

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 3. С. 117–132.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (3): 117–132.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.01

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-3-117-132>



EDN: LIUBBF

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАВУЧЕЙ АРХИТЕКТУРЫ: МОДЕЛЬ ОМНИПОТЕНТНОСТИ

Артур Анварович Ахунов, Ильнар Ингельевич Ахтямов

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия*

Аннотация. Статья посвящена формированию теоретической модели плавучей архитектуры в условиях климатической нестабильности и трансформации водных территорий.

Актуальность исследования обусловлена тем, что современные климатические изменения, рост уровня мирового океана и трансформация прибрежных территорий требуют перехода к адаптивным моделям плавучей архитектуры.

Цель исследования – обосновать всемогущество как системное свойство плавучих структур и выявить принципы, обеспечивающие их многопотенциальность.

Методы. Методика основана на сравнительном анализе реализованных объектов конца XX – начала XXI в., типологическом сопоставлении их пространственных и функциональных характеристик и обобщении современных научных публикаций.

Результаты. В результате сформирована модель, включающая девять взаимосвязанных принципов: временность, гибридность, модульность, масштабируемость, мобильность, пользовательскую адаптацию, самоорганизацию, экологическую устойчивость и технологическую интеграцию. Установлено, что их совокупность формирует всемогущую архитектурную систему, способную к трансформации и смене сценариев использования. Научная новизна заключается в интерпретации плавучей архитектуры как многосценарной адаптивной среды.

Ключевые слова: всемогущество, плавучая архитектура, адаптивные системы, модульность, климатическая адаптация

Для цитирования: Ахунов, А.А., Ахтямов, И.И. Особенности формирования плавучей архитектуры: модель всемогущности // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 3. С. 117–132. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-3-117-132>. EDN: LIUBBF

ORIGINAL ARTICLE

SPECIFICS OF FLOATING ARCHITECTURE:
AN OMNIPOTENCE MODEL

Artur A. Akhunov, Il'nar I. Akhtyamov

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

Abstract. Climatic changes of today rise sea levels, and the transformation of coastal areas requires a transition to adaptive models of the floating architecture. The article is devoted to the development of a theoretical model of the floating architecture in the context of climatic changes and the transformation of water areas.

Purpose: The aim of the work is to substantiate omnipotence as a systemic property of floating structures and identify principles that ensure their multi-potentiality.

Methodology: A comparative analysis of projects realized late in the 20th and early 21st centuries, typological comparison of their spatial and functional characteristics, and synthesis of contemporary scholarly publications.

Research findings: The model comprising nine interrelated principles is formulated: temporality, hybridity, modularity, scalability, mobility, user adaptability, self-organization, ecological sustainability, and technological integration. It is found that their interaction forms an omnipotent architectural system capable of transformation and scenario shifts.

Value: The scientific novelty of the study lies in the interpretation of the floating architecture as a multi-scenario adaptive environment.

Keywords: omnipotence, floating architecture, adaptive systems, modularity, climate adaptation

For citation: Akhunov, A.A., Akhtyamov, I.I. Specifics of Floating Architecture: An Omnipotence Model. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28(3): 117–132. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-3-117-132>. EDN: LIUBBF

Введение

Современные климатические изменения, рост уровня мирового океана и трансформация прибрежных территорий требуют переосмысления традиционных моделей освоения пространства [1]. Водная среда рассматривается не только как природное ограничение, но и как ресурс пространственного развития, предполагающий внедрение адаптивных стратегий проектирования [2].

Современные исследования в области устойчивой архитектуры и темпорального планирования подчеркивают необходимость перехода от статичных форм к динамическим системам, способным функционировать в условиях неопределенности и фазовой трансформации городской среды [3, 4].

В этих условиях возрастает значение плавучей архитектуры как пространственной модели, ориентированной на адаптацию к изменяющимся гидрологическим, экологическим и урбанистическим параметрам [5]. Несмотря на увеличение числа реализованных проектов и развитие концепций плавучего урбанизма, существующие исследования преимущественно сосредоточены на отдельных характеристиках: мобильности, устойчивости, модульности – без формирования интегральной системной модели.

Объект исследования – плавучая архитектура как тип пространственной организации.

Предмет исследования – принципы ее формирования в условиях современных экологических и урбанистических вызовов.

Цель исследования – сформировать систему взаимосвязанных принципов формирования плавучей архитектуры и обосновать omnipotentность как ее интегральное свойство.

Гипотеза исследования заключается в том, что плавучая архитектура формируется как адаптивная многослойная система, обеспечивающая многосценарность функционирования и устойчивость к климатической неопределенности.

Методологическая основа исследования базируется на методах описательной классификации и комплексного сравнительного анализа реализованных объектов плавучей архитектуры. Исследование носит качественный аналитический характер и направлено на выявление повторяющихся закономерностей формирования архитектурных структур на воде.

Эмпирическую базу составили реализованные и проектные объекты гражданского назначения конца XX – начала XXI в. Отбор осуществлялся по следующим критериям: размещение на водной поверхности; наличие архитектурно выраженной пространственной структуры; документированная информация о функциональной и конструктивной организации; репрезентативность в контексте современных тенденций развития плавучей архитектуры.

Анализ проводился поэтапно. На первом этапе осуществлялось структурное сопоставление объектов с целью выявления повторяющихся пространственных и функциональных характеристик независимо от их масштаба и географического положения. На втором этапе применялся типологический и классификационный анализ, позволивший систематизировать выявленные признаки по группам (функционально-временные, пространственно-структурные, системно-адаптивные параметры) и перейти от описания отдельных случаев к формированию обобщенной модели. На третьем этапе результаты сопоставлялись с положениями современных научных исследований в области устойчивой архитектуры, климатической адаптации и модульных систем; использовался тезаурусный и концептуальный анализ [6, 7].

Дополнительным источником данных послужили полевые наблюдения автора, фиксировавшие особенности эксплуатации, трансформации и взаимодействия объектов с окружающей средой и пользователями. Полученные материалы использовались для уточнения и верификации выявленных принципов.

Систематизация результатов осуществлялась методом моделирования: на основе индуктивного анализа отдельных объектов сформирована структурная модель принципов формирования плавучей архитектуры. Критерии отбора и этапы анализа обеспечивают воспроизводимость исследования и допускают расширение массива данных.

Обсуждение

В условиях климатической нестабильности архитектура все чаще рассматривается как динамическая система. Плавучие структуры обладают повышенной адаптивностью, поскольку их связь с изменчивой водной средой предполагает постоянную трансформацию.

В настоящем исследовании вводится понятие omnipotentности, под которым понимается системная способность архитектурного объекта реализовывать

множественные пространственные и функциональные возможности при сохранении структурной целостности. Ранее этот термин (от лат. *omnis* – все; *potentia* – сила, возможность) применялся преимущественно в философии (как абсолютная потенция), психологии и биологии (например, тотипотентность клеток, способных развиваться в любом направлении). В теории архитектуры он до настоящего времени практически не использовался, уступая место более узким частным понятиям, таким как «гибкость», «трансформируемость» или «адаптивность».

Введение и адаптация понятия omnipotentности в контекст плавучей архитектуры обоснованы тем, что традиционная терминология не охватывает специфики водной среды. Акватория требует от объекта не просто единичной трансформируемости, а интегральной готовности к непредсказуемым и многофакторным изменениям (климатическим, гидрологическим, социальным). Авторский вклад в развитие концепции заключается в переводе философско-биологической метафоры в рабочую архитектурную категорию: в данном исследовании omnipotentность впервые рассматривается не как абстрактная характеристика, а как измеримая системная модель.

Эта модель раскрывается через совокупность девяти взаимосвязанных пространственно-структурных принципов, взаимодействие которых обеспечивает изменяемость масштаба, конфигурации и сценариев использования объекта.

В результате анализа выделены девять ключевых принципов: временность и сценарная изменяемость, гибридность, пользовательская адаптация, модульность, масштабируемость, мобильность, самоорганизация и совместимость, экологическая устойчивость и саморегуляция, технологическая интеграция.

Для репрезентации выявленных закономерностей предложена структурная модель принципов формирования плавучей архитектуры (рис. 1).

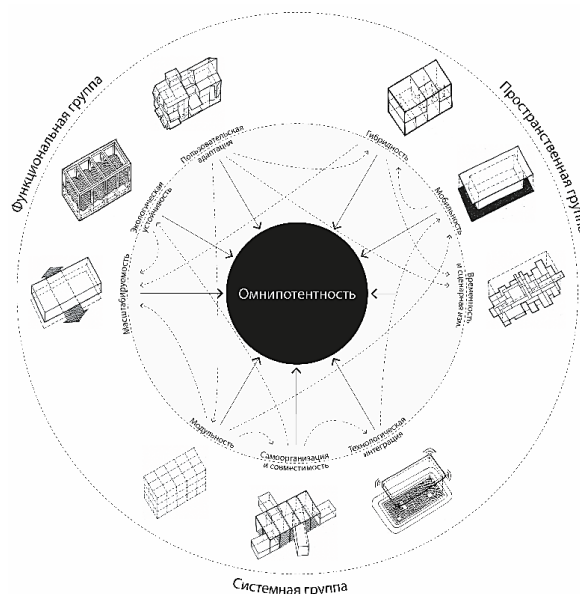


Рис. 1. Структурная модель принципов формирования плавучей архитектуры
Fig. 1. The model of floating architecture principles

Схема отражает группировку девяти принципов по трем взаимосвязанным уровням – пространственному, функциональному и системному.

Пространственный блок включает временность, гибридность и мобильность и определяет динамику формы и сценариев использования в водной среде.

Функциональный блок объединяет пользовательскую адаптацию, масштабируемость и экологическую устойчивость, характеризуя режимы эксплуатации архитектурной системы.

Системный блок представлен модульностью, самоорганизацией и технологической интеграцией и формирует конструктивно-организационную основу адаптивности.

Ниже будут подробнее рассмотрены все перечисленные принципы.

1. Принцип временности и сценарной изменчивости отражает переход от понимания архитектуры как завершенной формы к ее трактовке как процесса, разворачивающегося во времени. В контексте плавучей архитектуры этот принцип приобретает структурный характер, поскольку динамика уровня воды, сезонные колебания и трансформация прибрежных территорий изначально предполагают режим существования, основанный на изменчивости.

Теоретическое осмысление архитектуры как временной системы представлено в работах Бернара Люпена, рассматривающего здание как структуру, функционирующую в различных временных фазах и способную к трансформации без утраты конструктивной основы [8]. В рамках данной концепции здание понимается как долговечный каркас, допускающий смену функциональных сценариев в течение жизненного цикла.

Современные исследования в области планирования расширяют понимание временности, трактуя ее как системный параметр пространственного развития, влияющий на стратегии проектирования и управления городской средой [3]. В работах по устойчивым трансформациям подчеркивается межпоколенческое измерение временности и необходимость учета долгосрочных адаптивных циклов в условиях климатической неопределенности [4]. В отечественных исследованиях трансформация городской структуры во временном измерении также рассматривается как фактор постиндустриального развития и изменения пространственной логики города.

Таким образом, временность в рамках настоящего исследования понимается не как краткосрочность или временный характер использования, а как способность архитектурной системы последовательно проходить через различные режимы существования при сохранении структурной целостности.

Показательным примером является Плавучий университет Берлина (Floating University Berlin, архитектурная группа Raumlabor, 2018), функционирующий как открытая образовательная платформа в акватории бывшего резервуара. Структура развивалась поэтапно, допуская трансформацию конфигурации в зависимости от сценариев использования. Архитектура здесь выступает не завершенным объектом, а динамической средой, изменяющейся во времени.

Тем самым принцип временности и сценарной изменчивости задает фазовую логику развития плавучей архитектуры и формирует основу ее многосценарности.

2. Принцип гибридности предполагает интеграцию различных функциональных программ в пределах единой плавучей структуры. В водной среде ги-

бридность особенно значима, поскольку ограниченность акватории и специфика инфраструктурного подключения стимулируют компактное и многоуровневое использование пространства. В отличие от монофункциональных объектов, гибридные сооружения устойчивее к изменению социального и экономического запроса, т. к. допускают смену сценариев эксплуатации без радикальной реконструкции.

Показательным примером является плавучий арт-центр «Флюктуарт» (Fluctuart, бюро Seine Design, 2019), объединяющий выставочные пространства, книжный магазин, бар и общественную террасу (рис. 2).



Рис. 2. Вид с набережной на галерею «Флюктуарт»¹
Fig. 2. View from the embankment over the Fluctuart Gallery

Трансформируемая организация внутренних зон позволяет адаптировать объект к различным форматам – от экспозиций до публичных мероприятий. Гибридность здесь проявляется как сочетание культурной, коммерческой и общественной функций в компактной структуре, интегрированной в городскую среду.

Социально ориентированная модель гибридности реализована в дневном психиатрическом центре «Адамант» (Adamant, бюро Seine Design, 2019). Помимо медицинской программы, объект включает пространства для групповой работы и культурных событий, формируя среду, сочетающую лечебные и общественные функции (рис. 3). Тем самым учреждение выходит за рамки изолированной медицинской инфраструктуры и становится частью городской жизни.

Теоретически гибридность может рассматриваться как стратегия преодоления функциональной фрагментации: совмещение программ в одном водном объекте обеспечивает устойчивость эксплуатации и снижает зависимость от единственного сценария использования. Гибридные и временно адаптивные модели городской среды рассматриваются как важный элемент современного урбанистического дискурса [9]. В сочетании с временной изменчивостью и масштабируемостью гибридность усиливает многосценарность функционирования и выступает одним из механизмов реализации omnipotентности.

¹ URL: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSbigU1JfOjpwylhmrDbO_D1BqKX_KhmVmTiBA&s



Рис. 3. Вид с реки на психиатрический центр «Адамант»²
Fig. 3. View from the river over “Adamant” Psychiatric Center

3. Принцип пользовательской адаптации отражает способность плавучей архитектуры трансформироваться в соответствии с изменяющимися потребностями обитателей и участников пространственного процесса. В отличие от статичной модели эксплуатации, в которой здание функционирует по заранее заданному сценарию, адаптивная среда допускает вариативность использования и участие пользователя в формировании пространственной конфигурации.

В водной среде данный принцип приобретает дополнительное значение, поскольку условия эксплуатации нередко связаны с сезонными, климатическими и социальными изменениями. Возможность трансформации внутренних пространств, переориентации функциональных зон и гибкого распределения площадей повышает устойчивость архитектурной системы и снижает зависимость от жестко фиксированной программы.

Показательным примером пользовательской адаптации является Плавучий университет Берлина, функционирующий как открытая образовательная и исследовательская платформа.

Элементы пользовательской адаптации проявляются и в культурной инфраструктуре, такой как Флюктуарт, где трансформируемые внутренние пространства позволяют варьировать характер мероприятий – от выставок до публичных дискуссий и музыкальных событий. В данном случае адаптация реализуется через многофункциональность и сценарную гибкость пространства.

Теоретически пользовательская адаптация сближает плавучую архитектуру с концепциями соучаствующего проектирования (participatory design) и открытых систем, где архитектурная форма рассматривается как процесс, а не заверченный результат. Концепция архитектурной гибкости подчеркивает значимость способности здания к функциональной трансформации в течение жизненного цикла [10].

² URL: https://images.adsttc.com/media/images/5e50/6baa/6ee6/7e77/9e00/01d6/large_jpg/feature_-_SEINE_DESIGN_Adamant_Hospital_4_Exterior_view_open_fa%C3%A7ade__Sergio_Grazia.jpg?1582328729

Тем самым пользовательская адаптация усиливает социально-функциональную вариативность архитектурной системы.

4. Принцип модульности предполагает формирование архитектурной структуры из автономных элементов, допускающих замену, перестановку и реконфигурацию. В условиях водной среды модульность приобретает особую значимость, поскольку конструктивные и эксплуатационные требования стимулируют создание стандартизированных и повторяемых блоков, обеспечивающих устойчивость платформы и управляемость инженерных систем.

Модульность выступает структурной основой масштабируемости и мобильности. Разделение системы на функционально и конструктивно завершенные элементы позволяет осуществлять поэтапное наращивание объема, частичную реконструкцию или перенос отдельных фрагментов без демонтажа всей структуры. Таким образом, модульность обеспечивает архитектуре способность к постепенной эволюции.

Современные плавучие комплексы демонстрируют использование унифицированных платформенных решений, в которых каждый модуль обладает собственной конструктивной и инженерной автономностью. Примером может служить Плавучий офис в Роттердаме (Floating Office Rotterdam, бюро Powerhouse, 2021), где здание размещено на плавучем основании, допускающем адаптацию инженерных систем и потенциальную реконфигурацию надводной части (рис. 4). Конструктивная логика объекта предполагает разделение несущей и функциональной оболочки, что усиливает гибкость эксплуатации.



Рис. 4. Вид на Плавучий офис в Роттердаме³
Fig. 4. View over the Floating Office in Rotterdam

В водной среде модульность снижает строительные риски, упрощает транспортировку и обеспечивает контролируемую интеграцию новых элемен-

³ URL: https://n1s1.hsmedia.ru/77/c3/8d/77c38dae06759b0e33d4095585ccb884/2364x1330_0xac120003_4099516651666722247.jpeg

тов в существующую систему. Современные исследования плавающих систем подтверждают значимость модульной логики и технологической осуществимости сборки [6, 7].

Модульность выступает конструктивной основой омпнотентности, обеспечивая архитектуре структурную способность к изменению без потери идентичности.

5. Принцип масштабируемости отражает способность системы к поэтапному расширению и изменению конфигурации. В водной среде он выступает альтернативой линейному градостроительному росту, допуская формирование кластеров из автономных элементов, объединенных общей инфраструктурой.

Масштабируемость опирается на модульность: совместимые конструктивные блоки позволяют системе развиваться эволюционно – через добавление новых элементов без радикальной реконструкции. Плавучие структуры способны наращиваться поэтапно, адаптируясь к изменению внешних условий.

Примером является жилой кластер «Схонсхип» (Schoonschip, бюро Space&Matter, Амстердам, 2020), объединяющий автономные дома в распределенную энергетическую сеть (рис. 5). Масштабирование реализуется здесь через формирование взаимосвязанной экосистемы, сочетающей самоорганизацию и экологическую устойчивость. Подобные кластеры отражают переход от единичных объектов к сетевым моделям освоения акваторий [11].



Рис. 5. Вид на «Схонсхип» сверху⁴
Fig. 5. View over the Schoonschip

В институциональном масштабе принцип проявляется как воспроизводимость типологии. Плавучий офис в Роттердаме реализован в рамках более широкой стратегии освоения водных территорий и допускает тиражирование платформенной модели в структуре города.

Тем самым масштабируемость обеспечивает переход от единичного объекта к сетевой архитектурной системе.

⁴ URL: https://images.adsttc.com/media/images/60d8/c977/447a/9252/1e67/7f46/large_jpg/schoonschip-spaceandmatter-12-c-isabel-nabuurs.jpg?1624820100

6. Принцип мобильности отражает способность архитектурных структур изменять свое пространственное положение в зависимости от внешних условий. В отличие от закрепленных в акватории сооружений, мобильные объекты допускают изменение положения в пространстве, адаптируясь к трансформации природных и градостроительных условий.

В условиях повышения уровня моря и изменения береговой линии мобильные решения рассматриваются как перспективная стратегия освоения водной среды. Исследования мобильных морских и портовых структур демонстрируют потенциал гибких инфраструктур в условиях климатических рисков [11].

В архитектурной практике мобильность проявляется и как пространственно-культурный механизм. Плавающий Театр Мира (Teatro del Mondo, Альдо Росси (Aldo Rossi), 1979–1980), созданный для Венецианской биеннале, после завершения выставочного периода был перемещен в другую акваторию. Здесь мобильность выступала не только техническим решением, но и концептуальным приемом, подчеркивающим событийный характер архитектуры.

Современную интерпретацию принципа демонстрирует павильон «Аква-Праса» (AquaPraça, Эрик Хевелер (Eric Höweler), 2019) – автономная платформа для общественных мероприятий, способная функционировать в различных водных пространствах. В данном случае мобильность становится инструментом временной активации городской акватории.

Мобильность усиливает системную адаптивность архитектуры, обеспечивая ее функционирование в изменяющихся пространственных и климатических условиях.

7. Принцип самоорганизации и совместимости отражает способность плавучих систем формировать устойчивые структуры через взаимодействие автономных элементов. В отличие от иерархически заданной композиции, такие системы развиваются по сетевой логике – посредством кооперации и объединения совместимых модулей в более сложные образования.

В водной среде этот принцип особенно значим, поскольку акватория допускает пространственное формирование не только через централизованное проектирование, но и через постепенное объединение элементов. Устойчивость определяется степенью конструктивной, инженерной и функциональной совместимости компонентов.

Показательным примером является кластер «Схонсхип», где индивидуальные плавучие дома объединены общей энергетической и инженерной инфраструктурой. Система функционирует как распределенная экосистема: модули сохраняют автономность, но связаны через коллективные ресурсообменные механизмы.

Социальное измерение самоорганизации проявляется в проекте Плавающего университета Берлина, развивавшемся поэтапно и допускавшем изменение конфигурации в процессе эксплуатации. В данном случае взаимодействие архитектурной структуры и пользовательской активности формирует динамическую среду.

Тем самым данный принцип задает системную логику развития архитектурной структуры.

8. Принцип экологической устойчивости и саморегуляции отражает способность плавучей архитектуры функционировать в согласии с динамикой

водной среды, минимизируя антропогенное воздействие и формируя адаптивные ресурсные циклы. В отличие от традиционной инженерной логики жесткой фиксации береговой линии, плавучие структуры допускают обратимую интеграцию в экосистему и адаптацию к изменению уровня воды и климатических условий.

Экологическая устойчивость проявляется через снижение углеродной нагрузки, использование возобновляемых источников энергии [12], локальных материалов, естественной вентиляции и водоочистки, а также отказ от капитального закрепления в донных структурах. Понтонные основания сохраняют возможность трансформации территории и уменьшают необратимость вмешательства. В смежных исследованиях рассматривается амфибийная архитектура – тип конструктивных решений, предполагающий сезонный или эпизодический переход здания от стационарного состояния в режим плавучести при замене уровня воды [13].

Показательным примером является Плавучая школа Макоко (Makoko Floating School, бюро NLÉ Architects, 2013), разработанная с учетом регулярных колебаний уровня воды и основанная на простой конструкции и локальных ресурсах. Здесь плавучесть выступает инструментом адаптации сообщества к гидрологической нестабильности, а не технологическим эффектом.

Теоретически данный принцип соотносится с критикой инженерной стабилизации водных систем. Современные подходы к климатической адаптации подчеркивают необходимость перехода от инженерного контроля к адаптивным стратегиям [1]. В этом контексте omnipotentность определяется не доминированием над средой, а способностью изменять режимы функционирования в ответ на ее колебания.

Экологическая саморегуляция усиливается через распределенные энергетические и инженерные системы, поддерживающие устойчивость за счет внутренних механизмов. Экологическая саморегуляция задает адаптивную стратегию развития архитектуры в условиях климатической неопределенности.

9. Принцип технологической интеграции предполагает включение цифровых, инженерных и энергетических систем в структуру плавучей архитектуры для обеспечения ее адаптивности и управляемости. В водной среде стабильность функционирования зависит от мониторинга гидрологических параметров, энергопотребления и конструктивной устойчивости.

Технологическая интеграция проявляется в использовании интеллектуальных систем управления энергией, датчиков контроля плавучести, распределенных сетей мониторинга и автоматизированных инженерных узлов. Эти решения позволяют архитектуре реагировать на изменения внешней среды и поддерживать устойчивый режим работы. Концепция умных водных городов подчеркивает значимость интеграции цифровых и энергетических систем в структуру плавающей архитектуры [14].

Примером комплексной интеграции является Плавучий офис в Роттердаме, где реализованы системы накопления энергии, адаптивное управление климатом и решения, обеспечивающие высокую энергетическую автономность. Технология здесь становится структурным элементом архитектурной концепции. Экспериментальную интерпретацию демонстрирует павильон «Здание-облако» (The Blur Building, бюро Diller Scofidio + Renfro, 2002), в ко-

тором инженерная система распыления воды формировала саму пространственную оболочку.

В контексте omnipotency технологическая интеграция выполняет координирующую функцию, связывая пространственные, функциональные и экологические принципы в единую управляемую систему. Она поддерживает экологическую устойчивость через мониторинг ресурсов, усиливает самоорганизацию сетевыми решениями, обеспечивает масштабируемость совместимости систем и способствует пользовательской адаптации за счет гибкого управления средой.

Технологическая интеграция выступает инструментом управления адаптивными процессами архитектурной среды.

Сопоставительный анализ реализованных объектов

Для систематизации выявленных закономерностей выполнено сопоставление реализованных и экспериментальных объектов с выделенными принципами (таблица). В выборку включены проекты различного масштаба – от временных павильонов до общественных и институциональных зданий. Анализ направлен на выявление характера проявления принципов и их взаимосвязей.

Сопоставительный анализ реализованных объектов

Comparative analysis of implemented projects

Проект	Временность и сценарная изменчивость	Гибридность	Пользовательская адаптация	Модальность	Масштабируемость	Мобильность	Самоорганизация и совместимость	Экологическая устойчивость	Технологическая интеграция
Театр Мира (Teatro del Mondo)	✓	–	–	–	–	✓	–	–	–
Здание-облако (The Blur Building)	✓	–	–	–	–	–	–	–	✓
Плавучая школа Макоко (Makoko Floating School)	✓	–	✓	–	–	–	✓	✓	–
Плавучий университет Берлина (Floating University Berlin)	✓	✓	✓	–	–	–	✓	–	–
Флюктуарт (Fluctuart)	–	✓	✓	–	–	–	–	–	✓
Адамант (Adamant)	–	✓	✓	–	–	–	✓	✓	–
Плавучий офис (Floating office Rotterdam)	–	✓	–	✓	–	–	–	✓	✓
АкваПраца (AquaPraça)	✓	–	–	–	–	✓	–	–	✓
Схонсхип (Schoonschip)	–	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	–

Примечание. ✓ – принцип выражен системно и является структурообразующим; «–» – принцип не является определяющим для проекта.

Аналитическое обобщение данных, представленных в таблице, позволяет проследить эволюцию плавучей архитектуры и выявить типологические закономерности. Во-первых, очевиден исторический сдвиг: если ранние экспериментальные проекты (например, Театр Мира) опирались преимущественно на одиночные принципы (мобильность, временность), то современные объекты демонстрируют их системную интеграцию. Во-вторых, прослеживается зависимость между функцией объекта и ядром его omnipotentности: для общественных и культурных пространств структурообразующей становится связка «гибридность и пользовательская адаптация», в то время как жилые и институциональные кластеры базируются на триаде «модульность, масштабируемость и экологическая устойчивость».

Таким образом, сопоставление подтверждает, что системные свойства плавучей архитектуры формируются не через случайный набор признаков, а через гибкую матрицу omnipotentности, которая адаптируется под конкретную типологию и масштаб структуры.

Результаты

В ходе исследования сформирована структурная модель принципов формирования плавучей архитектуры. Установлено, что выявленные принципы функционируют во взаимосвязи и образуют многослойную адаптивную систему.

Зафиксирован переход от единичных экспериментальных объектов к кластерным и сетевым структурам освоения водных территорий. Наиболее устойчивыми оказываются решения, сочетающие модульность, гибридность и пользовательскую адаптацию.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о системном характере формирования плавучей архитектуры в условиях климатической неопределенности.

Результаты исследования соотносятся с публикациями, в которых отдельные характеристики плавучей архитектуры – мобильность, устойчивость, трансформируемость – рассматриваются изолированно [5, 13, 14]. В отличие от таких подходов, данная работа предлагает интегральную модель, объединяющую их в систему взаимосвязанных принципов.

Введение понятия omnipotentности позволяет рассматривать плавучую архитектуру как многослойную адаптивную среду, в которой модульность, гибридность и технологическая интеграция обеспечивают масштабируемость и сценарную изменчивость. Это смещает акцент с отдельных технических решений к системной логике развития.

Модель может использоваться при проектировании прибрежных территорий и водных объектов в условиях климатической неопределенности.

Ограничения исследования связаны с преобладанием гражданских объектов в выборке и отсутствием анализа экономических и правовых аспектов. Перспективы дальнейших исследований предполагают разработку критериев количественной оценки адаптивности плавучих систем.

Заключение

В ходе исследования на основе анализа реализованных и проектных объектов конца XX – начала XXI в. выявлены устойчиво повторяющиеся простран-

ственные, функциональные и системные характеристики плавучей архитектуры. Их типологическое обобщение позволило сформировать систему взаимосвязанных принципов и разработать структурную модель их группировки по пространственному, функциональному и системному уровням.

Сопоставление полученных результатов с современными подходами в области устойчивого и темпорального планирования подтверждает обоснованность интерпретации плавучей архитектуры как динамической многослойной системы. Установлена тенденция перехода от единичных экспериментальных объектов к кластерным и сетевым формам освоения водных территорий.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о формировании плавучей архитектуры как omnipotentной системы, обеспечивающей многосценарность функционирования и устойчивость к условиям климатической неопределенности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pacheco-Torgal, F., Granqvist, C.-G., Attia, S. Adapting the Built Environment for Climate Change: Design Principles for Climate Emergencies // Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering. 2023. P. 349–370. DOI: 10.1016/B978-0-323-95336-8.00011-1
2. Feldzer, T., Liotta, J.S., Dufrasnes, E. Floating Urbanism, the Bold Vision of Streetless Cities // Proceedings of the Fourth World Conference on Floating Solutions: WCFS 2024, 2–4 December, Hong Kong. Singapore : Springer, 2025. P. 933–941. DOI: 10.1007/978-981-96-4569-5_97
3. Chang, R.A., Wunderlich, F.M., Hutter, G., Wiechmann, T., Schinagl, M., Schroeder, B., Korniyenko, G. Making Space for Time: Temporal and Time-Sensitive Perspectives in Planning Theory and Practice // Planning Theory & Practice. 2025. V. 26. № 5. P. 723–762. DOI: 10.1080/14649357.2025.2593809
4. Hawken, S., Isendahl, C., Barthel, S. Towards intergenerational neutrality in urban planning and governance: Reflections on temporality in sustainability transitions research // Urban Studies. 2025. V. 62. № 3. P. 435–451. DOI: 10.1177/00420980241307907
5. Storbjörk, S., Hjerpe, M. Stuck in experimentation: exploring practical experiences and challenges of using floating housing to climate-proof waterfront urban development in Sweden // Journal of Housing and the Built Environment. 2022. V. 37. P. 2263–2284. DOI: 10.1007/s10901-022-09942-4
6. Calcagni, L., Hensel, D.S., Hensel, M.U., Battisti, A. A performance-based design framework for floating architecture: Trade-offs and correlations between requirements for multiple criteria decision-making optimization // Proceedings of the Third World Conference on Floating Solutions: WCFS 2023, 28–29 August, Tokyo, Japan. Singapore : Springer, 2024. P. 185–208. DOI: 10.1007/978-981-97-0495-8_12
7. Saharinen, K. Modularity and feasible installation // Proceedings of the Fourth World Conference on Floating Solutions: WCFS 2024, 2–4 December. Singapore : Springer, 2025. P. 405–411. https://doi.org/10.1007/978-981-96-4569-5_43
8. Leupen, B. Toward Time-Based Architecture // Time-Based Architecture. Rotterdam : 010 Publishers, 2005. P. 12–20.
9. Andres, L., Bayat, A. Adaptable cities and temporary urbanisms. Columbia University Press, 2025. 328 p. ISBN 978-0-231-55725-2.
10. Kronenburg, D. Flexible: Architecture that Responds to Change. London : Laurence King Publishing, 2007. 240 p. ISBN 978-1-85669-461-2.
11. Weerasinghe, B.A., Spekkink, W., Duin, J.H.R., Edelenbos, J. Floating into the Future: A Systematic Review of Floating Ports' Evolution as a Resilient Maritime Solution // Transportation Research Procedia. 2025. V. 92. P. 100–107. DOI: 10.1016/j.trpro.2025.12.100
12. Attar, H., Alahmer, A., Borowski, G., Alsaqoor, S. Comprehensive review of advancements, challenges, design, and environmental impact in floating photovoltaic systems // Ecological Engineering & Environmental Technology. 2025. V. 26. № 2. P. 301–322. DOI: 10.12912/27197050/199520

13. Ameh, H., Lamond, J., Badarnah, L. Amphibious Architecture: A Review of the Construction Methods Adopted in Existing Designs // *Sustainability Across the Built and Natural Environments*. Springer, Cham, 2026. P. 209–222. DOI:10.1007/978-3-031-94316-4_13
14. Wang, J., Tamprasirt, A. “Smart city” and its implementation in concepts of cities of future (floating cities) // *AIS – Architecture Image Studies*. 2024. V. 5. № 2. P. 34–51. DOI: 10.62754/ais.v5i2.97

REFERENCES

1. Pacheco-Torgal, F., Granqvist, C.-G., Attia, S. Adapting the Built Environment for Climate Change: Design Principles for Climate Emergencies. *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*. 2023. Pp. 349–370. DOI: 10.1016/B978-0-323-95336-8.00011-1
2. Feldzer, T., Liotta, J.S., Dufrasnes, E. Floating Urbanism, the Bold Vision of Streetless Cities. In: *Proc. 4th World Conf. on Floating Solutions: WCFS 2024*, 2–4 December, Hong Kong. Singapore: Springer, 2025. Pp. 933–941. DOI: 10.1007/978-981-96-4569-5_97
3. Chang, R.A., Wunderlich, F.M., Hutter, G., Wiechmann, T., Schinagl, M., Schroeder, B., Korniyenko, G. Making Space for Time: Temporal and Time-Sensitive Perspectives in Planning Theory and Practice. *Planning Theory & Practice*. 2025; 26(5): 723–762. DOI: 10.1080/14649357.2025.2593809
4. Hawken, S., Isendahl, C., Barthel, S. Towards Intergenerational Neutrality in Urban Planning and Governance: Reflections on Temporality in Sustainability Transitions Research. *Urban Studies*. 2025; (3): 435–451. DOI: 10.1177/00420980241307907
5. Storbjörk, S., Hjerpe, M. Stuck in Experimentation: Exploring Practical Experiences and Challenges of using Floating housing to Climate-Proof Waterfront Urban Development in Sweden. *Journal of Housing and the Built Environment*. 2022; 37: 2263–2284. DOI: 10.1007/s10901-022-09942-4
6. Calcagni, L., Hensel, D.S., Hensel, M.U., Battisti, A. A performance-based design Framework for Floating Architecture: Trade-offs and Correlations Between Requirements for Multiple Criteria Decision-Making Optimization. In: *Proc. 3rd World Conf. on Floating Solutions: WCFS 2023*, 28–29 August, Tokyo, Japan. Singapore: Springer, 2024. Pp. 185–208. DOI: 10.1007/978-981-97-0495-8_12
7. Saharinen, K. Modularity and Feasible Installation. In: *Proc. 4th World Conf. on Floating Solutions: WCFS 2024*, 2–4 December. Singapore: Springer, 2025. Pp. 405–411. https://doi.org/10.1007/978-981-96-4569-5_43
8. Leupen, B. Toward Time-Based Architecture. In: *Time-Based Architecture*. Rotterdam: 010 Publishers, 2005. Pp. 12–20.
9. Andres, L., Bayat, A. *Adaptable Cities and Temporary Urbanisms*. Columbia University Press, 2025. 328 p. ISBN 978-0-231-55725-2.
10. Kronenburg, D. *Flexible: Architecture that Responds to Change*. London: Laurence King Publishing, 2007. 240 p. ISBN 978-1-85669-461-2.
11. Weerasinghe, B.A., Spekkink, W., Duin, J.H.R., Edelenbos, J. Floating into the Future: A Systematic Review of Floating Ports’ Evolution as a Resilient Maritime Solution. *Transportation Research Procedia*. 2025; 92: 100–107. DOI: 10.1016/j.trpro.2025.12.100
12. Attar, H., Alahmer, A., Borowski, G., Alsaqoor, S. Comprehensive Review of Advancements, Challenges, Design, and Environmental Impact in Floating Photovoltaic Systems. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025; 26(2): 301–322. DOI: 10.12912/27197050/199520
13. Ameh, H., Lamond, J., Badarnah, L. Amphibious Architecture: A Review of the Construction Methods Adopted in Existing Designs. In: *Sustainability Across the Built and Natural Environments*. Springer, Cham, 2026. Pp. 209–222. DOI: 10.1007/978-3-031-94316-4_13
14. Wang, J., Tamprasirt, A. “Smart City” and its Implementation in Concepts of Cities of Future (floating cities). *AIS – Architecture Image Studies*. 2024; 5(2): 34–51. DOI: 10.62754/ais.v5i2.97

Сведения об авторах

Ахунов Артур Анварович, магистрант, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, art.akhunov@gmail.com

Ахтямов Ильнар Ингельевич, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, beznenadres@gmail.com

Authors Details

Artur A. Akhunov, Graduate Student, Kazan State University of Architecture and Engineering, 1, Zelenaya Str., 420043 Kazan, Russia, art.akhunov@gmail.com

Ilnar I. Akhtiamov, A/Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, 1, Zelenaya Str., 420043 Kazan, Russia, beznenadres@gmail.com

Вклад авторов

Ахуннов А.А. – исследование; написание исходного текста; иллюстрации; итоговые выводы.

Ахтямов И.И. – научное руководство; концепция исследования; доработка текста; итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

Akhunov A.A. – investigation; writing–original draft preparation; illustrations; conclusions.

Akhtiamov I.I. – supervision; conceptualization; writing–review and editing; conclusions.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.03.2026
Одобрена после рецензирования 01.04.2026
Принята к публикации 01.04.2026

Submitted for publication 04.03.2026
Approved after review 01.04.2026
Accepted for publication 01.04.2026