

Эволюция городов. Технологии Smart City

Сергей Бойко

директор, EPAM Systems

Андрей Курьян

инновационный консультант, EPAM Systems

Минск, РБ, август, 2020

Аннотация

Город – достаточно древнее изобретение человечества. Первоначально города создавались для совместного безопасного проживания и торговли. Позднее город стал местом, где можно было получить услуги и товары, недоступные в сельской местности, такие как, образование, развлечения, медицинские услуги и т.п. Затем города стали местами концентрации больших промышленных предприятий и людей - сотрудников этих предприятий и их семей.

В процессе эволюции город менялся; менялись и его функции. Появление у города новых функций становилось мощным драйвером развития новых технологий, что, в свою очередь, ведет к появлению других функций.

Авторы показывают, каким законам подчиняется развитие городов, как происходила эволюция функций городов, как в процессе этой эволюции возникали и решались изобретательские задачи.

Ключевые слова: *эволюция, масштабирование, умный город, инфраструктура, коммуникации*

Эволюция города

Предшественником города было племенное поселение, члены которого занимались совместной деятельностью: охотились и занимались собирательством, хранили запасы, защищались, занимались воспитанием и передачей опыта.

Эмерджентное свойство: при решении проблемы совместного проживания большого количества людей, создаются новые виды пользы от коммуникации и сотрудничества.

Города появились в античные времена. Часто они представляли собой защищенные места, обнесенные крепостными стенами для защиты. Количество людей, проживающих в городах, было, в среднем, больше, чем в племенных поселениях. В городах появились новые виды деятельности: образование, политика, религия, ремесло, торговля и развлечения. Увеличилась интенсивность и уровень коммуникаций между жителями и посетителями городов. Увеличение численности населения городов потребовало создания и развития соответствующей городской

инфраструктуры: дороги, водопровод и канализация, защитные сооружения, общественные здания и пространства.

Города в средние века стали местами, где происходило увеличение размеров городов и численности населения в них, так и интенсивности и разнообразия коммуникаций между людьми. Количество жителей в крупных средневековых городах достигло сотен тысяч. Это привело к углублению разделения труда в городах и появлению новых видов деятельности, а также новых товаров и услуг: промышленных, финансовых, логистических, образовательных, развлекательных и т.п.

Рост численности населения требовал развития городской инфраструктуры.

В индустриальную эпоху, начавшуюся в XVII веке, города стали превращаться в промышленные, торговые, финансовые и политические центры. Такое превращение резко увеличило темпы роста численности городского населения, в основном, за счет сельских жителей, переезжающих в города. Крупные города стали разрастаться территориально и поглощать мелкие поселения, расположенные в округе. Начали образовываться большие городские агломерации, объединяющие десятки миллионов жителей.

Сегодня мы живем в постиндустриальной эпохе. Современный город представляет собой место, где совместно проживают и сотрудничают миллионы людей. На рис. 1 представлены основные группы заинтересованных лиц в современном городе, а также основные области деятельности, необходимые для поддержания жизнеспособности, роста и развития города.



Рис. 1. Город - сложная система

Городская инфраструктура современного города представляет собой переплетение большого количества сложных систем, имеющих сетевую природу.

Общие закономерности развития городов

Город – не просто сложная система. Город является объединением сетей []. В этом смысле город схож с живыми организмами, например, с млекопитающими. Подобно тому, как мы можем увидеть млекопитающих разных размеров от мыши, до слона, мы можем наблюдать города разных размеров. Подобно законам масштабирования организмов, города подчиняются своим законам масштабирования.

Согласно [1], городские системы и сети подчиняются сублинейному и суперлинейному законам масштабирования.

Один из законов развития города как сетевой системы, как можно видеть на рис. 2, показывает, что рост городских сетей происходит сублинейно с коэффициентом 0,85.

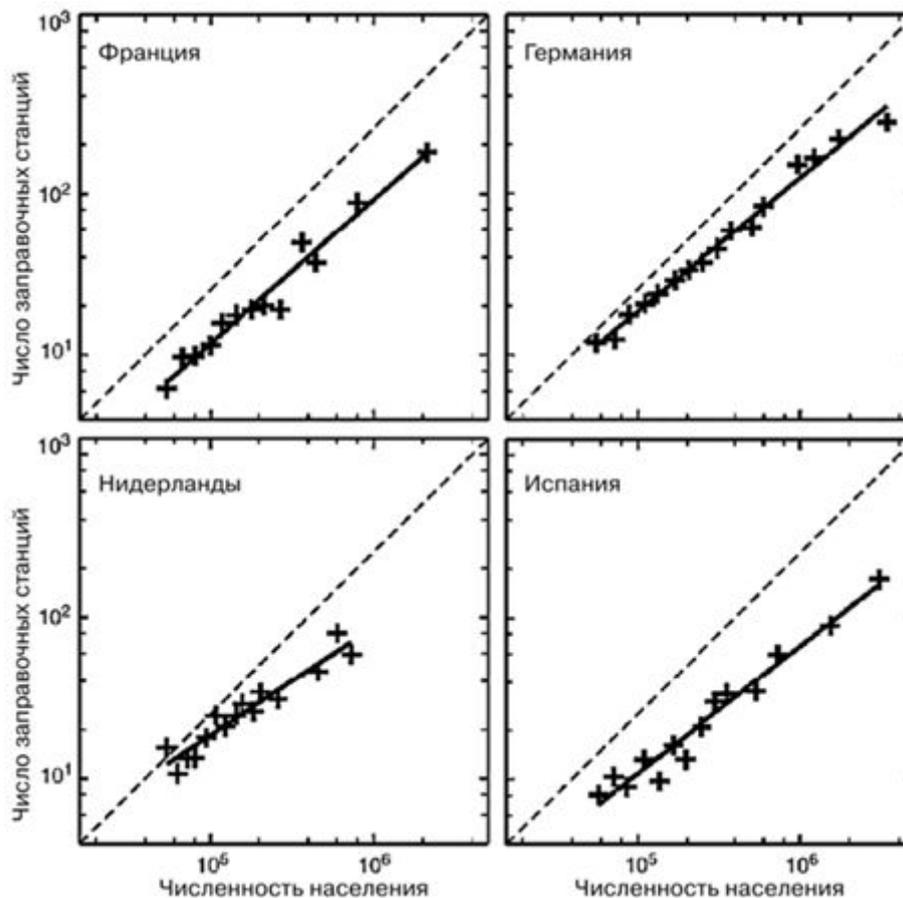


Рис. 2. Сублинейное развитие городских сетей

Например, число заправочных станций в городах при увеличении населения города увеличивается не строго пропорционально: при увеличении численности населения в 2 раза количество заправочных станций увеличивается в 1,85 раза. Или по другому если взять два разных города с численностью населения по 100 тыс. и сравнить их с городом с численностью в 200 тыс. То в большом городе заправочных станций будет составлять 0,85 от суммы заправочных станций в 2-х меньших городах. Эта

закономерность сохраняется для городов в разных странах независимо от того, на каком континенте или в какой климатической зоне расположены те или иные города. Этот эффект в экономике называется эффектом экономии на масштабе. Этот эффект проявляется не только для количества заправочных станций, но также для лины линий электропередач, городских дорог, водопроводов и газопроводов, т.е., для всех инфраструктурных сетей города. Это означает, что рост размеров города, выраженный в численности населения, приводит к экономии на масштабе.

Еще одной важной закономерностью численного роста города является суперлинейный рост ряда важных показателей города. На рис. 2 показаны графики, которые иллюстрируют суперлинейный рост городских сетей в зависимости от численности населения. Чем выше численность населения города, тем выше уровень зарплат, количество сотрудников умственного труда, количество патентов, уровень преступности или количество ресторанов. Суперлинейность означает, что рост этих показателей происходит быстрее роста численности населения с коэффициентом 1,15.

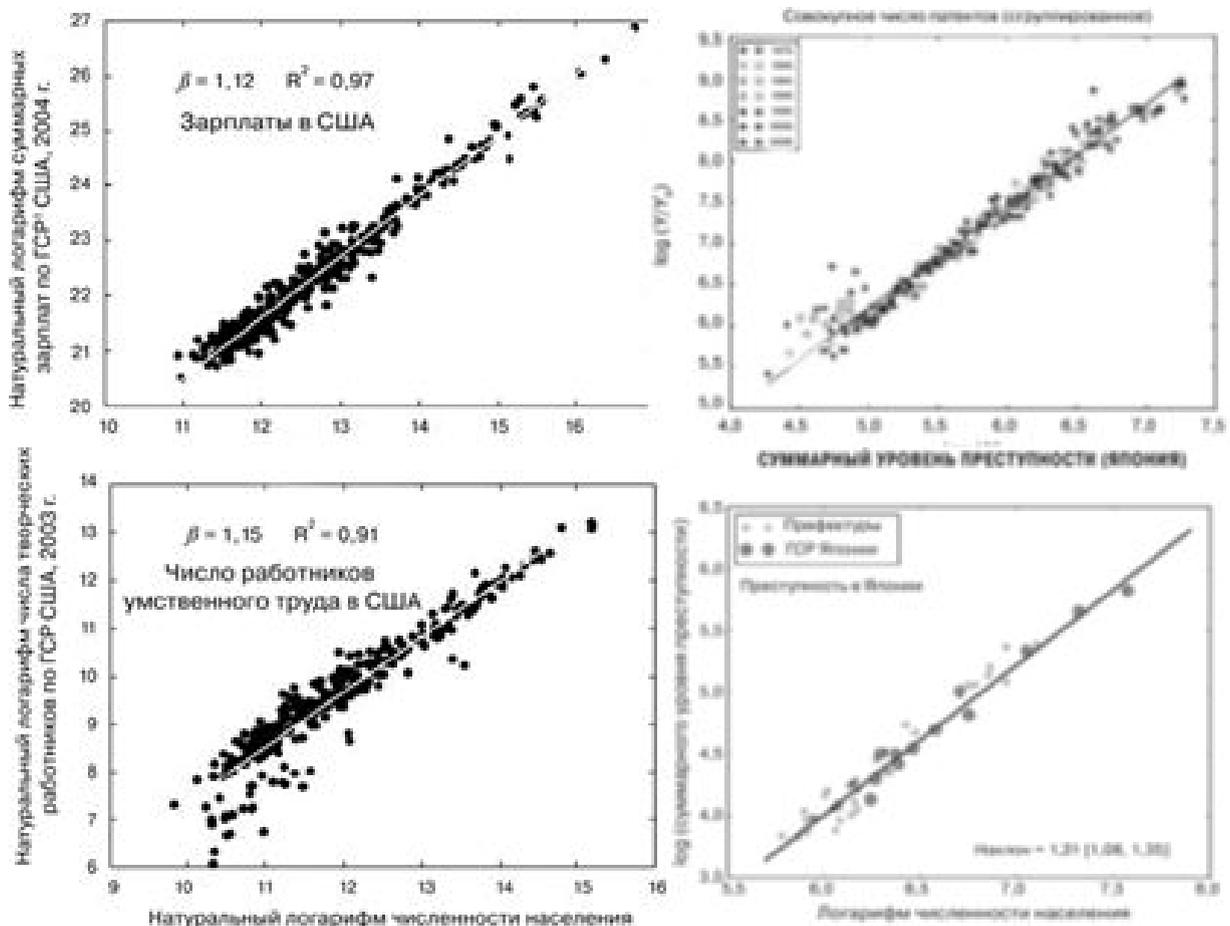


Рис. 3. Суперлинейное развитие городских сетей

Из приведенных выше закономерностей следует несколько важных выводов:

- 1) городские системы, предназначенные для обеспечения жизнедеятельности города, развиваются по сублинейному закону масштабирования. Это значит, что при увеличении численности городского населения совокупные затраты на городскую инфраструктуру снижаются в расчете на одного жителя. Другими словами, стоимость обеспечения условий для жизни в крупных городах при прочих равных условиях будет меньше, чем в маленьких городах. Также из этого закона сублинейного масштабирования затрат на городскую инфраструктуру следует, что в пределе развитие городов стремится к появлению небольшого количества крупных городских агломераций с единой инфраструктурой.
- 2) возможности, предоставляемые городом для коммуникации с большим количеством людей, растут по суперлинейному закону масштабирования. Другими словами, крупный город в среднем предоставляет более благоприятные условия для самовыражения каждому отдельному человеку, чем это может сделать малый город. В целом крупный город производит больше совокупной пользы в пересчете на одного жителя, чем малый город. Также из этого закона суперлинейного масштабирования пользы от коммуникации большого количества людей следует, что в пределе развития города стремится к вовлечению в коммуникацию и генерацию пользы максимально большого количества людей, что приводит к появлению небольшого количества крупных глобальных коммуникационных платформ.

Влияние указанных закономерностей на развитие городов подтверждается наблюдаемыми тенденциями:

- Люди переезжают из сельской местности в города, из малых городов люди стремятся в большие города.
- Сегодня уже более половины людей на Земле живет в городах, а в ближайшем будущем доля городского населения Земли составит 75%.
- Крупные города поглощают малые города и поселения, расположенные в их окрестностях. Это проявляется в формировании единых городских инфраструктур и коммуникационных платформ для жителей таких агломераций.

Современный город - это умный город

Усложнение городской инфраструктуры является естественным результатом роста городов. По сути, сложность таких систем сегодня становится барьером для дальнейшего роста. Один из способов преодоления этого барьера - технологии "умного города", позволяющие автоматизировать и следовательно повысить масштабируемость и автономность городских систем и сетей.

Примеры таких решений можно найти в различных областях - общественный транспорт, логистика, энергетика (освещение, электросети), коммуникации (водоснабжение, канализация, ...), безопасность, общепит и досуг, здравоохранение, образование, религия

Слайд - IoT + роботизация = автономность

Необходимым условием возникновения и развития умных городов является APIфикация (появление открытых интерфейсов) и платформы открытых данных, что по сути и составляет ядро любой умной экосистемы. Использование же искусственного интеллекта и СППР позволяет автоматизировать реакцию на события в большинстве случаев.

Виртуальный город

До XXI века эффективные коммуникации и взаимодействия между людьми были возможны при условии их физического контакта друг с другом. И город обеспечивал условия для таких физических контактов.

Дальнейшая концентрация физических контактов людей в городах порождает новые угрозы. Случившаяся пандемия коронавируса является проявлением таких угроз. По сути, мы столкнулись с очередным барьером на пути роста количества и качества коммуникаций.

С появлением и развитием Интернета физический контакт для коммуникаций стал необязательным. Люди научились коммуницировать и сотрудничать в виртуальном пространстве. Виртуальное пространство еще недостаточно развито для того, чтобы все коммуникации между людьми бы могли осуществляться только в нем, но мы видим устойчивый рост коммуникаций, которые становятся возможными в виртуальном пространстве: телемедицина, онлайн образование, онлайн покупки, платежные системы, разработка продуктов и услуг и т.д.

COVID-19 пандемия послужила переломным моментом в принятии виртуальных коммуникаций как естественного безопасного способа взаимодействия большого количества людей. Как следствие, развитие виртуальных коммуникаций является важным трендом, позволяющим преодолеть барьеры в росте городов.

В пределах виртуальное пространство снимает ограничение на физическое проживание людей в одном городе, сохраняя их способность коммуницировать друг с другом и сотрудничать. Данный тренд соответствует известному в ТРИЗ закону повышения идеальности систем []: когда города нет, а его функция выполняется.

Предельный переход города

Предел развития городской инфраструктуры - распределенная планетарная инфраструктура

Предел развития коммуникационной платформы - это планетарное виртуальное пространство. Пока не появились колонисты на других планетах.

Размытие границ городов и государств и их трансформация в территориальные инфраструктурные и коммуникационные платформы.

Стирание физических границ городов

Маленькие поселения со всей инфраструктурой и коммуникациями с другими поселениями

Переход к виртуальному городу как проявление закона повышения идеальности

Мы утверждаем, что человечество столкнулось с новым вызовом: формированием невиданной ранее сложной сетевой системы - планетарного города. Глобальная сеть Интернет является первой ласточкой на пути к планетарному городу.

Литература

1. Уэст, Дж. Масштаб. Универсальные законы роста, инноваций, устойчивости и темпов жизни организмов, городов, экономических систем и компаний. М: Азбука, 2018.
- 2.