

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Архитектурный факультет

**Комплекс градостроительных методов
формирования структуры урбанизированных территорий в условиях
Республики Беларусь с учетом принципов зеленого градостроительства**

научно-методические результаты исследования

получены в рамках выполнения НИР ГБ 21-01/10

«Разработка комплексных экологических и энергоэффективных градостроительных методов формирования устойчивых городов
Республики Беларусь»

Разработчики:

Руководитель НИР, канд. арх., доцент

канд. арх., доцент

канд. арх., доцент

канд. геогр. наук, доцент

старший преподаватель

магистранты

В.А. Сысоева

Е.Е. Нитиевская

Ю.А. Протасова

А.С. Семенюк

П.Г. Вардеванян

Чжан Чжилэй,

Нигора Шарипова

Минск 2023

Причиной поиска градостроительных методов формирования экологичных и ресурсоэффективных городов стали необходимость сокращать антропогенное воздействие на климат, адаптировать городское пространство к климатическим изменениям.

Применение разработанных методов в территориальном планировании, градостроительном и архитектурном проектировании и при подготовке и переподготовке профильных специалистов позволит сформировать устойчивые города в Республике Беларусь. Комплекс градостроительных методов включает: приоритезацию, пространственный анализ с применением программного комплекса ArcGIS, визуализацию аналогов, городскую акупунктуру, экологическую адаптацию, экологическую реновацию общественных пространств, приречных территорий, городских кварталов жилой застройки, метод создания экологических кварталов, метод «набор градостроительных инструментов» повышения экологической устойчивости городской среды, метод оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности природно-антропогенных комплексов.

Начиная с этапа предпроектных исследований использование тех методов градостроительного анализа, которые дают климатически «ответственную» и климатически «чувствительную» информацию об объекте проектирования. Для согласования будущих изменений городского пространства рекомендуется использовать метод визуализации с применением аналогов, которые соответствуют принципам зеленого градостроительства. Для достижения целей климатической адаптации городской среды (как новой, так и сложившейся) рекомендуется применение метода экологической адаптации либо метода создания экологических кварталов, если речь идет о жилой застройке. Для решения задач трансформации сложившихся природно-антропогенных комплексов предлагаются методы экологической реновации, детально проработанные в данном исследовании для приречных и общественных территорий. Также для проектирования преобразований, нацеленных на повышение экологической устойчивости белорусских городов с применением готовых решений, предлагаем использовать метод «набор градостроительных инструментов». Для его грамотного использования необходимо внедрять метод оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности природно-антропогенных комплексов.

1 Метод приоритизации

Применение метода приоритизации означает следование экологическим приоритетам – регулярную сверку проектных решений на соответствие принципам зеленого градостроительства. Это означает, что на каждом этапе проектирования при формировании структур любого пространственного уровня важно руководствоваться экологическими приоритетами и придерживаться экологоориентированных подходов.

Применительно к городскому развитию для определения приоритетов и целей требуется выполнение анализа сложившейся ситуации, составление прогнозов, выявление трендов. Приоритеты логически вытекают из видения и долгосрочных стратегических целей. Определение приоритетов должно учитывать объем поддержки и ограниченность ресурсов. Более того, необходимо учитывать превалирующую политику, программы развития и запланированные проекты.

Правильный выбор приоритетов в дальнейшем приводит к «правильной» стратегии, так как в процессе выбора акторы и вовлеченные стороны осознанно концентрируют свое внимание на важнейших сферах, возможно, отказываясь от чего-то. Конкретный набор приоритетов представляет собой плод совместной деятельности экспертов, представителей органов власти, бизнеса и граждан по поиску решения, максимально удовлетворяющего все заинтересованные стороны.

Важно отметить, что определение ключевых приоритетных направлений развития не является самоцелью: этот процесс играет важную, но в то же время промежуточную роль, предполагая их дальнейшую конкретизацию в виде целевых задач для каждого приоритета. Целевые задачи позволяют в дальнейшем «привязать» осуществление приоритетных направлений деятельности к численным целевым показателям, разработать соответствующие программы развития и обеспечить систему их эффективного мониторинга.

В совокупности цели и задачи образуют стратегические направления, в рамках которых разрабатываются стратегии реализации – программы, планы и проекты, например планы зеленого градостроительства, устойчивой городской мобильности, обращения с отходами, действий для устойчивого энергетического развития и климата.

2 Метод пространственного анализа с применением программного комплекса ArcGIS

Данный метод базируется на возможностях программного комплекса ArcGIS и методических разработках проекта ПРООН-ГЭФ-Минприроды «Зеленые города». В качестве исходных материалов рекомендуется использовать имеющиеся в открытом доступе векторные слои OpenStreetMap, а также загруженные с помощью программы SAS.Планета космические снимки летнего периода с сопоставимым пространственным разрешением.

Для разработки картосхем анализа природно-экологического каркаса в программном комплексе ArcGIS на геопривязанных снимках городов определяются эталоны, отражающие основные элементы структуры фотоизображения: древесно-кустарниковая растительность, сельскохозяйственные земли и газоны, водные поверхности, асфальтобетонные и битумные покрытия (проезжие части улиц и площадей, тротуары, шиферные и битумные кровли зданий), металлочерепичные кровли, песчаные и гравийные поверхности. Затем оформляются классифицированные растровые изображения урбанизированных территорий. Классы древесно-кустарниковой растительности, сельскохозяйственных земель и газонов объединяются в отдельные растры озелененных территорий. После конвертации в векторные объекты и извлечения слоев зданий и сооружений получают откорректированные векторные слои озелененных территорий городов. Из векторных слоев OpenStreetMap выделяются отдельные слои леса, городских парков и скверов. Разработанные картосхемы градостроительного анализа сравниваются с пространственной моделью «зеленый город».

Для анализа уровня озелененности городов вычисляется площадь парков и скверов и общая площадь природно-экологического каркаса (озелененных территорий) (табл. 1).

Анализ карт и таблиц позволяет оценить степень сформированности природно-экологического каркаса города

Для анализа условий доступности основных объектов инфраструктуры определяются и добавляются в базу геоданных главные места приложения труда (наиболее значимые промышленные предприятия), основные объекты обслуживания (крупные торговые центры, поликлиники, больницы, учреждения высшего и среднего специального образования, дома культуры, спортивные и культурные объекты) и транспортные узлы (железнодорожные станции и автовокзалы). Для анализа покрытия территории города зоной 15-минутной пешеходной доступности ключевых объектов инфраструктуры векторный слой дорог разбивается в точках пересечения линий и для каждого элементарного отрезка улично-дорожной сети рассчитывается длина в метрах и время в минутах, за которое пешеход преодолевает данное расстояние при средней скорости 4 км/ч. Из полученного слоя создается набор сетевых данных, который обрабатывается модулем сетевого анализа «Network Analyst».

Таблица 1 - Количественные показатели зеленой инфраструктуры белорусских городов

| Город | Площадь города, км ² | Площадь природно-экологического каркаса, км ² | Общая доля площади зеленой инфраструктуры города | Площадь парков и скверов, км ² | Доля благоустроенных озелененных территорий общего пользования |
|-----------|---------------------------------|--|--|---|--|
| Волковыск | 29 | 15,9 | 54,8 | 0,04 | 0,1 |
| Городок | 12,8 | 9,1 | 71,1 | 0,007 | 0,1 |
| Молодечно | 33,5 | 13,25 | 39,6 | 0,96 | 2,9 |
| Пинск | 47,36 | 19,7 | 41,6 | 0,36 | 0,8 |
| Толочин | 10,3 | 7,45 | 72,3 | 0,003 | 0,03 |
| Хойники | 20,5 | 7,84 | 38,2 | 0,1 | 0,5 |

Разработанный метод пространственного анализа городов, основанный на объективных картографических измерениях, дополнит уже имеющуюся информацию о городах новыми данными, релевантными для актуальных задач совершенствования городской структуры с учетом принципов зеленого градостроительства. Выполнение пространственного анализа по предлагаемой методике рекомендуется проводить перед новым этапом городского планирования, а также для мониторинга эффективности градостроительных мероприятий.

3 Метод экологической адаптации белорусских городов

Метод экологической адаптации эффективен для применения на различных пространственных уровнях в ходе архитектурно-пространственной реконструкции и ландшафтного благоустройства, начиная с формирования целых экологических поселений и заканчивая приемами благоустройства и создания условий для устойчивой мобильности, как это было предложено в дипломном проекте «Система двор-улица в г. Минске» (рис. 1).

Пригодность к применению в белорусских условиях примеров лучших мировых практик в области экологической архитектурно-пространственной реконструкции и ландшафтного благоустройства проверяется путем проектного исследования, как, например, в дипломных проектах студентов кафедры «Градостроительство» БНТУ.

Результатами применения метода является предложение индивидуальных перечней градостроительных решений, наиболее эффективных в каждой конкретной ситуации. Для их внедрения

разрабатываются планы (рис. 2, 3), которые ведут к значительному повышению устойчивости городской среды и улучшению ее основных экологических показателей.

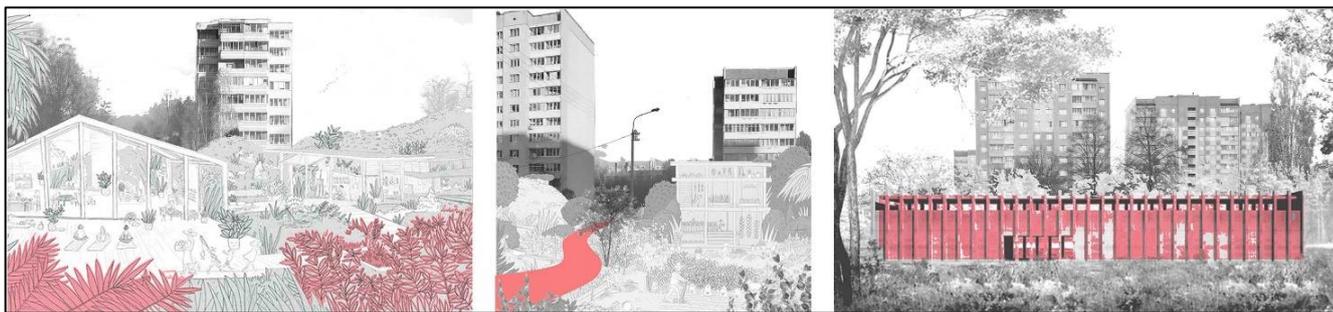


Рис. 1 - Проект экологической адаптации микрорайона в западной части г. Минска (дипломная работа «Система двор-улица в г. Минске» Марии Ткаченко, рук. Сыроева В.А., 2021 г.)



Рис. 2 - Архитектурно-ландшафтное решение фрагмента природного каркаса «Шведские горки» в Волковыске (дипломный проект Бесединой Е.А. и Русецкой Ю.А. «Градостроительные решения экологической адаптации белорусских городов», рук. Сыроева В.А., 2022 г.)



Рис. 3 - Внедрение новых элементов в пространственную структуру Пинска (проект Веренич Е.С. «Эколого-градостроительная адаптация города Пинска к климатическим изменениям», рук. Сыроева В.А., 2022 г.)

4 Методы экологической реновации

4.1 Метод экологической реновации приречных территорий

В оценке потенциала экологической реновации городских приречных территорий необходимо учитывать экологические последствия градостроительных мер по инженерной защите и подготовке (А), формированию парков (Б), обеспечению застройки инженерными ресурсами (В).

А. На выбор методов инженерной защиты и подготовки влияют особенности ландшафта: так, риски *подтопления* оцениваются с учетом геологического строения речной поймы, форм ее рельефа.

Риски *опасных нарушений русловых процессов* (оползней и наносов) связаны с противоэрозионной устойчивостью грунтов, слагающих ложе, а также с вырубкой деревьев и кустарников, укрепляющих склоны. Риски *обмеления реки и загрязнения воды* нарастают в условиях, когда, во-первых, полностью или частично перекрывается сеть притоков (малых рек и ручьев). Во-вторых, когда коммунальные и ливневые стоки попадают в русло без достаточной очистки.

Б. Эксперты наиболее высоко оценивают градостроительный потенциал территорий в пойме реки для развития водно-зеленых систем в виде линейных парков. Ожидаемый экологический эффект связан: 1) с созданием эффективного воздушного канала, обеспечивающего *проветривание городской территории и подвод обогащенного кислородом воздуха* из пригородных лесов; 2) с улучшением климатических характеристик застроенных территорий за счет *охлаждения городского «острова тепла»*; 3) с организацией углеродного стока в увлажненные ландшафты, где происходит *поглощение углекислого газа растениями*; 4) с созданием больших парковых комплексов, включающих широкий набор рекреационных, спортивно-оздоровительных объектов, благотворно влияющих на психологическое и физическое здоровье человека; 5) с формированием научно-познавательных и природоохранных объектов в парках, поддерживающих *биоразнообразие*.

В. Инженерное обеспечение приречных территорий также имеет особенности в расчетах градо-экологического потенциала. Они связаны с *энергоэффективностью застройки*. Сооружение инженерных сетей на влажных грунтах в среднем в 1,4 раза дороже, чем в сухом месте. На теплосети в районах без собственных энергоисточников приходится 74-79% от суммарных затрат на строительство всех инженерных сетей. Инженеры оценивают на высоком уровне потенциал развития на приречных территориях *тепловых насосов*, которые могут дать экономию топливно-энергетических ресурсов более 30%.

4.2 Метод экологической реновации общественных пространств

Выбор методов для экологической реновации территорий общего пользования зависит от градостроительного контекста. Начинать следует с определения ландшафтных особенностей главных площадей, ведущих к ним улиц и городских парков, выявляя и оценивая напластования предыдущих этапов градостроительного развития. Следует также учитывать особенности сочетания памятников архитектуры и природного ландшафта в городских пейзажах. С точки зрения перспективного функционального использования, высоким потенциалом для реновации обладают современные площади белорусских городов. Есть объективные предпосылки к увеличению объемов экосистемных услуг, оказываемых общественными пространствами.

При реконструкции и модернизации общественных пространств использование принципа экологической оптимизации пространства позволяет структурировать функциональное насыщение пространства и гармонизировать городскую среду с применением «малых форм» реновации:

1. пространственное разделение пешеходов и транспорта по горизонтали;
2. улучшение городского микроклимата;
3. активное включение природных компонентов;
4. управление ливневыми стоками;
5. создание общественных пространств с искусственным микроклиматом;
6. добавление биофильного дизайна.

5 Метод создания экологических кварталов

Развитие экологического потенциала территорий методом создания экологических кварталов опирается на принципы зеленого градостроительства:

1. Предоставление *достаточного пространства* для улиц. Перераспределение пространства улиц в пределах красных линий с *приоритетом экологических видов передвижений* (общественного

транспорта, велосипедов и пешей ходьбы). Повышение *безопасности* на путях передвижения пешеходов и велосипедистов.

2. *Компактная форма и транзитно-ориентированное развитие*, которые способствуют сокращению времени в пути. Повышение интенсивности использования территорий за счет уплотнения застройки в радиусе 5- и 15-минутной доступности от остановок скоростного общественного транспорта. Рациональная организация *мультимодальных пассажирских перевозок*.

3. *Ограниченная специализация землепользования*, которая обеспечивает *функциональное, культурное, биологическое и ландшафтное разнообразие* жилой среды. Нарращивание функционального разнообразия обслуживаемых объектов, предоставление рабочих мест в районе, поддержание культурного разнообразия за счет инклюзивных общественных пространств, формирование ядер, коридоров и ступеней сине-зеленой инфраструктуры, за счет которого сохраняется и развивается биологическое и ландшафтное разнообразие.

4. *Мультиформатная застройка* мало- и среднеэтажными домами с разной площадью и разными формами владения, отличающихся гибкой планировкой и возможностью повторного использования компонентов здания.

5. *Пассивный солнечный дизайн* в размещении зданий и сооружений, учитывающий особенности местного климата и глобальные климатические риски, а также географию, топографию и гидрографию местности, экологическое состояние других элементов ландшафта.

6. Внедрение *ресурсосберегающих инноваций* на объектах и в системах ЖКХ. Культивирование в озеленении растительных сообществ, характерных для застраиваемой местности и устойчивых к засухе/переувлажнению. Укрепление свойств ландшафтов по *поглощению углерода*.

7. *Биофильный дизайн*, обеспечивающий повышение *продуктивности* ландшафтов; снижение эффекта «теплого острова» в застройке; сохранение (воссоздание) и развитие сине-зеленых биотопов.

6 Метод «набор градостроительных инструментов» повышения экологической устойчивости городской среды

Метод «набор градостроительных инструментов» тиражирует передовой опыт и опирается на разработанную информационную базу лучших практик экологоориентированного градостроительства:

Блок А включает инструменты для снижения территориального роста городов; реновации и экологической адаптации сложившихся территорий вместо экстенсивного освоения новых природных территорий; достижения оптимальной плотности застройки, формирования устойчивой мобильности и адекватной пропускной способности транспортной сети города; развития моделей «компактный город», «15-минутный город», «полицентричный город»; проектирования с учетом исторического и культурного контекста; сохранения и развития водно-зеленого каркаса города; формирования разнообразной застройки; органичной интеграции новых планировочных структур в сложившуюся городскую ткань и т.д.

Блок Б содержит инструменты для сохранения, восстановления и развития экосистем и биоразнообразия (вертикальное озеленение, зеленые кровли, экологический каркас); экологической реновации, адаптации городской среды к изменениям климата (предотвращение «островов тепла», инсоляция и проветривание); внедрения природных решений в городскую инфраструктуру (устойчивое управление ливневыми стоками); использования экосистемных свойств природных элементов для поглощения выбросов парниковых газов.

Блок В предлагает инструменты для стимулирования экологических моделей поведения горожан (пешеходная и вело- инфраструктура, дизайн общественных пространств, комфортная и доступная инфраструктура городского общественного транспорта) и более устойчивой структуры потребления (инфраструктура для сбора и переработки отходов); комплексного городского планирования и

приоритезации экологических целей (комплекс градостроительной документации в увязке с целями устойчивого городского развития); самоопределения в вопросах пространственного развития и организации высокого уровня самоуправления малых городов (стратегические планы, например «План зеленого градостроительства»).

Блок Г приводит инструменты энергоэффективной модернизации городской застройки и инфраструктуры («умное» уличное освещение); децентрализации систем энергоснабжения; использование локальных возобновляемых источников энергии и т.д.

Например, при работе над проектами экологической реновации приречных территорий или создания экокварталов (табл. 2) на местном уровне общего и детального планирования рекомендуется пользоваться определенными градостроительными инструментами для выбора размещения, выполнения зонирования, проектирования планировки и застройки, объектов озеленения и ландшафтного дизайна, а также для разработки транспортных и умных и интегрированных инженерно-технических системных решений.

Таблица 2 – Градостроительные инструменты (на местном уровне общего и детального планирования)

| Градостроительные инструменты | Приречные территории | Экокварталы |
|-------------------------------|--|---|
| Размещение | - | На внутренних территориях города. Примыкание к существующей застройке и приближенные рабочие места. Принадлежность к школьному округу. Транспортно-пересадочный узел в пешеходной доступности, включающий остановки скоростного общественного транспорта. Соседство с малоизмененными или особо охраняемыми природными территориями |
| Зонирование | Сбалансированное зонирование со смешанным землепользованием. Горизонтальная и вертикальная интеграция функций. Мультиформатная жилая застройка. Общественные пространства, объединенные в сеть. Новые предприятия циркулярной экономики, в том числе городские фермы и ресурсосберегающие коммунальные объекты. Дополнение полосового зонирования членением на модули, которые представляют собой экологозащитные ландшафты | Смешанное землепользование, в том числе строительство многофункциональных комплексов и/или объектов, объединяющих в себе не менее трех видов недвижимости. Жилые комплексы (группы домов) с разными типологическими характеристиками. Базовые объекты социальной инфраструктуры повседневного спроса, приуроченные к перекресткам и основным жилым улицам. Сближение функций, поддерживающих друг друга. Пространственные буферы (зелень, дворы и т. д.) между плохо совместимыми функциями. Система общественных пространств, отличающихся степенью конфиденциальности: 1) приватное – дворы; 2) полуприватное – «двор-улица»; 3) общедоступное – для мобильности (улица, бульвар); для рекреации (сквер, сад); для неформального общения разных групп населения (площадки для массовых мероприятий, игр, рынки для обмена) |
| Планировка | Более мелкое членение межмагистральных территорий, обеспечивающее повышенную проницаемость территории. Уплотнение уличной сети. Новые поперечные связи, площади и скверы на их пересечении с продольными улицами. Пассивный солнечный дизайн | Мелкозернистая городская ткань, представляющая собой элементы (урбан-блоки 2-3 га), которые ограничены линейными общественными пространствами – улицами и/или бульварами, парковыми аллеями. Сеть удобных и безбарьерных пешеходных путей к остановкам общественного транспорта. |

| | | |
|--|--|--|
| | | Дворы без транспорта |
| Застройка | Урбан-блоки. Преобладающая средняя этажность. Общественные помещения на первых этажах, формирующие уличный фронт. Здания с гибкой планировкой квартир. Экологические материалы или материалы повторного использования. Охраняемые недвижимые историко-культурные ценности. | Жилые дома до 7 этажей. Часть домов с гибкой планировкой квартир. Общественные помещения на первых этажах домов, формирующих уличный фронт. Здания: 1) отвечающие стандарту энергоэффективности; 2) возведенные с использованием местных экологических и долгосрочных строительных материалов; 3) ремонтнопригодные, то есть имеющие компоненты, которые просто заменить при необходимости (сменные инженерные системы) и/или демонтировать с возможностью последующего повторного использования. Здания, адаптированные к изменениям климата, т.е. имеющие устройства, затеняющие фасады и прилегающую территорию, замедляющий сток ливневых вод. Угловые здания |
| Озеленение и ландшафтный дизайн | Линейный парк с активной набережной. Экологические коридоры и ступени в виде бульваров и скверов в поперечном направлении. Полуприродные территории, включенные в непрерывную систему озелененных территорий и поддерживающие ландшафтное разнообразие: суходолы, искусственные болота, польдеры. Объекты ландшафтной архитектуры, имитирующие естественный дренаж: ренатуризованные русла и речные берега, каскады из очистных прудов, закрытые хранилища воды, дождевые и сухие сады, клумбы на плавающих матах, зеленые крыши. Технологичные водопроницаемые покрытия дорожек и площадок. Фонтаны и другие устройства, охлаждающие воздух. Замена старой растительности новыми посадками, предпочтительнее из местных растений. Многоярусный каркас из деревьев, кустарников, почвопокровных растений. Особо охраняемые природные территории (заказники). Объекты растительного мира, поддерживающие жизнь насекомых-опылителей, птиц и мелких животных | Приближенные к жилью озелененные территории общего пользования с фокусом на сады (3-5 га), которые включают общедоступные площадки для отдыха, спорта и других активностей. Инновационные формы, дополняющие традиционное озеленение улиц, дворов, зданий и сооружений – дождевые сады, увлажненные ландшафты (каскады открытых очистных прудов, свалы), вертикальное озеленение и зеленые крыши. Ареалы обитания для диких животных и растений. Объекты растительного мира, поддерживающие жизнь насекомых-опылителей, птиц и мелких животных, и формирующие биотопы. Городские фермы. Многоярусные посадки преимущественно из местных растений. Фонтаны и другие водные устройства, охлаждающие воздух. Устройства для компостирования растительных остатков. Технологичные водопроницаемые покрытия дорожек и площадок |
| Транспортные решения | Улицы расширенной категории, обеспечивающие и продольные, и поперечные связи и функционирующие, как места общего пользования (общественные пространства). Пешеходные площади, улицы и спуски. Инфраструктура для велосипедного движения. Дворы без транспорта. Полуподземные паркинги с озелененными кровлями. Парковки на плоских кровлях | Жилые улицы со спокойным движением. Высокая плотность перекрестков. Безопасные пути для школьной мобильности. Выделенные велосипедные дорожки и полосы. Широкие тротуары и пешеходные аллеи, просматриваемые и освещенные. Остановки общественного транспорта, спроектированные с учетом контекстуальных потребностей (обеспечивающие тень, частые тихие зоны отдыха, источники питьевой воды и т. д.) и соответствующие стандартам универсального дизайна. Инфраструктура для велосипедного движения. |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Дворы без транспорта, иногда на уровне выше улиц.</p> <p>Паркинги с озелененными кровлями и вертикальными поверхностями.</p> <p>Парковки на плоских кровлях</p> |
| <p>Умные и интегрированные инженерно-технические экосистемные решения</p> | <p>Объекты и сети для повторного использования сточных вод после очистки в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Сбор дождевой воды. Водочувствительный городской дизайн для накопления, абсорбции, водопонижения и направления потоков (в том числе для замедления ливневых стоков). Технические устройства по управлению водой, интегрированные в ландшафтную архитектуру города.</p> <p>Объекты и сети для управления отходами. Центральная канализация. Устройства, обеспечивающие частичную или полную очистку загрязненных стоков в местах их образования. Площадки для раздельного сбора мусора и пункты его первичной обработки.</p> <p>Прокладка инженерных коммуникаций в одном канале с применением искусственных оснований.</p> | <p>Объекты и сети для раздельного сбора мусора, его уплотнения, эффективной транспортировки к местам переработки, включая погружные контейнеры в общественных пространствах улиц и площадей. Объекты и сети для очистки и повторного использования сточных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Устройства, обеспечивающие частичную или полную очистку загрязненных ливневых стоков в местах их образования.</p> <p>Устройство дорожек и парковок, облегчающих уборку и складирование снега.</p> <p>Возобновляемые источники энергии, объединенные в локальную сеть. Объекты и сети энергоэффективного освещения.</p> <p>Зоны сохранения «ночи».</p> <p>Устройства видеонаблюдения</p> |
| <p>Планирование</p> | <p>Документы стратегического планирования в виде новых градостроительных проектов специального планирования или дополнительных разделов генеральных и детальных планов.</p> <p>А. Разработка стратегии устойчивого развития, которая нацелена на улучшение метаболизма физических ресурсов (воды, энергии, материалов и продовольствия) при снабжении города и удалении отходов.</p> <p>Б. Разработка стратегии формирования сине-зеленой инфраструктуры, которая нацелена на создание ядер, коридоров, ступеней и других элементов экологического (природного) каркаса. Инструментом является формирование непрерывной системы озелененных территорий общего пользования, выполняющих природоохранные функции и поддерживающих здоровье жителей.</p> <p>В. Разработка стратегии управления сточными, паводковыми, дождевыми и поверхностными водами, которая нацелена на водосбережение за счет оптимизации распределения воды между различными видами использования.</p> | |

В качестве примера применения метода «набор градостроительных инструментов» можно привести дипломный проект дипломный проект Нигоры Шариповой. С целью экологической реконструкции города Нурек, применяя уникальную комбинацию из различных градостроительных инструментов, автор запроектировала реорганизацию сложившейся застройки и системы транспортного обслуживания и пешеходного движения, строительство новых эко-кварталов и общественных объектов, велосипедной инфраструктуры, благоустройство озелененных общественных пространств, разработала систему экологического каркаса (рис. 4).

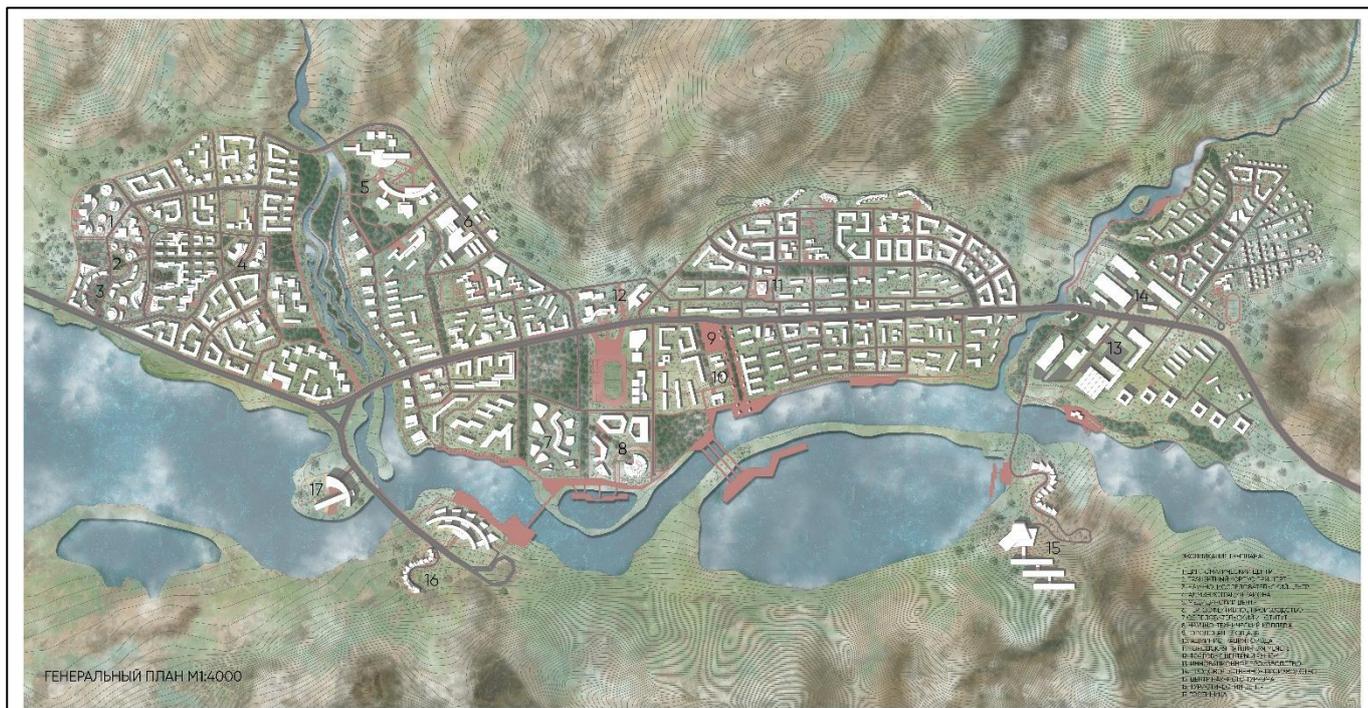


Рис. 4 – Внедрение метода «набор градостроительных инструментов в дипломный проект «Экологическая реконструкция города Нурек в Таджикистане (дипл. Шарипова Н., рук. доц. Сыроева В.А., АФ, БНТУ, 2023 г.)

7 Метод оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности природно-антропогенных комплексов

Метод заключается в анализе изменений тех климатически «ответственных» показателей, которые базируются на лучших практиках экологоориентированного градостроительства. В таблице 3 приведены критерии и показатели оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности таких природно-антропогенных комплексов как приречные территории и экологические кварталы, которые рекомендуется использовать в дополнение к городским показателям оценки.

Использование метода оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности природно-антропогенных комплексов необходимо для рационального распределения ресурсов при проектировании и последующей корректировке действий согласно складывающейся ситуации. Фактическая оценка эффективности градостроительных мер возможна только по прошествии длительного промежутка времени после применения определенных инструментов, однако использование данного метода позволяет выполнять аргументированный выбор наиболее эффективных инструментов градостроительного преобразования еще на стадии проектирования.

Таблица 3 – Критерии и показатели оценки экологической устойчивости и энергетической эффективности природно-антропогенных комплексов (в дополнение к городским показателям)

| № п/п | критерии | показатели | |
|-------|---|---|-------------|
| | | Приречные территории | Экокварталы |
| 1 | Чистота природных сред | ПДК вредных веществ в воздухе, воде и почвах, которые установлены экологическим законодательством и за которыми в городе ведется мониторинг | |
| 1.1 | воздуха | | |
| 1.2 | воды | | |
| 1.3 | почвы | | |
| 2 | Эффективность использования природных ресурсов и адаптация к климатическим изменениям | | |

| | | | |
|-----|---|--|--|
| 2.1 | земля | <p>Интенсивность использования территории, в том числе</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) плотность застройки, пороговые значения которой установлены градостроительными регламентами генеральных и детальных планов 2) допустимые антропогенные нагрузки, прошедшие стратегическую экологическую оценку в составе генеральных и детальных планов | <ul style="list-style-type: none"> • Интенсивность использования территории, в том числе плотность застройки, пороговые значения которой установлены градостроительными регламентами генеральных и детальных планов • Фактическая и ПДК загрязняющих веществ в почвах • Обеспеченность постоянно проживающего населения парковочными местами. Площадь плоских наземных стоянок, в том числе «гостевых». • Обеспеченность озелененными территориями общего пользования. Их площадь и доступность |
| 2.2 | воздух и вода | Объем потребления питьевой воды | <ul style="list-style-type: none"> • Фактическая и ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и в воде, поставляемой в жилищно-коммунальный сектор • Численность населения, проживающего на территориях, уязвимых со стороны климатических бедствий (подтоплений и засухи). Ширина основных улиц, обеспечивающих пропуск специализированного транспорта, направленного на ликвидацию последствий экологических бедствий • Нормативный и фактический объем потребления питьевой воды домохозяйствами и предприятиями • Производительность объектов и сетей, обеспечивающих разделение питьевой и «серой» воды • Нормативный и фактический объем канализационных стоков, поставляемых домохозяйствами и предприятиями |
| 2.3 | энергия | | <ul style="list-style-type: none"> • Нормативный и фактический объем потребления энергии домохозяйствами и предприятиями. Стандарты теплоснабжения. • Доля возобновляемых источников энергии в снабжении коммунального сектора • Доля зданий, соответствующих действующему стандарту энергопотребления и энергоэффективности (теплопередаче конструкций не выше нормативного уровня) |
| 2.4 | материалы | | <ul style="list-style-type: none"> • Нормативный и фактический объем коммунальных и промышленных отходов • Объекты и сети, обеспечивающие отдельный сбор, сортировку и первичную обработку отходов на месте их образования. Объем и доля сортировки отходов, степень их обработки на месте (уплотнение, компостирование, сжигание и т.п.) • Объем строительных материалов, используемых повторно |
| 2.5 | продовольствие | <ul style="list-style-type: none"> • Количество мест торговли местными продуктами • Площадь и производительность городских ферм | |
| 3 | Развитость инфраструктуры для устойчивой городской мобильности | | |
| 3.1 | общественный транспорт | | |
| 3.2 | велосипеды | | |
| 3.3 | пешеходы | | |
| 3.4 | речной транспорт | | |

| | | |
|-----|--|---|
| 4 | Развитость сине-зеленой инфраструктуры (природного каркаса территории) | |
| 4.1 | озелененные территории общего пользования | |
| 4.2 | особо охраняемые природные территории | |
| 4.3 | ландшафтное разнообразие | |
| 4.4 | биоразнообразие | |
| 5 | Внедрение инновационных и умных технологий, способствующих уменьшению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов | |
| 6 | Планировочные показатели | |
| 6.1 | компактность | <ul style="list-style-type: none"> • Плотность населения, в том числе постоянно проживающего и «дневного», т.е. работающего и обслуживаемого на территории • Площадь участков, подвергшихся вторичной застройки • Численность (доля) населения, для которого базовые объекты социальной инфраструктуры расположены в удобной пешеходной доступности от жилья: от 5 мин (от 400 до 450 м) до 10–15 мин в зависимости от масштаба города и уличной сети • Численность (доля) населения, для которого остановки общественного транспорта малой вместимости расположены на расстоянии 500 м от жилья, 1000 м – большой. • Численность (доля) населения, для которого на расстоянии 300 м расположены озелененные территории общего пользования размером 1,5-2 га |
| 6.2 | проницаемость и связность территории | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольный показатель 80-100 перекрестков улиц на кв.км площади может быть принят в качестве предварительного эталона • Плотность жилых улиц • Доля территорий занятых транспортом (улиц, проездов, открытых парковок) • Длина велосипедных дорожек • Площадь бестранспортных зон в застройке (в том числе дворы) |