

Научная статья
УДК 712.5; 635.39
<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2024-1/147-165>

Особенности формирования внешних систем озеленения общественных зданий в условиях юга Приморского края

Александра Юрьевна Шиян, Павел Анатольевич Казанцев✉

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
✉ pal-antvlad@yandex.ru

Аннотация. Зеленые насаждения выполняют важную роль на протяжении всей эволюции архитектурно-ландшафтной среды города, определяя качество его территорий. В современной высокоплотной городской застройке помимо традиционных форм озеленения широко применяют разнообразные методы интеграции зеленых систем в объемно-планировочную структуру зданий. В статье рассматривается взаимосвязь пространственных характеристик общественных зданий и внешних зеленых систем с учетом преобладающих природно-климатических параметров среды и функционального назначения объекта. На основе обзора и анализа теоретических материалов и практики проектирования выявлены основные закономерности формирования внешних систем озеленения общественных зданий. Показано, что целенаправленно формируемые геометрические параметры здания обеспечивают необходимый микроклимат для размещения зеленых систем. Разработаны предложения по размещению внешних систем озеленения общественных зданий в климатических условиях юга Приморского края.

Ключевые слова: системы озеленения зданий, биоклиматическая архитектура, экология городской среды, ландшафт, антропогенные экосистемы

Для цитирования: Шиян А.Ю., Казанцев П.А. Особенности формирования внешних систем озеленения зданий в условиях юга Приморского края // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2024. № 1(58). С. 147–165.

Original article

Features of formation the external landscaping systems in public buildings in regional conditions of the south Primorsky Krai

Aleksandra Yu. Shiian, Pavel A. Kazantsev✉

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
✉ pal-antvlad@yandex.ru

Abstract. Green spaces make a great contribution in quality of city throughout the evolution of its architectural and landscape environment. In modern high-density urban development, in addition to traditional forms of landscaping, various methods of integrating green systems into the space-planning structure of buildings are widely used. In this article examines the relationship between the spatial characteristics of public buildings and external greenery systems, taking into account the prevailing natural and climatic parameters of the environment and the functional purpose of the object. Based on a review and analysis of theoretical materials and design practice, the main patterns of the formation of external landscaping systems for public buildings have been identified. It is shown that directionally formed geometric parameters of the building provide the necessary microclimate for the placement of green systems. Proposals have been developed for the placement of external landscaping systems for public buildings in the climatic conditions of the south of Primorsky Krai region.

Keywords: greening systems for buildings, bioclimatic architecture, ecology of the urban environment, landscape, anthropogenic ecosystems

For citation: Shiiian A.Yu., Kazantsev P.A. Features of formation the external landscaping systems in buildings in regional conditions of the south Primorsky Krai. *FEFU: School of Engineering Bulletin*, 2024, no. 1(58), pp. 147–165. (In Russ.).

Введение

Инфраструктура озелененных городских пространств является одним из способов формирования экологически устойчивых городов. Зеленые системы, интегрированные в архитектуру, защищают от перегрева в летнее время и снижают температурный фон прилегающей территории, снижают уровень тепловых потерь зимой, защищают от косых дождей и туманов, собирают, перераспределяют и хранят влагу атмосферных осадков.

В современной застройке высокой плотности интеграция сети зелёных насаждений с застроенной средой в виде садов на крышах, террасированных садов, озеленения покрытий и фасадов рассматривается как элемент, восполняющий биоразнообразие городской среды. В данном контексте общественные здания, как формообразующие центры, составляют целостную структуру с городскими озелененными пространствами.

Интеграция ландшафтных компонентов и архитектуры – не новое явление, известны «висячие сады» в архитектуре Вавилона, украшения растениями плоских крыш в Древней Греции и Риме, террасированные сады эпохи Возрождения в Италии. В России сады на искусственных основаниях появляются с XVII в., интересны примеры «верховых садов» в Московском Кремле, до наших дней сохранился висячий сад на крыше Малого Эрмитажа в Санкт-Петербурге.

В XIX в. появились новые экономические и технические предпосылки к массовому строительству садов на крышах в Европе. В нашей стране теоретическое обоснование применению плоских крыш в 1920-е годы было дано архитекторами-конструктивистами: Бархиным, братьями Весниныными, Голосовым, Леонидовым и др. Идеи целостного подхода к зеленому планированию развивал Э. Хорвард в концепции «Город-Сад». Принципы проектирования с предпочтением к естественной топографии, флоре и фауне данного места применял в своих работах Ф.Л. Олмстед.

С конца XX в. формируется подход к городу как к многомерной экосистеме. Кен Янг, один из пионеров экологически ориентированного подхода в архитектуре, разрабатывает приемы непрерывного, интегрированного озеленения зданий. Такой подход к формированию зданий с включением в их структуру элементов природной среды направлен на создание целостного каркаса озелененных городских пространств [1, 2]. С учетом этого рассмотрение особенностей интеграции систем озеленения в архитектуру общественных зданий, как дополнение к инфраструктуре озелененных городских пространств, становится актуальным.

Системы озеленения в качестве продолжения городских общественных пространств используются в архитектуре многофункциональных комплексов, научных центров, библиотек, музеев и реализованы в проектах Ле Корбюзье, Кена Янга, Ренцо Пиано, Кенго Кума и других архитекторов.

Проектирование систем озеленения зданий – тема исследований С. Вейлера и К. Челз, обзор садов на крышах – А.Н. Титовой, вертикальное озеленение многоэтажных зданий – Э. Воода, Д. Сефрика. Вопросы формирования систем озеленения общественных зданий рассмотрены в работах А.Н. Тетиора, Л.Б. Лунц. Основы формирования природного каркаса представлены в работах Н.С. Краснощековой, З.Н. Яригиной, В.В. Владимирова; особенности ландшафтного проектирования и формирования зеленых насаждений в условиях Приморского края занимают авторы А.В. Копьёва, В.М. Урусов.

Вместе с тем тема интеграции зеленых систем и архитектуры практически не исследована для региональных условий, тогда как специфика муссонного климата не допускает проектирования на региональную практику разработанных в данной области способов и при-

емов озеленения. Применение местных видов растений и адаптация внешних систем озеленения в архитектуре общественных зданий городов юга Приморья позволит нивелировать воздействие антропогенной среды, организовать согласованность объекта с уникальным ландшафтом.

Взаимосвязь пространственных характеристик общественных зданий и формируемых систем озеленения

В естественных условиях характеристики растительных систем определяются исходными климатическими условиями и их изменением при взаимодействии с рельефом местности. Перераспределение ветра, инсоляции и водных потоков в холмистых и горных районах создает резко контрастные микроклиматические зоны, что сказывается на разнообразии растительных систем. Городская застройка также резко изменяет векторные климатические факторы и движение влаги, и может рассматриваться как аналог естественного рельефа при формировании зеленых систем [3]. В процессе проектирования благоприятные для вегитации геометрические параметры застройки могут быть заданными изначально и существенно скорректировать архитектурный образ здания.

В мировой практике разделяют «экстенсивный» способ озеленения поверхностей и «интенсивный» для создания садов на искусственных основаниях. Распределяя растения по форме здания, можно концентрированно расположить весь материал озеленения в одной плоскости здания либо в нескольких ярусах, плоскостях объекта. Наиболее устойчивая система формируется при взаимодействии видов исходного ландшафта с растениями построенного объекта. Системы озеленения при интеграции их с земной поверхностью подразделяют на надземные, наземные и находящиеся ниже уровня земли. Фрагменты зданий, раскрывающиеся в сторону парков, скверов, становятся продолжением рекреационных пространств на разных уровнях. Один из приемов интеграции объекта с ландшафтом – распределение местных флористических сообществ на внешних плоскостях здания.

В классификации систем озеленения выделяют озеленение покрытий (сады на искусственных основаниях, озеленение кровель) и вертикальное озеленение фасадов (табл. 1). Растениями оформляют элементы зданий – торцы лоджий, навесы и парапеты.

При использовании крыш для размещения растительности посредством дифференциации толщины почвенного слоя глубиной от 100 до 500 мм могут сочетаться способы создания «экстенсивного» и «интенсивного» озеленения покрытий. Экстенсивный способ позволяет создать зелёный ковер при малой толщине субстрата, применяя адаптированные к засухе и повышенной солнечной инсоляции засухоустойчивые виды растений. Полуинтенсивный способ допускает больший диапазон в ассортименте растений за счет увеличения слоя субстрата и усложнения в конструктивном решении слоев. Интенсивный метод требует большей высоты грунта и дополнительных мер по усилению конструкций опор, причём при распределении деревьев на кровле необходимо высаживать их над опорными элементами [4].

Наклонное озеленение кровель предполагает добавление элементов, предотвращающих смещение растительного слоя. Выделяют несколько конструктивных решений в зависимости от угла наклона. Так, при слабом наклоне на кровле или пандусе высаживаются породы низких кустарников, произрастающих в естественных условиях на террасированных склонах. Большая крутизна поверхности требует введения дополнительной верхней сетки с применением почвопокровных растений, а также видов, выживающих на крутых склонах и откосах оврагов.

Вертикальное озеленение подразделяют на две основные системы – зеленые фасады и фитостены. Озеленение фасадов обычно формируют из ампельных растений, выращиваемых вдоль стен напрямую или закреплённых на навесной системе. Внешний контур здания дополняется пространственным каркасом, который превращается во флористическую композицию по мере развития растений. При ярусном способе озеленения растения высаживаются поэтапно в ёмкости с грунтом. Фасад формируется системой внешних горизонтальных жалюзи,

прикреплены к глубоким балконам, по которым и распределяются ампельные растения. Повторяя конфигурацию каркаса и заполняя его контур поверх фасада, вьющиеся растения создают дополнительный слой на внешней оболочке здания – зеленый экран, конденсирующий влагу в сезон дождей и снижающий количество солнечных лучей, попадающих во внутренние помещения.

Таблица / Table 1

Общая классификация систем озеленения зданий
General classification of greenery systems

Тип озеленения	Горизонтальное озеленение	Наклонное озеленение	Вертикальное озеленение
Экстенсивный			
Упрощенный интенсивный			
Интенсивный			

Фитостены (живые стены) включают в себя материалы и современные технологии, позволяющие конструировать элементы здания с использованием панелей, содержащих «вживленную» растительность на наружной поверхности фасада. Слой с растениями размещается на специальном металлическом каркасе с встроенной системой капельного полива [4].

Перечисленные способы озеленения могут быть распределены по форме здания в зависимости от местных микроклиматических условий и композиционных особенностей объекта. В интеграции растений с построенной формой выделяют три основных приема: накладывание (апликация), смешивание и спиральное интегрирование (табл. 2) [5].

Таблица / Table 2

Распределение систем озеленения по форме здания
Distribution of greenery systems according to the shape of the building

Накладывание (апликация)	Перемещение	Спиральная интеграция

Накладывание (апликация) – концентрированное размещение озеленения в одном или нескольких местах в плоскости объекта. На поверхности здания создается дополнительный слой из растительного материала как способ графического взаимодействия природных компонентов

в оформлении плоскости фасада или покрытий [4]. Ассортимент выбираемых растений зависит от определенного места в структуре здания. Использование технологий по поддержанию роста и развития растений позволяет расширять сортамент и формировать разнообразные флористические композиции. Прием аппликации в большей степени применяется для декоративного оформления. При этом испарение влаги с поверхности листьев способствует понижению температуры окружающего воздуха и организации комфортной среды вокруг здания (рис. 1, 2).



Рис. 1. Прием аппликации: Библиотека Семиахму в Уайт-Роке, Ванкувер
 Fig. 1. The application method: Semiahmoo Public Library in White Rock, Vancouver



Рис. 2. Прием ярусной аппликации: Общественное здание Чилийский консорциум, Сантьяго
 Fig. 2. The tiered application method: Chile Consorcio-Santiago

Перемешивание (перемещение) – рассредоточенное, неоднородное распределение растений в нескольких уровнях или плоскостях объекта. Содержанием приема становится размещение озеленённых модулей в поэтажных садах, галереях или на террасах. Формируемый объём позволяет использовать образующиеся «слои» пространства для включения компонентов растительности в структуру здания (рис. 3) [6]. Растения размещаются снаружи с различной степенью защищенности от внешних факторов. Основной объём здания дополняется системой экранирующих элементов (фрагменты конструкций, экраны), нивелирующих атмосферное влияние. В регионах с характерным понижением температуры ниже 0°C озелененные модули располагаются в частично защищенных от атмосферно-климатического воздействия местах, таких как переходные галереи или внутренние дворики. Прием смешивания позволяет организовывать пространства в структуре объекта с природными компонентами, основываясь на подборе видов из местных флористических сообществ.



Рис. 3. Приём перемещения: Общественный центр Аркос, Фукуока

Fig. 3. The displacement method: Fukuoka Acros Center

Спиральное интегрирование (ландшафтная рампа) – последовательное распределение озелененных модулей в структуре здания. Начиная от уровня земной поверхности группы растений при помощи встроенных кашпо, через поэтажные дворики, поднимаются по диагонали вдоль фасада здания до верхнего уровня кровли [5]. Данный приём относится к концепции непрерывного вертикального ландшафта, основанной на экологической взаимосвязи и взаимодействии видов растений исходного ландшафта и растений построенного объекта, что способствует организации устойчивой экосистемы (рис. 4).

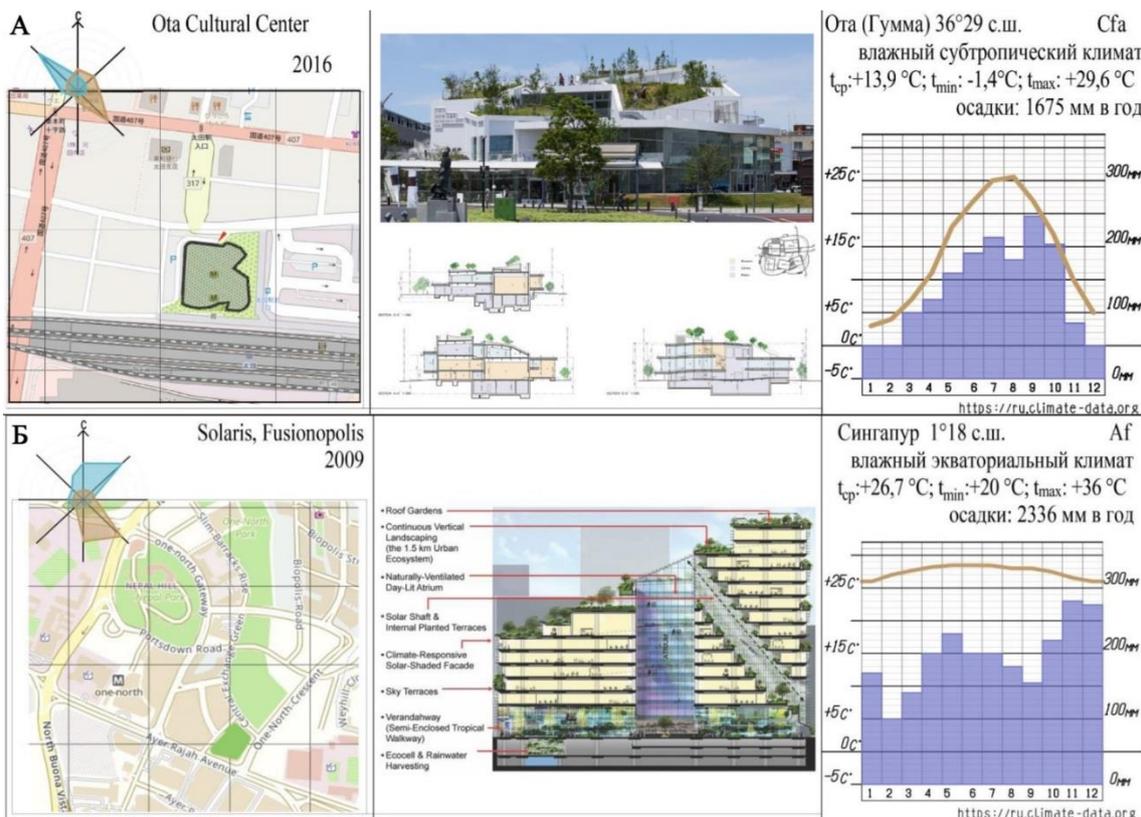


Рис. 4. Прием спиральной интеграции:

А – городской культурный центр Ота; Б – офисное здание Solaris, Сингапур

Fig. 4. The spiral integration method: A – Ota Cultural Center; Б – The Solaris Fusionopolis

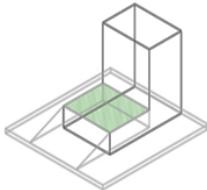
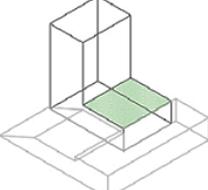
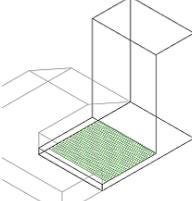
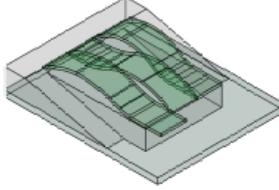
Создание непрерывного или восходящего по спирали растительного массива имеет сходство с распределением растений в горных ландшафтах на инсолируемых или затенённых участках, в нижних или верхних частях склона. Концепция непрерывного ландшафта предполагает

объединение групп исходного ландшафта и озеленённых плоскостей здания при пластическом моделировании формы для распределения определенного видового состава растений.

По расположению относительно уровня земной поверхности используют следующие системы озеленения: надземные «висячие сады», устраиваемые на верхних этажах и крышах зданий; наземные, находящиеся на уровне земли на сооружениях, которые частично заглублены или примыкают к склону местности; находящиеся ниже уровня земли на нижних открытых площадках. Второй рельеф сочетает свойства наземной и надземной систем озеленения (табл. 3) [4, 7].

Таблица / Table 3

Расположение систем озеленения относительно уровня земной поверхности
The location of greenery systems in relation to the earth's surface

Надземное	Наземное	Ниже уровня земли	Второй рельеф
			

Включение компонентов растительности в верхнюю часть общественных зданий зачастую соотносится с формированием характерного силуэта, в котором формы объекта архитектуры сочетаются с формами ландшафта.

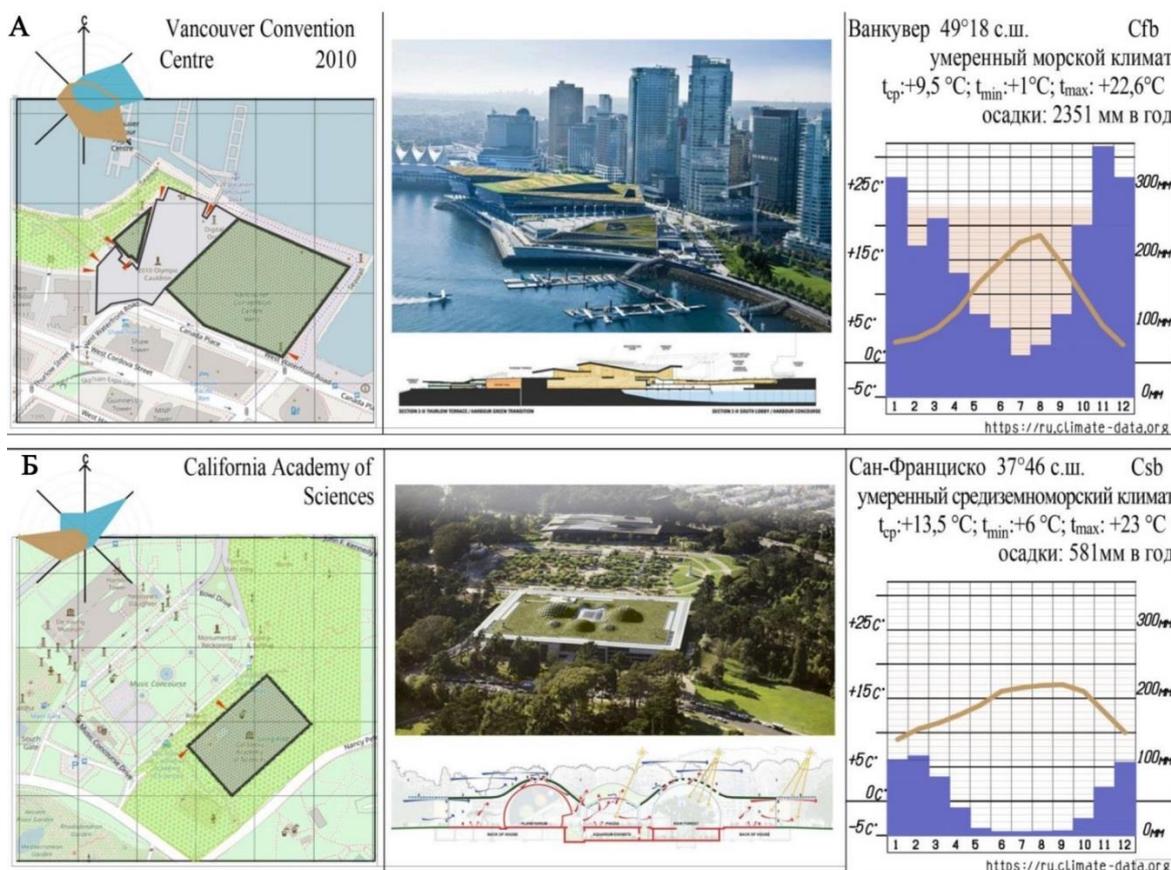


Рис. 5. Форма кровли как элемент ландшафта:

А – Конференц-центр в Ванкувере;

Б – Музей естественной истории Калифорнийской академии наук

Fig. 5. Roof shape as a landscape element:

A – Vancouver Convention Center West; Б – California Academy of Sciences

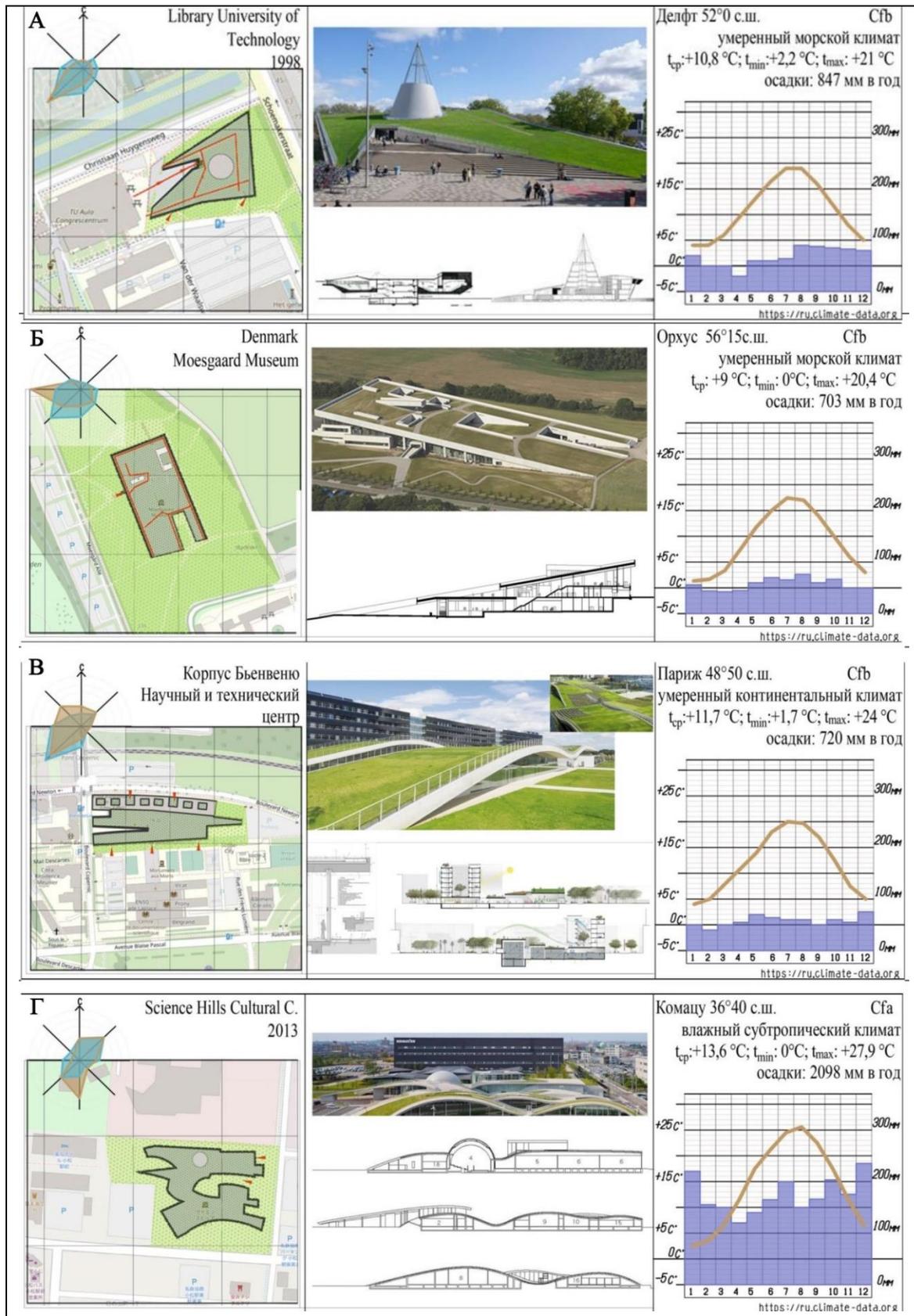
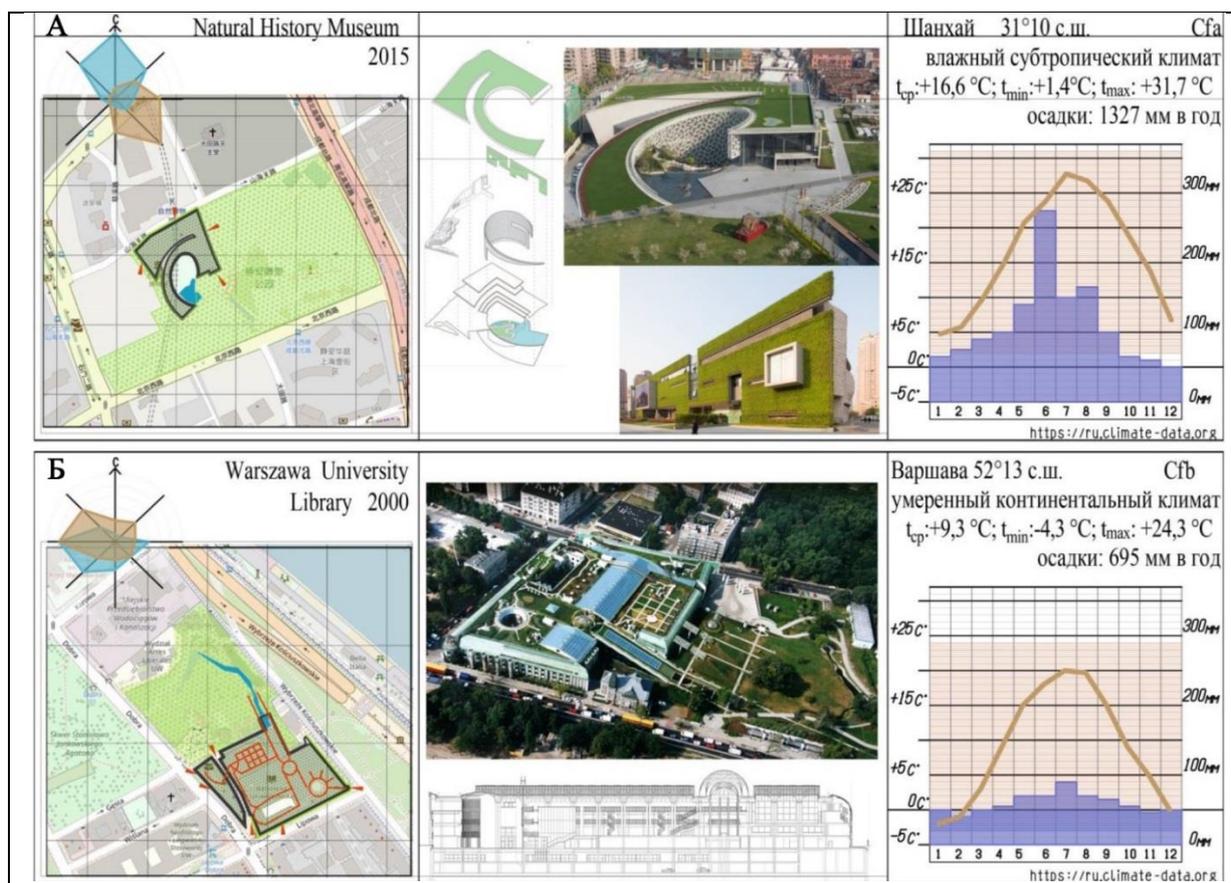


Рис. 6. Интеграция с земной поверхностью:

**А – Библиотека Технологического университета; Б – Музей Мосгаард;
 В – Научный и технический центр «Корпус Бьенвеню»; Г – Музей науки в Комацу.**

Fig. 6. Integration with the earth's surface:

A – Delft Library University of Technology; Б – Moesgaard Museum; B – PST Bienvenüe Science; Г – Science Hills Komatsu Cultural Center



**Рис. 7. Разноуровневое распределение систем озеленения:
А – Библиотека в Варшаве; Б – Шанхайский музей естественной истории**

**Fig. 7. Multi-level distribution of greenery systems:
A – Warszawa University Library; Б – Shanghai Natural History Museum**

Здание конференц-центра в Ванкувере (Vancouver Convention Center West) расположено на участке, который граничит с густонаселенным городским центром, гаванью и общественным парком (рис. 5). Живая крыша здания спроектирована как своеобразный холст, подходящий для размещения местных видов трав и полевых цветов. Наклонные формы крыши отражают топографию региона, формируя композиционную и экологическую связь с близлежащими объектами. Склоны создают естественный дренаж и структуру для миграции семян, что влияет на экологию крыши [8].

Музей естественной истории Калифорнийской академии наук расположен на территории парка «Золотые ворота» (рис. 5). Весь комплекс похож на парк, поднятый над землей на 10 м. Крыша, плоская по периметру, как природный ландшафт, становится все более волнистой по мере удаления от края, образуя серию куполов разных размеров, поднимающихся вверх от плоскости крыши. Линии крыши выражают разнообразные по функциям пространства, объединенные в одном здании [9].

Распределение растений на наклонных или параболических покрытиях – один из приемов интеграции архитектуры и ландшафта. Покатая кровля общественного здания может стать продолжением газона, подниматься по рельефу. Прямоугольная плоскость крыши, покрытая травой, становится дополнительным рекреационным пространством. Ориентация уклона поверхности крыши-фасада на юг снижает теплопотери здания (рис. 6) [10, 11].

Форма Музея науки в г. Комацу (Science Hills Komatsu) образована из четырех невысоких волн. Плита покрытия здания поднимается от земли в виде волн, переходящих в небольшой парк на верхней поверхности. Изгиб крыши служит широким навесом, контролирующим свет, а также стоком, направляющим дождевую воду в резервуар для орошения растений (рис. 6) [12].

Распределение растений в структуре общественных зданий при разнообразии композиционных решений и применяемого ассортимента создает уникальный облик здания. Построенная форма становится транзитным природным пространством, переходящим от внешней среды к внутреннему пространству объекта. Наряду с озеленением внешнего контура покрытий и фасадов природные элементы встраиваются в пространство внутренних двориков, переходных галерей и других переходных буферных пространств.

Ботанический сад рядом с Библиотекой Варшавского университета объединён в одно целое с эксплуатируемой кровлей: зелёный массив переходит на крышу здания, образуя единое разноуровневое рекреационное пространство. Висячий сад на крыше состоит из верхней и нижней частей, объединённых пологим склоном с каскадами стекающей воды. Между основным объемом здания и торговым блоком проходит пешеходный променад с верхним остеклением. Поверхности, обрамляющие общественное пространство и фасады здания решены как экологические стены. Вьющиеся растения закрепляются на сетчатых конструкциях и становятся природной тканью в оболочке здания (рис. 7) [13].

Музей естественной истории в Шанхае располагается на территории парка. Природные элементы изображены на фасадах здания, включая восточную живую стену, символизирующую земную растительность. Композиция из деревьев и кустарников обрамляет овальный пруд заглубленного внутреннего двора. Дождевая вода собирается с покрытой растительностью кровли и направляется в пруд (рис. 7) [14].

Включение систем озеленения в форму зданий связано с изменениями в архитектуре, где климат местности становится одним из преобладающих факторов. На примерах мирового опыта проектирования можно проследить закономерность в адаптации элементов зданий, связанных с интеграцией растительного материала (табл. 4).

1. *Проектирование систем озеленения в зависимости от солнечных координат, определенных широтой данной местности.* В зонах высоких широт распределение растений в большей степени сосредоточено на южных и юго-восточных поверхностях, такое расположение увеличивает сроки вегетативного периода растений и позволяет выращивать декоративные сорта. Форма объекта обеспечивает возможность для распределения растений на поверхностях с достаточным освещением. В некоторых объектах деревья и кустарники размещаются на эксплуатируемых покрытиях с восточной и северо-восточной сторон, где более равномерны микроклиматические условия (Warszawa University Library).

2. *Корректировка ветрового потока формой здания.* В той или иной мере посадки растений защищаются от ветрового воздействия. Приемами ветрозащиты могут быть расположение озеленения террасами с противоположной от ветра стороны (Fukuoka Acros Center), экранящие элементы на парапетах или кровле. Также защита с наветренной стороны может быть достигнута возвышающимся объемом (Science Hills Komatsu Cultural Center).

3. *Зависимость угла наклона и формы кровли от количества осадков в виде снега или дождя.* В районах с интенсивными осадками в виде ливней характерны волнообразная форма плиты покрытия и организованная система сбора и хранения дождевой воды (Singapore School of Arts; Science Hills Komatsu Cultural Center; Shanghai, China Natural History Museum). В регионах с меньшим количеством среднегодовых осадков и выпадением снега в зимний период многие проекты построены с зеленой кровлей в виде пандуса (Aarhus Denmark Moesgaard Museum; Delft Library University of Technology; Warszawa University Library).

4. *Организация сбалансированного теплового режима* достигается увеличением инертной массы парапета для аккумуляции перепада температур в зимний период (висячие сады Малого Эрмитажа). Раскрытие поверхности на южную сторону обеспечивает солнечный прогрев в течение всего светового дня (Delft Library University of Technology).

5. *Расположение растительности в зависимости от массы почвы, силы ветра, необходимости устройства дренажа, водостоков.* Размещение растений увязывают с несущими конструкциями сооружения, на котором устраивается сад в общественных зданиях, помещениях – это один из аспектов архитектурного решения, закладываемого в проекте.

Таблица / Table 4

Влияние климатических факторов на формирование внешних систем озеленения зданий
 The influence of climatic factors on the formation external greenery systems

Освещение	<p>Сезонное затенение. Пропорциональность степени листового покрова периодам интенсивности УФ</p>	<p>Обеспечение достаточного уровня освещения</p>	<p>Зеленые навесы, контролирующие поступление солнечного свет</p>	
Поступление тепла	<p>Воздушная прослойка из элементов верт. озеленения (пространство теплового буфера)</p>	<p>Раскрытие на южные, юго-восточный сектор</p>	<p>Организация сбалансированного теплового режима</p>	
Ветровое воздействие	<p>Снижение скорости воздушного потока вдоль здания элементами вертикального озеленения</p>	<p>Ветрозащита от холодных воздушных потоков (форма кровли, террасы с противоположной от ветра стороны)</p>	<p>Зеленые экраны ветрозащита в летний период</p>	
Атмосферные осадки	<p>Осаждение влаги листьями растений</p>	<p>- Внешний водосток к карнизам по краям террас - Таяние снежного покрова и организация стока</p>	<p>Экранирование атмосферных осадков навесами с озеленением</p>	

Таким образом, введение систем озеленения в архитектуру общественных зданий влияет на их пространственные характеристики. Форма моделируется с учетом возможности для распределения растений на поверхностях с достаточным уровнем инсоляции и защиты от преобладающего направления ветра. Выявление природных закономерностей и согласованность архитектурного объекта с ландшафтом организует проектирование экологически устойчивых систем.

Влияние климатических факторов и рельефа на формирование систем озеленения в условиях естественных ландшафтов юга Приморского края

Региональные условия накладывают определенные ограничения на выбор формы систем озеленения и подбор ассортимента растений. В свою очередь, само здание при размещении зеленых систем должно рассматриваться как элемент ландшафта, формирующий ветровой, инсоляционный и гидрологический микроклиматы территории. Организация устойчивых к внешним воздействиям систем накладывают ограничения на архитектурно-планировочное решение здания, на размещение и подбор материала озеленения [15]. Данные подходы основываются на региональных климатических условиях. В числе климатических характеристик первостепенное значение имеют радиационный, температурный, ветровой режимы, количество атмосферных осадков, скорость и направление ветра [16].

Большая часть ландшафтов территории Приморского края входит в зону влажного климата. Поздней осенью и зимой территория находится под преобладающим воздействием холодных и сухих воздушных масс. Доминирующий поток воздуха направлен с северо-запада на юго-восток. В этот период наблюдается преимущественно ясная морозная погода. В теплый период преобладает циркуляция обратного направления. Юго-восточные ветры поздней весной и ранним летом приносят относительно прохладный и влажный морской воздух, вызывающий образование туманов и морозящие дожди. Во второй половине лета на континент вторгаются массы влажного теплого воздуха из южных широт. Эти вторжения сопровождаются дождями большой продолжительности и интенсивности [17].

Муссонный характер циркуляции определяет особенности радиационного режима ландшафтов Приморского края. В зимний период поступление прямой солнечной радиации составляет 50–70% от возможных сумм, летом она снижается до 40–55% за счет туманов и значительной пасмурности [17]. Температурный режим определяется в основном характером циркуляции атмосферы и пересеченным рельефом местности с выраженными склонами разной крутизны и менее значительными речными долинами. Среднегодовые температуры составляют 4°C. В зимнее время преобладают ветры северного и северо-западного направлений, в летнее – юго-восточного и юго-западного. С ними связаны ливни и тайфуны, а также выпадение обильного мокрого снега в первой половине зимы.

В рельефе юга Приморского края основная орографическая часть представлена окраинной гор Восточно-Маньчжурской страны, основной массив которых находится в КНР. Хребты этой системы вулканического происхождения, в основном низкогорные и среднегорные. Горные гряды имеют пологоволнистые очертания [17].

Таким образом, цель настоящего исследования – выявить основные принципы формирования систем озеленения в структуре общественных зданий в условиях юга Приморского края.

В Приморском крае благоприятный климат способствует высокому биологическому разнообразию, а преобладание горного рельефа обуславливает ярко выраженную высотную поясность. Самой богатой маньчжурской флорой обладает Южное Приморье в составе хвойно-широколиственных лесов с многочисленными лианами и эпифитными споровыми растениями. На большей части юга Приморского края преобладают вторичные леса с доминированием дуба монгольского. Основными типами леса являются: 1) дубняки, чистые или с небольшой примесью других пород, на склонах южных экспозиций, шлейфах оврагов северных склонов и долинных ландшафтов; 2) смешанные хвойно-широколиственные леса на теневых северных склонах, в долинах, в верховьях рек.

Каждый географический ландшафт характеризуется геоморфологической структурой поверхности и растительными сообществами, приуроченными к определенным местам обитания.

Под понятием «тип условий местопроизрастаний» понимаются участки территории, принадлежащие к сходным по топографическому положению и происхождению формам рельефа и характеризующиеся качественно однородным режимом комплекса природных факторов.

Рельеф вводится в определение типа условий местопроизрастаний в качестве его важнейшего признака. Являясь поверхностью раздела между атмосферой и литосферой, рельеф перераспределяет свет, тепло и влагу, получаемые земной поверхностью и предопределенные в их исходных величинах географической широтой и пространственным положением местности по отношению к материкам и океанам. Таким образом, особенности формы рельефа, к которой приурочены группировки растительности, определяют характер и абсолютные значения величин перечисленных факторов жизни растений [18].

Типологический состав растительности четко согласуется с приуроченностью к мезорельефу: выделяются склоновые ландшафты (водоразделы, верхние, средние, нижние части и подножия склонов, овраги и холмы) и долинные ландшафты [18].

В условия горного рельефа высоко разнообразие групп растений, произрастающих на склонах определённой формы и экспозиции. Растения сильно различаются по видовому и типологическому составу в зависимости от положения в рельефе. Например, северным склонам свойственна микроклиматическая среда, определяющая большее биологическое разнообразие кедровых лесов. На южных склонах условия роста растений меняются от оптимальных в нижних частях до пессимальных в верхних. На верхних участках с крутым уклоном и выпуклой поверхностью распределяются адаптированные к резким перепадам температур засухоустойчивые виды. Редкий растительный покров водоразделов формируют ветро-засухоустойчивые растения [18].

Эти закономерности в распределении растительного покрова могут быть перенесены и на структуру озеленения здания – видовой состав фрагментов и плоскостей, выделяемых для интродукции растений. Для обеспечения биоразнообразия и формирования устойчивой системы рассматриваются природно-климатические и определённые характеристики рельефа во взаимосвязи с конкретным местообитанием видов растений, приуроченных к данным условиям. При подборе растений необходимо учитывать, насколько местность, где ведется строительство, по своему климату, характеру почвы и рельефу соответствует местности естественного произрастания этих растений.

Таким образом, влияние климатических факторов на формирование систем озеленения в условиях резкой контрастности климатического режима по сезонам года прослеживается в организации структур, экранирующих атмосферное воздействие, в подборе ассортимента растений для определенного места, во внешнем контуре объекта из сообществ со схожим типом условий местопроизрастаний, в корректировке динамики ветрового потока, от которого зависят изменения температурно-влажностного режима.

Взаимосвязь архитектуры общественных зданий и сортамента систем озеленения в условиях юга Приморского края

Подбор растений для тех или иных систем основан на управлении экологическими и фитоценоотическими принципами. Каждый географический ландшафт характеризуется определёнными группировками растений. Перенесение данного принципа в архитектуру объекта делает возможным моделирование микроландшафта и рассмотрение объекта как части общей экосистемы. Особое значение экологические условия произрастания растений приобретают в горной и холмистой местностях. Теневые северные и восточные склоны гор и холмов обладают более ровным тепловым режимом и высокой относительной влажностью воздуха. Солнечные южные и юго-западные склоны отличаются резкими перепадами температуры.

Наиболее показательными климатическими характеристиками в условиях юга Приморского края являются:

- повышенная инсоляция южных наклонных поверхностей в зимне-весенний период и высокая амплитуда колебаний температур в дневное и ночное время;
- диаметрально различие румбов ветров в зимний и летний сезоны;
- увлажнение стен в период летних тайфунов.

Климатические характеристики условно можно приложить к ориентации формы объекта по сторонам света (табл. 5).

Определенный набор растений может быть применен в той или иной системе в зависимости от экспозиции и характера поверхности. Как показано в табл. 6, основные типы организации озелененных пространств выражены в виде схем-модулей, привязаны к группам растений в соответствии с характеристиками их местпроизрастаний. Градация растений по горизонтали отражает свойства растений по отношению к свету и влаге (от видов ксерофитов в верхних рядах к мезофитам в нижних рядах таблицы). Также выбраны группы по показателям ветроустойчивости, теневыносливости и засухоустойчивости. Различие растительного покрова по ярусам отображено в вертикальных блоках – древесно-кустарниковый и травянистый ярусы [19]. Верхний пояс представляют схемы-модули для южных, юго-западных поверхностей, нижний – для теневых фрагментов зданий. Для оформления вертикального озеленения в таблице выделены столбцы с группами деревянистых лиан, применяемых для озеленения объектов высотой от 5 до 20 м [20], лиановидных полукустарников, используемых в озеленении объектов небольшой высоты, и декоративно-лиственных лиан для создания украшения в виде гирлянд по краям лоджий, в верхних частях сооружения. Отдельную группу представляют растения скальной флоры, применяемые в озеленении пространств между камнями в ландшафтах скальных садов.

Ландшафт характеризуется геоморфологической структурой поверхности и растительностью, и эти два признака относятся к модификации плоскостей объекта архитектуры. Растительность, являясь частью структуры озеленения, реагирует даже на мельчайшие изменения в геопластике [21]. Поэтому сортировка растений и типов систем озеленения устанавливается по признаку, составу и структуре растительности при учете геоморфологической структуры территории, занимаемой данным объектом.

Подбор и размещение растений в городской среде проводят, учитывая биоэкологические особенности трав, деревьев и кустарников, степень их газоустойчивости и жизнеспособности в условиях города, функционального назначения объекта, его расположения в структуре озелененных территорий.

В условиях юга Приморского края достаточная продолжительность тёплого периода способствует применению систем озеленения зданий, однако лимитирующими факторами являются суровая зима и выхолаживающие ветры, интенсивность летних осадков.

Заключение

1. Озелененные пространства рассматриваются как важнейшее средство регулирования состояния городской среды. Они способствуют сохранению возможности использования природных процессов в городской застройке, таких как естественная аэрация, защита от перегрева, излишней сухости или переувлажненности воздуха. Распределение растений на поверхности общественных комплексов объединяет их в систему природного каркаса города и создает дополнительные рекреационные пространства.

2. Формирование архитектуры здания с включением растительного материала в его структуру основано на экологических и фитоцентрических принципах. Также выявляется зависимость экспозиции поверхности, находящейся под наклоном, и показателей среды и, как следствие, изменение в распределении видов растений на поверхности с южной и северной ориентацией.

3. Рассмотрены основные аспекты взаимовлияния растений на микроклимат здания и адаптации к формам здания размещаемых видов растений с расчетом на их благоприятный рост, при учете распределения растительных сообществ, характерных для условий юга Приморского края. Размещение растительного материала в структуре здания обеспечивает: адаптацию к солнечному воздействию, естественный тепловой комфорт, нивелирование ветрового потока, служит дополнительным элементом при осаднении капель дождя и тумана. В свою очередь, для формирования микроклимата, благоприятного для роста растений, необходимы достаточный уровень освещения и увлажнения, а также защита от промерзания, перегрева и ветрового воздействия.

4. Сформировано предложение по размещению систем озеленения в архитектуре зданий в условиях юга Приморского края. Произрастающие виды отсортированы на основе ассортимента растений, применяемых в горизонтальном и наклонном озеленении, но для успешной их интродукции в структуру здания важен фактор произрастания растений в естественной среде. Многообразие форм растительности соответствует контрастным факторам природной среды. Архитектурная форма адаптирована к окружающим условиям, не противоречит исходным ландшафтам. Для обеспечения биоразнообразия и формирования устойчивой среды рассматриваются природно-климатические и определённые характеристики рельефа в связи с конкретным местообитанием видов растений, приуроченных к данным условиям.

5. Выявлен принцип здания ландшафта – формирование геопластики, повторяющей морфологию рельефа окружающей территории. Здесь учитывается влияние таких факторов среды, как ветер, солнце и увлажнение. Формируются своеобразные микроландшафты, и построенный объект воспринимается как сбалансированный модуль экосистемы.

Для достижения устойчивости формируемых антропогенных ландшафтов важно использовать закономерности природной динамики ландшафтов. Также следует учитывать последствия влияния произведенных изменений на смежные ландшафты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Красильникова Э.Э. Ландшафтный урбанизм. Теория – практика. Волгоград: Областные вести, 2015. 156 с.
2. Tempany A., Armour T. *Nature of the city*. London: RIBA Publishing, 2020. 150 p.
3. Березина А.А., Казанцев П.А. Концепция города-биотопа как ландшафтно-архитектурной системы // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2023. № 2(55). С. 148–162. <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2023-2/148-162>
4. Нефедов В.А. *Городской ландшафтный дизайн*. Санкт-Петербург: Любави, 2012. 320 с.
5. Yeang K. *A manual for ecological design*. John Wiley & Sons Ltd, 2008. 499 p.
6. Wood A., Bahrami P., Safaric D. *Green walls in high-rise buildings: An output of the CTBUIH sustainability*. Australia, The Imagies Publishing Group Pty Ltd, 2014.
7. Титова Н.Е. *Сады на крышах*. Москва: ОЛМА-ПРЕСС Гран, 2002.
8. Thomas Sch. *Dense+Green Cities: Architecture as Urban Ecosystem*. Birkhauser, 2020. 320 p.
9. California Academy of Sciences / Renzo Piano Building. URL: <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano> (дата обращения: 17.05.2023).
10. Library Delft University of Technology / Mecanoo. URL: <https://www.archdaily.com/958636/library-delft-university-of-technology-mecanoo> (дата обращения: 17.05.2023).
11. Moesgaard Museum / Henning Larsen. URL: <https://www.archdaily.com/590484/moesgaard-museum-henning-larsen-architects> (дата обращения: 17.05.2023).
12. Science Hills Komatsu / Mari Ito + UAo. URL: <https://www.archdaily.com/558781/science-hills-komatsu-mari-ito-uaa> (дата обращения: 17.05.2023).
13. Бембель И. Библиотека Варшавского университета. URL: <http://archi.ru/world/66076/biblioteka-varshavskogo-universiteta> (дата обращения: 17.05.2023).
14. Shanghai Natural History Museum / Perkins+Will. URL: <https://www.archdaily.com/623197/shanghai-natural-history-museum-perkins-will> (дата обращения: 17.05.2023).
15. Kazantsev P. *Ecologically Dependent Architectural Space as One of the Main Objects of Study in Higher Architectural School* // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1079, Ch. 1. 2021 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1079/2/022056> (дата обращения: 17.05.2023).
16. Pérez G., Coma J., Martorell I., Cabeza L.F. *Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review* // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. Vol. 39. P. 139–165. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.055>
17. Старожилов В.Т. *Ландшафтная география юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Регионально-комплексная специфика и пространственный анализ геосистем на примере Приморского края*. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2018. 316 с.
18. Колесников Б.П. *Кедровые леса Дальнего Востока*. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1956. 262 с.

19. Баркалов В.Ю., Врищ А.Э., Крестов П.В., Якубов В.В. Растительный мир Уссурийской тайги: полевой атлас-определитель. Владивосток: Дальневост. ун-т, 2010. 476 с.
20. Денисов Н.И. Деревянистые лианы российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2003. 348 с.
21. Крестов П.В., Верхолат В.П. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО РАН, 2003. 200 с.

REFERENCES

1. Krasilnikova E. Landscape urbanism. Theory – practice. Volgograd, Regional News Publishing House, 2015. 156 p. (In Russ.).
2. Tempany A., Armour T. Nature of the city. London, RIBA Publishing, 2020, 150 p.
3. Berezina A.A., Kazantsev P.A. The concept of the biotop-city as a landscape architectural system. *FEFU: School of Engineering Bulletin*, 2023, no. 2(55), pp. 148–162. (In Russ.). <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2023-2/148-16>
4. Nefedov V. Urban landscape design. Saint Petersburg, Lubavitch Publ., 2012. 320 p. (In Russ.).
5. Yeang K. A Manual For Ecological Design. John Wiley & Sons, Ltd, 2008. 499 p.
6. Wood A., Bahrami P. & Safaric D. Green walls in high-rise buildings: An output of the CTBUH sustainability. Australia, The Imagies Publishing Group Pty Ltd, 2014. 238 p.
7. Titova N. Gardens on the roofs. Moscow, OLMA-PRESS Grand, 2002. 108 p. (In Russ.).
8. Thomas Sch. Dense+Green Cities: Architecture as Urban Ecosyste. Birkhauser, 2020. 320 p.
9. California Academy of Sciences / Renzo Piano Building URL: <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano> (accessed: May 17, 2023).
10. Library Delft University of Technology / Mecanoo URL: <https://www.archdaily.com/958636/library-delft-university-of-technology-mecanoo> (accessed: May 17, 2023).
11. Moesgaard Museum / Henning Larsen URL: <https://www.archdaily.com/590484/moesgaard-museum-henning-larsen-architects> (accessed: May 17, 2023).
12. Science Hills Komatsu / Mari Ito + UAo URL: <https://www.archdaily.com/558781/science-hills-komatsu-mari-ito-uao> (accessed: May 17, 2023).
13. Bembel I. Library of the University of Warsawa. URL: <http://archi.ru/world/66076/biblioteka-varshavskogo-universitet> (accessed: May 17, 2023).
14. Shanghai Natural History Museum. URL: <https://www.archdaily.com/623197/shanghai-natural-history-museum-perkins-will> (accessed: May 17, 2023).
15. Kazantsev P. Ecologically Dependent Architectural Space as One of the Main Objects of Study in Higher Architectural School. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 1079, Chapter 1. 2021 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1079/2/022056> (accessed: May 17, 2023).
16. Pérez G., Coma J., Martorell I., Cabeza L.F. Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, vol. 39, pp. 139–165. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.055>
17. Starozhilov V.T. Landscape geography of the south of the Pacific landscape belt of Russia. Regionally complex specificity and spatial analysis of geosystems using the example of Primorsky Krai. Vladivostok, Far Eastern Federal University, 2018. 316 p. (In Russ.).
18. Kolesnikov B. Cedar forests of the Far East. Moscow; Leningrad, 1956. 262 p. (In Russ.).
19. Barkalov V., Vrishch A., Krestov P., Yakubov V. Plants of the Ussuri taiga (field guide). Vladivostok, Far Eastern Federal University, 2010. 476 p. (In Russ.).
20. Denisov N. Woody vines of the Russian Far East. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2003. 348 p. (In Russ.).
21. Krestov P., Verkholat V. Rare plant communities of Amur region. Vladivostok, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2003. 200 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Шиян Александра Юрьевна – магистр, аспирант, Департамент архитектуры и дизайна, Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Россия), shian.aiu@dvfu.ru

Казанцев Павел Анатольевич – кандидат архитектуры, профессор, Департамент архитектуры и дизайна, Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Россия), pal-antvlad@yandex.ru

Information about the authors

Aleksandra Yu. Shiian, Postgraduate Student, Department of Architecture and Design, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia), shiian.aiu@dvfu.ru

Pavel A. Kazantsev, Candidate of Architecture, Professor, Professor of the Department of Architecture and Design, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia), pal-antvlad@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 28.12.2023; одобрена после рецензирования 03.02.2024; принята к публикации 15.03.2024.

Information about the article

The article was submitted: December 27, 2023; approved after reviewing: February 3, 2024; accepted for publication: March 15, 2024.