

# ***Динамика климатических изменений и градостроительное развитие Владивостока***

*мы проектируем наши города для климата, которого уже нет*

## **Введение**

Устойчивость городов к климатическим изменениям, таким как рост температур, подъем уровня мирового океана, рост интенсивности и продолжительности штормовых осадков, повторяющиеся штормовые ветра, рассматривается как ведущий фактор сохранения привлекательности городской среды для человека и обеспечения высокой динамики развития территорий. Адаптация к изменению климата включена в перечень основных направлений научно-технологического развития Российской Федерации [1].

Как правило, к группе наибольшего климатического риска относят прибрежные мегаполисы. Сегодня градостроительная документация по формированию устойчивой к климатическим изменениям среды разрабатывается или действует практически во всех крупных прибрежных городах, в том числе в прибрежных городах стран АТР, таких как Гонконг, Шэньчжэнь, Сямынь. По комплексу ландшафтно-климатических условий Владивосток является типичным городом тихоокеанского побережья, и не должен оставаться исключением в разработке градостроительных мер по адаптации к возможным климатическим рискам [3]. Тем более что динамическое развитие Владивостока в последние 15 лет сопровождается неизбежным освоением естественных ландшафтов, с преобразованием качества их взаимодействия с факторами окружающей среды. В этих условиях важно понять изменение климаторегулирующих свойств вновь формируемых ландшафтов и их влияние на комфортность городской среды, особенно в связи с наблюдаемой динамикой климата.

## **Зоны климатических рисков на территории Владивостока**

В силу резкого климатического контраста сторон горизонта в прибрежных районах с муссонным климатом изменение характеристик ветрового и инсоляционного режима существенно корректирует остальные метеопараметры – режим выпадения осадков, температуру и влажность воздуха, степень увлажнения и температуру земной поверхности. Поэтому исходными материалами для оценки зон климатических рисков являлись карты районирования территории г. Владивостока по годовому ходу ветрового и инсоляционного режима (П.А. Казанцев, Я.В. Марус, Е.А. Ван-Хо-Бин).

Их последующее сравнение с материалами действующего Генерального плана и разрабатываемого Мастер-плана г. Владивостока показало, что: - На *летнюю штормовую зону* побережья Уссурийского залива приходится основной массив территорий перспективного развития жилой застройки. Одновременно эти территории хорошо проветриваются в летний перегрев, в силу небольшой глубины и значительной крутизны склонов быстро сбрасывают штормовые осадки в морскую акваторию, закрыты от зимних ветров и обладают хорошими инсоляционными ресурсами в холодный сезон. - На территорию с *летним инсоляционным дискомфортом* приходится планируемая общественно-деловая и жилая застройка вдоль берега Амурского залива и застройка в долинах городских рек. Непосредственно в прибрежной зоне инсоляционный перегрев территории компенсируется проветриванием, но при продвижении от моря вдоль речных долин застройка распространяется на летние *перегревные штилевые зоны*. - Эти же

расположенные вдоль берега площадки открыты зимним муссонным ветрам, а территории в устьях долин находятся в зоне *подтопления при выпадении атмосферных осадков* и разливе городских рек. - В силу горного характера территории Владивостока зона *подтопления с учетом подъема уровня мирового океана* (расчетный уровень моря +2 и +5 метров) кроме устьев речных долин, где глубина проникновения морской воды может быть довольно значительна, захватит только узкую полосу портовых сооружений и набережных, но это наиболее ценный ресурс развития города (Рис.1).

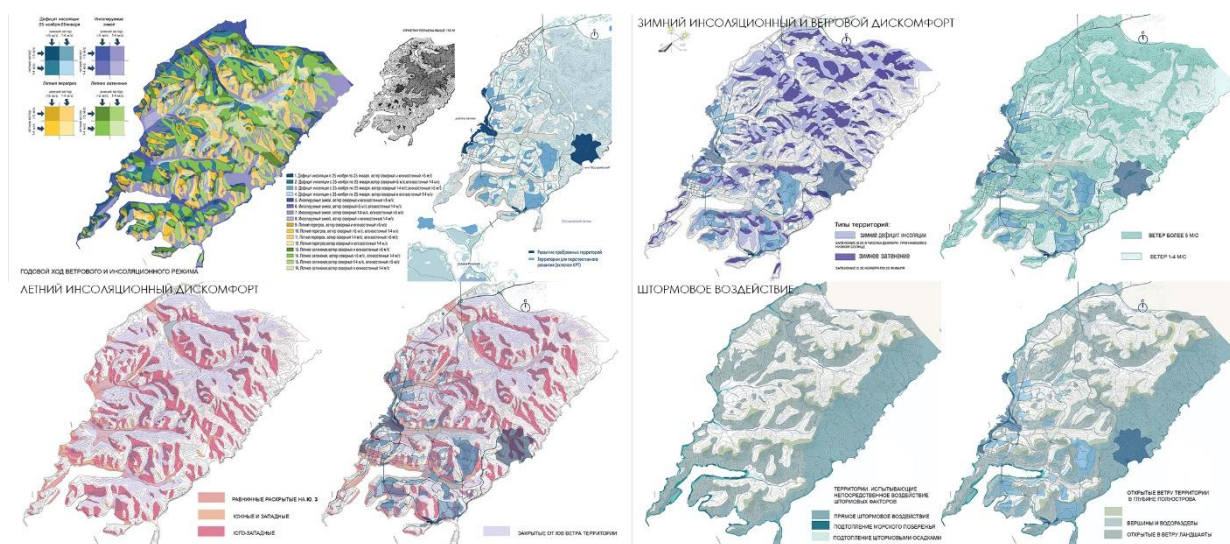


Рис.1. Сопоставление зон климатических рисков и территорий перспективного развития Владивостока

### Возможное использование лесного покрова для коррекции климатических изменений

Роль растительного покрова в горных районах с муссонным климатом в формировании теплового комфорта и стабильного гидрологического режима была хорошо известна в Восточной Азии тысячи лет назад и зафиксирована в канонах фен-шуй. Лесной массив на вершинах и водоразделах защищает от ветра, снижает перегрев, регулирует сбор и распределение штормовых осадков, поддерживает водность речной сети в сухой сезон.

Оценка динамики и современного состояния лесного покрова была проведена на основе карт города, выполненных в первые годы строительства «Большого Владивостока» в 1965 г., по итогам массовой секционной застройки 1970-80-х годов и реализации строительной программы форума АТЭС (Азиатско-тихоокеанского экономического сотрудничества) в 2013 г., и схем, показывающих границы территорий перспективного развития г. Владивостока к 2030 г.

По завершении реализации намеченной градостроительной программы защитный эффект лесных массивов в дни штормового воздействия для основного градостроительного пятна г. Владивостока будет практически утрачен. Будут застроены лесные массивы в границах водосборного бассейна р. Объянения, останется незначительный лесной покров в верховьях Первой и Второй речек, после строительства района Уссурийский значительно сократится лесной покров наветренных штормовым ветрам склонов, выходящих к Уссурийскому заливу.

При оценке теплового дискомфорта видно, что раскрытые на запад речные долины, для которых характерен застой воздуха в жаркие влажные погоды, также теряют лесной покров, и его компенсационное влияние на температурно-влажностной режим

рассматриваемых территорий. Формировавшиеся на протяжении тысяч лет и обладающие значительным запасом устойчивости и более разнообразными вариантами адаптации к климатическим изменениям естественные ландшафты за короткий период сменяются антропогенными, требующими специальной проработки пространственных решений по их адаптации к наблюдаемой динамике климата (Рис.2).

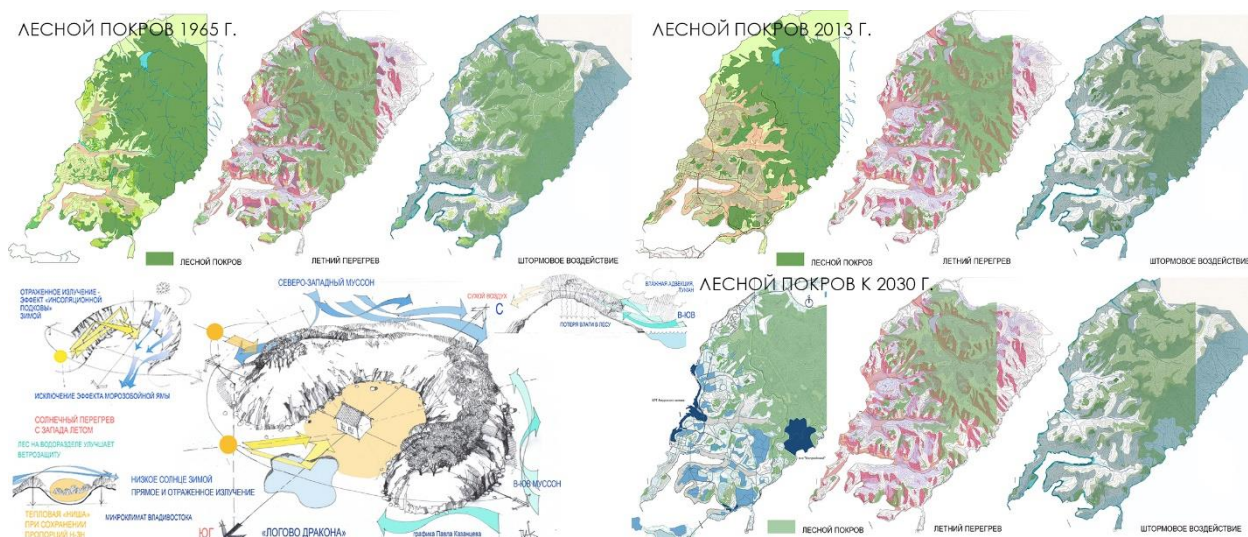


Рис.2. Динамика лесного покрова южной части п-ва Муравьева-Амурского в сопоставлении с зонами климатических рисков

### Влияние антропогенных ландшафтов на динамику климатических изменений

Градостроительное освоение мелкосопочного рельефа со временем кардинально меняет его пространственные характеристики и формирует новую топографию Владивостока. Панорамы застройки центральной части города в 1-3 этажа конца XIX в. и панорама центральной части города начала 80-х годов XX в. показывают, что при основной массе застройки до 5 этажей сложно-расчлененный низковысотный рельеф полуострова сохраняет доминирующий над городской застройкой характер. Но с начала 80-х годов, при переходе к массовой застройке сопками секционными домами в 9 этажей и, как видно на панораме центральной части города 2024 г., особенно с появлением в долинах и на водоразделах сопки 20 – 30-этажных высотных зданий застройка подчиняет исходный рельеф амфитеатра бухты Золотой рог (Рис.3).

Топография многоэтажной городской застройки становится активным фактором изменения ветрового, инсоляционного и гидрологического режима ландшафтов Владивостока в его современных и планируемых границах. Пространственные характеристики естественного мелкосопочного рельефа города, сглаженного выветриванием и покрытого лесным массивом, способствовали равномерному распределению ветрового и инсоляционного режима, с образованием значительных по территории и четко привязанных к экспозиции склонов пятен микроклиматических зон. Напротив, микроклимат современных антропогенных ландшафтов носит мозаичный характер, повышается климатический контраст внутри ранее однородных микроклиматических зон. Характерные для северных склонов продуваемые континентальным муссоном и испытывающие дефицит инсоляции зимой «пятна» распространяются на южные склоны, ранее закрытые от зимнего дискомфорта. Зоны зимнего комфорта появляются на северных склонах у южных фасадов линейных зданий,

штормовые ветра юго-восточного направления и косые дожди становятся характерными для ранее укрытых от ветра территорий, и т.д. В целом, контраст годового хода ветрового и инсоляционного режима между разнородными участками рельефа выравнивается. Оценивая распределение зон теплового комфорта современных антропогенных ландшафтов, можно сказать, что горный Владивосток становится «плоским» (Рис.4).

Учитывая, что в сложившейся застройке и реализуемых проектах пространственные характеристики многоэтажных зданий уже невозможно задействовать для коррекции негативной динамики климата, зоны сложившейся и проектируемой многоэтажной застройки также следует отнести к зонам климатического риска (Рис.5). Восстановление климатической устойчивости антропогенных ландшафтов высотной застройки возможно только при их формировании как единой архитектурно-ландшафтной системы зданий, вертикальной планировки и зеленых систем [2].

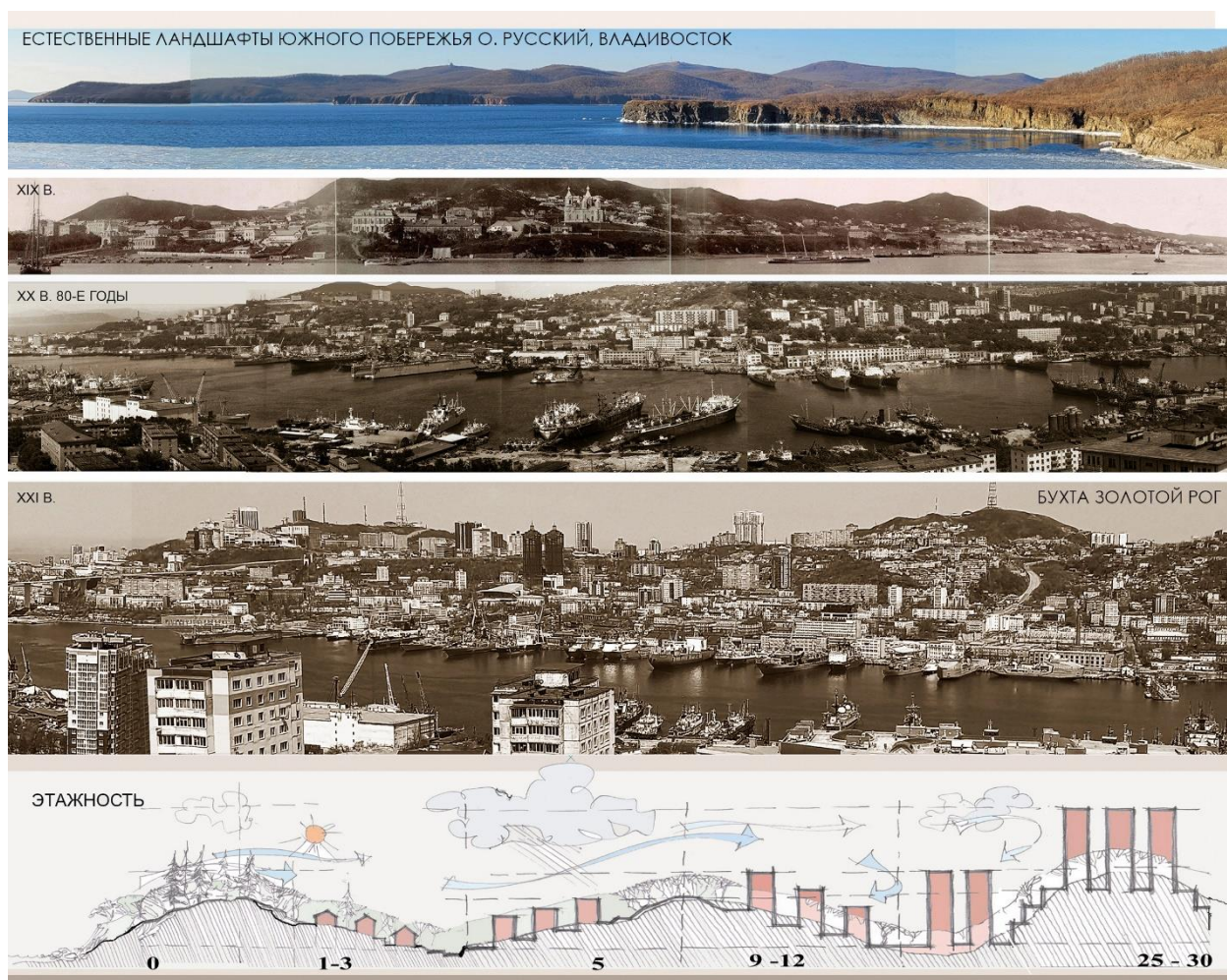


Рис.3. Изменения пространственных характеристик городских ландшафтов в процессе их антропогенного освоения

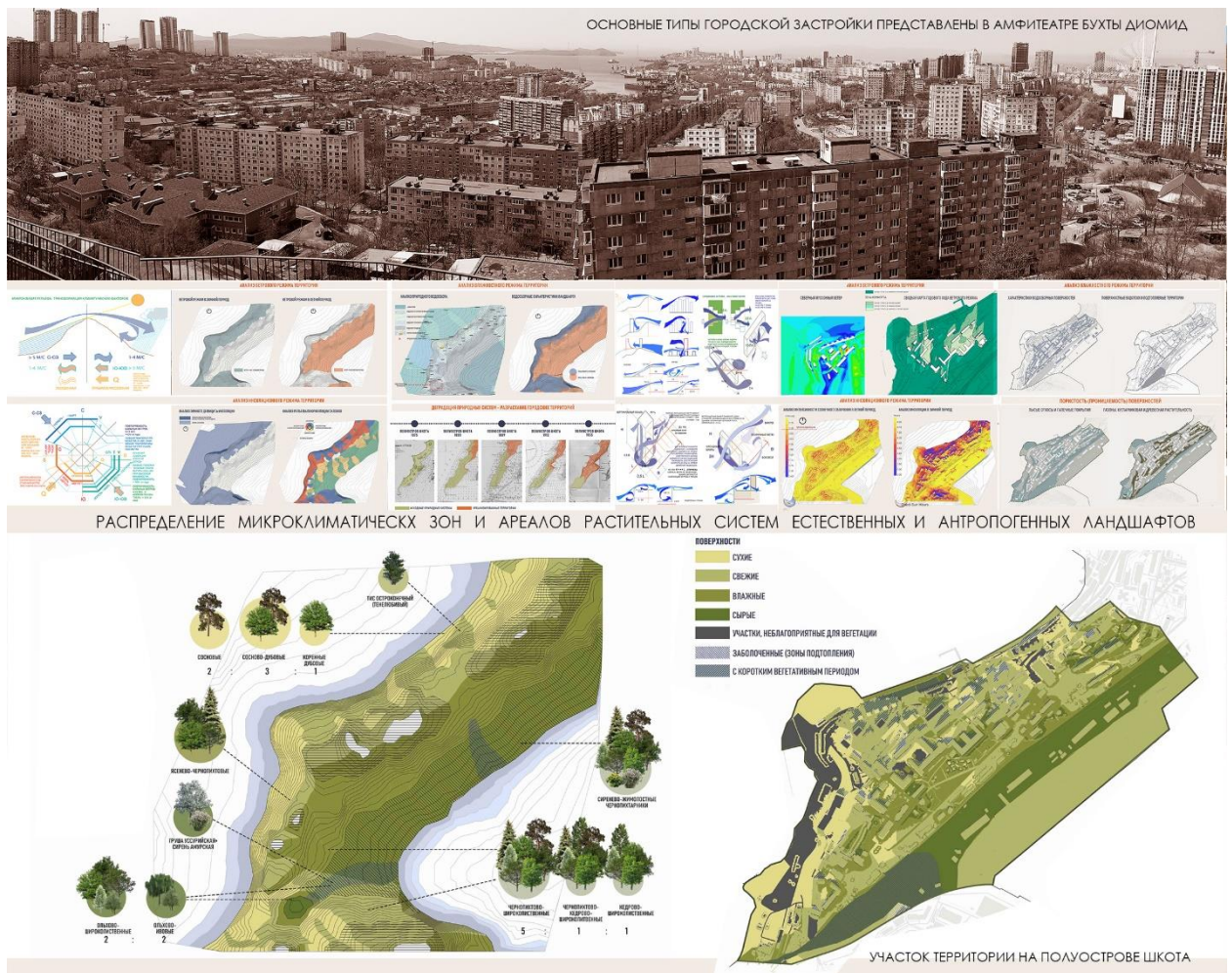


Рис.4. Изменение границ и плотности распределения микроклиматических зон, естественные и антропогенные ландшафты

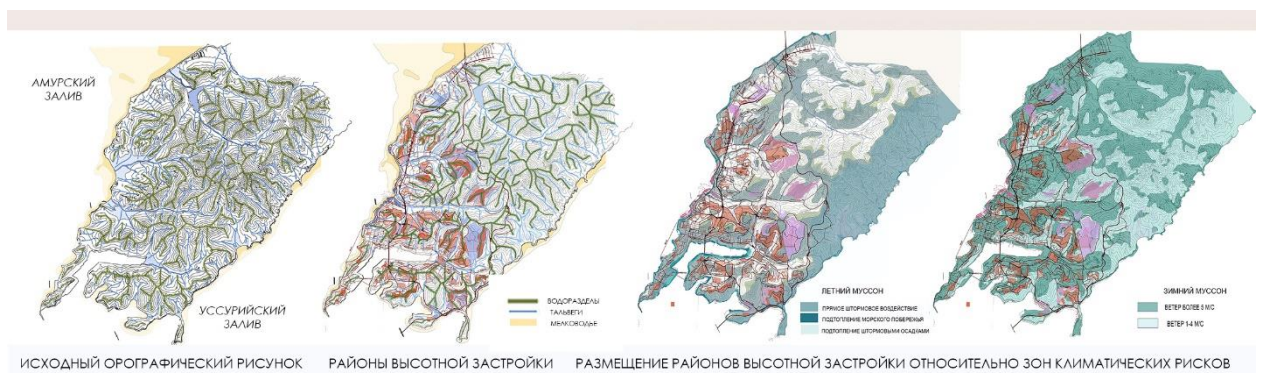


Рис.5. Зоны высотной застройки на территории города

### Модель устойчивой к климатическим изменениям городской среды

В горных районах тихоокеанского побережья с муссонным или близким к нему климатом биоклиматический комфорт городской среды в первую очередь определяет орографический рисунок территории и степень его антропогенной трансформации. Дополнительными факторами изменения инсоляционного прогрева, гидрологического и влажностного режима, аэрационных качеств территории выступают свойства формирующих городские ландшафты поверхностей и их растительный покров.

Рассматривая прибрежный город во всем многообразии его сохранившихся естественных и сформированных антропогенных ландшафтов, взаимодействующих с

факторами климата, можно предложить следующую модель формирования устойчивой к климатическим изменениям городской среды (Рис.6, Рис.7). Основу модели составляет **природный каркас городской территории**, включающий: - вершины и водоразделы (основные формы рельефа, влияющие на перераспределение характеристик ветрового режима, и режим выпадения атмосферных осадков), тальвеги и речные долины (основные направления формирования штормовых стоков), литоральную зону - низменное побережье с прилегающими отмелями (зона подтопления и штормового воздействия).

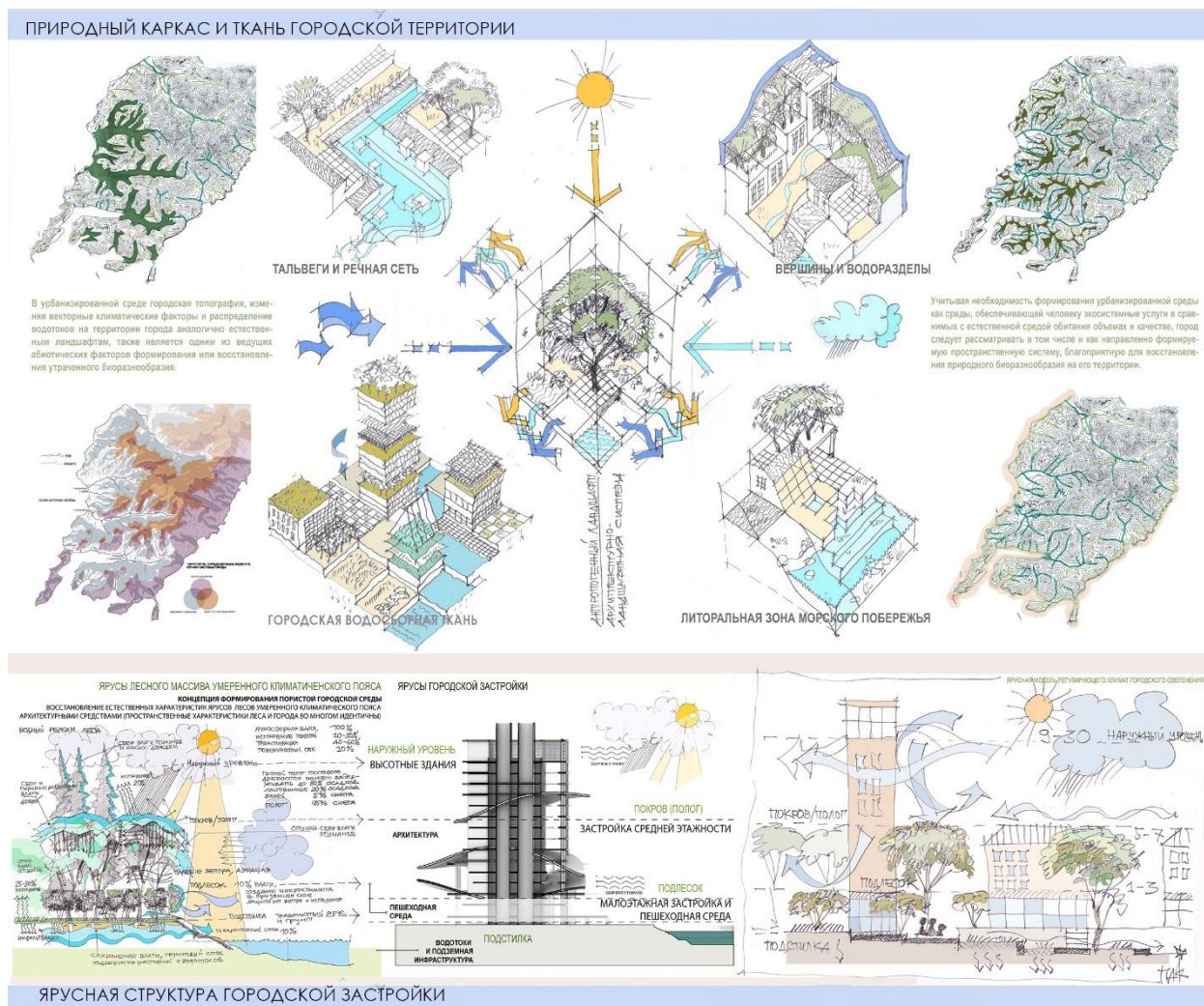


Рис.6. Природный каркас, ткань и ярусная структура городской застройки

Большая часть территории, включающая склоны и равнинные поверхности, с разнообразными характеристиками экспозиции, пористости и отражающей способности может быть отнесена к ткани, формирующей городскую среду. Учитывая ведущую роль свойства проницаемости формирующих городские пространства поверхностей в изменении их влажностного и температурного режима в основу оценки степени антропогенного изменения ландшафтов может быть положена их плотность как соотношение пористых и непроницаемых для влаги поверхностей. Такой подход аналогичен принятой методике формирования «пористой» городской среды (WSUD – Water Sensitive Urban Design).

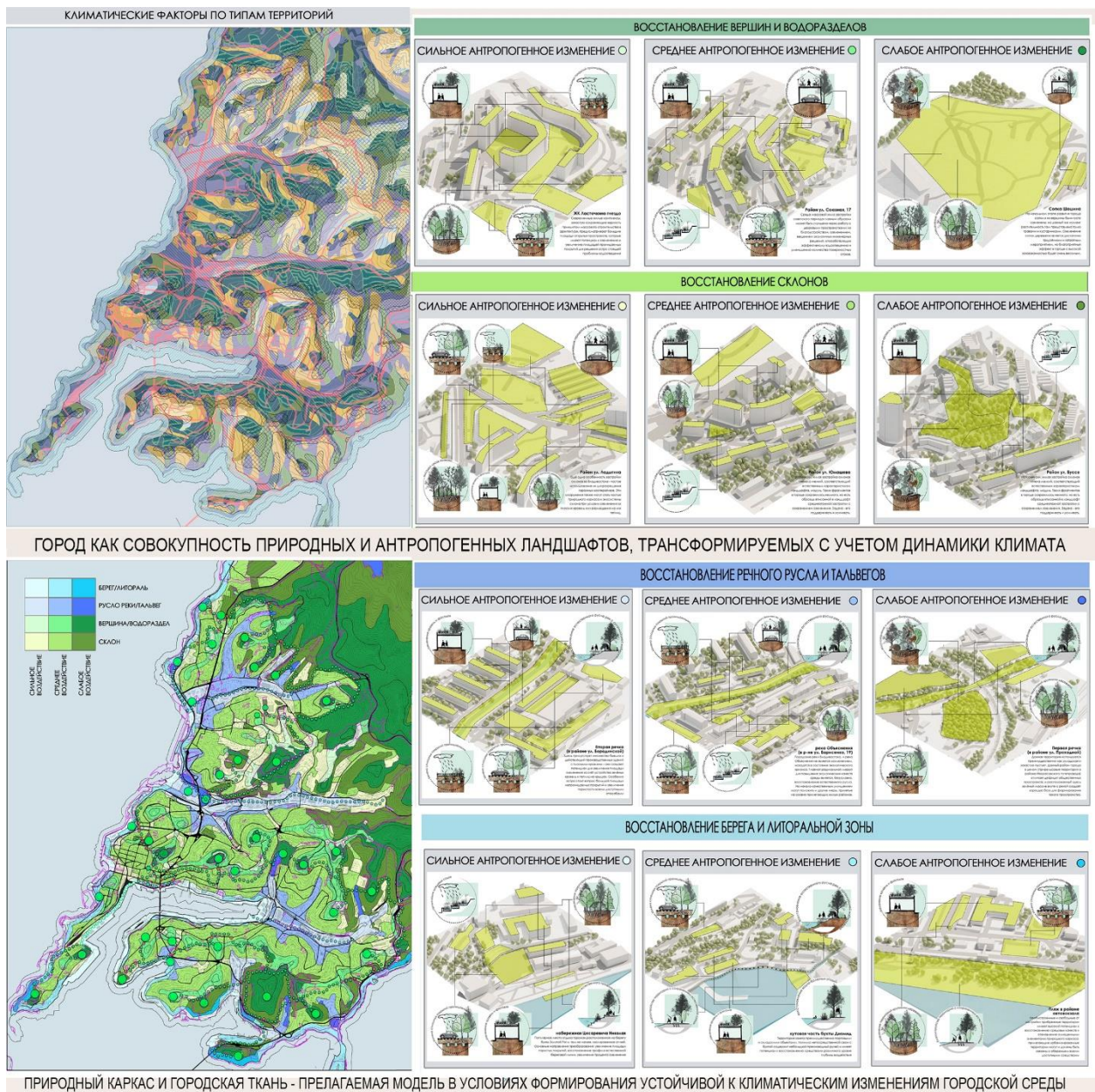


Рис.7. Основные приемы восстановления климатической устойчивости антропогенных ландшафтов

В регионах с высокими скоростями ветра в сочетании с интенсивными ливневыми осадками важную роль в формировании биоклиматического комфорта играет ярусная структура городской застройки и ее высотность. Данный факт подтверждает хорошо известную закономерность распределения свойств изменения ветрового, инсоляционного режима, режима выпадения осадков между ярусами лесного массива. В значительной степени ярусная структура городской застройки совпадает с ярусной структурой лесов умеренного пояса (Рис.6.). Учитывая перераспределение климаторегулирующих функций застройки по вертикали и принимая за аналог вертикальной структуры каждой из выделенных зон ярусную структуру лесов умеренного пояса, можно предложить следующую дифференциацию городской среды по вертикали. Наружный уровень формирует многоэтажная застройка, включающая два основных типа зданий в 9-16 этажей, и в 20 – 30 этажей. Наружный уровень взаимодействует с ветровыми потоками, проходящими над городским ландшафтом, и за счет «ветрозахватного» эффекта является ведущим фактором формирования карты аэрационного поля и зон осадков различной

интенсивности. Уровень покрова (полога) – уровень кровель застройки средней этажности, соответствующий кронам лиственных деревьев вторичных лесов и озеленения городской территории. При последовательном озеленении территории с течением времени формируется как непрерывная следующая естественной топографии территории плоскость, вынося зону ветрового воздействия и инсоляционного дискомфорта выше уровня пешеходного движения. Уровень подлеска, соответствующий уровню формирования активных фасадов нижних этажей зданий и движения пешеходов, выступает как дополнительный ярус перераспределения климатического дискомфорта за счет размещения малых архитектурных форм, кустарников, зеленых экранов и невысоких деревьев. Уровень подстилки соответствует вертикальной планировке территории, чьи пространственные характеристики и проницаемость формирующих поверхностей влияют на окончательное перераспределение инсоляционного прогрева и водных потоков.

Предлагаемая ярусная структура модели устойчивой к климатическим изменениям городской среды позволит распределить функции регулирования динамики климатических изменений по вертикали и нивелировать неблагоприятное воздействие пространственных характеристик сложившейся и проектируемой многоэтажной застройки.

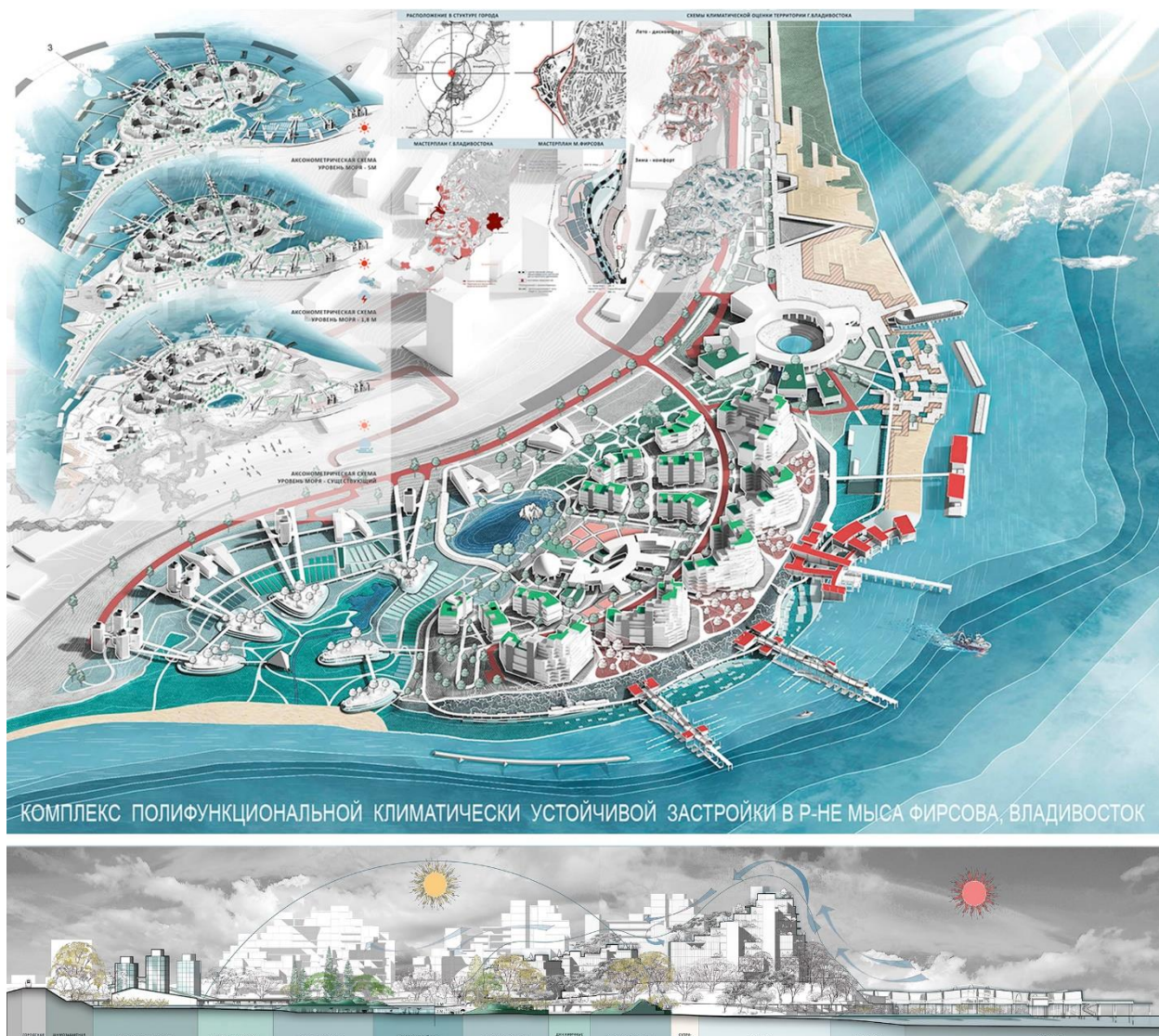


Рис.8. Устойчивая к климатическим изменениям застройка береговой черты, ВКР бакалавра, Департамент архитектуры и дизайна ДВФУ, Анна Зварич





Рис.9. Устойчивая к климатическим изменениям застройка береговой черты, ВКР специалиста, Департамент архитектуры и дизайна ДВФУ, Александра Коломоец

Полный текст исследования:

Казанцев П.А., Березина А.А., Болеживская А.Я., Бурдина Д.П., Ван-Хо-Бин Е.А., Марус Я.В. Исследование предпосылок формирования устойчивой к климатическим изменениям городской среды в условиях горного побережья и муссонного климата (на примере г. Владивостока) // Урбанистика. 2024. № 3. С. 28-52. DOI:[10.7256/2310-8673.2024.3.71098](https://doi.org/10.7256/2310-8673.2024.3.71098)

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации №529 от 18.06.2024 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий».
2. Березина А.А., Казанцев П.А. Концепция города-биотопа как архитектурно-ландшафтной системы // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2023. № 2(55). С. 148–162. DOI: <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2023-2/148-162>
3. Казанцев П.А. «Архитектура Владивостока в контексте устойчивости»: Форма.Спб.Ру, блог, электронный ресурс, <https://www.forma.spb.ru/archiblog/2020/11/07/arhitektura-vladivostoka-v-kontekste-ustoychivosti/>