Е.С. ПОНОМАРЕВ
Кандидат архитектуры, доцент кафедры теории и практики архитектуры, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
e-mail: pono.argo@gmail.com

Е.В. ПОККА
Кандидат архитектуры, доцент кафедры теории и практики архитектуры, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
e-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

К.С. ИВШИН
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой дизайна, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
e-mail: ivshic@mail.ru

E.S. PONOMAREV
Candidate of Architecture, Associate Professor of department of theory and practice of Architecture,
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
e-mail: pono.argo@gmail.com

E.V. POKKA
Candidate of Architecture, Associate Professor of department of theory and practice of Architecture, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
e-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

K.S. IVSHIN
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Design, Udmurt State University
e-mail: ivshic@mail.ru

DOI: 10.37485/1997-4663_2023_4_3_210_222

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРАНЖЕРЕЙНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

DESIGN OBJECT-SPATIAL ENVIRONMENT REGIONAL GREENHOUSE COMPLEXES AS INNOVATIVE EDUCATIONAL CENTERS

В статье рассматриваются проекты предметно-пространственной среды ботанических садов, в том числе оранжерей, они интересны с точки зрения изучения объемно-планировочных решений, поскольку в них часто используются пролетные структуры, а также поиска новых уникальных пространственных концепций, основанных на синтезе науки, искусства, технологий и живой природы. Анализ мировой практики в формообразовании предметно-пространственной среды оранжерейных комплексов определяет актуальные тренды в проектировании данного объекта дизайна и том, как использовать их в практической деятельности дизайнера городской среды. В XX веке в деятельности ботанических садов появилось новое направление, а именно — просветительская функция, позволяющая распространить научные знания о необходимости сохранения экологического баланса, тем самым формируя новый формат оранжереи в крытые парки комфортного отдыха. Целью исследования является: определить подходы формообразования предметно-пространственной среды региональных оранжерейных комплексов. Для этого необходимо рассмотреть отечественные и зарубежные проекты оранжерей и определить их градостроительные, функциональные и архитектурно-пространственные особенности. Такой анализ позволит определить основные современные тенденции в принципах организации внутреннего пространства оранжерей. Проанализировано более тридцати примеров с использованием классификации, а также проанализирована формообразующая составляющая современных проектов оранжерейных сооружений. В результате выявлен перечень необходимого функционала оранжерей: административные функции, выставочные, образо-

вательные, развлекательные; культурно-досуговые. Определены основные принципы проектирования архитектурной модели оранжерейных сооружений в качестве региональных образовательных центров.

The article considers projects of the spatial environment of botanical gardens, including greenhouses, are interesting in terms of studying space-planning solutions, since they often use large-span structures, as well as finding new unique spatial concepts based on the synthesis of science, art, technology and wildlife. The analysis of world practice in the formation of the spatial environment of greenhouse complexes determines current trends in the design of this design object and use them in the practical activities of the urban environment designer. In the XX century, a new direction appeared in the activities of botanical gardens, namely, an educational function that allows you to spread scientific knowledge about the need to maintain environmental balance, thereby forming a new format for the greenhouse in indoor parks of comfortable recreation. The purpose of the study is to determine the approaches to the formation of the spatial environment of regional greenhouse complexes. To do this, it is necessary to consider domestic and foreign projects of greenhouses and determine their urban planning, functional and architectural-spatial features. Such an analysis will determine the main modern trends in the principles of organizing the inner space of greenhouses. More than thirty examples were analyzed using classification, and the formative component of modern projects of greenhouse structures was analyzed. As a result, a list of the necessary functionality of greenhouses was revealed: administrative, exhibition, educational, entertainment; cultural and leisure. The basic principles of designing the architectural model of greenhouse structures as regional educational centers have been identified.

Ключевые слова: дизайн, типология, подходы проектирования, комфортная городская среда, экологическое проектирование.
Keywords: design, typology, design approaches, comfortable urban environment, ecological design.

В настоящее время при возникновении проблем перенаселения, нехватки природных ресурсов, а также надвигающегося энергетического кризиса и техногенно-экологических катастроф наличие экологических систем в виде крытых оранжерей и садов является актуальной задачей современного проектирования комфортной городской среды. Современная цивилизация столкнулась с необходимостью пересмотра существующей политики использования природного потенциала территорий в пользу более гибких пространственных преобразований [1].

Основателем проектов оранжерей являются Франция. Еще в XVI веке там строили специальные сооружения для сохранения экзотических и теплолюбивых растений. Самыми популярными растениями в те времена были апельсиновые деревья, что и послужило возникновением термина «оранжерея». Затем померанцевые домики, где выращивались цитрусовые — лимоны и апельсины — распространились по всей Европе [2].

Сегодня оранжереи играют важную роль в обеспечении стран продукцией растениеводства. Оранжерея является основной частью интенсивно-экологическойаграрной индустрии. Такие сооружения способны производить большие объемы продукции с более высоким качеством, чем традиционными методами, требующими огромных территориальных пространств (Vadiee Amir, 2012). Однако контроль над микроклиматом внутри оранжерейного сооружения является важным фактором успешного тепличного агрохозяйства. Данный инженерно-экологический контроль требует значительного количества энергетических затрат, составляющих от 65 % до 85 % потребности и 15 % эксплуатационных затраты (Vadieeand Martin, 2014) [3].

Просветительская функция оранжерей повышает осведомленность широких слоев населения в области экологической безопасности будущих поколений, при этом позволяет эффективно изучать и сохранять разнообразие видов растений, что ускоряет глобальный доступ к информации об исследованиях в области дендрологии [4].

Оранжереи являются доминирующим сооружением среди ботанических садов и природных парков, сохраняя баланс между природой, технологиями и безграничными творческими возможностями архитекторов и дизайнеров в создании уникальных комплексов. Источниками концептуальных идей для формообразования оранжерей служат исторические архитектурные стили, природные формы, а также футуристические образы, основанные на уникальных научных открытиях и технологиях [5].

Научно-исследовательские и просветительские цели оранжереи в совокупности с задачами сохранения ландшафта приводят к поискам новых структур, формообразование которых напрямую зависит от выбранной территории. Новые комплексы проектируют и на рекультивированных территориях карьеров и промышленных зон. Примером служит оранжерея «Эдем» в Корнуолле (Англия). Круглые купола теплиц «встроены» в существующий ландшафт. Вокруг оранжерей организована парковая зона для прогулок и созерцания окрестных территорий. Конструкция купола состоит из правильных шестиугольных модулей, позволяющих создавать огромные сферические поверхности.

Для данного исследования использованы следующие методы анализа оранжерейных сооружений, что позволило выявить основные принципы проектирования: 1) метод аналогии: обзор международных аналогов и составление типологии; 2) метод дедукции: проанализированы общие черты оранжерей и определены принципы проектирования; 3) метод обобщения: выявлены общие свойства, связи, закономерности в объектах и раскрыты единые критерии для формулирования принципов проектирования; 4) раскрыты функциональные особенности и принципы проектирования оранжерей, на основе анализа мировой практики XX–XXI веков; 5) метод трехмерного моделирования: воссоздание трехмерной формы здания для раскрытия пространственной организации оранжереи; 6) метод анализа: объекты были разделены на составляющие функциональные части; 7) метод синтеза: систематизация аналитических данных по оранжереям и составление матрицы для изучения их характеристик; 8) метод сравнения: выявление сходства и различий; 9) метод классификации: сочетание критериев и характеристик для классификации на основе распределения в типологические группы с целью установления связей между объектами; 10) ретроспективный метод: исследование процесса возникновения, становления и развития оранжереи для определения архитектурно-дизайнерских тенденций проектирования.

Ретроспективное исследование проводим на основе практики проектирования современной оранжереи. Рост популярности оранжереи связан с глобальным интересом к экологии и, как следствие, разработке в последнее время проектных решений по интеграции природных ресурсов и урбанизированной среды. Основными тенденциями нового подхода в оформлении оранжереи были: 1) тенденция «идеального пространства» — конструкция оранжереи создает универсальное экспозиционное про-

странство, образующее единый большой павильон; 2) тенденция объединения оранжереи и других учреждений в центр культурной деятельности и художественного производства; 3) тенденция — оранжерея как объект культурного притяжения, формирующий недавний рост туризма.

В таблицах 1 и 2 представлены типологии принципов и подходов проектирования оранжерейных комплексов.

Таблица 1. Типология принципов проектирования оранжерейных комплексов

Организационно-планировочный подход	Архитектурно-средовой подход	Инновационно-энергетический подход	Ландшафтно-технологический подход	Социально-образовательный подход
Принцип контекстуального проектирования	Принцип объемно-пространственной композиции (отдельно стоящий или совмещенный объект)	Принцип использования альтернативных энергосберегающих технологий	Принцип устойчивой технологии для полива растений	Принцип включения музейно-выставочных функций
Принцип транспортно-пешеходной организации территории проектируемого объекта	Принцип внедрения ландшафтной архитектуры и природных биоценозов	Принцип использования цифровых технологий при организации процессов в объекте	Принцип локализации строительных материалов на основе применения местных материалов	
Принцип дополняемости территории	Принцип максимальной озелененности пространства объекта			

Таблица 2. Типология подходов проектирования оранжерейных комплексов, согласно ландшафтному контексту

Подход	Пустыни местности	Горные склоны	Прибрежные территории
Градостроительный	Отдельно стоящий	Дискретный	Островной
Архитектурный	Шатровый тип	Ярусно-террасированная композиция	На стойках
Экономическо-энергетический подход	Ветрогенераторы, солнечные батареи	Гидроэлектростанции	Использование энергии воды (волн)
ландшафтно-климатический	Сухой климат	Резкие температурные перепады	Влажный климат
Коммуникационный	Обеспечение логистической доступности	Вертикальные коммуникации	Выход на акваторию

Тенденции функциональных особенностей современных оранжерей

Существует ряд тенденций, общих факторов, которые определяют современные оранжереи, но трудно определить точные правила функционального наполнения объектов оранжерейных комплексов. Имеются несколько тенденций функциональных особенностей в современном мире по локализации объекта проектирования и по проблемам определенного расположения. В основном, городское расположение оранжерейных комплексов используется в США и Европе. В Азии оранжереи, в основном, находятся за городом, в пустынных районах. В таких азиатских объектах существуют минимальное развлекательное наполнение (в основном, выставки).

Основные принципы проектирования современных оранжерей

Результат анализа более тридцати современных оранжерейных сооружений дает нам общее представление о функциональных особенностях зданий, что является основополагающим для определения принципов проектирования. Принципы проектирования представляют собой пять комплексных ступеней проектирования: организационно-планировочные, архитектурно-средовые, социально-образовательные, ландшафтно-технологические (таблица 1).

Организационно-планировочный подход. Принцип взаимодействия с окружающей средой определяет, насколько объект вписывается в контекст окружения. Контекстное проектирование является принципом, учитывающим окружающую среду и характеристику района застройки, и, определяющим требования к формированию планировки участка (объемно-планировочная конструкция, архитектурный облик, ландшафтный дизайн). Например, the glass houses «National botanic garden of Wales» (Foster and partners, 2000) (рис. 1а). Здесь же необходимо учитывать доступность объекта транспортными средствами. Что является ключевым инструментом, выявляющим объект в качестве места логистической доступности. Примером может служить оранжерея LUmbracle (арх. Santigo Calatrava, 2002) (рис. 1б).

Архитектурно-средовой подход. Принцип объемно-пространственной композиции определяет объемно-планировочное решение, где объект сформирован в качестве анфилады связанных пространств с различными функциональными нагрузками. Примером могут служить архитектурные решения, выполненные согласно различным подходам: несколько сооружений представляющих единую архитектурную композицию (арх. Delugan Meissl Associated Architects) (рис. 2а), или отдельно стоящий объект (арх. Alancearchitects, 2024) (рис. 2б).

Социально-образовательный подход. Социальное влияние на человека, сформированного архитектурным пространством должным образом, создает образовательный интерес к сфере биоценозному разнообразию. Формирование взаимосвязанных дендрологических локаций соединенных в анфиладные залы создает непрерывную пространственную организацию объекта в качестве социально-образовательного комплекса. Такой подход сформирован в выставочно-музейном пространстве (арх. Samoo Architects&Engineers + Grimshaw Architects, 2013) (рис. 3а). Так же социальная ориентация проектных решений, направленная на привлечение людей к природе реализована в проекте арх. Николас Гримшоу, 2001 (рис. 3б).

Ландшафтно-технологический подход. Принцип устойчивого развития, регулирующий минимально-негативное воздействие на окружающую природную среду. Такой подход наиболее эффективен за счет энергосбережения — использование альтернативных источников энергии (арх. Бюро Barton Willmore International, 2024) (рис. 4а). Принцип использования цифровых технологий при организации процессов в объекте (арх. Wilkinson Eyre Architects, 2012) (рис. 4б). Также ландшафтно-техно-

логический подход связан со сложностью рельефа, на котором располагается оранжерейный комплекс. Данный подход представлен в таб. 2.



Рис. 1а. Принцип проектирования в соответствии с окружающей средой. (арх. Foster and partners, 2000)
Рис. 1б. Принцип объекта как средства для логистической доступности (арх. Santigo Calatrava, 2002)



Рис. 2а. Совмещенная композиция (Delugan Meissl Associated Architects (DMAA), 2021)
Рис. 2б. Отдельно стоящая композиция (проект арх-студии Coldefy & Associates)



Рис. 3а. Принцип музейный основан на выставочных функциях (арх. Samoo Architects & Engineers + Grimshaw Architects, 2013)
Рис. 3б. Социальный поход основан на привлечении людей к природе (арх. Николас Гримшоу, 2001)



Рис. 4а. Принцип использования альтернативных энергосберегающих технологий (арх. Бюро Barton Willmore International, 2024)
Рис. 4б. Принцип использования цифровых технологий при организации процессов в объекте (арх. Wilkinson Eyre Architects, 2012)

Представленная типология принципов и подходов предметно-пространственной среды оранжерей позволит сформировать сеть региональных комплексов в качестве межрегиональных инновационных образовательных оранжерейных центров для различных регионов России с учетом их природно-климатического и ландшафтно-технологических ресурсов.



Рис. 5а. Дипломный проект городской оранжереи, автор Саляхутдинова Диана (студент КазГАСУ) науч. рук. доцент Покка Е.В. Общий вид. Присужден диплом I степени на МООСАО в 2023 г.

На практике перечисленные подходы воплощаются в учебных разработках студентов архитектурно-дизайнерских ВУЗов и представляют собой проекты современных региональных оранжерейных комплексов со встроенной образовательной функцией (рис. 5а, б).

Подобные проекты являются инновационно-перспективными для регионов России и представляют собой эффективные модели для дальнейшего успешного развития регионов и областей.



Рис. 5б. Дипломный проект городской оранжереи, автор Саляхутдинова Диана (студент КазГАСУ) науч. рук. доцент Покка Е.В. Средовые кадры

Список литературы:

1. *Халыкова Н.* Актуальность проектирования и классификация крытых садов / Н. Халыкова, Е.В. Шляхтич // Мир искусств: Вестник Международного института антиквариата. — 2016. — № 4 (16). — URL: https://esa-conference.ru/conference/ (дата обращения: 10.09.2021).

2. *Галимова Л.* Оранжерея Спасского — хозяйственный и историко-культурный элемент русского усадебного комплекса. *Л. Галимова* // Мир искусств:

Вестник Международного института антиквариата. — 2016. — № 4 (16). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/oranzhereya-spasskogo-hozyaystvennyy-i-istoriko-kulturnyy-element-russkogo-usadebnogo-kompleksa (дата обращения: 10.09.2021).

3. Greenhouse energy management: The thermal interaction of greenhouses with the ground / *James Alistair Fox, Pierre Adriaanse, Neil Thomas Stacey* // Journal of Cleaner Production. — 2019. — Volume 235. -— P. 288–296.

4. *Chen G.* Therole of botanical gardens in scientific research, conservation, and citizen science / G. Chen, W. Sun // Plant Divers. — 2018. — 40 (4). — P. 181–188.

5. Intelligent greenhouse design decreases water use for evaporative cooling in arid regions / *I. Tsafaras, J.B. Campen, C. Stanghellini, H.F. de Zwart, W. Voogt, K. Scheffers, A. Al Harbi, K. Al Assaf* // Agricultural Water Management. — 2021. — Volume 250. — doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106807.

6. Informed conservation management of rare tree species needs knowledge of species composition, their genetic characteristics and ecological niche / *Kirsten Wolff, Bernhard Depner, Samuel A Logan, Marco Heurich* // Forest Ecology and Management. — 2021. — Volume 483. [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112720315401?via%3Dihub].

7. *Rocío Fernández-Alés*. Effects of buildings on plant composition and diversity in a Mediterranean protected area / Rocío Fernández-Alés, José Carlos Muñoz-Reinoso // Acta Oecologica — 2020. — Volume 108. — DOI:10.1016/j.actao.2020.103644

8. *Douglas A. Landis*. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services / Douglas A. Landis // Basic and Applied Ecology. — 2017. — Volume 18. — P. 1–12. https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.00

9. *Farhat Mahmood.* Design and thermodynamic analysis of a solar powered greenhouse for arid climates / Farhat Mahmood, Tareq A. Al-Ansari // Desalination. — 2021. — Volume 497. — https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114769.

10. *Buthayna Eilouti*. Concept evolution in architectural design: an octonary framework / Buthayna Eilouti // Frontiers of Architectural Research. — 2018. — Volume 7. — Issue 2. — P. 180–196 https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.01.003.

11. *Timothy J. Entwisle, Chris Cole, Peter Symes*. Adapting the botanical landscape of Melbourne Gardens (Royal Botanic Gardens Victoria) in response to climate change // Plant Diversity. — 2017. — Volume 39. — Issue 6. — P. 338–347 https://doi.org/10.1016/j.pld.2017.11.001.

12. *Eshwar Ravishankar, Melodi Charles, Yuan Xiong, Reece Henry, Jennifer Swift, JeromyRech, John Calero, Sam Cho, Ronald E. Booth, Taesoo Kim, Alex H. Balzer, Yunpeng Qin, Carr Hoi Yi Ho, Franky So, Natalie Stingelin, Aram Amassian, Carole Saravitz, Wei You, Harald Ade, Heike Sederoff, Brendan T. O'Connor*. Balancing crop production

and energy harvesting in organic solar-powered greenhouses // Cell Reports Physical Science. — 2021. — Volume 2. — Issue 3. — https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2021.100381.

13. *Friederike Well, Ferdinand Ludwig.* Blue-green architecture: A case study analysis considering the synergetic effects of water and vegetation // Frontiers of Architectural Research. — 2020. Volume 9. — Issue 1. — P. 191–202 DOI:10.1016/j.foar.2019.11.001.

14. *Letícia Koutchin Reis, Geraldo Alves Damasceno Junior, Loretta L. Battaglia, Letícia Couto Garcia*. Can transplanting seedlings with protection against herbivory be a cost-effective restoration strategy for seasonally flooded environments? // Forest Ecology and Management. — 2021. — Volume 483. — DOI:10.1016/j.foreco.2020.118742.

15. *Joyce Maschinski, Matthew A. Albrecht, Leonie Monks, and Kristin E. Haskins.* Center for Plant Conservation's Best Practice Guidelines for the reintroduction of rare plants // Plant Diversity. – 2017. – Volume 39, Issue 6. – Pp. 390-395.

16. *Xuejiao Tong, Zhouping Sun, Nick Sigrimis, Tianlai Li.* Energy sustainability performance of a sliding cover solar greenhouse: Solar energy capture aspects // Biosystems Engineering. — 2018. — Volume 176. — P. 88–102. DOI:10.1016/j.biosystemseng.2018.10.008

17. *Uğur Çakır, Erol Şahin.* Using solar greenhouses in cold climates and evaluating optimum type according to sizing, position and location: A case study // Computers and Electronics in Agriculture. — 2015. — Volume 117. — P. 245–257. DOI:10.1016/j.compag.2015.08.005

18. *Laborde D.* Agricultural subsidies and global greenhouse gas emissions // Nat Commun. — 2021. — V. 12. — doi.org/10.1038/s41467-021-22703-1 O.

19. *Yasmine Achour. Ahmed Ouammi, Driss Zejli.* Technological progresses in modern sustainable greenhouses cultivation as the path towards precision agriculture // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2021. — Volume 147. — doi.org/10.1016/j.rser.2021.111251

20. *Hesham A. Ahmed.* Spatial distribution of air temperature and relative humidity in the greenhouse as affected by external shading in arid climates / Hesham A. Ahmed, Yu-xin TONG, Qi-chang YANG, Abdulellah A. Al-Faraj, Ahmed M. Abdel-Ghany // Journal of Integrative Agriculture. — 2019. — Volume 18. — Issue 12. — P. 2869–2882.

21. *Morteza Taki, Abbas Rohani, Mostafa Rahmati-Joneidabad*. Solar thermal simulation and applications in greenhouse // Information Processing in Agriculture. — 2018. — Volume 5. — Issue 1. — P. 83–113. DOI:10.1016/j.inpa.2017.10.003

22. *Nazim Gruda, Mehdi Bisbis, Josef Tanny.* Influence of climate change on protected cultivation: Impacts and sustainable adaptation strategies // Journal of Cleaner Production. — 2019. — Volume 225. — P. 481–495.

23. *Saud Ghani, FoteiniBakochristou, Esmail Mohamed Ali Ahmed ElBialy, Seifelislam Mahmoud Ahmad Gamaledin, Mohammed Mohammed Rashwan, Ayman Mohamed Abdelhalim, Salman Mohammad Ismail.* Design challenges of agricultural greenhouses in hot and arid environments // Engineering in Agriculture, Environment and Food. — 2019. — Volume 12. — Issue 1. — P. 48–70.

24. *Edwin A. Villagrán, Edwin A. Villagrán, Esteban J. Baeza Romero, Carlos R. Bojacá.* Transient CFD analysis of the natural ventilation of three types of greenhouses used for agricultural production in a tropical mountain climate // Biosystems Engineering. — 2019. — Volume 188. — P. 288–304.