

# Переосмысление города: соединение формы и потоков<sup>1</sup>

Серж Салат  
Каролин Новацки

## Введение

Устойчивое развитие учитывает средовые, социальные и экологические аспекты нашего мира. Чаще всего рассматривается экологическое измерение, поскольку к нему применимы простые и универсальные решения по ограничению размеров «углеродного следа», выбросов парниковых газов и потребления ресурсов. Мы можем продолжать расти и развиваться, частично оптимизируя потребление ресурсов: производить и приумножать блага, потребляя при этом минимальное количество природных запасов. Множество системных и технологических исследований сейчас нацелены на этот результат. Однако эта конструктивная работа теряет смысл, если вести ее изолированно.

В условиях продолжающейся урбанизации, когда более 50 % населения уже живет в городах, невозможно уповать на технологию как на панацею от всех проблем: крайне важно пересмотреть наш образ жизни с точки зрения организации городской среды. Сегодня города растут и развиваются в соответствии с моделью двадцатого века, которая преобладает в промышленно развитых странах и ориентирована на автомобили и ограниченный прирост населения. Эта модель не подходит для экспоненциально растущих городов в развивающихся странах и странах с переходной экономикой; более того, она будет неприменима даже к городам в более развитых странах. Переосмысляя формы городской среды и образ жизни, используя новые технологии, а также связывая вместе структуру города и потоки – перемещение людей, товаров, воды, электричества, отходов и так далее, – мы можем построить устойчивую городскую среду и значительно увеличить эко-

Серж Салат, президент, Институт городской морфологии и сложных систем, Париж, Франция (ранее – директор Лаборатории морфологии городской среды, Научно-технический центр строительства (CSTB), Париж (Франция); 16 rue de la Glacière, Paris, 75013, France. E-mail: serge.salat@gmail.com

Каролин Новацки, доктор философии, аспирант Стэнфордского университета, Стэнфорд, Калифорния, США (ранее – исследователь, лаборатория морфологии городской среды, Научно-технический центр строительства (CSTB), Париж (Франция)); Stanford University, 473 Via Ortega, Suite 242 Stanford, Stanford, CA 94305-4020, USA. E-mail: nowackicaroline@gmail.com

---

Неудержимый рост экологических ограничений требует принципиально пересмотреть городской образ жизни и потребление природных ресурсов, особенно потребление энергии. Современные технические решения позволяют повысить энергоэффективность зданий и предотвратить или уменьшить их отрицательное воздействие на окружающую среду. Однако эти решения должны быть частью более глобального процесса планирования, который направлял бы городскую структуру и поведение жителей в сторону более эффективных моделей.

---

**Ключевые слова:** окружающая среда; энергоэффективность; устойчивое развитие; потребление ресурсов; городской образ жизни

---

1. Перевод с английского Петра Лагуткина по изданию: Salat S., Nowacki C. (2010) Re-thinking the City: Combining Form and Flows // Cities: Steering towards sustainability / P. Jacquet, R. K. Pachauri, L. Tubiana (Eds.). The Energy and Resources Institute (TERI) (January 25, 2010).

Перевод подготовлен в рамках реализации программы профессионального развития «Архитекторы.РФ», 2019 г. Исключительные права на перевод принадлежат ЧУ ДПО Институт «Стрелка», 2019 г.

номию за счет единой согласованной системы. Анализ в масштабе города означает отказ от разделения на социальные, средовые и экологические компоненты – объединение этих измерений позволяет умножить их положительный эффект и устраняет опасность конфликтов между ними.

## **Строительство городов, пригодных для жизни**

Лаборатория морфологии городской среды CSTB<sup>2</sup> проводит исследования, в рамках которых измеряет параметры города – длину улиц, высоту зданий, зеленые зоны и так далее – и использует геометрические данные для описания его морфологии и пространственной организации. Эти данные используются для определения параметров городского пространства, которые влияют на энергопотребление и экологические показатели. Мы можем сравнивать города по всему миру, вводя их морфологические параметры в уравнения по оценке энергопотребления и экологического воздействия. Это поможет людям, принимающим решения, проектировать и развивать город таким образом, чтобы он потреблял минимально возможный объем ресурсов, оставаясь привлекательным местом для проживания.

Одновременное воздействие на структуру города, на строительные технологии и системы, а также на поведение людей поможет последовательно сократить выброс парниковых газов, постепенно накапливая положительный эффект. Само продуманное биоклиматическое планирование городских пространств позволит наполовину сократить выброс парниковых газов. Усовершенствование строительных технологий снизит выбросы еще в 2,5 раза, а оптимизация систем – еще вдвое. И наконец, если горожане примут «трезвый» стиль жизни с низким потреблением углеродоемкой продукции, это позволит дополнительно уменьшить энергопотребление в 2,5 раза. В конечном итоге сочетание всех этих факторов будет иметь мультипликативный эффект, позволяющий сократить потребление энергии на 90–95 %.

Исследователи рассчитали новые показатели для уже построенных и планируемых к строительству городов в различном приближении – на уровне агломерации,

города, района, квартала, отдельного здания – с целью изучения плотности, компактности, фрактальной формы<sup>3</sup>, доступности, проектных характеристик, структуры и размера улиц, неоднородности, доступности солнечного света и так далее. Полезность данного метода основана на его математическом инструментарии, позволяющем представить физические реалии в виде цифр, которые проще поддаются измерению, сравнению и оптимизации. Каждый параметр нуждается в тщательной обработке: интерпретация результатов крайне важна. Наша лаборатория приступила к пробному использованию этих параметров для сравнения городской ткани в разных регионах. Полученные результаты показывают, как формы городской среды можно перевести на язык цифр и как формат застройки влияет на поведение жителей.

## **Компактность, плотность и многофункциональность**

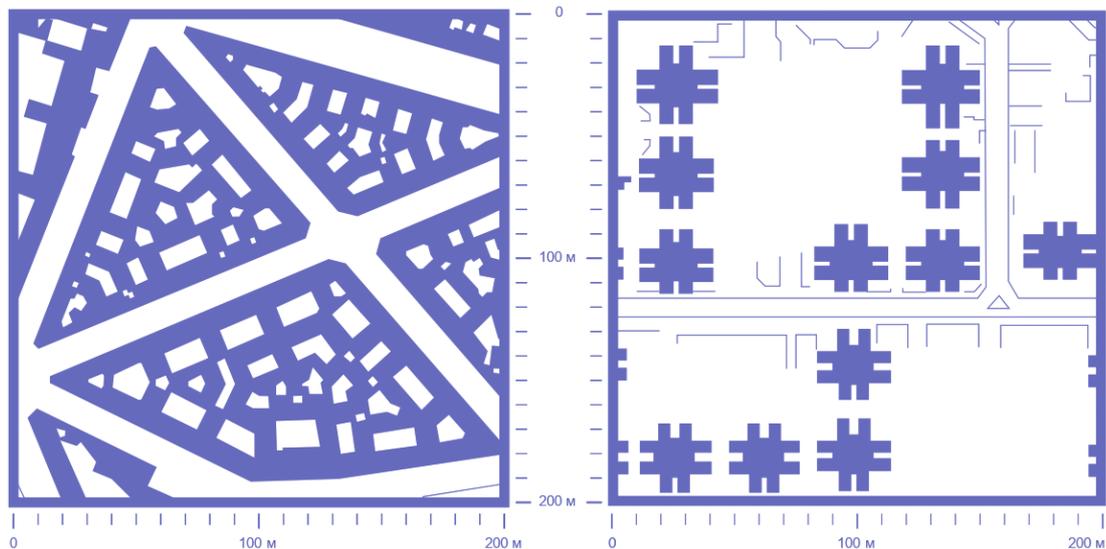
### **Компактность**

Компактность городского района контрастирует с фрактальной формой разрастания городов, в которой пустые пространства становятся видимыми, очертания имеют сложный и неупорядоченный характер, а городская застройка становится все менее плотной. Разрастающиеся города поглощают всё большие территории и создают протяженные дороги, в то время как определенные участки оказываются в изоляции из-за удаленности от инфраструктуры и магазинов. Такой тип застройки возникает в пригородах западных городов и все чаще встречается в городах по всему миру. Эта застройка может представлять собой пригороды с отдельно стоящими домами или многоэтажными комплексами. Такие районы либо плохо обеспечены транспортом и небольшими магазинами, либо совсем их не имеют, что делает личный автомобиль незаменимым и размывает понятие городского пространства. Социальные структуры или взаимоотношения между жителями носят особый характер – ни городской, ни сельский – и не включают преимущества ни одной из этих моделей, такие как доступность, знакомство с жителями или узнаваемость в своем районе.

2. Centre scientifique et technique du bâtiment (Научно-технический центр строительства).

3. В настоящей работе фрактальная форма относится к форме пространственных границ города, которые характеризуются нерегулярными и упорядоченными линиями, повторяющимися одинаковым паттерном в различных масштабах.

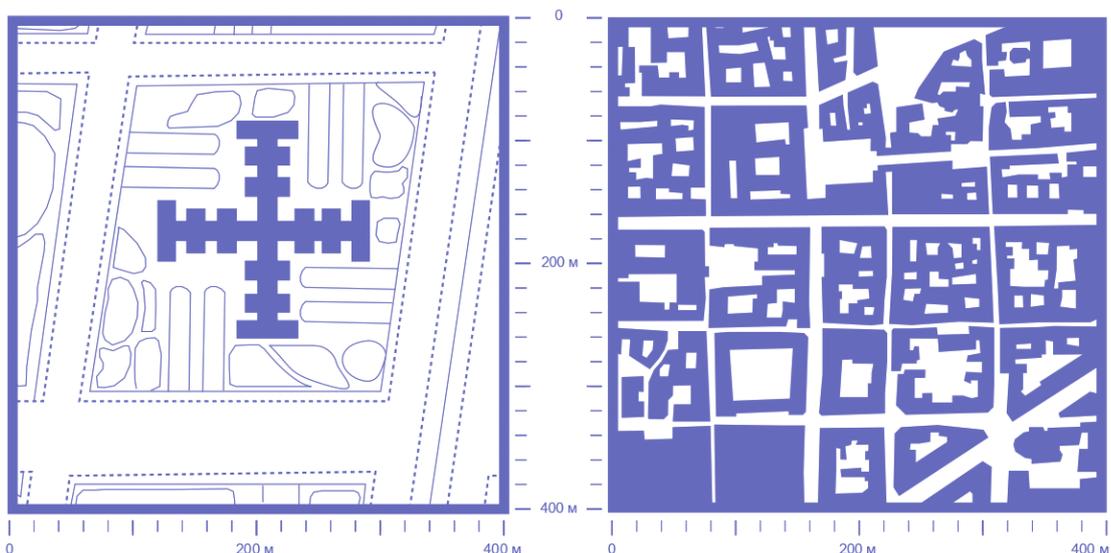
**Рис. 1. Выше не значит плотнее**  
Сравнение плотности городской застройки в Париже (Франция) и Гонконге (Китай)  
Источник: Лаборатория морфологии городской среды, CSTB



Квартал, построенный в ходе османизации Парижа  
Плотность застройки квартала: 5,75  
Коэффициент застройки участка: 67%

Северный округ Гонконга  
Плотность застройки квартала: 4,32  
Коэффициент застройки участка: 20%

**Рис. 2. Вертикальные города, экономящие пространство**  
Cruciform Tower архитектора Ле Корбюзье в сравнении с центром Турина (Италия)  
Источник: Лаборатория морфологии городской среды, CSTB



Cruciform Tower архитектора Ле Корбюзье  
Плотность застройки участка — 3,6. Плотность башни не превышает плотности зданий в традиционной застройке Турина. Рассматривая оба примера в одинаковом масштабе, можно заметить лишь четыре перекрестка — это ограничивает количество маршрутов и увеличивает расстояния между двумя точками. Мест социального взаимодействия здесь меньше.

Центр Турина  
Плотность застройки участка — 5. Форма традиционной городской застройки предполагает наличие множества перекрестков и различных маршрутов между двумя точками. На изображенном выше участке есть улица, образованная фасадами зданий на протяжении 7,5 км, часть которой занимают галереи и аркады, и 3 км замкнутых дворов — все это в большой степени способствует социальному взаимодействию.

Исследования, проведенные нами на материале различных городов, показывают, что парижские кварталы, реконструированные Османом, в которых высота зданий составляет в среднем шесть-семь этажей, имеют более высокую плотность застройки, чем квартал с двадцати-тридцатипятиэтажными башнями в Гонконге (см. рис. 1 и 2).

## Плотность

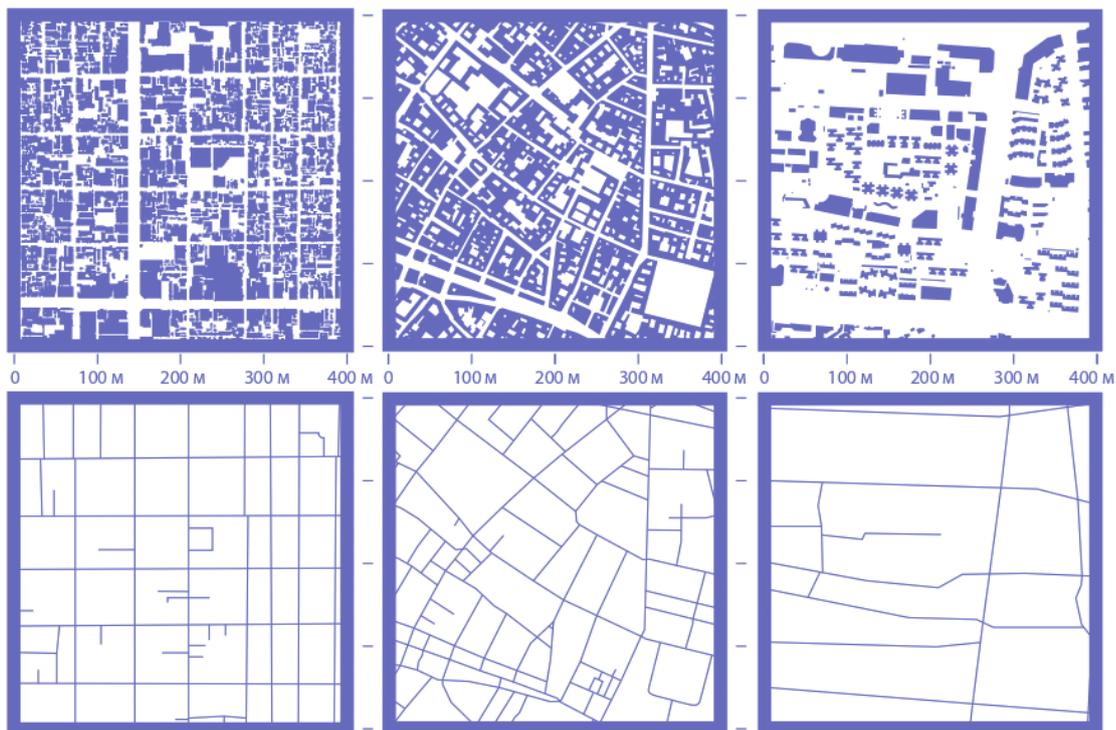
Под плотностью городской застройки мы понимаем общую площадь зданий в границах наружных стен в определенном городском районе. Мы учитываем инфраструктуру — дороги и транспортные системы, — за счет которых площадь застройки, а следовательно, и ее плотность уменьшаются.

Это показывает, что максимальная плотность достигается не за счет гигантских зданий, а посредством непрерывности городской застройки средней высоты, от трех до пяти этажей. В действительности многоэтажные здания, в которых множество людей размещаются по вертикали, имеют

мало точек доступа — обычно лишь одну дорогу, которая должна быть очень широкой. Следовательно, дороги занимают значительное пространство, разделяя город на части: они не способствуют «мягким» видам перемещения — на велосипеде или пешком. Более того, многоэтажные здания должны получать достаточно солнечного света, а потому не могут располагаться на небольшом удалении друг от друга, что ведет к дополнительному увеличению расстояния между ними в черте города.

Преимущество высокой плотности состоит в том, что она ограничивает площадь земель, занимаемых городом. Это сохраняет близлежащие сельскохозяйственные угодья и сокращает расстояние, которое

Рис. 3. Киото и Париж: города без границ. Плотность застройки кварталов и уличная сеть в Киото (Япония), Париже (Франция) и Гуанчжоу (Китай)  
 Источник: Лаборатория морфологии городской среды, CSTB.



	Киото	Париж	Гуанчжоу
Цикломатическое число	83	88	6
Среднее расстояние между перекрестками	52	153	518
Плотность перекрестков	19,2	6,2	1,9

жителям необходимо преодолеть, чтобы получить товары, добраться до работы и заняться другими делами. Ограничение разрастания городов в некоторых странах стало критически важной задачей. Например, в Китае производство сельскохозяйственной продукции уже отстает от темпов роста населения: задача обеспечения города продуктами становится приоритетной, а вместе с ней выходит на первый план сохранение сельскохозяйственных территорий, окружающих города. Аналогичное явление, хотя и в меньшей степени, наблюдается и в случае Парижа и его сельскохозяйственной базы.

### Многофункциональность

Многофункциональность<sup>4</sup> в масштабе города может устранить необходимость в маятниковых миграциях, связанных с поездками на работу из пригородов – сейчас

именно они генерируют значительную часть парниковых выбросов и становятся причиной пробок в черте города. В свою очередь пробки снижают свободу передвижений и делают города менее привлекательными и эффективными.

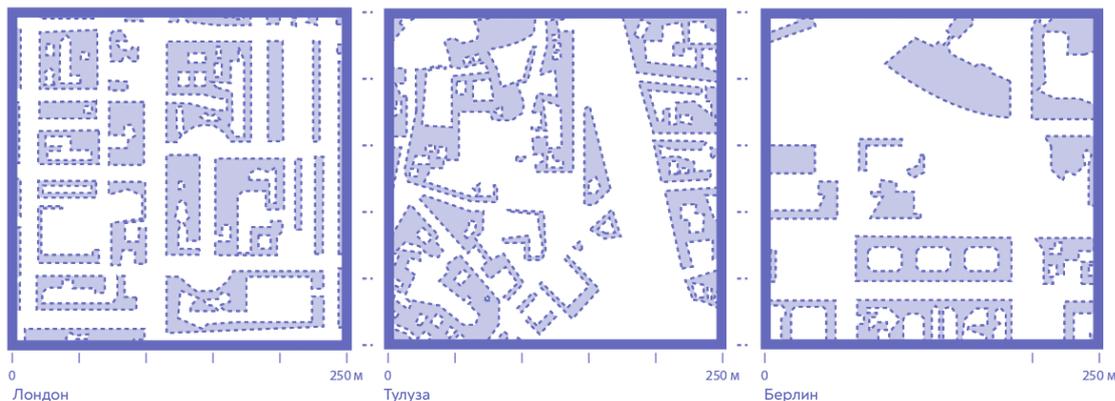
Многофункциональность также способствует повышению безопасности в районе. Она обеспечивает круглосуточное присутствие людей – разные виды деятельности осуществляются в разное время, – а также позволяет избежать появления таких неприятных явлений, как пустой и бездушный деловой центр или спальный район, которые непривлекательны для жителей. Многофункциональность важна не только с точки зрения охраны окружающей среды – она важна прежде всего с социальной точки зрения, поскольку помогает впустить жизнь в городское пространство и обеспечить благополучие жителей.

4. Многофункциональными (Mixed usage) называются районы, где имеется возможность проживания, посещения магазинов, работы в офисе и/или на производстве, досуга, социального взаимодействия в пределах небольшой территории.

Рис. 4. Лондон: чемпион по естественному освещению.

Пассивные зоны в Лондоне (Великобритания), Тулузе (Франция) и Берлине (Германия)

Источник: Ratti C., Baker N., Stremers K. (2005) Energy Consumption and Urban Texture. Energy and Buildings.



Пассивные зоны (на расстоянии 6 м от фасада) обозначены пунктиром. В среднем эти зоны потребляют половину энергии непассивных зон.

## Город, удобный для передвижения

Передвижение в пределах города крайне важно не только из-за значительной доли прямого и косвенного загрязнения, которое оно создает, но и ввиду его жизненной необходимости для экономического и социального развития города. Чтобы город был эффективным и привлекательным, он должен соединяться с региональными, национальными и международными транспортными магистралями. Также, что более важно, городские районы должны сообщаться друг с другом, чтобы максимально упростить перемещение в пределах города. Связность города измеряется средним временем, которое его жители тратят на поездки до мест разной активности. Эффективность транспортных систем рассчитывается путем деления преодолеваемого расстояния на среднее время. К другим важным показателям транспортной доступности относится наличие общественного транспорта, число остановок и расстояние между ними, а также обслуживаемые транспортом районы. При исследовании городского транспорта необходимо учитывать разнообразие транспортных средств, их пространственное распределение и скорость, а также их влияние на глобальное потепление.

Цикломатические числа<sup>5</sup>, которые используются для подсчета количества пересечений в системе, оказались очень полезны для определения степени транспортной доступности города исключительно на основе данных о планировке его кварталов. Цикломатическое число

дает нам представление о количестве возможных маршрутов из одной точки в другую: чем оно выше, тем больше выбор маршрутов и тем меньше перегружены районы города. Кроме того, разнообразие маршрутов позволяет выбирать различные виды передвижения – пешком, на велосипеде, на автобусе или на трамвае – в зависимости от вида деятельности. Цикломатическое число в сочетании со средним расстоянием между двумя перекрестками позволило изучить несколько городов в различных регионах мира, а также сравнить планировку их кварталов.

Исследование показало, что традиционная городская структура, свойственная, например, историческим центрам Киото или Парижа, имеет больше возможных маршрутов и меньшие расстояния между перекрестками по сравнению с современными городами, застроенными высотками, – например, Гуанчжоу. Планировки двух первых городов сразу позволяли передвигаться пешком или на велосипеде, а затем были адаптированы и для трамваев (рис. 3). Оба города были построены до появления моторных транспортных средств, тогда как современные города развиваются исключительно в соответствии с нуждами автомобилей. Здесь явно кроются проблемы: автомобили обычно исключают присутствие других людей, занимают много места и создают высокий уровень загрязнения. Устойчиво развивающийся город должен позволять людям выбирать способ передвижения и адаптировать его под свои нужды, отдавая предпочтение экологичным видам транспорта, которые более полезны для здоро-

5. Транспортные сети традиционно описываются в виде математической матрицы с опорой на теорию графов. При этом под цикломатическим числом понимается показатель, обозначающий разницу между количеством ребер и вершин, то есть между транспортными артериями и их пересечениями. Цикломатическое число по существу является числом замкнутых контуров в транспортной системе. – Прим. ред.

вья и общедоступны. К тому же экологичный транспорт не зависит от неподтвержденных и затратных технологических разработок, предназначенных для автомобилей с пониженным уровнем загрязняющих выбросов.

### **Устойчивое городское развитие на уровне районов и зданий**

Исследование форм городской застройки ведет к необходимости иначе взглянуть на районы. Критерии многофункциональности применяются и здесь: в соответствии с ними магазины размещаются на первом этаже, офисы – в специальных зданиях либо на втором и третьем этажах, а жилые помещения – на верхних этажах. Сюда также необходимо добавить и другие объекты, в частности школы и больницы. Многофункциональность городских районов должна обеспечить жителей всем необходимым для удовлетворения повседневных потребностей, гарантируя им шаговую доступность. При этом важно избежать социальной сегрегации, загрязнения и транспортных заторов, а также сэкономить время и создать рабочие места на территории района. Структура транспортной системы должна реагировать на масштаб района, который необходимо учитывать при размещении автобусных и трамвайных остановок, а также парковочных мест для велосипедов и автомобилей. Плотность районной застройки обеспечивает клиентскую базу для местных коммерсантов и позволяет сократить расстояния между магазинами. Жители не воспринимают такую застройку как слишком плотную: исследования показали, что неприятное чувство перенаселенности ассоциируется с высотными зданиями, а как мы убедились, шести этажей достаточно, чтобы обеспечить высокую плотность городской застройки.

Важные параметры городской застройки в масштабе районов – фрактальная форма, доступность солнечного света и достаточная освещенность. Хотя у фрактального масштабирования множество недостатков в масштабе городской агломерации, оно полезно при анализе районов. Фрактальное масштабирование привносит элемент сложности в форму зданий и улиц, давая возможность включить зеленые пространства в периметр города.

Упрощенные прямые улицы и здания без внутренних дворов лишают город привлекательности, делая его однообразным. И наоборот, засаженные деревьями дворы и аллеи выполняют роль систем кондицио-

нирования, дают тень, аккумулируют воду, сохраняют почву и поглощают часть выбросов углекислого газа. Различие форм городской застройки – источник разнообразия маршрутов, благодаря которому перемещение по городу становится увлекательным.

Другая важная переменная – естественная освещенность, связанная с открытостью небосвода в определенном здании. Естественная освещенность позволяет помещениям получать солнечное тепло и свет. Адаптировать здания, улицы и зеленые зоны к защите города от летней жары и, наоборот, обеспечить поступление света и тепла зимой – непростая задача (рис. 4).

Одно из решений – посадить лиственные деревья вдоль улиц: их листья создают тень летом и обеспечивают доступ тепла и солнечного света, опав осенью.

Коэффициент энергопотребления зданий – 2,5. В зависимости от формы и местоположения здания потребляют больше или меньше энергии на отопление и освещение помещений. Например, отдельно стоящие дома имеют большую поверхность, теряющую тепло, что заставляет их потреблять больше энергии для отопления. С другой стороны, граничащие друг с другом здания имеют меньшую площадь, рассеивающую тепло, и лучше сохраняют его. И наоборот, очень высокие, большие здания могут быть компактными и нуждаться в незначительном отоплении, однако при этом испытывать трудности с вентиляцией и иметь небольшой пассивный объем, то есть небольшой участок на расстоянии 6 м от окна, которому доступны естественные освещение и вентиляция. Во Франции отопление является одной из главных статей энергопотребления в секторе жилых зданий, тогда как в секторе розничной торговли и услуг это место занимают вентиляция и освещение. В связи с этим в масштабе здания необходимо найти компромисс между экономией пространства и пассивным объемом. Внедрение мер энергоэффективности показывает, что во Франции данный компромисс чаще реализуется в зданиях среднего размера, примыкающих к другим постройкам, нежели в отдельно стоящих домах или многоквартирных башнях.

### **Заключение**

Учитывая острую необходимость сократить потребление ресурсов и разместить растущее число людей в городах по всему миру,

реализация стратегий городского развития и планирования приобретает особую важность. Эти стратегии должны учитывать недостатки частных автомобилей: они доступны не всем, занимают значительную долю городского пространства, являются источником прямого и косвенного загрязнения и обычно исключают использование других видов транспорта. Ключевыми параметрами остаются плотность застройки, многофункциональность и сознательный подход к энергопотреблению с использованием пассивного устройства зданий. Мы продемонстрировали имеющиеся инструменты для сравнения и измерения этих параметров в городах. Сейчас развитие города внутри города или расширение городской ткани становятся жизненно важными – эти шаги позволяют организовать пространство для всех видов деятельности и всех жителей, с самого начала формируя пространственные связи. Всех участников и все аспекты городской жизни следует рассматривать как единое целое еще до начала строительства, чтобы объединить формы и потоки, обеспечив гармоничное и устойчивое развитие города.

## Источники

- Adolphe L. (2001) A simplified model of urban morphology: Application to an analysis of the environmental performance of cities//Environment and Planning B: Planning and Design. Vol. 28. No. 2. P. 183–200.
- Ali-Toudert F., Mayer H. (2006) Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate//Building and Environment. Vol. 41. No. 2.
- Arnfield A. J. (1990) Street design and urban canyon solar access//Energy and Buildings. Vol. 14. No. 2. P. 117–131.
- Brown G. Z., Dekay M. W. (2001) Sun, Wind and Light: Architectural Design Strategies. New York: John Wiley and Sons.
- Cheng V., Steemers K., Montavon M., Compagnon R. (2006) Urban Form, Density and Solar Potential. 1–6 September. Available at: [www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol1/PLEA2006\\_PAPER904.pdf](http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol1/PLEA2006_PAPER904.pdf).
- Compagnon R. (2004) Solar and daylight availability in the urban fabric//Energy and Buildings. Vol. 36. No. 4. P. 321–328.
- Densité et formes urbaines dans la métropole marseillaise (2005) Ed. C. Brunner, F. Roustan. Marseille: Imbernon.
- Givoni B. (1989) Urban design in different climates//World Meteorological Organisation. WMO/TD 346. Geneva: WMO.
- Golany G. S. (1996) Urban design morphology and thermal performance//Atmospheric Environment. Vol. 30. No. 3. P. 455–465.
- Groleau D., Marenne C. (1995) Environmental specificities of the urban built forms//Rebuild Network Conference. Rebuild-Rebuilding in the European City: Integration of Renewable Energies in Established Urban Structures. Corfu, Greece.
- Mills G. (1999) Urban climatology and urban design//Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology and the International Conference on Urban Climatology. Heidelberg: Springer.
- Oke T. R. (1988) Street design and urban canopy layer climate. Energy and Buildings. Vol. 11. No. 1–3. P. 103–113.
- Okeil A. (2004) In search for energy efficient urban forms: The residential solar block//Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings. Toronto, Canada.
- Olgyay V. (1963) Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Ratti C., Richens P. (2004) Raster Analysis of urban form//Environment and Planning B: Planning and Design. Vol. 31. No. 2. P. 297–309.
- Ratti C., Baker N., Steemers K. (2005) Energy consumption and urban texture//Energy and Buildings. Vol. 37. No. 7. P. 762–776.
- Ratti C., Raydan D., Steemers K. (2003) Building form and environmental performance: Archetypes, analysis and an arid climate//Energy and Buildings. Vol. 35. No. 1. P. 49–59.
- Salat S. (2009) Energy loads, Co2 emissions and building stocks: Morphologies, typologies, energy systems and behaviour//Building Research and Information. Vol. 37. No. 5–6. P. 598–609.
- Salat S. (2006) The Sustainable Design Handbook China. High Environmental Quality Cities and Buildings. Paris: CSTB-Hermann.
- Santamouris M. (2001) Energy and Climate in the Urban Built Environment. London, James and James.
- Suzuki H., Dastur A., Moffatt S., Yabuki N. (2009) Eco2 Cities, Ecological Cities as Economic Cities. Washington, DC: World Bank.
- Traisnel J.-P. (2001) Habitat et développement durable, bilan rétrospectif et prospectif//Les Cahiers du CLIP. Vol. 13. No. 4. P. 7–72.

## RETHINKING THE CITY: COMBINING FORM AND FLOWS

**Serge Salat**, President, Urban Morphology and Complex Systems Institute, Paris, France (earlier – director of the Urban Morphology Lab, Centre Science and Technology of Construction (CSTB), Paris, France); 16 rue de la Glacière, Paris, 75013, France.

E-mail: serge.salat@gmail.com

**Caroline Nowacki**, Doctor of Philosophy, PhD Student at Stanford University, Stanford, California, United States (earlier – researcher, Laboratory of Urban Morphology, Science and Technology Center for Construction (CSTB), Paris, France); Stanford University, 473 Via Ortega, Suite 242 Stanford, Stanford, CA 94305-4020, USA.  
E-mail: nowackicaroline@gmail.com

**Abstract.** The unrelenting growth of environmental constraints requires a fundamental rethinking of urban lifestyles and the consumption of natural resources, especially energy consumption. Modern technical solutions can improve the energy efficiency of buildings and prevent or reduce their negative impact on the environment. However, these solutions must be part of a more global planning process that guides the urban structure and behavior of inhabitants toward more efficient models.

**Keywords:** environment; energy efficiency; sustainability; resource consumption; urban lifestyle

**Citation:** Salat S., Nowacki C. (2022) Rethinking the City: Combining Form and Flows. *Urban Studies and Practices*, vol. 7, no 4, pp. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp742022105-112>

### References

- Adolphe L. (2001) A simplified model of urban morphology: Application to an analysis of the environmental performance of cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 28, no 2, pp. 183–200.
- Ali-Toudert F., Mayer H. (2006) Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, vol. 41, no 2.
- Arnfield A.J. (1990) Street design and urban canyon solar access. *Energy and Buildings*, vol. 14, no 2, pp. 117–131.
- Brown G.Z., Dekay M.W. (2001) Sun, Wind and Light: Architectural Design Strategies. New York: John Wiley and Sons.
- Cheng V., Steemers K., Montavon M., Compagnon R. (2006) Urban Form, Density and Solar Potential. 1–6 September. Available at: [www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol1/PLEA2006\\_PAPER904.pdf](http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol1/PLEA2006_PAPER904.pdf).
- Compagnon R. (2004) Solar and daylight availability in the urban fabric. *Energy and Buildings*, vol. 36, no 4, pp. 321–328.
- Densité et formes urbaines dans la métropole marseillaise (2005) Ed. C. Brunner, F. Roustan. Marseille: Imbernon.
- Givoni B. (1989) Urban design in different climates. World Meteorological Organisation. WMO/TD 346. Geneva: WMO.
- Golany G.S. (1996) Urban design morphology and thermal performance. *Atmospheric Environment*, vol. 30, no 3, pp. 455–465.
- Groleau D., Marenne C. (1995) Environmental specificities of the urban built forms. Rebuild Network Conference. Rebuild-Rebuilding in the European City: Integration of Renewable Energies in Established Urban Structures. Corfu, Greece.
- Mills G. (1999) Urban climatology and urban design. Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology and the International Conference on Urban Climatology. Heidelberg: Springer.
- Oke T.R. (1988) Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Buildings*, vol. 11, no 1–3, pp. 103–113.
- Okeil A. (2004) In search for energy efficient urban forms: The residential solar block. Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings. Toronto, Canada.
- Olgyay V. (1963) Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Ratti C., Richens P. (2004) Raster Analysis of urban form. *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 31, no 2, pp. 297–309.
- Ratti C., Baker N., Steemers K. (2005) Energy consumption and urban texture. *Energy and Buildings*, vol. 37, no 7, pp. 762–776.
- Ratti C., Raydan D., Steemers K. (2003) Building form and environmental performance: Archetypes, analysis and an arid climate. *Energy and Buildings*, vol. 35, no 1, pp. 49–59.

Salat S. (2009) Energy loads, CO<sub>2</sub> emissions and building stocks: Morphologies, typologies, energy systems and behaviour. *Building Research and Information*, vol. 37, no 5–6, pp. 598–609.

Salat S. (2006) The Sustainable Design Handbook China. High Environmental Quality Cities and Buildings. Paris: CSTB-Hermann.

Santamouris M. (2001) Energy and Climate in the Urban Built Environment. London, James and James.

Suzuki H., Dastur A., Moffatt S., Yabuki N. (2009) Eco2 Cities, Ecological Cities as Economic Cities. Washington, DC: World Bank.

Traisnel J.-P. (2001) Habitat et développement durable, bilan rétrospectif et prospectif. *Les Cahiers du CLIP*, vol. 13, no 4, pp. 7–72.