

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИЛИЩНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Тайяб Ахмад (Tayyab Ahmad)^{1}, Аджибаве Айбину (Ajibade Aibinu)¹
Мухаммад Джамалуддин Тхахем (Muhammad Jamaluddin Thabeem)²*

*Ответственный автор. Тел. : +61451264345
E-mail: ahmadt@student.unimelb.edu.au

Международная конференция по урбанизированной среде с высокими характеристиками - конференция по устойчивой урбанизированной среде³- серия 2016 г. (SBE16), iHBE 2016

Рост городского населения приводит к увеличению плотности населения за счет многоэтажных жилых зданий. Высотные жилые здания характеризуются некоторыми уникальными аспектами. Цель исследования, представленная в настоящем документе, состоит в оценке роли аспектов высотного строительства, связанных с устойчивым развитием. Исследование основано на двухэтапном подходе. Во-первых, на основе подробного обзора литературы, опубликованной о высотных зданиях, идентифицированы аспекты, которые являются уникальными для высотных зданий, и кратко перечисляются на основе проведенных мозговых штурмов. Затем аспекты распределяются по некоторым основным свойствам устойчивых систем, полученных из опубликованной работы. Во-вторых, посредством другого исследовательского мозгового штурма по аспектам высотных жилых зданий, определена причинно-следственная связь между различными аспектами строительства и соответствующими проблемами с использованием моделирования динамики системы. В этом исследовании использовалось 54 строительных аспекта, большая часть которых была обнаружена в высотных зданиях. Полученные данные показывают, что эти аспекты влияют на устойчивость как положительно, так и отрицательно образом. Связывание различных аспектов здания вместе привело к тому, что диаграмма причинно-следственных связей визуально объяснила, как строительство высотных зданий в жилищных застройках может представлять собой довольно сложную проблему с точки зрения устойчивого развития. Полученные результаты показывают, что большая часть значительных аспектов, связанных с высотным строительством, положительно влияет на свойство эффективности собственности здания и природные системы, оказывает пагубное влияние на психологические потребности людей. Качественная оценка, проведенная в рамках этого исследования для понимания роли высотного жилого строительства в устойчивости, может привести к

¹ Факультет строительства и планирования архитектуры, Университет Мельбурна, Мельбурн 3052, Австралия

² Факультет инженерного строительства и управления, Национальный научно - технологический университет, Исламабад 44000, Пакистан

³ Часть географической оболочки, ограниченная территорией, занятой городом, его пригородами и связанными с ними инженерной и транспортной инфраструктурой. Эта среда включает в себя природные и искусственные компоненты, а также людей и их социальные группы.

дальнейшему исследованию в предметной области и может повысить понимание сложности высотного строительства, что приведет к устойчивым подходам с высоким уровнем информированности.

Ключевые слова: высотные здания; ориентир устойчивости; системы; жилые здания

© 2017 Авторы. Опубликовано Elsevier Ltd.

Экспертная оценка проведена под руководством организационного комитета INBE 2016⁴.

1. Введение

Возрастающая миграция в городские центры оказывает существенное значение на планету. Имеется все более возрастающая потребность в росте, а также увеличение плотности городских центрах. Когда земля становится скудной и дорогой, особенно в больших городах, застройщики и строители не имеют альтернативы, кроме как строить, и, следовательно, многоэтажные здания начинают появляться в большом количестве [1]. Например, за последние десятилетия в Австралии число людей, проживающих в многоэтажных жилых домах, увеличилось более быстрыми темпами по сравнению с общей численностью населения страны. В секторе с высокой плотностью число людей, проживающих в многоэтажных домах, увеличилось с примерно 129 000 в 1981 году до примерно 334 000 в 2001 году, что представляет собой увеличение 1% -2% людей, от проживающих в частных домах [2]. Эта тенденция также наблюдается во всем мире в форме высоких темпов развития высотных зданий. В 1990 году население мира составляло 5290 млн. человек, и имелось 146 небоскребов (200+)⁵. В 2000 и 2011 годах, когда население увеличилось с 6115 млн. чел. до 6908 млн. чел., в мире число небоскребов⁶ возросло более чем в два раза - с 258 до 602 [3].

Высотные здания часто связаны с высоким потреблением ресурсов, требующими строительных материалов в больших объемах во время строительства, значительного количества энергии для эксплуатации здания, а также характеризующиеся огромным количеством отходов после их сноса к концу их жизненного цикла. Высотные здания имеют сильную зависимость от комплекса систем инженерного оборудования здания (т. е. HVAC⁷ и систем вертикального транспорта), и более 75% потребления энергии в высотных зданиях выделяется для HVAC [4, 5]. Наряду с исследованиями, связанными с потреблением ресурсов высотными зданиями, имеется также ряд исследований, которые связаны с высотными зданиями, имеющими различную социальную ценность. В работе [6] представил обзор, обобщающий

⁴ Международная конференция по высотным зданиям с улучшенными характеристиками, Сидней 2016 г.

⁵ Небоскрёбы высотой от 200 метров

⁶ Очень высокое здание с несущим стальным или железобетонным каркасом, предназначенное для жизни и работы людей. По классификации SkyscraperCity (один из крупнейших в мире веб-сайтов, посвящённых строительству, небоскрёбам, урбанистике и городской фотографии)— это здание высотой выше 200 м.

⁷ Система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

результаты исследований, проведенных о влиянии высотных зданий на детей, опыт жителей здания, социальное поведение, удовлетворенность, уровень преступность и страх перед ней, предпочтения, психическое здоровье, а также стремление к суициду. Литература, изученная автором, предполагает, что для большинства людей высотные здания менее удовлетворительны, чем другие формы жилья, имеют обезличенные социальные отношения, что такие здания не оптимальны для детей, преступность и страх перед ней в этих зданиях больше, а помогающее поведение⁸ здесь меньше чем в других формах жилищ.

Однако преобладающее понимание того, что высотные здания являются менее устойчивыми по сравнению с другими менее ресурсоемкими зданиями из-за их высоты, может быть завышенным. Это может относиться к ситуации, когда высотные здания рассматриваются изолированно, но вряд ли существуют данные для проверки этого предположения в целостном контексте. Такое понимание существенно игнорирует множество факторов, которые могут оказать положительное влияние на устойчивость [7]. Наряду с проблемами обеспечения устойчивости в высотных зданиях (т. е. их неотъемлемыми энергетическими потребностями для вертикальной транспортировки, связи, отопления и охлаждения), они также имеют некоторые преимущества перед малоэтажными зданиями, которые обычно используют более ценную площадь суши, чем небоскребы. Преимущества концентрации людей и услуг в вертикальном городе становятся очевидными при сравнении землепользования и энергетических потребностей высотного здания с аналогичными проблемами зданий в небольшом городе [8]. Например, отмечается, что при постоянном количестве населения и уровне дохода территориальное распределение населения выступает в качестве важного фактора, определяющего выбросы парниковых газов. Образование парниковых газов в жилищном секторе меньше в случае, когда городское население живет с более высоким уровнем плотности, ближе к городским центрам [9].

Существует несколько аспектов, которые отличают высотные здания от зданий со средней и низкой высотой. Аспекты, которые приводят к этому различию, в первую очередь определяются тем, как высотные здания воздействуют на людей, доход и планету, а также тем, как общество, экономика и окружающая среда взаимодействуют с высотными зданиями. Когда речь идет об устойчивости и устойчивом развитии, вопросы, связанные с высотными зданиями, играют как положительную, так и отрицательную роль. В то время как некоторые из них являются реальными и обычно наблюдаются, другие представляют собой возможности, которые в настоящее время ограничены экспериментальным использованием или которые еще должны быть включены в обычную практику строительства и эксплуатации зданий. Чтобы информировать об устойчивом проектировании высотных жилых зданий при рассмотрении таких зданий как неотъемлемой частью устойчивой урбанизированной среды, необходимо иметь полное представление о том, как вертикальность влияет на высотное жилое здание, а также на другие связанные с ним системы.

Общая цель данной статьи состоит в количественном анализе, и она относится к соответствующим проблемам строительства высотных жилых

⁸ Определяется как действия, которые направлены на благо других и за которые не предусматривается каких-либо внешних вознаграждений. Оно относится к категории просоциального поведения, которое охватывает все положительные формы социальных действий, имеющие своей целью пользу или выгоду других.

зданий (включая предоставленные выгоды, потенциальные выгоды, а также негативное влияние таких зданий, которые обычно учитывают) как таковых, и к ориентирам устойчивости, рассматривая такой тип здания как систему, а не просто сложную систему. Конкретными целями:

- Идентификация и консолидация проблем, связанных с жилым высотным зданием, которые были представлены в опубликованных работах.
- Количественная оценка важности этих проблем для устойчивости самого здания, города и его части.
- Изучение связи этих проблем друг с другом и со зданием с использованием причинно-следственных связей.

При качественном анализе влияния высоты здания на устойчивость, исследование поможет инициировать дискуссию о целостном влиянии высоты здания на устойчивость урбанизированной среды. Это поможет прояснить процесс принятия решений и разработки политики для высотного строительства. Ниже описывается концептуальная структура, используемая для связи высоты здания с устойчивостью, и разъясняются основные понятия, используемые в методологии.

2. Концептуальная основа

В техническом плане высотные здания можно идентифицировать как здания, имеющие небольшую площадь крыши, занимающие небольшое пространство, имеющие очень высокие фасады, которые отличаются от обычных малоэтажных и зданий средней высоты, поскольку они нуждаются из-за своей высоты в специальных инженерных системах [10]. Здания как система, должны быть жизнеспособными, благодаря способности реагировать на различные требования в течение срока их полезного использования. Вообще говоря, для того, чтобы система была жизнеспособной, она должна соответствовать некоторым минимальным требованиям, необходимым для удовлетворения «основных ориентиров» (свойств), которые могут позволить системе реагировать на любые экологические стимулы. Чтобы сохранить свою жизнеспособность, система должна адаптироваться к угрозам от любых внешних стимулов (т. е. должна быть устойчивой), прежде чем возникнет серьезный ущерб. Следовательно, жизнеспособная система должна быть в состоянии справляться с трудностями, с которыми она сталкивается, вместо того, чтобы быть перегруженной ими [11]. В этом исследовании необходимо включить некоторые базовые знания об устойчивых / жизнеспособных системах, чтобы получить качественную оценку влияния высоты здания на устойчивость. Ориентиры, которые являются основными свойствами жизнеспособных систем, являются значимыми в этом отношении и часто используются и упоминаются в документе. Под жизнеспособной системой понимают любую систему, организованную таким образом, чтобы она отвечала требованиям, связанным с выживанием в меняющейся среде. Поскольку устойчивое развитие является основным свойством жизнеспособных систем, система, жизнеспособная в ее среде, также может считаться устойчивой системой, и поэтому в этом исследовании жизнеспособные системы и устойчивые системы рассматриваются одинаково.

Ориентиры, являющиеся обозначениями для определенных проблем или категорий интересов, обычно являются общими терминами, такими как состояние здоровья, свобода и существование, соответствующие важным

интересам людей или систем, но обычно не поддающиеся непосредственной оценке. Жизнеспособность системы требует выполнения набора основных ориентиров, идентичных во всех системах. Таблица 1, соответствующая шести основным свойствам окружающей среды; содержат шесть основных ориентиров, определяемых относительно окружающей среды системы и применимые ко всем автономным самоорганизующимся системам. Ориентированные на окружающую среду ориентиры включают в себя существование, эффективность, свободу действий, безопасность, адаптивность и сосуществование. С другой стороны, три определяемых системой основных ориентира, которые уникальны для самовоспроизводящихся и сознательных существ, охватывают воспроизводство, психологические потребности и ответственность. Оценивая соответствие ориентира, можно найти пригодность системы в своей среде (т. е. жизнеспособность и устойчивость). Кроме того, следует отметить, что жизнеспособная система сознательно или автоматически должна уделять по крайней мере минимальное внимание этим основным ориентирам, поскольку для обеспечения жизнеспособности системы требуется адекватное удовлетворение каждого из них. Более того, поскольку каждый базовый ориентир, по-видимому, является уникальным требованием, компенсация одного ориентира чрезмерным выполнением других основных ориентиров просто невозможна [12].

Таблица 1

Системы ориентиров, представленные в работе [12]

Основные ориентиры систем

Экологически определяемые:

СУЩЕСТВОВАНИЕ: Система должна быть совместима с окружающей средой и способна существовать в ее нормальном состоянии. Необходимы информационные, энергетические и материальные ресурсы, требующиеся для поддержания системы.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ: Система должна быть сбалансирована (в долгосрочной перспективе), действующей (необязательно эффективной) в ее усилиях по обеспечению ограниченных ресурсов (информация, материалы, энергия) и оказывать влияние на окружающую среду.

СВОБОДА ДЕЙСТВИЙ: Система должна быть способной справляться с различными проблемами, связанными с разнообразием окружающей среды.

БЕЗОПАСНОСТЬ: Система должна быть в состоянии защитить себя от пагубных последствий изменчивости окружающей среды, то есть изменения параметров окружающей среды, колеблющихся и непредсказуемых условий вне нормального состояния окружающей среды.

АДАПТИВНОСТЬ: система должна быть способна учиться, адаптироваться и самоорганизовываться, чтобы давать более адекватные ответы на проблемы, вызываемые изменением окружающей среды.

Сосуществование: Система должна иметь возможность изменять свое поведение, с учетом поведения и интересов (ориентиров) других (действующих лиц) систем в окружающей среде.

Определяемые системы:

ВОСПРОИЗВОДСТВО: Самовоспроизводящиеся (самосоздающиеся) системы должны быть способны воспроизводить (как отдельные лица, так и/или популяции).

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ: У живых существ есть психологические потребности, которые должны быть удовлетворены.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ: сознательные субъекты несут ответственность за свои действия и должны соблюдать ссылки на нормативные документы.

3. Методология

Чтобы качественно оценить влияние высотного характера на само здание и окружающие системы, используемая методология состоит в том, чтобы сделать выбор проблем, связанных с высотой, и возможностей из опубликованных работ, относящихся к высотным жилым зданиям или высотным зданиям, в общем, различными способами. Впоследствии, через различные сеансы мозгового штурма, проводимые авторами, проблемы и возможности, связанные с различными ориентирами устойчивости самого здания, а также с другими системами, также попали в сферу исследования. Эти сеансы мозгового штурма также используются, для того чтобы увидеть, как ориентиры подвергаются влиянию характера высотного здания. Сами авторы проводили мозговые штурмы. В рамках этих сеансов были исследованы четыре основных вопроса. Первый вопрос заключался в том, «какие аспекты высотных зданий, найденные в литературе, можно отнести к категории вопросов и какие аспекты можно отнести к категории возможностей». Второй вопрос был направлен на определение того, как «различные вопросы и возможности связаны с разными ориентирами здания и другими системами». Третий вопрос заключался в том, «насколько высотность зданий влияет на ориентиры». Четвертый вопрос заключался в том, как «различные характеристики высотного здания связаны с проблемами и возможностями причинно-следственных связей». На все эти вопросы систематически получают ответы с помощью сеансов мозгового штурма в последовательном процессе, в результате чего результаты одного сеанса использовались в качестве входных данных для следующего сеанса. Используя подход системного мышления, было определено, что различные вопросы и возможности, выявленные в обзоре литературы, также связаны между собой. Например, вертикальность здания приводит к уменьшению уличного шума на верхних этажах здания, и такое отношение лучше представлено наглядно, чтобы обеспечить лучшее представление о проблематичности системы. Это, следовательно, приводит к разработке причинно-следственной диаграммы (рис. 2).

Чтобы оценить проблемы, связанные со строительством, с точки зрения ориентиров устойчивости, необходимо заранее определить некоторые системы. Шесть основных систем антропосферы показаны на рисунке 1. Эти отдельные системы могут быть объединены в три подсистемы: система поддержки, человеческая система и природная система. Они в основном используются для информирования о текущих исследованиях с точки зрения их объемов. В качестве заимствования из результатов модели системной иерархии, представленной автором работы [12], для этой статьи также представлена системная иерархия, показанная на рисунке 1, где город рассматривается на уровне системы, тогда как на уровне подсистемы существуют три системы, то есть человеческая, система поддержки и природная система. На уровне суб-подсистемы может быть много объектов; однако на этом уровне выбирается только высотное жилое здание. Методология заключается в том, чтобы увидеть, как высотное жилое здание (суб-подсистема) через его характерные аспекты влияет на человеческую систему, систему поддержки и природную систему (подсистему) и город (систему).

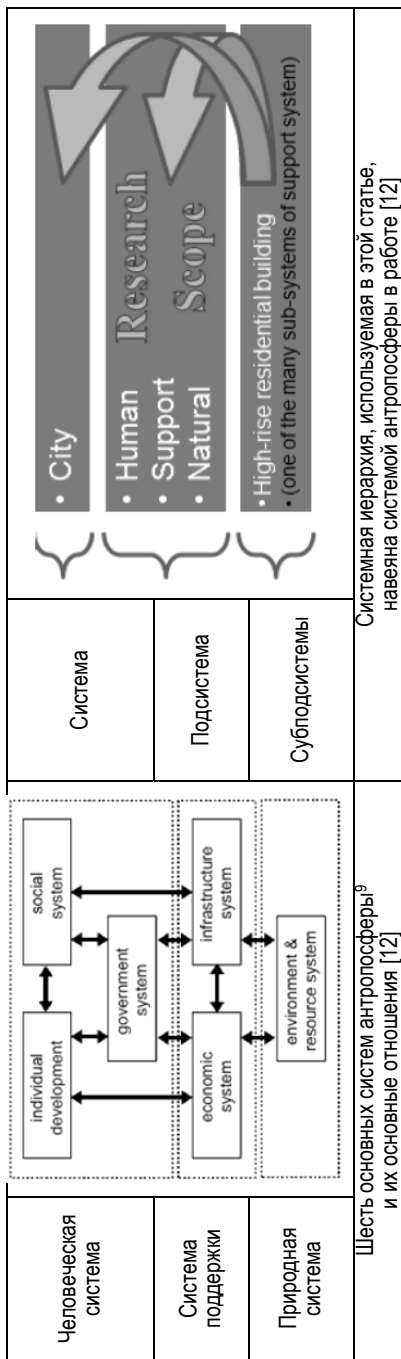


Рис. 1. Иерархии систем

Пояснения к рисунку 1: 1. individual development - индивидуальное развитие; 2. social system - социальная система; 3. government system - государственная система; 4. economic system - экономическая система; 5. infrastructure system - система инфраструктур; 6. environment & resource system - система окружающей среды и ресурсов; 7. City - Города; 8. Human - Человек; 9. Support - поддержка; 10. Natural - Природный; 11. Research Scope - Область исследования; 12. High-rise residential building - Высотное жилое здание; 13. (one of the many sub-systems of support system) - (одна из многих подсистем системы поддержки).

⁹ Сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития.

10. *Environmental condition changing from bottom to top of building (14-M)* – изменения условий окружающей среды от нижней до верхней части здания;
11. *Air quality in upper floors (20-V)** – качество воздуха на верхних этажах;
12. *Outside space alongside individual dwelling (25-V)** - наружное пространство вместе с индивидуальным жилищем;
13. *Reliance on technology for control of indoor environment and transport (1-T)** - зависимость от технологий для контроля окружающей среды в помещении и перемещениях транспорта;
14. *Energy intensive materials i.e. steel and reinforced concrete (1-A) (13-V)* – энергоемкие материалы, т.е. сталь и армированный бетон;
15. *Wind amplification for wind turbines (18-V)** - усиление ветра для ветряных турбин;
16. *Suitability for family (25-V)* – пригодность для семьи;
17. *Environmental quality (8-V)* – качество окружающей среды;
18. *Ventilation (17-V)** - вентиляция;
19. *Sense of neighborhood / community (4-D)* – ощущение соседства/ общности;
20. *Undivided share of land (23-V)* – безраздельная доля земли;
21. *Structural requirements and provisions (13-V)* – конструктивные требования и положения;
22. *Noise from outside on upper floors (19-V)** - наружный шум на верхних этажах;
23. *Children behavioral problems (3-H)* – проблемы с поведением детей;
24. *Blocking natural breezes and sunlight; creating urban heat islands and trapping air pollution near streets (8-V)** - блокирование естественного ветра и солнечного ветра; создание городских островов тепла и улавливания воздушных загрязнений вблизи улиц;
25. *Wind speed (17-V)* – скорость ветра;
26. *Rents for central green areas being maintained (22-V)* – арендные платежи за уход за озелененными территориями вблизи здания;
27. *Footprint reduction* – уменьшение площади;
28. *Wind load exposure (13-V)* – воздействие ветровой нагрузки;
29. *Access to higher altitudes (17-V)** - доступ к большей высоте;
30. *Production of solar panels (15-V)** - производство солнечных панелей;
31. *Insurance costs (27-V)* – затраты на страхование;
32. *Solar radiation (15-V)* – солнечное излучение;
33. *Maintenance costs (24-V)* – затраты на обслуживание;
34. *Ease of repairs (24-V)** - легкость ремонта;
35. *Ease in using building shape for funneling wind (18-V)** - легкость использования формы здания для создания аэродинамической трубы;
36. *Great views (11-V)* – великолепный вид;
37. *Clear path for sunlight (16-V)* – свободный проход солнечных лучей;
38. *Fire safety requirements (27-V)** - требования противопожарной безопасности;
39. *Efficient use of scarce land resources (4-V)* – эффективное использование скудных земельных ресурсов;
40. *Towering over other buildings (16-V)* – возвышение над другими зданиями;
41. *Reliance on material and technology of façade treatment to prevent undesirable energy gain/loss (21-V)** - зависимость от материалов и технологий обработки фасада для предотвращения нежелательного энергопотребления/потери энергии;
42. *Verticality* – вертикальность;
43. *Creating room for parks and green space (10-V)* – возможность для создания парков и озелененных пространств;
44. *Room at ground level for public uses/amenities (plazas, shopping and recreation spaces) (9-V)* – возможности на уровне земли для общественного использования/удобств (торговые центры, магазины и рекреационные пространства);
45. *Façade percentage of external building surface area (21-V)* – процент площади фасада от площади внешней поверхности здания;
46. *Public realm (3-V)* – общественная территория;
47. *Amenities provision for residents and public* – предоставление удобств для жильцов и общественности;

48. Danger of being controlled by undesired elements (10-V) – опасность контроля со стороны нежелательных элементов;
49. *People disengaged from nature (2-V)* - отделение людей от природы;*
50. *Operation and maintenance costs of elevators (2-T)* - затраты на эксплуатацию и обслуживание лифтов;*
51. *Mixed building use (5-V)* - многофункциональное использование здания;*
52. *Presenting supreme identity of city (1-S) - представление высшего уровня идентичности города;*
53. *Creating of symbolic value (1-S) – создание символической ценности;*
54. *Psychological and behavior problems (2-V) – психологические и поведенческие проблемы;*
55. *Possible market risk mitigation (5-V) – возможное смягчение рыночного риска;*
56. *Economies of scale (5-S)* - экономика масштаба;*
57. *Presenting success of owners and occupants (1-S) – представление об успехе владельцев и жильцов;*
58. *Strain (2-H); – деформации;*
59. *Health and productivity loss (2-V) – потери в связи с ухудшением состояния здоровья и снижением производительности труда;*
60. *Rates of helping others (4-H) - уровни помощи другим;*
61. Destroying historical character of central city (2-A)* – разрушения исторического характера центральной части города;
62. *Constrained by site geometry or street layout (7-V) – ограничения за счет геометрии участка или расположения на улице;*
63. *Scale – масштаб;*
64. Dominance in urban architecture due to their scale and purpose (4-S) – Доминирование в городской архитектуре вследствие масштаба и цели;
65. Detrimental effects of urban sprawl (3-D) – негативные воздействия разрастания города;
66. *Potential for social support (2-D) – возможны социальные поддержки;*
67. *Potential to make friends and acquaintances (2-D) – возможность поддержки со стороны друзей и знакомых;*
68. *Population density (1-D) – плотность населения;*
69. *Incentive to develop/refine geo thermal technology as energy source (4-C)* - стимул для разработки/модернизации геотермальной технологии как источника энергии;*
70. *High rise residential building – высотные жилые здания;*
71. *Bolstering status of designers (3-S) – укрепление статуса дизайнеров;*
72. Dissuade mobile usages (7-C)* - разубеждение в мобильных применениях;
73. *Number of neighbors (2-D) – количество соседей;*
74. *Reduced crime and fear of crime (6-C) – сниженный уровень преступности и страха от нее;*
75. *Centralization (1-C) – централизация;*
76. *Popularity and Admiration (3-A) (2-S) – популярность и восхищение;*
77. *Close proximity to services and transportation options (8-C) – близость к услугам и транспортным возможностям;*
78. *Ease in use of combined heat and power system (5-C)* - легкость использования системы когенерации;*
79. *Ease in use of controlled entrances (6-C)* - легкость использования контролируемых входов;*
80. *Congestion in central (urban) areas (7-C) – уличные заторы в центральных районах города;*
81. *Amounts of biomass (3-C) – количество биомассы;*
82. *Ease in use of energy efficient systems and plants including centralized heating and cooling systems (2-C)* - легкость использования энергоэффективных систем и установок включая централизованные системы отопления и охлаждения;*
83. *Electricity and steam generation (3-C) – генерация электроэнергии и пара;*
84. *Potential of building form to productively interact with climate (6-C)* - возможности формы здания для продуктивного взаимодействия с климатом;*

85. Promotion of mass transit usage (7-C)* - содействие использованию общественно-го транспорта;
86. Reliance on non-renewable energy sources – зависимость от источников невозобновляемой энергии;
87. Energy efficiency* - энергоэффективность;
88. Location-Fashionability aspect (3-A) – аспект фешенебельности местоположения.

4. Результаты и обсуждение

Из литературных данных видно, что высотные здания несут с собой некоторые проблемы, а также с возможности и утверждения, как показано в 3-м столбце таблицы 2. Эти проблемы включают в себя преимущества, потенциальные выгоды, а также негативное влияние, которое такие здания обычно несут. В 5-м, 6-м и 7-м столбцах таблицы 2 представлены результаты предварительного анализа проблем, связанных с высотными зданиями, относительно системной иерархии, как показано на рисунке 1. В пятом столбце показана система / подсистема / суб-подсистема, на которые влияет соответствующая проблема. Здание в этом столбце будет использоваться как ссылка на высотное жилое здание (подсистема). В шестом столбце показан ориентир системы / подсистемы / суб-подсистемы, на которую воздействует соответствующая проблема или которая влияет на проблему. Наконец, в 7-й столбце показано, что ориентир в 6-м столбце связан с проблемой в третьем столбце. Символическое использование Р, N или I в 7-м столбце соответствует положительным, отрицательным и индифферентным эффектам, соответственно. Цель исследования состоит только в анализе аспектов, связанных с высотным жилым зданием, которые отличаются его от других жилых зданий. Несмотря на удовлетворение первой и второй цели исследования, в таблице 2 содержатся только те проблемы и их анализ относительно систем, которые удовлетворяют ограничениям, установленным в этой статье. Пример может помочь объяснить, каковы возможные роли различных аспектов, выделенных в таблице 2. Что касается аспекта с порядкового номера 1-S, то делается вывод о том, что существование (ориентир) города и здания находится под положительным воздействием, а психологические потребности (ориентир) человека находится под положительным воздействием небоскребов, символизирующих высшую степень идентичности города, а также успех владельцев и жильцов.

В таблице 2 показано, что наибольшее количество аспектов (16) и второе по величине (8) количества аспектов положительно влияют на ориентир эффективности здания и природную систему, соответственно. С другой стороны, обнаружено, что треть по величине количество (7) аспектов отрицательно влияет на психологические потребности (ориентир) человеческой системы. Наблюдается очень низкая реакция для других ориентиров здания в отношении рассматриваемого перечня аспектов. Такой качественный анализ, однако, носит предварительный характер, но он по-прежнему может дать общее представление о том, на какие ориентиры системы жизнеспособности здания/устойчивости оказывают значительное влияние аспекты, связанные с высотным зданием. Различные аспекты высотных жилых зданий в данном исследовании играют определенную роль для различных ориентиров, внося определенный вклад в некоторые ориентиры, и меньший вклад в другие ориентиры.

Вопросы, касающиеся многоэтажных проектов жилищного строительства и их влияние на ориентир, различные систем

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством		Проблемы (S), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема, суб-подсистема	Ориентир, подвергаемый воздействию, т.е. свобода	Воздействие на ориентир
		Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством	Возможности, которые в настоящее время реализуются в больших масштабах, рассматриваются как проблемы. Для простоты документально подтвержденные утверждения, найденные в литературе, также рассматриваются как проблемы.				
Централизация							
1-С	[4]	Результаты централизации для высотных зданий		IS	Здание	Эффективность	P
2-С	[7, 13]	Возможности применения и внедрения энергоэффективных систем/установок (т.е. централизованных систем HVAC)		PO	Здание Природные	Эффективность	P
3-С	[14]	Значительное количество биомассы, находящиеся в высотных зданиях (т.е. бумага в офисных зданиях) делает ее потенциальным источником выработки электроэнергии и производства пара для здания		PO	Здание Природные	Эффективность	P
4-С	[14]	Разработка и модернизация геотермальной технологии и ее применение в высотных зданиях могут оказаться более важными, чем любой другой тип		PO	Здание Природные	Эффективность	P
5-С	[14]	Технология с системой комбинированной выработки тепловой и электрической энергии (СНР), которая позволяет избежать потерь на передачу энергии и потребляет значительно меньше топлива, может применяться для высотных зданий с высокой нагрузкой		PO	Здание Природные	Эффективность	P
6-С	[6]	Преступление и страх перед ним могут быть снижены с помощью контролируемого входа в высотное здание. Хотя данные демонстрируют, что с высотными зданиями связано больше преступлений.		IS	Здание Природные	Безопасность	I
7-С	[15, 16]	Поскольку перегруженные центральные районы не способствуют мобильным приложениям, высокая плотность может играть важную роль в содействии массовому использованию общественного транспорта.		IS	Город	Эффективность	P
8-С	[6]	Многие виды услуг и транспортные варианты с большей вероятностью будут относиться к высотным зданиям		IS	Здание	Свобода действий	P

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством		Проблемы (S), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема, система,	Ориентир, подтверждаемый воздействием, т.е. свобода	Воздействие на ориентир
		Возможности	Документальные подтверждения				
Масштаб							
1-S	[15, 17, 18]	Появляющиеся в центральных районах города, небоскребы создают символическую ценность, представляя высшую степень идентичности города и успех владельцев и жителей.	IS	Город Здание Человек	Существование Существование Психологические потребности	Р Р Р	
2-S	[19]	Степень восхищения небоскребами, включая и территории за их пределами, где они приемлемы с точки зрения господствующей культуры.	IS	Здание	Существование	Р	
3-S	[19, 20]	Небоскребы укрепляют статус дизайнеров и фирм строителей и являются средством удовлетворения клиентов и архитекторов, конкурирующих за лучшее визуальное представление.	IS	Человек Человек	Эффективность Психологические потребности	Р Р	
4-S	[14]	Высотные здания являются доминирующими элементами городской архитектуры из-за их масштаба и цели.	IS	Здание	Эффективность	Р	
5-S	[4]	Высотные здания являются результатом экономики масштаба.	PO	Здание	Эффективность	Р	
Степень восхищения, стремления, удивления и эстетичности							
1-A	[14, 21, 22]	Хотя высотные здания с каменной кладкой могут иметь до 60 этажей, типичными материалами для их строительства является металл и армированный бетон.	IS	Здание Природа	Свобода действий Адаптивность	N N	
2-A	[15]	Высотные здания могут негативно воздействовать на исторический характер центральной части города.	IS	Город	Существование	N	
3-A	[23]	Популярность здания башенного типа связана главным образом с функцией его местоположения, т.е. чем фешенебельнее район его местоположения, тем более оно популярно.	IS	Здание	Свобода действий	N	
Вертикальность и меньшая занимаемая площадь							
1-V	[4]	Результатом проживания людей в высотных зданиях является потеря контроля за их жизненным комфортом и безопасностью.	IS	Человек	Свобода действий	N	

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством		Проблемы (S), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема, суб-подсистема	Ориентир, подтверждаемый воздействием, т.е. свобода	Воздействие на ориентир
		Возможности	Проблемы				
2-V	[4]	<p>Возможности, которые в настоящее время реализуются в больших масштабах, рассматриваются как проблемы. Для простоты документально подтвержденные утверждения, найденные в литературе, также рассматриваются как проблемы.</p>		IS	Человек Человек	Психологические потребности Свобода действий	N N
3-V	[7]	<p>Результатом проживания в высотных зданиях является большее количество людей, которые оторваны от природы и изолированы вследствие проблем с психологическим состоянием и поведением, что приводит к ухудшению состояния здоровья и снижению производительности труда. Высотные здания могут поддерживать и усиливать значение общественных территорий.</p>		PO	Город	Эффективность	P
4-V	[7]	<p>Высотные здания позволяют эффективно использовать скудные ресурсы земли.</p>		PO	Здание Город	Эффективность Свобода действий	P P
5-V	[7]	<p>Возможное смягчение рыночного риска вследствие многофункционально использования зданий.</p>		PO	Здание	Эффективность	P
6-V	[7]	<p>Возможность использовать формы здания для продуктивного взаимодействия с климатом.</p>		PO	Здание Природа	Эффективность Сосуществование	P P
7-V	[14]	<p>Высотные здания имеют меньше ограничения по сравнению со зданиями низкой этажности за счет геометрии участка или расположения на улице.</p>		IS	Здание	Свобода действий	P
8-V	[15, 24]	<p>Качество окружающей среды может быть ухудшено за счет высотных зданий, так как они блокируют естественный ветер и солнечный свет, создавая городские острова тепла¹⁰ и улавливая воздушные загрязнения волнами улиц</p>		IS	Здание	Сосуществование	N
9-V	[14]	<p>Вертикальность высотных зданий создает возможности на уровне земли для общественных использований/удобств путем размещения торговых площадей, магазинов и рекреационных пространств.</p>		PO	Здание	Свобода действий	P

¹⁰ Область в городе, в которой температура воздуха выше, чем за его пределами.

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством		Проблемы (S), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема, суб-подсистема	Ориентир, поддаваемый воздействию, т.е. свобода	Воздействие на ориентир		
		Возможности, которые в настоящее время реализуются в больших масштабах, рассматриваются как проблемы. Для простоты документально подтвержденные утверждения, найденные в литературе, также рассматриваются как проблемы.	Проблемы, связанные с высотным жилищным строительством						
10-V	[6, 25]	Благодаря меньшей занимаемой площади высотных зданий по сравнению с эквивалентным количеством зданий с меньшей этажностью, занимает меньшая площадь земли и остается больше возможностей для озелененных пространств. Хотя эта открытая нишевая земля также может быть и опасной, находясь под контролем нежелательных элементов.		PO	Город	Свобода действий	P		
11-V	[6]	Значительный потенциал великопленных видов от наличия высотных зданий.		PO	Человек	Психологические потребности	P		
12-V	[6]	Высотные здания обеспечивают относительную уединенность. Обычное размещение в центральной части города является преимуществом для тех кто желает этого.		PO	Человек	Психологические потребности	P		
13-V	[14, 20]	Для выполнения конструктивных требований и требований к ветровой нагрузке для высотных зданий необходимы более энергоемкие материалы по сравнению со зданиями с низкой этажностью и требуется большее удельное потребление энергии на единицу площади по сравнению созданными с низкой этажностью, для которых могут использоваться материалы типа Древесины, кирпича, камня и т.д.	IS	Здание	Здание	Свобода действий	N		
							Здание	Эффективность	N
							Природа	Адаптивность	N
14-V	[26]	Возможность снижения энергопотребления, связанного с HVAC, вследствие изменений экологических условий от нижней части здания к его верхней части.	PO	Здание	Здание	Эффективность	P		
							Природа	Эффективность	P
15-V	[26]	Возможность использования большего количества солнечных панелей, поскольку солнечная радиация возрастает с увеличением высоты.	PO	Природа	Природа	Эффективность	P		
							Здание	Эффективность	P
16-V	[14]	Существует возможность высокого уровня использования технологий PV, поскольку создаются условия свободного прохода солнечных лучей для высотных зданий, которые возвышаются над другими зданиями.	PO	Природа	Природа	Эффективность	P		
17-V	[26]	Улучшена вентиляция из-за увеличения скорости ветра на больших высотах.	PO	Здание	Здание	Эффективность	P		
							Природа	Эффективность	P
18-V	[14]	Использование ветра с высокой скоростью на повышенных высотах и усиление его для ветровых турбин, за счет использования формы здания, для создания эффекта.	PO	Здание	Здание	Свобода действий	P		
							Природа	Эффективность	P

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством		Проблемы (IS), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема, система,	Ориентир, подтверждаемый воздействием, т.е. свобода	Воздействие на ориентир
		Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством	Возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством				
19-V	[6]	Потенциально меньше уровень шума снаружи на верхних этажах высотных зданий.		PO	Здание	Эффективность	P
20-V	[6]	Потенциально более чистый воздух на верхних этажах высотных зданий.		PO	Здание	Эффективность	P
21-V	[14]	Фасад высотного здания, составляет 90-95% внешней площади поверхности здания с недостаточной площадью крыши, по сравнению с выделенной / потерянной энергии в здании, в значительной степени зависит от вида материалов и технологии используемых для обработки фасада.		IS	Здание	Свобода действий	I
22-V	[6]	Жители высотных зданий не имеют дворов и не нуждаются в работах по их обслуживанию, но им, возможно, придется оплачивать арендную плату за обслуживание прилегающих территорий по их поручению.		IS	Человек	Эффективность	P
23-V	[27]	Для домовладельцев высотные здания предлагают более низкую безраздельную долю земли по сравнению со зданиями низкой этажности.		IS	Человек	Эффективность	N
24-V	[23]	Благодаря высотному фактору ремонт существующего высотного здания может быть дорогим и затрудненным, особенно в случае элементов зданий, требующих ремонта снаружи.		IS	Здание	Существование	N
25-V	[23]	Вследствие отсутствия наружного пространства при проживании в отдельных жилых единицах, такие проекты в сфере жилой недвижимости особенно не пригодны для семьи.		IS	Человек	Психологические потребности	N
26-V	[28]	При высотной застройке для несущих конструкций, поддерживающих вес здания, занимает большая площадь из-за нагрузки несущих элементов по сравнению с низкоэтажными зданиями. Нарушаются права на полезную жилую площадь, так как полезная площадь по сравнению с общей площадью значительно уменьшается для покупателя.		IS	Человек	Эффективность	N
27-V	[28]	Высотные здания могут характеризоваться большими затратами на обслуживание из-за страхования строения, а также жестких норм пожарной безопасности.		IS	Человек	Эффективность	N
Высокая плотность							
1-D	[29]	Чем выше здание, тем выше плотность населения в нем.		IS	Город	Эффективность	P

№ п/п	Источник	Проблемы, возможности и документальные подтвержденные утверждения, связанные с высотным жилищным строительством				Проблемы (S), Возможности (PO)	Соответствующая система, подсистема	Ориентир, подтверждаемый воздействием, т.е. свобода	Воздействие на ориентир
		Возможности, которые в настоящее время реализуются в больших масштабах, рассматриваются как проблемы. Для простоты документально подтвержденные утверждения, найденные в литературе, также рассматриваются как проблемы.							
2-D	[6]	Большое количество соседей в высотных зданиях предоставляет большую возможность для социальной поддержки путем знакомства с друзьями и знакомыми [30]. Существует возможность для большего и лучшего социального взаимодействия, но данные свидетельствуют о том, что уровень дружеских отношений в высотных зданиях меньше чем в малоэтажных зданиях.				PO	Человек	Свобода действий	P
3-D	[7]	Предотвращение негативных последствий влечет за собой рост городских территорий.				PO	Город	Адаптивность	P
4-D	[31]	Квартиры в высотном здании вызывают ощущение отсутствия соседства или сообщества.				IS	Человек	Психологические потребности	N
Связь с технологиями									
1-T	[4]	Зависимость от технологий при контроле условий окружающей среды в помещениях и перемещениях транспорта.				IS	Человек	Свобода действий	N
2-T	[14]	Особенно высокие затраты на эксплуатацию/обслуживание лифтов.				IS	Человек	Эффективность	N
Связь со средой обитания									
1-H	[6]	Высотные здания менее удолетворительны, чем здания других типов				IS	Человек	Психологические потребности	N
2-H	[6]	Высокая плотность здания или жилого помещения приводит к деформации.				IS	Человек	Психологические потребности	N
3-H	[6]	У детей, проживающих в высотных зданиях, возникает больше проблем с поведением, чем у детей, проживающих в других зданиях.				IS	Человек	Психологические потребности	N
4-H	[6]	Низкие уровни оказания помощи другим в высотных зданиях. Жители высотных зданий переживают 6 видов чувств страха: страх падения/прыжка из высокого окна; невозможность выбраться во время пожара; падение всего здания падает от землетрясения; возможность нападения здания; незнакомые люди делятся своим жилищем; возможность заболевания вследствие инфекционных заболеваний других.				IS	Человек	Существование	N
5-H	[6]					IS	Человек	Психологические потребности	N

Общая система состоит из большого количества компонентов систем. Существует возможность полноценного функционирования, жизнеспособного и устойчивого, только до тех пор, пока отдельные компоненты системы будут функционировать должным образом. И только если общая система, а также компоненты системы являются жизнеспособными, то устойчивое развитие может быть реализовано [12]. Область действия этой статьи, ограниченная только аспектами, уникальными для высотных зданий, разъясняются с помощью таблицы 2 способами, с помощью которых такие здания оказывают воздействие и находятся под влиянием различных подсистем в общей системе. Из результатов видно, что не все ориентиры оказываются под воздействием в одинаковых пропорциях.

*Соотношения причинно-следственных связей для проектов высотного жилого строительства, которые относятся к третьей цели исследования, показаны на рис. 2. Это особенно главным образом в виде проблем, возможностей и результатов, представленных в таб. 2, и для того чтобы показать, что одни и те же проблемы рассматриваются на рис. 2 и в табл. 2, порядковые номера используются для демонстрации общности. Соотношения причинно-следственных связей для этих проблем основаны на простой логике, и хотя большое внимание уделяется представлению таких отношений как можно ближе к реальности, есть еще есть возможность для улучшений, так как многие важные и эксклюзивные проблемы, связанные с высотными жилыми зданиями, возможно, были упущены, и многие соотношения, отличные от тех, которые представлены на рисунке, могут оказаться возможными. На рис. 2 подчеркнутые проблемы (переменные) демонстрируют способы, с помощью которых высотное здание вследствие определенных свойств (может) взаимодействовать с окружающей средой, которая состоит из соседних зданий, а также с окружающей средой, непосредственно прилегающей к зданию, т. е. земля, воздух и вода. С другой стороны, проблемы (переменные), выделенные курсивом на рисунке, демонстрируют эксплуатационные возможности, а также аспекты, уникальные для высотных зданий (переменные, находящиеся под серьезным влиянием высотного строительства). Многие из них являются незаменимыми характеристиками проживания в высотных зданиях, которые могут быть использованы творческим образом для устойчивого развития. Проблемы (переменные), обозначенные знаком *, являются функциями технологических инноваций. Они подвержены влиянию технологий или имеют некоторую прямую связь с технологическими инновациями. Использование технологических инноваций здесь находится в контексте инноваций в проектировании, материалах, системах и процессах. Кроме того, знаки (+) и (-) со стрелками относятся к положительной и отрицательной полярности, соответственно, а знак (U) со стрелками показывает неопределенность/неизвестный коэффициент полярности, и это означает, что полярность неизвестна, трудно определяется или изменяется от случая к случаю.*

Качественная оценка связанных со зданием проблем и возможностей является результатом сессии мозгового штурма, проводимых самими авторами; поэтому данный раздел исследования все еще открыт для интерпретации, и это ограничение исследования. Кроме того, поскольку это только качественное исследование, не было способа установить, какая проблема/возможность воздействует на устойчивость системы, и в какой степени. Поэтому на данном этапе невозможно определить масштаб влияния высоты на различные рассматриваемые системы. Несмотря на ограниченное изучение данной темы, она способствовала обсуждению вопросов устойчивости, относящихся к зданию, путем пересмотра определенных основ в случае высотных жилых зданий. Дальнейшее развитие этого исследования может помочь сосредоточиться на вопросах, которые необходимо решать в высотных зданиях для обеспечения устойчивого развития.

5. Заключение

Эта статья выполнила задачу количественного анализа влияния высоты на само здание, а также на окружающие и замкнутые системы. Для реализации первой цели исследования был успешно выполнен сбор данных из опубликованных работ, относящихся к проблемам и возможностям высотного жилого здания, которые являются основными данными для анализа. Затем вторая цель качественного анализа совокупности проблем и возможностей была достигнута путем проведения различных сеансов мозгового штурма, проводимых самими авторами. В этих сессиях были определены различные проблемы и возможности, относящиеся к различным системам (т. е. система собственно здания, системы, окружающие его и находящиеся под его воздействием), и влияние проблем и возможностей на эти системы. Было осознано, что не все аспекты устойчивости здания, города и других соответствующих систем пропорционально находятся под постоянным воздействием функций высотного здания. Обнаружено, что наибольшее количество аспектов высотного здания в этом ограниченном исследовании положительно оказывают позитивное воздействие на ориентиры эффективности системы здания; поэтому можно прийти к выводу, что большая часть аспектов высотного здания, как правило, повышают эффективность здания. Наконец, третья цель, связанная с проблемами и возможностями здания и друг с другом, была реализована с помощью разработки диаграммы причинно-следственных связей, которая наглядно устанавливает, что высота здания, влияющая на устойчивость, является сложной проблемой, а не простой, линейной проблемой. Поскольку переменная высота здания влияет на один или два ориентира устойчивости системы здания больше, чем другие ориентиры, можно с уверенностью предположить, что игнорируемые ориентиры устойчивости приведут к менее жизнеспособным / устойчивым зданиям. Однако, будучи только исследованием на основе качественного анализа, оно еще не позволяет сделать вывод о степени воздействия на устойчивость системы. Это исследование, хотя и имеющее предварительный характер и ограниченно использованием данных качественного анализа, направлено на то, чтобы установить конструктивную дискуссию в отношении переменной высоты здания с устойчивостью системы здания, городской системы, а также других связанных систем. Подход системного мышления, используемый в этом исследовании, может служить основой для будущих исследований в данной области. Однако в будущих исследованиях можно использовать системный динамический подход для исследования причинно-следственной связи между различными атрибутами, проблемами и возможностями, связанными с высотными зданиями.

Библиография

- [1] *Ibrahim, E.* High- Rise Buildings – Needs & Impacts. in CIB World Building Congress 2007. 2007.
- [2] *Statistics, A.B.o.,* Housing and Lifestyle: High Rise Living. 2004.
- [3] *CTBUH,* An analysis of global population and tall buildings. 2011.
- [4] *Wener, R. and H. Carmalt,* Environmental psychology and sustainability in high-rise structures. *Technology in Society*, 2006. 28(1): p. 157-167.
- [5] *Yeang, K.,* The green skyscraper. *The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*, 1999.
- [6] *Gifford, R.,* The consequences of living in high-rise buildings. *Architectural science review*, 2007. 50(1): p. 2-17.

- [7] *Collins, A., S. Watts, and M. McAlister*. The economics of sustainable tall buildings. in CTBUH 8th World Congress. 2008.
- [8] *Ali, M. and P. Armstrong*. Sustainability and the Tall Building: Recent Developments and Future Trends. in AIA Illinois Central Symposium. 2010.
- [9] *Glaeser, E.L. and M.E. Kahn*, The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development. *Journal of Urban Economics*, 2010. 67(3): p. 404-418.
- [10] *Scott, A.*, Dimensions of sustainability. 1998: E & Fn Spon.
- [11] *Bossel, H.*, Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets. *Integrated Natural Resource Management: Linking Productivity, the Environment and Development*, 2003: p. 247-266.
- [12] *Bossel, H.*, Indicators for sustainable development: theory, method, applications. 1999: International Institute for Sustainable Development Winnipeg.
- [13] *Niu, J.*, Some significant environmental issues in high-rise residential building design in urban areas. *Energy and buildings*, 2004. 36(12): p. 1259-1263.
- [14] *Ali, M.M. and P.J. Armstrong*. Overview of sustainable design factors in high-rise buildings. in Proc. of the CTBUH 8th World Congress. 2008.
- [15] *Ding, C.*, Building height restrictions, land development and economic costs. *Land Use Policy*, 2013. 30(1): p. 485-495.
- [16] *KORNBLATT, T., et al.* Economic impacts of tall buildings and transport accessibility. in EUROPEAN TRANSPORT CONFERENCE 2008; PROCEEDINGS. 2008.
- [17] *Bertaud, A. and J.K. Brueckner*, Analyzing building-height restrictions: predicted impacts and welfare costs. *Regional Science and Urban Economics*, 2005. 35(2): p. 109-125.
- [18] *Chau, K.-W., et al.*, Determining optimal building height. *Urban Studies*, 2007. 44(3): p. 591-607.
- [19] *Wang, W.*, Sustainability is a cultural problem. *Harvard Design Magazine*, 2003. 18(3).
- [20] *Treloar, G., et al.*, An analysis of the embodied energy of office buildings by height. *Facilities*, 2001. 19(5/6): p. 204-214.
- [21] *Khan, F.R.* New structural systems for tall buildings and their scale effects on cities. in Proceedings—Tall Building, Planning, Design and Construction Symposium, November. 1974.
- [22] *Ali, M.M.*, Art of the skyscraper: the genius of Fazlur Khan. 2001: Rizzoli Intl Pubns.
- [23] *Guardian, T.*, Ups and downs of high-rise living in *The Guardian*. 2002.
- [24] *Tatsuo, H., K. Yoshiaki, and K. Koji*, The Cost and Benefit of Relaxing Floor Area Ratio Requirements in Urban Centers-Including the Impact of Congestion Charges via ITS (Japanese). 2005.
- [25] *Broyer, G.*, The appropriateness of buildings over 20 storeys high for middle-class residents. Research thesis, Technion, the Israeli Institute of Technology, 2002.
- [26] *Leung, L. and P. Weismantle*. Sky-sourced sustainability—how super tall buildings can benefit from height. in Proc. of the CTBUH 8th World Congress. 2008.
- [27] *Rai, R.*, Realtors high on low-rises, in *Money Today*. 2010.
- [28] *Rai, R.*, Is high-rise living for you? 2011.
- [29] *Yeung, Y.-M.*, High-rise, high-density housing: Myths and reality. *Habitat International*, 1977. 2(5–6): p. 587-594.
- [30] *Churchman, A.*, Disentangling the concept of density. *Journal of Planning Literature*, 1999. 13(4): p. 389-411.
- [31] *Cho, S.H. and T.K. Lee*, A study on building sustainable communities in high-rise and high-density apartments—Focused on living program. *Building and environment*, 2011. 46(7): p. 1428-1435.