

КАК ГОРОДА ГОТОВЯТСЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА С ПОМОЩЬЮ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Лолуа А.В.

Научный руководитель – Вардеванян П.Г.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

«Город — это не проблема, город — это решение»

Жайме Лернер

Глобальное изменение климата и его последствия

Долгосрочное повышение средней температуры климатической системы Земли, происходящее уже более века, основной причиной чего является человеческая деятельность. Начиная с 1850 года, в десятилетнем масштабе температура воздуха в каждое десятилетие была выше, чем в любое предшествующее десятилетие (рис. 1).

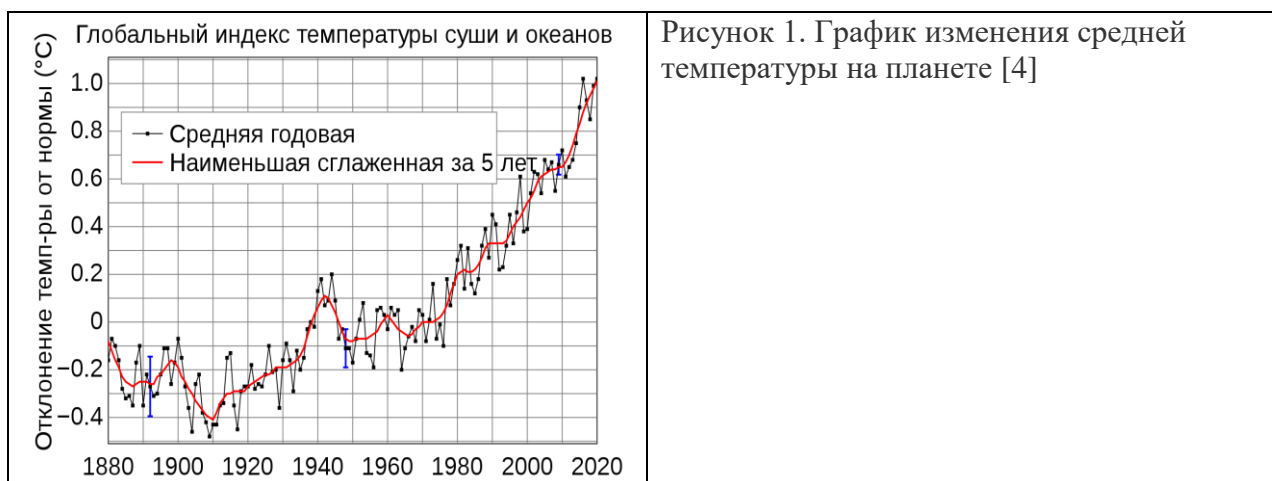


Рисунок 1. График изменения средней температуры на планете [4]



Рисунок 2. Прогноз затопления территорий при таянии всего льда [4]

Если ничего не предпринимать, последствия могут быть такими как таяние ледников, повышение уровня мирового океана и затопления значительных территорий планеты, волновое тепло, засуха, болезни, экономические и политические кризисы, потеря биоразнообразия и разрушение целых экосистем. (рис. 2).

Представители государств регулярно собираются для обсуждения проблемы. Самые важные документы по охране окружающей среды подписаны в 1997 и 2015 годах. Это Киотский протокол и Парижское соглашение, ключевыми пунктами которого являются:

Не позволять средней температуре на планете расти выше 2°C по отношению к показателям доиндустриальной эпохи, а по возможности снизить ее до 1,5°C.

Начать в период с 2050-2100 годов ограничивать выброс парниковых газов, получаемых в результате промышленной деятельности человека, до уровня, который деревья, почва и Мировой океан могут переработать естественным образом и др.

Влияние города на климат и климата на город

Изменение климата относится к явлениям, возникающим в основном в результате сжигания ископаемого топлива и связанных с этим выбросов парниковых газов. Вклад городов велик? Да. По мнению ученых, города являются ключом к борьбе с этой угрозой, учитывая, что, несмотря на то, что они представляют собой всего лишь 2% поверхности мира, они ответственны за 80% глобальных выбросов. И в свою очередь климат точно так же сильно влияет на город и приводит к множеству проблем. Сейчас мы рассмотрим, что это за проблемы и как озеленение может помочь в их решении (табл. 1).

Таблица 1. Влияние климатических изменений на город

Климатические изменения	Влияние на город	Решение с помощью зеленой инфраструктуры
волны жары и холода	энергоснабжение зданий как в жаркий, так и холодный период; разрушение дорог	пассивный солнечный дизайн, увеличение снижающих температуру зеленых насаждений, озеленение фасадов и крыш зданий
чрезмерные осадки	нагрузка на ливневую систему, угроза подтопления, ухудшение безопасности на дорогах	водные сады, система «город-губка», увеличение площадей природных покровов
повышение	здоровье людей, усугубление последствий	убежище в тени зеленых насаждений, охлаждение за счет

температуры	загрязнения воздуха	испарения накопленной в натуральных покровах воды и транспирации
избыток парниковых газов	здоровье людей	секвестирование углерода водно-зеленой системой города
сдвиги климатических зон	природные экосистемы	создание «диких» самовосстанавливающихся зеленых зон в городах

Какие экологические проблемы помогают решить зеленые зоны

1. Увеличение температуры воздуха в городах – климатические укрытия из зеленых насаждений

Климатические изменения проявляются волнами жары – озелененные территории работают как климатические убежища, создавая охлаждающий эффект как за счет затенения, так и благодаря транспирации - испарению воды листьями. В летний период температура в парке может быть на 3 градуса ниже, чем за его пределами. А если зеленое пространство эффективно организовано в зоне острова тепла, то эффект может быть ещё сильнее – до 5 градусов, охлаждая при этом на 2-3 градуса поверхность зданий (табл. 2).

Таблица 2. Микроклиматическая эффективность зеленых насаждений.

Микроклиматическая эффективность зеленых насаждений и элементов внешнего благоустройства в условиях перегрева городской среды (по данным ЦНИИП градостроительства)

Элементы озеленения внешнего благоустройства	Снижение температуры воздуха, °С	Повышение относительной влажности воздуха, %	Снижение скорости ветра, %	Снижение интенсивности солнечной радиации, %	Снижение температуры поверхности, °С
Массив зеленых насаждений полнотой 0,8-1	3,5-5,5	10-20	50-75	95-100	20-25
Группа деревьев	1-1,5	4-6	20-40	94-96	12-20
Рядовая посадка деревьев	1-1,5	4-7	30-50	95	12-19
Газон, цветник	0,5	1-4	-	-	6-12
Кондиционерная установка, сплошная завеса воды высотой до 2,5 м	8	40	-	-	-
Фонтан	1,5-3,5	5-10	-	-	-
Детский плескательный бассейн	Нет	Нет	-	-	-
Пергола, увитая растениями	1-1,5	-	20-30	80	-
Навесы	0,5-0,8	-	20-40	20-100	-

Оптимальное решение, когда каждый человек имеет возможность укрыться от жары на озелененном участке площадью 1-2 га (сквер) на расстоянии 300-500 м от места жительства (рис. 3). Также зеленые зоны очищают воздух, улавливая пыль и выхлопные газы, что особенно ценно, так как при повышении температуры влияние загрязненного воздуха увеличивается.

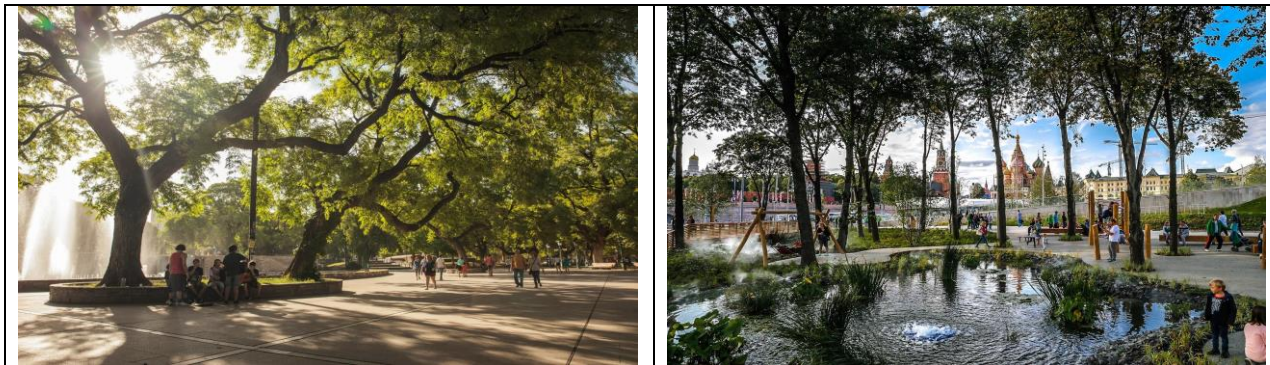


Рисунок 3. Парки и скверы – климатические укрытия в сине-зеленой инфраструктуре города.

2. Образование «теплового острова» из-за запечатанных территорий – замена их зелеными насаждениями

Современные города очень часто запечатаны в камень, брусчатку и асфальт, а такие территории создают «тепловой остров» за счет того, что искусственные поверхности сильнее поглощают солнечный свет и нагреваются. То есть они усугубляют климатический фактор (парниковый эффект). Самая высокая температура, зарегистрированная НАСА из космоса за последнее десятилетие, соответствовала пустыне Лут в Иране с максимальным значением 70°C, тогда как на крышах Нью-Йорка с черной смолой летом температура поднимается до 82°C.

На траве и в парках под деревьями – температура ниже на 3-5 градусов. Это создает круговорот воздуха, в процессе которого он не только охлаждается, но и очищается.

Решением являются: 1) больше деревьев и газонов и 2) замена нагревающихся искусственных (бетонных) поверхностей – зеленью (крыши, стены и пористое покрытие парковок и трамвайных линий). Тенденция последнего времени – озеленение трамвайных линий. Несмотря на то что за газонами на трамвайных путях нужен уход, экологическое воздействие оказывается более ценным (рис. 4).

Кроме того, зеленая кровля служит для здания теплоизоляцией в холодном климате и защитой от перегрева в жарком, что опять же позволяет экономить ресурсы на обогрев и охлаждение зданий. Они также способствуют очистке воздуха, поглощению CO₂, снижению шума и поддержке биоразнообразия.



Рисунок 4. Приемы сокращения запечатанных искусственных площадей в городе (озеленение кровель, трамвайных линий, парковок и модульные сады).

3. Увеличение осадков и угроза подтопления – создание дождевых садов

Изменение климата выражается в рекордном увеличении объемов осадков, выпадающих одновременно. Решение по управлению ливневыми стоками (их замедлению) находится за счёт маленьких и больших дождевых садов. Парки, скверы, лужайки и тому подобное и есть те самые незапечатанные поверхности, важные для регулирования стока и формирования устойчивой системы городского дренажа. И водные пространства также, помимо воздействия на микроклимат, служат буферными зонами и приемниками воды, регулируя и нивелируя риск наводнений и подтоплений (рис. 5).

Инновационная технология, которую активно развивают в Германии и Китае, получила название «губчатый город» (**Sponge City**) и она является частью стратегии по адаптации климата. Основная идея концепции: город должен «как губка» безопасно поглощать «лишнюю» дождевую воду и накапливать ее для дальнейшего использования. Даже без учета разрушительных климатических проблем городам следует развивать «губчатые» технологии для эффективного использования драгоценного дождевого водного ресурса (рис. 6).



Рисунок 5. Дождевые сады в городе.

Ключевая идея концепции «губчатого города» была «подсмотрена» авторами у природы, а конкретно – использован опыт джунглей по поглощению огромных объемов дождевой воды.

Обилие асфальта и бетона в современных городах не только способствует их **затоплению** при сильных дождях, но и увеличивает риск **пожаров** в сухое время года. Увеличение зеленого пространства и накопление дождевой воды в городских водоемах значительно снижает риски, связанные с двумя этими проблемами. А при дальнейшем испарении воды происходит охлаждение города, что заметно улучшает качество жизни в жаркий период.

Эффективная реализации концепции «губчатого города» включает в себя комплекс основных мероприятий по организации:

- городских водных зон – озер, прудов, болот, каналов и ручьев;
- «зеленых крыш» домов, для удержания и накопления воды;
- городских зеленых зон – парков и скверов с живой растительностью;
- проницаемых для воды покрытий дорог и пешеходных зон;
- дренажных систем и дождевых канализаций.

Столица ФРГ адаптирует инфраструктуру под новую климатическую реальность. Концепция «города-губки» включает аккумуляцию осадков в зеленых насаждениях, а не отвод их в дождевую канализацию.

Кроме этого, архитекторы планируют multifункциональные общественные места – например, детские площадки или газоны, которые во время дождя превращаются во временные «лужи». Собранная таким образом дождевая вода или испаряется на месте, или используется для охлаждения зданий.

Другой пример – новостройки в районе Адлерсхоф, где не только крыши, но и фасады покрыты растениями – дождевая вода скапливается на крыше и медленно стекает по фасаду, охлаждая здание и помогая его владельцам сэкономить на кондиционерах. Или больница в районе Фридрихсхайн, которая после ремонта была отключена от дождевой канализации и теперь справляется с атмосферными осадками самостоятельно. Более того, мэрия планирует ввести субсидии для домовладельцев, которые озеленят свои крыши до такой степени, что те будут аккумулировать как минимум 60% осадков. И разгрузят городскую канализацию.

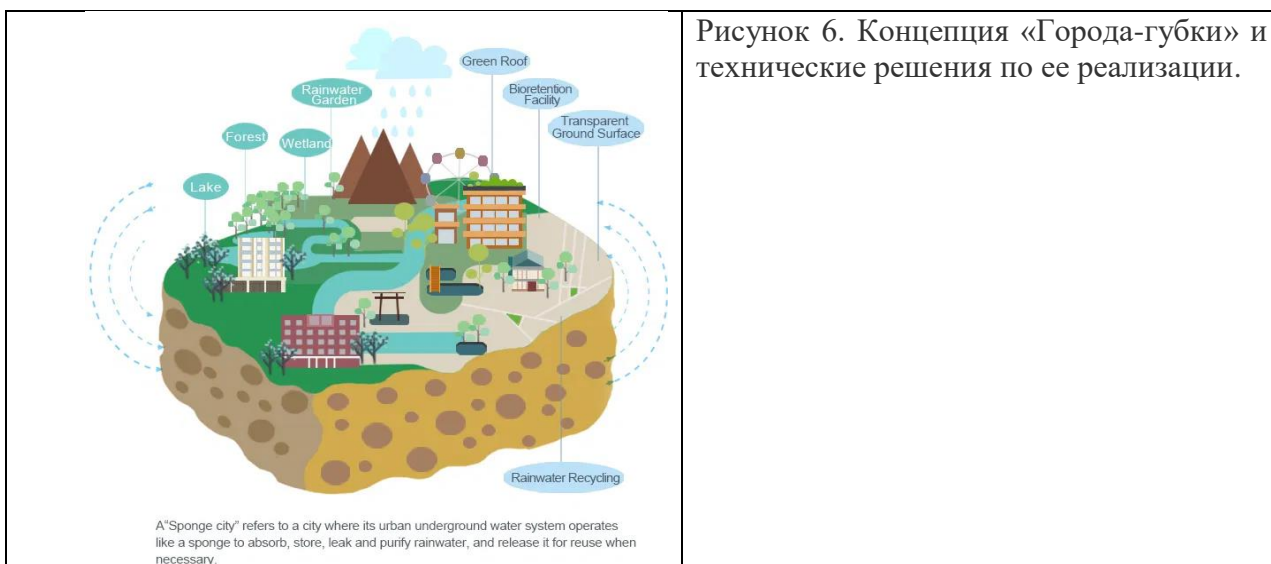


Рисунок 6. Концепция «Города-губки» и технические решения по ее реализации.



4. Избыток парниковых газов - поглощение их сине-зеленой инфраструктурой

Следующая ключевая проблема и причина изменения климата – это избыток парниковых газов. Зелень в городе является практически единственным поглотителем парниковых газов. Совокупность зеленых сетей организует так называемый сток и секвестрование углерода. Теплый воздух, содержащий парниковые газы, перетекает в пониженный и увлажненный ландшафт, где продувается и выносится из города. Углерод поглощается растениями и удерживается в листве. Сине-зеленые пространства представляющие из себя непрерывную систему являются наиболее эффективными. Примером непрерывной зеленой инфраструктуры является Минск с его водно-зеленой системой (рис. 7).

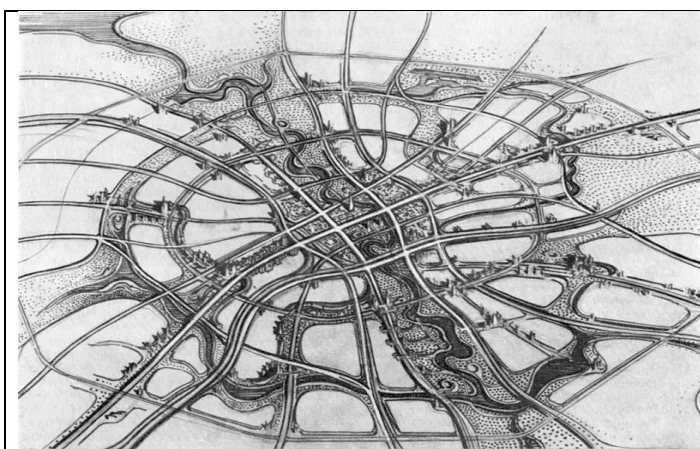


Рисунок 7. Минская водно-зеленая система.





5. Последствия сдвига климатических зон – создание «диких» зеленых зон

В Беларуси климатические зоны сдвинулись на 150 км (рис. 8). Зеленые насаждения сами страдают от изменений климата. Требуется изменение режима полива, распространяются новые вредители и патогены, как следствие происходят пожары, привычные виды растений страдают, меняют режим цветения. Решение – изменение породного состава, полив по сведениям из космоса. А главное – создание «диких» зеленых зон, где запускаются естественные процессы воспроизводства растений. И следует выбирать для них виды, устойчивые не только к современным, но и к будущим климатическим условиям. Примером такой зоны является Олимпийский парк в Лондоне, который превратили в зону «дикой природы» после проведения Олимпиады. (рис. 9).





Рисунок 9. Олимпийский парк в Лондоне.

Озеленение является инструментом митигации

Озеленение города не только помогает адаптировать город к негативным последствиям климатических изменений, но и предупредить их наступление, то есть озеленение является инструментом митигации. Митигацией (предотвращение) последствий изменения климата называют любые меры, принятые для устранения или снижения долгосрочного риска и опасности климатических изменений для человеческой жизни или материальной собственности. Межправительственная группа экспертов по изменению климата определяет митигацию как: «антропогенное вмешательство для сокращения источников или усиления поглотителей парниковых газов».

Ученые утверждают, что климатически оптимальные города могут сократить выбросы углерода, одновременно стимулируя экономический рост и экономя до 22 трлн долларов, что показывает не только то, что города обладают потенциалом и знаниями для развития низкоуглеродного будущего, но и то что это в их интересах. С экономической точки зрения, зеленые зоны дают сокращение затрат на охлаждение, а где-то и на отопление, прямое сокращение расходов на мероприятия по водоотведению при наводнениях. Наличие зеленых зон снижает расходы на здравоохранение, поскольку оказывает благоприятное воздействие на здоровье: как физическое, так и психологическое. Кроме того, в парках можно проводить коммерческие мероприятия, а зеленые зоны, как правило, повышают привлекательность и стоимость земли и недвижимости.

Архитектор Ипполито Пестеллини Лапарелли утверждает: «Во времена радикальных изменений окружающей среды и экономической неопределенности наши приоритеты меняются. Самая ценная валюта уже не «кирпич», а климатические условия, которые города могут обеспечить и гарантировать своим гражданам».

Если у людей есть возможность отдохнуть на природе рядом с домом – они не используют лишний раз транспорт. Постепенно происходит смена концепций: желание «жить за городом на природе» сменяется идеей

«приблизить природу к городу». Если люди едят местные продукты – меньше надо использовать транспорт. Если они больше едят овощей и меньше мяса – нужно меньше энергии из углеродных источников на фермах. К тому же это хорошо сочетается с озеленением крыш, ведь можно устраивать городские огороды и зоны рекреации прямо на крышах офисов и других зданий, делая их ещё доступнее и эффективнее используя площадь (рис. 10). Если в застройке применяется пассивный солнечный дизайн, вписываются растения и водоемы для создания микроклимата в кварталах – то потребуется меньше энергии на отопление и охлаждение зданий (рис. 11)



Рисунок 10. Сити-ферма “Eagle Street Rooftop Farm” на крыше склада в Бруклине, Нью-Йорк.



Рисунок 11. Кварталы в новой районе города Мальмё “Västra Hamnen”.

Изучение вопроса показало, что озеленение помогает успешно справиться с негативными последствиями климатических изменений и сократить потребление энергии. А также то, что зеленая инфраструктура является неотъемлемой частью общей ткани города и его климатической оптимизации, работая одновременно как инструмент адаптации так и митигации. В белорусских городах надо уделять этому больше внимания, используя апробированные в мире методы инновационного озеленения.

Литература

1. Технология «губчатых городов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://taratutenko.ru/tehnologiyu-gubtchath-gorodov-razvivayut-germaniya-i-kitay.html> Дата доступа: 03.11.2021.
2. Город-губка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dw.com/ru/город-губка-что-делают-в-берлине-чтобы-ливни-не-затапливали-город/a-41356802> Дата доступа: 03.11.2021.
3. «Новый город для нового климата» Мария Фалолеева, Минск: «Дискурс», 2020.
4. Глобальное потепление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальное_потепление Дата доступа: 03.11.2021.