

В современном градостроительном дискурсе проблемы этического характера, в первую очередь – справедливость распределения ресурсов – обсуждаются все более настойчиво. Инфраструктура города здесь рассматривается как выражение принципов социальной философии. В статье ставится проблема моделирования эτικο-эстетических аспектов городской инфраструктуры с использованием искусственного интеллекта как части общей тенденции развития современной архитектуры.

Ключевые слова: архитектура; градостроительство; инфраструктура; социальная ответственность; искусственный интеллект; моделирование городской среды. /

In modern urban planning discourse, ethical issues, primarily the fairness of resource allocation, are being discussed more and more persistently. The city's infrastructure is considered here as an expression of the principles of social philosophy. The article raises the problem of modeling the ethical and aesthetic aspects of urban infrastructure using artificial intelligence as part of the general trend in the development of modern architecture.

Keywords: architecture; urban planning; infrastructure; social responsibility; artificial intelligence; urban environment modeling.

Моделирование городской инфраструктуры – эτικο-эстетические аспекты / Urban infrastructure modeling: Ethical and aesthetic aspects

текст

Елена Булгакова
МИТУ–МАСИ
Константин Лидин /

text

Elena Bulgakova
MITU-MASI
Konstantin Lidin

Введение

Примерно двести пятьдесят лет назад в классической механике была сформулирована «Задача трех тел». Как будут двигаться три тела, связанные между собой гравитационными силами? Например, как точно рассчитать равновесную орбиту спутника связи, если кроме самого спутника и притяжения Земли необходимо также учесть влияние Луны (а учесть его нужно, иначе спутник вскоре сойдет с орбиты и упадет)?

Но, несмотря на все усилия математиков и очевидную практическую важность, задача до сих пор не имеет общего решения.

Примерно в те же сроки (конец XVIII века) Великая французская революция выдвинула лозунг «Свобода, равенство, братство». Однако дальнейшее развитие западной цивилизации показало: найти равновесие между этими тремя прекрасными ценностями на практике очень непросто. Очень быстро (по историческим меркам) равновесие нарушается и происходит ускоряющееся сползание к одному из полюсов. Борьба за свободу во множестве случаев приводит к довольно уродливым вариантам либерализма и даже анархии. Равенство вырождается в тоталитаризм. Что касается братства, то в переполненном ненавистью сегодняшнем мире оно зачастую сужается до объединения только со «своими» против всех «чужих» и принимает уродливые националистические и ксенофобские формы.

Социологи, философы и политики пролили реки чернил и человеческой крови, но решения этой задачи так и не нашли.

Еще одна задача поиска тройственного равновесия имеет прямое отношение к архитектуре, дизайну и градостроительству. Это знаменитая «витрувианская триада» – Прочность, Удобство, Красота. Для того, чтобы привести к равновесию прочность и удобство, понадобилось изобрести целую науку – эргономику. Но вопрос красоты так и остается делом смутным, субъективным, подверженным колебаниям моды и разнообразным спекуляциям.

1. Искусственный интеллект и большие надежды

На протяжении примерно ста последних лет перспективы решения многих «задач трех тел» связываются с раз-

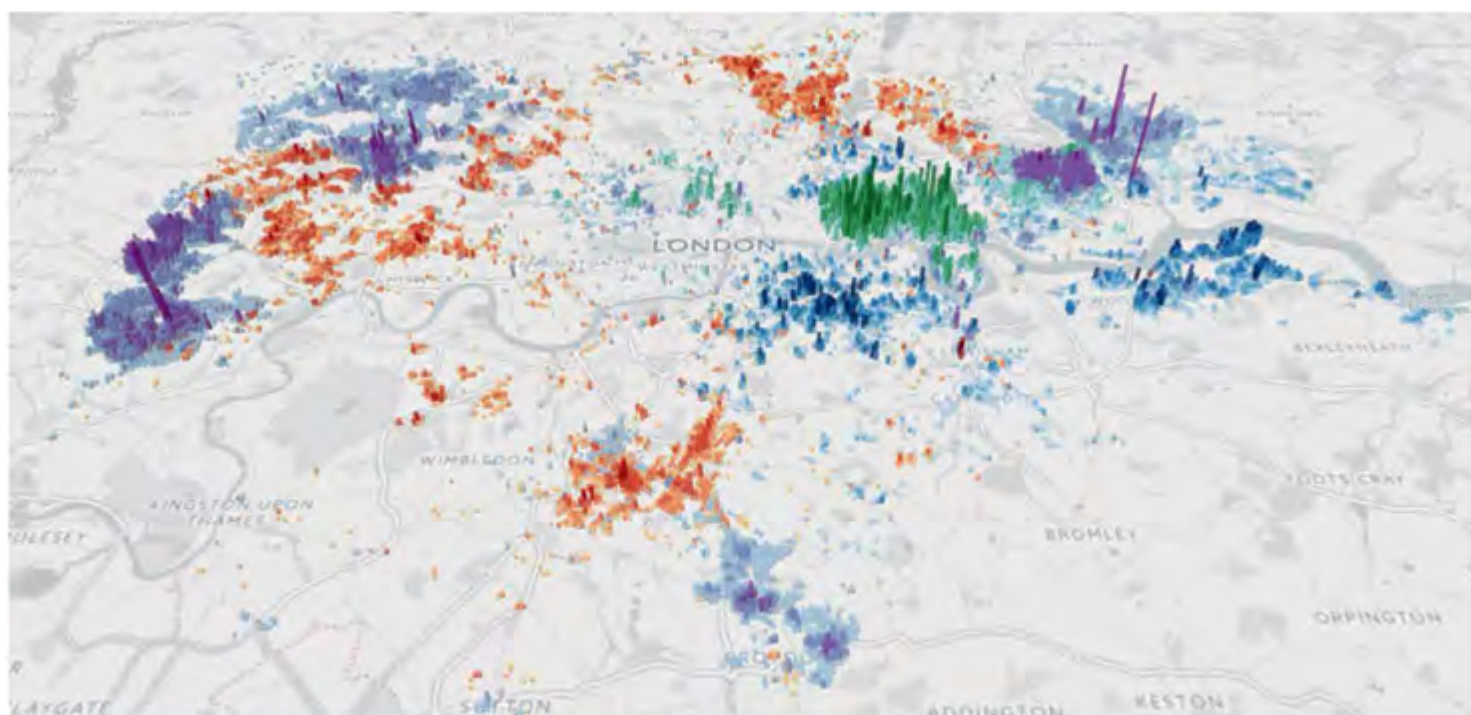
витием умных машин. В космической механике расчет параметров орбиты действительно трудно себе представить без участия компьютерной техники. Здесь в полной мере нашли применение особые качества машины – бесконечное терпение, быстрота расчетов, механическая логика. Машина находит решение нерешаемой задачи численными методами, то есть перебором вариантов. Объем расчетов получается чудовищным, но машине это не страшно.

В середине XX века знаменитый ученый, популяризатор науки и писатель-фантаст Айзек Азимов придумал Мултивак – огромный компьютер, которому люди будущего передадут судебную, экономическую и даже политическую власть. Расположенный в подземном бункере, недоступный для человеческих страстей и коррупции, Мултивак стал идеальным носителем справедливости и разума – настоящим воплощением идей Платона о «государстве философов». Математическая точность решений Мултивака обеспечивает, по Азимову, идеальное соблюдение принципа равенства всех перед Законом.

Реальные результаты применения компьютеров в управлении обществом оказались несколько иными. По большей части компьютерное моделирование используется для повышения шансов на выигрыш в социальных играх, начиная с биржевых спекуляций и заканчивая военными операциями. Отрасль математики, которая была специально для этого создана, так и называется: «теория игр». К сожалению, прогресс в области компьютеризации принятия решений во многих случаях сопровождается игнорированием человеческого фактора, так что и вторая половина XX века, и начало нынешнего не приблизили человечество к социальному равновесию.

Бурное развитие вычислительной техники в последние десятилетия сформировало множество надежд на то, что поиск равновесных решений «витрувианской триады» можно будет поручить машинам. Важно отметить, что компоненты триады в разной степени поддаются автоматизации. Расчеты прочности уже довольно давно опираются на машинные методы; существует обширный спектр профессиональных программ для моделирования прочностных характеристик машин, мебели, зданий, логистических узлов и целых городских систем. Эргономиче-

> Apple Campus 2 в Купертино, Калифорния в стадии строительства (Noah Berger/Reuters/Zak Bickel/The Atlantic)
 «В своем рассказе "Франшиза" 1955 года Айзек Азимов представил, как американская демократия может быть радикально преобразована в эпоху цифровых технологий. По сюжету, действие которого происходит в 2008 году, политическая воля американцев осуществляется не отдельными гражданами, которые стоят в очереди для голосования, а огромным суперкомпьютером Multivac. Он обрабатывает океан общедоступных данных с помощью непостижимых алгоритмов, чтобы надежно предсказать исход голосования, этого грязного, партизанского, дорогостоящего и слишком коррумпированного процесса».
 (Shannon Vallor (2017) Lessons From Isaac Asimov's Multivac. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/05/lessons-from-the-multivac/523773/>)



London (United Kingdom) - Population by country of birth from

■ Nigeria ■ Bangladesh ■ Poland ■ India

^ Количество мигрантов в Лондоне по основной стране происхождения

Карта имеет разрешение ячеек сетки 100 x 100 м. Самые высокие столбцы соответствуют ячейкам, в которых количество мигрантов достигает 250. Хотя сегрегация может быть вызвана желанием самих мигрантов селиться поближе к друзьям, родственникам и членам той же этнической группы, они также могут быть вынуждены жить в более неблагополучных районах из-за отсутствия работы и доступного жилья. На сегрегацию может влиять распределение государственного жилья и, в случае беженцев, наличие центров приема и четкие меры по перераспределению потока мигрантов. Наконец, сегрегация может быть косвенным результатом постепенного покидания местными жителями районов с высокой концентрацией мигрантов. Со временем улучшение индивидуальных экономических условий может позволить мигрантам преодолеть ограничения, удерживающие их в зонах лишений, что делает сегрегацию довольно динамичным явлением. В этом смысле пространственная дисперсия может отражать процесс социально-экономической ассимиляции в принимающем обществе.

Vandecasteele I., Baranzelli C., Siragusa A., Aurambout J.P. (Eds.) The Future of Cities – Opportunities, challenges and the way forward, EUR 29752 EN, Publications Office, Luxembourg, 2019, p. 70



< В 2007 году был опубликован концептуальный генеральный план Кигали, разработанный американской фирмой Oz Architects, за которым последовали подробные планы территорий, разработанные Озом и сингапурской фирмой Surbana. Планы впечатляющие: районы трущоб преобразованы в экологические тематические парки и коммерческие районы, а холм Реберо на юге Кигали преобразован в туристический рай с отелями на 900 номеров. Расчистка трущоб сопровождалась массовым насильственным переселением жителей и экспроприацией земли

ские формулы также успешно переносятся на машинную основу, и прогресс в этой области очевиден. Но эстетический аспект архитектурного проектирования продолжает оставаться проблемной сферой [1].

Попытки автоматизировать поиски красоты проводят непрерывно и настойчиво. Особенно перспективной выглядит разработка самообучающихся программных продуктов, которым уже присвоили название Искусственного Интеллекта (ИИ). Заметим, что исчерпывающего определения, что собой представляет естественный (человеческий) интеллект до сих пор не существует, так что любые вопросы об обоснованности термина ИИ остаются на совести авторов, которые его используют.

Выходящие в последнее время книги содержат множество примеров того, как самообучающиеся программы проникают в область эстетики. Наверное, каждый человек предпочитает жить в эстетичной среде – в красивом интерьере, красивом районе красивого города, среди привлекательных людей и вещей. Естественно, когда существует спрос, появляется и предложение. Современные цифровые камеры (например, встроенные в смартфоны) автоматически редактируют фото- и видеоматериалы, которые снимают. Делают их ярче, увеличивают резкость и фильтруют баланс цветов. Может возникнуть даже иллюзия, что ИИ, как заботливый учитель, деликатно поправляет ошибки неумелого пользователя, ненавязчиво помогает человеку делать повседневную среду более эстетичной [2].

Но откуда при этом берется идеал – набор эстетических критериев, представлений о сущности понятия «красота» в этом конкретном случае? Сам по себе машинный «интеллект» лишен понятия эстетики и принципиально не отличает красивое от безобразного. На это способен только человек (и то не всякий).

Машинное обучение заключается в том, что в программу загружают большое количество исходной информации (например, фотографий из Инстаграмма или Фейсбука) вместе с оценками (количеством «лайков»), которые получил каждый снимок. Программа без усталости сопоставляет миллионы и миллиарды изображений и находит статистические закономерности, от которых зависит оценка зрителей. Яркие снимки привлекают больше внимания

и получают больше «лайков» – значит, надо корректировать новые фотографии в сторону большей яркости и хроматичности. Четкие и центрированные кадры нравятся большему числу пользователей – значит, надо повышать резкость изображения и подчеркивать область геометрического центра. И так далее. В результате деятельность ИИ в сфере повседневной эстетики сводится к укреплению и усилению среднего, наиболее массового представления о сущности и критериях красоты.

Формальный характер анализа и ориентация на усредненный, массовый вкус сегодняшнего потребителя – неотъемлемые черты работы ИИ [3]. Очевидно, что эти особенности машинной эстетики в сфере архитектуры и градостроительства могут создать немало проблем.

2. Этика и эстетика городской среды

Эстетические аспекты архитектурного проектирования тесно связаны с его этическими сторонами. Некрасивые, уродливые, дисгармоничные города подталкивают жителей к таким же уродливым формам поведения. «Теория разбитых окон» и эксперименты социальных психологов показывают: безобразная среда стимулирует девиантные и делинквентные тенденции в обществе и вызывает рост уровня безобразий. И напротив, красивая и гармоничная застройка способствует душевному равновесию, здоровью и упорядоченному поведению жителей [4; 5].

Насколько данная закономерность применима к ситуации разговора о городской инфраструктуре? Можем ли мы утверждать, что транспортная схема, сеть энергоснабжения или канализация должны быть красивыми?

Имперский Рим времен расцвета потреблял огромное (даже по современным меркам) количество воды. Воду приходилось транспортировать за многие сотни километров. Римские акведуки до сих пор выглядят образцом гармоничности, и это не случайно. Уровень мастерства поражает воображение – на некоторых участках уклон акведука составляет несколько сантиметров на километр. Этого достаточно, чтобы вода двигалась самотеком, но как римские строители добивались такой точности со своим простым и грубым инструментарием? Бетон и камень в этих постройках работают на пределе своих конструктивных возможностей, отсюда ощущение из-

щества и легкости. Такое же впечатление производят ранние работы Леонидова или вантовые конструкции Сантьяго Калатравы, которые моложе на две тысячи лет.

Римские акведуки были вызваны к жизни стремлением обеспечить всех жителей Вечного города равным доступом к воде. Точно так же знаменитые римские дороги были объектами социальными, с неограниченным доступом и равными правами пользования для всех жителей империи. Таким же уровнем эгалитарности обладали прекрасные дороги, связывавшие воедино империю Чингизидов. Принцип справедливого равномерного доступа служил основой и для римской канализации, но затем он был утрачен и вернулся только в XIX веке в виде Парижской клоаки.

Примеры можно умножать и дальше, но попробуем принять тезис о том, что справедливые, этичные инфраструктурные системы на протяжении многих поколений производят впечатление чего-то красивого и эстетично-

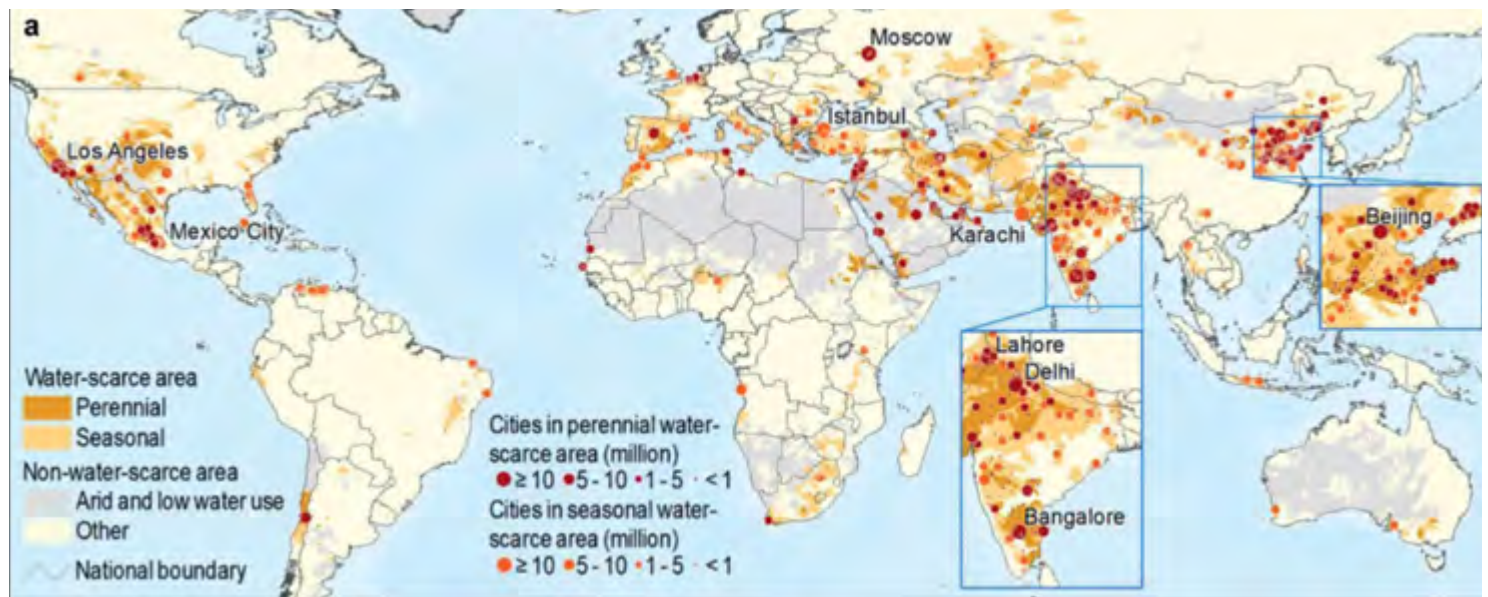
го. Для случая архитектуры и градостроительства есть все основания утверждать, что действительно красивое и гармоничное проектное решение – это и справедливое решение.

3. Инфраструктуры справедливого города

Новое время принесло и новый класс инфраструктур, связанный с электричеством. Передача энергии и информации по электрическим сетям развивается быстрыми темпами и продолжает кардинально изменять повседневную жизнь горожан. Ежегодно публикуются сотни статей и книг, трактующих тему «умного города» – города, в котором все инфраструктурные системы проектируются, регулируются и развиваются на основе компьютерных, автоматизированных методов. Мощь машинного интеллекта сулит создание всеобъемлющей модели города. Миллионы переменных параметров будут учтены в этой модели вместе с их взаимосвязями и ограничениями. Разумеется, разработчики моделей «умного города» обе-



^ В 2014 году Макаassar был провозглашен одним из индонезийских городов, получивших статус «умного» города. Чтобы реализовать эту цель, Мохаммад Рамдхан Поманто, мэр города, запустил ряд программ в поддержку программы Makassar Tidak Rantasa (MTR, кампании за чистый Макаassar). Например, с помощью услуг электронного здравоохранения граждане могут дистанционно записаться на прием к врачу и даже получить консультацию. В то же время врач сможет получить исчерпывающую информацию об истории болезни – но только в том случае, если пациент обладает современными средствами выхода в интернет



^ Урбанизация и изменение климата вместе усугубляют нехватку воды для городов мира. На карте показаны города и регионы, испытывающие дефицит воды. Светло-коричневым показаны области с сезонными проблемами, темно-коричневым – с постоянной нехваткой воды. Ситуация неизбежно будет ухудшаться. Сегодня мировое городское население, сталкивающееся с нехваткой воды, составляет около 933 миллионов человек. К 2050 году это число возрастет до 1,693 - 2,373 миллиарда человек (от одной трети до почти половины мирового городского населения). По прогнозам, количество крупных городов, испытывающих нехватку воды, увеличится со 193 до 284, включая 10– 20 мегаполисов. Чем заметнее становится дефицит воды, тем менее справедливым выглядит распределение этого ресурса между группами горожан (по данным He C, Liu Z, Wu J, Pan X, Fang Z, Li J, Bryan BA. Future global urban water scarcity and potential solutions. Nature Communication. 2021 Aug 3;12(1):4667)

щают свято соблюдать принципы социальной справедливости и равного доступа всех горожан к пользованию городской инфраструктурой. Но реальность, как обычно, вносит свои поправки в самые прекрасные планы.

Справочные сервисы интернета вроде бы равно доступны для любого горожанина, но только при наличии у него современного девайса. Если же вы не являетесь счастливым обладателем смартфона, то ваш доступ к поисковым системам ограничен домашним компьютером (если он у вас есть, конечно). Для жителей богатых стран наличие постоянного выхода в интернет стало уже привычным, повседневным элементом городской инфраструктуры, но в большинстве регионов мира это совсем не так.

Столица индонезийского острова Сулавеси город Макаassar постепенно интегрирует свой план умного города 2014 года с внедрением телемедицинских услуг, позволяя жителям получать доступ к консультациям в области здравоохранения с помощью мобильных средств. Несмотря на то, что это необходимое нововведение, оно по-прежнему обслуживает только тех, кто может позволить себе мобильные телефоны, эффективно маргинализируя городскую бедноту, не имеющую возможности получить доступ к тем же услугам из-за отсутствия связи [6].

Существует много примеров того, как стремление руководства стран и городов к прогрессу усиливает расслоение по имущественному признаку.

Столица Руанды Кигали добилась больших успехов в сокращении загрязнения своих городских районов. Относительно недавно был разработан планы «Vision City» – высокотехнологичного района с бесплатным Wi-Fi и солнечными батареями, питающими уличные фонари. Однако проект страдает уже знакомой проблемой умного города, связанной с отсутствием контекстуализации социально-экономических реалий. Жители района, в котором должен разместиться проект, были принудительно выселены, чтобы освободить место для элитного дорогого жилья [7].

Неравенство доступа к элементам городской инфраструктуры проявляется во многих случаях – например, в виде доступности рекреационных зон. Возник даже

специальный термин «зеленое неравенство», означающий несправедливое распределение доступа к необходимому контакту людей с островками природы в городе. Пандемия COVID, финансовые кризисы, изменения климата – все вызовы сегодняшнего дня только обостряют проблемы неравенства уровней комфорта. Стало уже невозможно скрывать процессы нарастания неравенства в организации городской среды.

Глобальное потепление проявляется, в частности, в увеличении амплитуды годовых колебаний температуры. Аномальная жара, поразившая многие города минувшим летом, сменяется обещаниями аномально суровой зимы, и подобные крайности погоды грозят стать нормой. На этом фоне стали заметнее недостатки инфраструктуры современных городов, особенно в распределении избыточного тепла. Город нагревается неравномерно: возникают «городские острова тепла», в которых перегрев особенно велик и опасен. Уже появляются проекты изменения состава строительных материалов, использование теплоотражающих покрытий, удерживающих тепло материалов для стен и кровли, более активное введение в городскую ткань растений, утилизирующих солнечную радиацию. Но все эти меры связаны с удорожанием строительства и, следовательно, с ограниченным доступом для наименее обеспеченных слоев населения. В отчете Корпуса милосердия (USC) по этой теме показано, что существует непропорционально большое бремя воздействия эффекта «городских островов тепла» на общины с низкими доходами как в городах, так и в богатых пригородах. По сути, чем ближе к черте бедности вы живете, тем больше у вас шансов остаться лицом к лицу с последствиями изменения климата без всякой помощи со стороны правительства [8].

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) считает, что в течение следующих десятилетий стоимость транспортировки питьевой воды в страны, не имеющие выхода к морю, вырастет в цене с 200 миллиардов долларов в год почти до одного триллиона долларов. Стоимость энергии для транспортировки этой воды вырастет на 140 миллиардов долларов. Но семьи с низкими доходами уже тратят большую часть своего

> Неравенство распределения прав пользования городской инфраструктурой выражается, в частности, в продолжительности жизни горожан. На карте показан фрагмент сети лондонского метро, связывающего престижные районы (Мэйфер) и менее престижные (Блумсбери). Для каждой станции метро указана средняя ожидаемая продолжительность жизни горожан в этой части Лондона. Обитатели богатых районов живут на десять - двенадцать лет дольше. Vandecasteele I., Baranzelli C., Siragusa A., Aurambout J.P. (Eds.) *The Future of Cities – Opportunities, challenges and the way forward*, EUR 29752 EN, Publications Office, Luxembourg, 2019, p. 72



дохода на еду и воду, и ожидается, что этот разрыв будет только увеличиваться [9].

Заключение

Почти пятьдесят лет назад англо-американский марксист, географ, один из основоположников «радикальной географии» Дэвид Харви выпустил книгу «Социальная справедливость и город» [10]. обстоятельно и подробно, как было принято в прошлом веке, автор показал связь между преобладающей в социуме идеологией и концепциями городского планирования. Социальная философия, система ценностей не является некоей абстрактной идеей. Она определяет направление развития всей инфраструктуры города.

Харви остро и резко критикует процессы, приводящие к расслоению общества (в основном по имущественному признаку) и его последствия – сегрегацию городской среды на богатые районы, с одной стороны, и «гетто» для бедных – с другой. Раздраженно и гневно он пишет о том, как реальная забота о справедливом распределении «права на город» подменяется лицемерными причитаниями о горькой судьбе бедняков (такую деятельность Харви называет «моральной мастурбацией»).

Недавно книга вышла на русском языке [11]. Она не утратила актуальности. Напротив, этико-эстетические проблемы урбанистики обострились. Новые возможности, которые приносит искусственный интеллект, дополнительно увеличивают ответственность архитектора перед обществом. Фантастические умения ИИ иногда могут замаскировать простой факт: у машины нет идеологии, нет этических и эстетических понятий. Представления о справедливом и красивом городе в машину закладывают люди.

Литература

1. Лидин, К., Булгакова, Е. (2018). Преодоление прекариатства : Архитекторы для экономики переживаний // Проект Байкал. – 2018. – № 57. – С. 150–152
2. McStay A. (2018) *Emotional AI: The Rise of Empathic Media*. SAGE Publications Ltd.
3. Manovich, L. *AI Aesthetics*. – Moscow : Strelka Press, 2019. – 22 p.
4. Бобкова, Т., Булгакова, Е., Дубынин, Н., Коновалова, В. . (2021). Высотки: доступность, здоровье, безопасность и архитектура // Проект Байкал. – 2021. – № 67. – С. 88–97
5. Булгакова, Е. А. Комфортность городской среды – анализ, измерение и проектирование роста : учеб. пособие. – Москва : МИТУ–МАСИ, 2021. – 102 с.
6. Maganga M. How "Smarter" Cities Can Exacerbate Inequity. 02 Oct 2021. ArchDaily. – URL: <https://www.archdaily.com/969113/how-smarter-cities-can-exacerbate-inequity> (дата обращения: 15.10.2021)
7. Standoff at Vision City project site ends with demolition of homes.

The East African. July 12, 2013. – URL: <https://www.theeastafrican.co.ke/tea/rwanda-today/news/standoff-at-vision-city-project-site-ends-with-demolition-of-homes-1317684> (дата обращения: 15.10.2021)

8. Morello-Frosch R., Pastor M., Sadd J., Shonkoff S. (2018) *The Climate Gap: Inequalities in How Climate Change Hurts Americans & How to Close the Gap*. In: Elisabeth M. Hamin Infield, Yaser Abunnasr, and Robert L. Ryan (Ed.), *Planning for Climate Change. A Reader in Green Infrastructure and Sustainable Design for Resilient Cities*. NY, London: Routledge. – Pp. 138–151

9. OECD (2021) *The inequalities-environment nexus: Towards a people-centred green transition*, OECD Green Growth Papers, No. 2021/01, OECD Publishing, Paris

10. Harvey D. (1973) *Social justice and the city*. Baltimore Johns Hopkins University Press

11. Харви, Д. *Социальная справедливость и город* / пер. с английского Е. Ю. Герасимовой. – Москва : Новое литературное обозрение, 2018. – 440 с.

References

- Bobkova, T., Bulgakova, E., Dubynin, N., & Konovalova, V. (2021). High-rises: accessibility, health, security and architecture. *Project Baikal*, 18(67), 88-97. <https://doi.org/10.51461/projectbaikal.67.1760>
- Bulgakova, E. A. (2021). *Komfortnost gorodskoi sredy – analiz, izmerenie i proektirovanie rosta: ucheb. posobie* [Comfort of urban environment: Analysis, measurement and design of growth: textbook]. Moscow: MITU-MACI.
- Harvey, D. (1973). *Social justice and the city*. Baltimore Johns Hopkins University Press.
- Harvey, D. (2018). *Sotsialnaya spravedlivost i gorod* [Social justice and the city]. (E. Yu. Gerasimova, Trans.). Moscow: Novoe literaturnoe obozrenie.
- Lidin, K., & Bulgakova, E. (2018). To overcome the precarity: Aspects for the experience economy. *Project Baikal*, 15(57), 150-152. <https://doi.org/10.7480/projectbaikal.57.1376>
- Maganga, M. (2021, October 2). How “Smarter” Cities Can Exacerbate Inequity. Retrieved October 15, 2021, from <https://www.archdaily.com/969113/how-smarter-cities-can-exacerbate-inequity>
- Manovich, L. (2019). *AI Aesthetics*. Moscow: Strelka Press.
- McStay, A. (2018). *Emotional AI: The Rise of Empathic Media*. SAGE Publications Ltd.
- Morello-Frosch, R., Pastor, M., Sadd, J., & Shonkoff, S. (2018). *The Climate Gap: Inequalities in How Climate Change Hurts Americans & How to Close the Gap*. In Elisabeth M. Hamin Infield, Yaser Abunnasr, & Robert L. Ryan (Eds.), *Planning for Climate Change. A Reader in Green Infrastructure and Sustainable Design for Resilient Cities* (pp. 138–151). NY, London: Routledge.
- OECD (2021). *The inequalities-environment nexus: Towards a people-centred green transition*. OECD Green Growth Papers, 1. Paris: OECD Publishing.
- Standoff at Vision City project site ends with demolition of homes (2013, July 12). The East African. Retrieved October 15, 2021, from <https://www.theeastafrican.co.ke/tea/rwanda-today/news/standoff-at-vision-city-project-site-ends-with-demolition-of-homes-1317684>