

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-74-88

Василенко Н.А., Черныш Н.Д.Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова***E-mail: nvasilenko_domik@mail.ru*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Аннотация. Данная статья посвящена определению и обоснованию функциональной структуры архитектурных объектов (зданий, сооружений, их комплексов, а также объектов уровня градостроительства и районной планировки) как целостных систем. Показано, что решение актуальных задач по реконструкции существующих и созданию новых зданий и сооружений, развитие архитектурно-градостроительных систем возможны путем внедрения передовых цифровых технологий на основе математических моделей, описывающих структуру и «поведение» архитектурных объектов с точки зрения системного подхода и принципов общей теории систем. В статье значительное место уделено обсуждению новой для архитектуры методологической концепции, занимающейся исследованием и проектированием архитектурно-градостроительных объектов как целостных архитектурных систем. На основе данной концепции даны определение и обоснование функциональной структуры любого архитектурного объекта, раскрывающие его системную сущность и строение. Подобие (изоморфность) частей и целого элементов и подсистем архитектурных объектов всех уровней иерархии позволяет рассматривать функциональную структуру архитектурного объекта любой сложности с учетом организации процессов четырех видов жизнедеятельности населения и применимо к архитектурным объектам, начиная с его элементарного уровня, – помещения, здания и заканчивая уровнем города и системы населенных мест.

Ключевые слова: функциональная структура, функционально-планировочная структура, архитектурный объект, системный подход, системный принцип.

Введение. В настоящее время в архитектурной науке отсутствует единый подход к определению объекта и предмета архитектурной деятельности, методов исследований и проектирования архитектурных объектов, обоснования и определения их функциональной и функционально-планировочной структуры. Возрастающая сложность архитектурно-градостроительных объектов, экологическая и экономическая ответственность исследователей и проектировщиков за принимаемые решения все острее актуализируют необходимость введения количественного измерения качества архитектурно-градостроительных решений. Вопросы оптимизации параметров, строения и функционирования объекта на разных стадиях его проектирования связаны с необходимостью точного понимания функциональной структуры объекта как системы и определения количественного критерия качества – показателя эффективности системы.

Согласно опубликованному РААСН документу «Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 года» в разделе 2 «Основные направления фундаментальных исследований в области архитектуры» отмечается, что «... архитектура в XXI в., несомненно, будет переживать качественные структурные изменения, связанные с формированием новой научной картины мира ...» [1]. Одними из

приоритетных направлений развития фундаментальных научных исследований, проводимых РААСН, являются: «... создание среды жизнедеятельности, биосферно-совместимой и благоприятной для развития человека и общества; создание условий для развития человека и общества средствами архитектурно-градостроительной и строительной деятельности на принципах биосферной совместимости; ... фундаментальные основы архитектурной, градостроительной и строительной профессиональной культуры и образования; выявление и анализ новейших направлений архитектурно-теоретической мысли и творческих концепций архитекторов ... Постоянные направления исследований, актуальные в ближайшем будущем: 1 Инновационная проблематика. Перечень инновационных направлений, которые желательно держать в сфере внимания: архитектура в меняющемся пространстве современного социума; архитектура и трансформации властных структур; архитектура и геоэкономика; архитектура и геокультура; архитектура и духовная жизнь человека в информационном обществе; архитектура и массовая культура; архитектура и экология ... К 2030 г. ожидается достижение качественно нового уровня единения и продуктивного взаимодействия научно-исследовательской и проектно-творческой деятельности архитекторов и градостроителей» [1].

В современной архитектурно-градостроительной теории и практике отсутствует единый

подход к пониманию структуры и принципов «поведения» архитектурных объектов, в которых протекают сложные функционально-технологические процессы. Это говорит о том, что архитектурно-градостроительная наука не имеет методического «инструмента» целенаправленного поиска оптимальных решений.

Вопросы функциональной структуры архитектурных объектов любого уровня иерархии тесно связаны с типологией зданий и сооружений, классификацией видов деятельности, для которых предназначена архитектурная среда. Традиционное выделение основных видов жизнедеятельности населения: труд, быт и отдых усложняется многообразием представлений о форме, строении и закономерностях развития архитектурных объектов на разных уровнях их архитектурной организации, начиная от помещения, здания и заканчивая уровнем «город» и системой населенных мест. Значимой преградой на пути определения функциональной структуры архитектурных объектов является большое количество типов объектов, а, следовательно, и моделей этих объектов.

Основы концепции функционально-пространственной организации города отражены в теории А.Э. Гутнова, закрепившего понятия «каркаса» и «ткани» города [2]. Кевин Линч в исследовании [3] предлагает классификацию элементов города (пути, границы, район и др.) и раскрывает особенности их взаимодействия при зрительном восприятии.

Междисциплинарным исследованиям структуры современного города как антропогенно-природной системы посвящены исследования А.А. Бычковой [4], А.В. Крашенинникова, А.Д. Анисимовца [5]. Результаты исследований функционально-планировочной структуры городов по комплексу факторов на основе конфликтологического подхода приведены в исследованиях М.В. Перьковой, А.Г. Вайтенса, Е.В. Баклаженко [6]. Вопросы моделирования функционально-планировочной структуры города с учетом транспортных потребностей изложены в исследовании С.В. Скирковского, Д.В. Капского, Л.А. Лосина [7]. Вопросам эколого-градостроительной интеграции прибрежных территорий в функционально-планировочную структуру города посвящены исследования Д.В. Бобрышева, С.Э. Вершининой [8] и др.

Аспекты комплексного подхода к исследованию и оценке функционально-планировочной структуры архитектурно-градостроительных объектов изложены в работах А.П. Ромма [9], Делла Спина Л. [10]. В исследовании [11] понимание функционально-планировочной структуры и функционально-планировочной схемы

здания основано на комплексном подходе. С другой стороны, в работе [12] показана системная взаимосвязь функциональных процессов, осуществляемых в здании, и средств повышения их эксплуатационных характеристик. В ряде работ рассматривается концепция формирования функционально-планировочной структуры современного общественного здания на основе многоуровневой системы пространств [13] или как саморегулирующейся системы [14]. Особенности организации функционально-планировочной структуры ряда общественных зданий, специфике компоновки их функциональных схем в соответствии с нормативными документами посвящены исследования [15, 16].

Верхний иерархический уровень архитектурной деятельности – градостроительство граничит с областью экономической географии – уровнем территориального (отраслевого) планирования (социально-экономические, природно-географические и другие подобные объекты), результатами деятельности которого являются ограничения, нормативы, рекомендации и тому подобное, как юридическая основа для планировочных разработок. Информация по структуре и размещению производительных сил, получаемая на уровне территориального планирования, для уровня районной планировки имеет указательный, директивный характер. В градостроительном кодексе Российской Федерации [17] это положение не отражено, следовательно, на уровне разработки и принятия градостроительных решений происходит нарушение системного принципа иерархичности структуры между управляющим и управляемым объектами. В действующем градостроительном кодексе Российской Федерации отмечается ряд противоречивых положений, связанных с:

- общепринятой в настоящее время в градостроительстве «комплексной» методологической концепции, не отражающей особенности функциональной структуры градостроительных объектов как экологических систем типа «население ↔ среда»;

- несоответствием функциональных границ исследуемых объектов их объективным границам, в частности, смешением определений «территориальное (отраслевое) планирование» и «планирование развития территории»;

- несовершенство методологии принятия решений и отсутствие научно обоснованных инструментов целенаправленного анализа, выбора и оценки оптимальных решений в процессе исследований и проектных разработок.

Решение данных проблем возможно лишь на основе применения в архитектуре и градостроительстве принципов общей теории систем. В ряде

научных исследований подчёркивается актуальность и перспективность понимания объекта и предмета архитектурной деятельности с позиций системного подхода. Так, С.Д. Митягин, С.А. Ершова, Н.В. Осипова, П.П. Спиринов, З.А. Гаевская [18–21] отмечают необходимость учета иерархической структуры архитектурно-градостроительных объектов. М.В. Шубенков и М.Ю. Шубенкова определяют современные архитектурные объекты уровня «город» как сложные самоорганизующиеся, саморегулирующиеся и саморазвивающиеся урбанизированные экологические системы [22].

А.Е. Гашенко в работе [23] дает определение городскому пространству как системе элементов и связей и выделяет архитектурно-планировочный, функциональный, социальный, семиотический, стилистический (средовой) аспекты существующих архитектурно-градостроительных концепций в исследовании функциональной и планировочной структуры города. В исследованиях А.Е. Енина, В.С. Пахомовой на основе системного подхода рассматриваются особенности функционально-планировочной структуры технопарков с учетом их типологии и таксономии [24].

Системный подход отражает специфику строения и функционирования не только архитектурных объектов. В изданиях под редакцией В.С. Тюхтина, Ю.А. Урманцева [25] и Ф. Капра, П.Л. Луизи [26] на базе общей теории систем (ОТС), предложенной Людигом фон Бергаланфи [27] раскрывается практическое значение системного подхода для решения разнообразных научных проблем и диалектические закономерности в строении, функционировании и развитии сложных системных объектов в живой и неживой природе, обществе и технике, а также особенности их познания. Подчеркивается целесообразность системного подхода к их исследованию, в том числе к таким сложным объектам, как объекты архитектурные. Ю.А. Урманцев [28, 29] развивает и обобщает общую теорию систем, предлагая новый инструментарий для широкого спектра исследований в любой научной области на основе системного мировоззрения.

В исследованиях Г.И. Лаврика, А.И. Анисимова [30, 31, 32] апробирована новая для архитектуры методологическая концепция, основанная на принципах общей теории систем, занимающейся исследованием и проектированием систем типа «население ↔ среда» – демоэкосистем (целостных архитектурных систем). Указанное системное научное направление и предопределило цель и задачи данного исследования.

Материалы и методы. Ведущим аспектом данного исследования является представление архитектурных объектов как экологических систем типа «население ↔ среда», предопределяющим системную взаимозависимость человека и его жизненной среды. В силу своей высокой сложности, динамичности и целостности, архитектурные объекты требуют системного подхода. Они включают множество взаимосвязанных элементов, и изменение хотя бы одного из них влечет за собой изменение других, а иногда и многих элементов.

Предметом данного исследования является функциональная составляющая структуры архитектурных объектов (зданий, сооружений, их комплексов, включая города, объекты районной планировки и градостроительства). Целью исследования является системное определение и обоснование функциональной структуры целостных архитектурных объектов как экологических систем типа «население ↔ среда». Под целостным архитектурным объектом в данном исследовании понимается локализованный в пространстве объект (среда), в котором помимо основной (профильной) функции реализуются все необходимые для осуществления нормальной человеческой жизнедеятельности функции. Целостная архитектурная система включает три функционально-пространственные подсистемы: искусственную (архитектурно-градостроительную) среду, природную (естественную) среду и население, находящиеся в системной взаимосвязи и взаимозависимости [30–33]. Модель такой экологической системы представлена на рисунке 1.

Методика исследования основана на идеологических воззрениях общей теории систем применительно к архитектурным объектам разных уровней иерархии. В настоящее время в понятии «система» подчеркивается ряд общих для всех системных объектов свойств, и в первую очередь, свойств целостности и упорядоченности [30, 32–34].

Успешно апробированные термины «демо-экосистема» (от греческих слов *demos* – народ, население; *oikos* – жилище, дом, родина) и «демоэкология» определяют объект архитектурной деятельности как экологическую систему типа «население ↔ среда» – целостную архитектурную систему [30–34]. В рамках данного исследования необходимо определить границы системного объекта путем вычленения его системообразующих элементов и абстагироваться от несущественных для принятия решения элементов и связей.

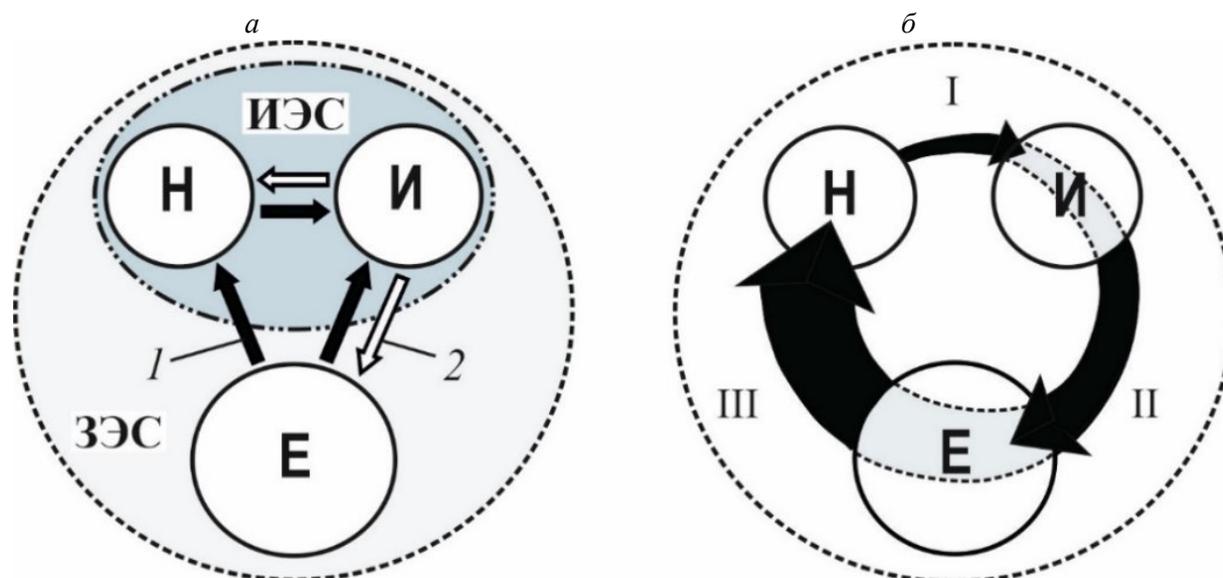


Рис. 1. Структурно-функциональная модель экосистемы «население ↔ среда»:

а – функциональная модель экосистемы; *б* – принципиальная модель взаимосвязи и взаимовлияния элементов системы; Н – население; Е – естественная (нерукотворная, природная) среда;

И – искусственная (архитектурная, созданная населением) среда; ИЭС – искусственная экосистема; ЗЭС – земная (естественная и искусственная) экосистема; 1 – связь прямая; 2 – связь обратная; I – ошибка, допущенная на этапе исследований и /или разработки проекта; II – материализованная в течение времени ошибка негативно воздействует на естественную среду; III – системное отрицательное воздействие нарушенных естественных экосистем на здоровье населения. Сост.: Василенко Н.А., Лаврик Г.И.

Основная часть. Термин «объект капитального строительства», выступающий специальным понятием градостроительного законодательства [17], в данном исследовании является синонимом термина «архитектурный объект» уровня зданий и сооружений. Согласно Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [35] объект капитального строительства – это объект (или комплекс объектов), возведенный с целью длительной эксплуатации и образующий с земельным участком единое архитектурно-градостроительное, объемно-пространственное, функциональное, инженерно-техническое и технологическое целое. В зависимости от функционального назначения и характерных признаков объекты капитального строительства разделяют на виды [17]:

а) объекты производственного назначения (здания, строения, сооружения производственного назначения, в том числе объекты обороны и безопасности), за исключением линейных объектов;

б) объекты непромышленного назначения (здания, строения, сооружения жилищного фонда, социально-культурного и коммунально-бытового назначения, а также иные объекты капитального строительства непромышленного назначения);

в) линейные объекты (трубопроводы, автомобильные и железные дороги, линии электропередачи, линии связи и другие).

Здание – результат строительства (продукт строительной деятельности), представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и (или) деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных [35].

Помещение – это часть объема здания или сооружения, имеющая определенное назначение и ограниченная строительными конструкциями [35].

Строение – совокупность капитальных архитектурно-строительных объектов, включая здания, сооружения, объекты незавершенного строительства и их разновидности. В юридическом смысле строение можно считать синонимом понятия «объект капитального строительства».

Сооружение – результат строительства (продукт строительной деятельности), представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и

предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов [35].

Согласно [17] объекты капитального строительства различают федерального, регионального и местного значения.

Структура архитектурно-градостроительных объектов как целостных экологических систем (вне зависимости от их уровня иерархии) должна отражать все необходимые (системообразующие) виды деятельности, характеризующие её как целостную систему, в которой основной подсистемой является человек, население. Следовательно, решающими в определении качества архитектурной среды должны быть не технические и технико-экономические, а «человеческие» критерии оптимальности.

Содержательный анализ всего множества архитектурных объектов и осуществляемых в них функциональных процессов позволил выделить четыре невазменяемых вида человеческой деятельности [30, 33, 36]:

- производство (процессы, направленные на производство «вещного» мира человеческого общества, материальной среды обитания, а также производство информации и энергии (наука и энергетика);

- социальная инфраструктура (процессы, связанные с социально-культурным и коммунально-бытовым обслуживанием населения, воспитанием и формированием личности);

- рекреация (процессы, направленные на отдых, восстановление и оздоровление населения и биологических систем, а также на восстановление утраченных свойств и модернизацию технических систем производства, социальной инфраструктуры и связей (коммуникаций));

- связи (коммуникации, осуществляющие обмен энергией, веществом и информацией между элементами системы).

Функциональную структуру архитектурного объекта любой сложности можно рассматривать с учетом организации процессов четырех видов жизнедеятельности населения: производственных (*П*), бытовых (*Б*), рекреационных (*Р*) и коммуникационных (*С*), выступающих компонентами архитектурных систем. На рисунке 2 приведены системообразующие компоненты (системообразующие функции) целостных архитектурных систем с выделением рекреационной функции. Отличие рекреационной деятельности от производственных процессов и сферы социально-культурного обслуживания населения состоит в том, что рекреация нацелена на восстановление утраченных в процессе функциониро-

вания моральных и физических свойств рекреируемых объектов (биологических, технических), а не на их численное увеличение.

Под функциональной структурой архитектурного объекта (объекта капитального строительства в том числе) подразумевается совокупность взаимосвязанных функциональных процессов жизнедеятельности населения, выступающих составными элементами, подчиненными свойству целостности системы и связанных между собой в единое целое системой коммуникаций (связей). Чёткие связи, включающие все виды коммуникаций материального, информационного, энергетического характера между функциональными процессами (элементами), обеспечивают целостность системы. Специализация связей делает их необходимыми друг для друга в интересах системы. Понятие функционально-планировочной структуры целостного архитектурного объекта включает помимо совокупности взаимосвязанных функциональных процессов жизнедеятельности населения, предназначенные для этих целей функциональные зоны и планировочные элементы, связанные системой коммуникаций (связей) [36].

Общность целостных архитектурных систем с другими системами позволяет утверждать, что они функционируют в соответствии с практически всеми общесистемными принципами – целостности, иерархичности структуры, обратной связи, сигнатур (определяющих признаков), инвариантности и др. Некоторые из общесистемных принципов в архитектурных системах имеют специфическую форму проявления. По характеру своего действия их условно можно разделить на качественные (целостности, иерархичности, инвариантности структуры) и количественные (сигнатур, компактности (принцип «максимальной простоты» или «адекватной конструкции») [30, 34, 36].

На рисунке 3 приведена схема, отображающая развитие архитектурной методологии от Витрувия до наших дней и становление актуального в настоящее время понимания целостной структуры объекта архитектурной деятельности. В основе системного синтеза дифференцировавшиеся органически составляющие системы «человек ↔ среда»: производство вещного мира, социальная сфера (инфраструктура), рекреация (восстановление) здоровья человека и материальной среды, а также коммуникации (связи) системы.

На рисунке 4 представлено графическое изображение функциональной структуры основных подсистем и компонентов целостной архитектурной системы в форме диаграмм Эйлера-

Венна. Среди системообразующих видов деятельности (компонентов целостной архитектурной системы) нормируемыми выступают бытовые, производственные и рекреационные процессы, что обусловлено возможностью на стадии разработки проектного решения определить

(нормировать) габариты и площади необходимых помещений бытового, производственного и рекреационного назначения согласно специфике технологических процессов, технического задания, пропускной способности объекта.

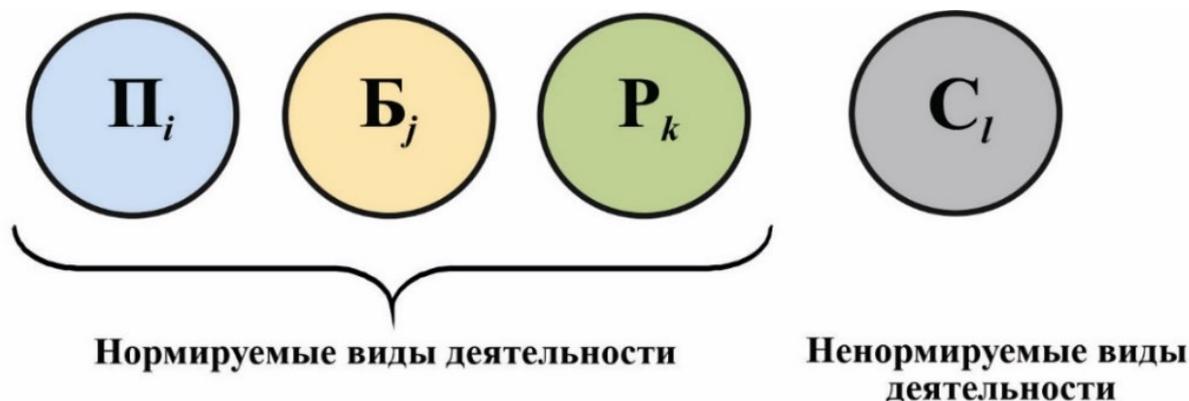


Рис. 2. Системообразующие виды деятельности (компоненты) архитектурных систем: P_i – производство материальной среды обитания (вещного мира), $i = 1, 2, \dots, m$; B_j – социальная сфера (коммунально-бытовое и социально-культурное обслуживание населения), $j = 1, 2, \dots, n$; P_k – рекреация, $k = 1, 2, \dots, p$; C_l – коммуникации (связи) системы, $l = 1, 2, \dots, s$. Сост.: Василенко Н.А., Лаврик Г.И.

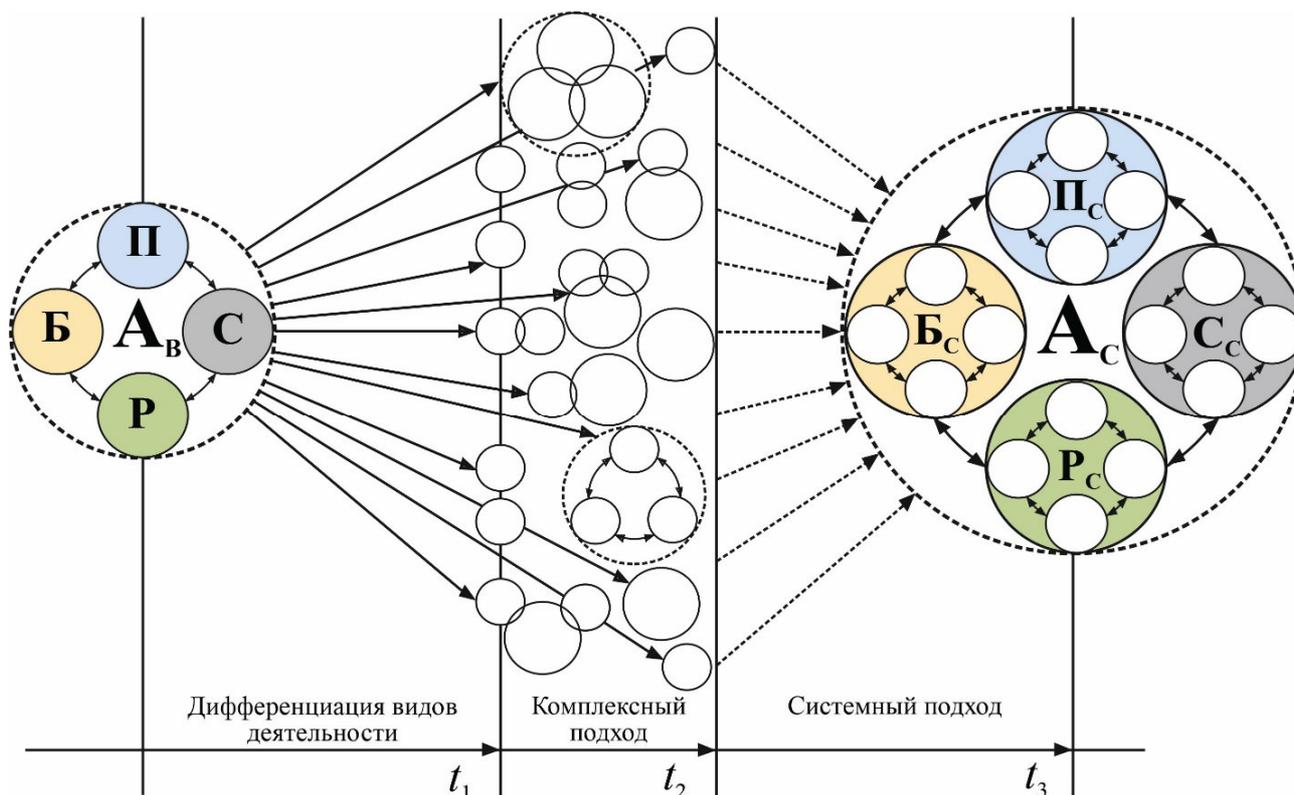


Рис. 3. Становление архитектурной методологии от Витрувия до наших дней: A_v – целостная структура объекта архитектурной деятельности в I в. до н.э.; A_c – предполагаемый системный синтез дифференцировавшихся органических составляющих системы «человек ↔ среда»; P – производство вещного мира; B – социальная сфера (инфраструктура); R – рекреация (восстановление) здоровья человека и материальной среды; C – коммуникации (связи) системы; t_1 – период начала и становления процесса общественного разделения труда (специализация и дифференциация); t_2 – период осознания экономической и социальной нецелесообразности дальнейшего процесса расщепления бывших целостных видов деятельности; t_3 – время методологических поисков синтеза. Сост. Василенко Н.А.

ПОДСИСТЕМЫ

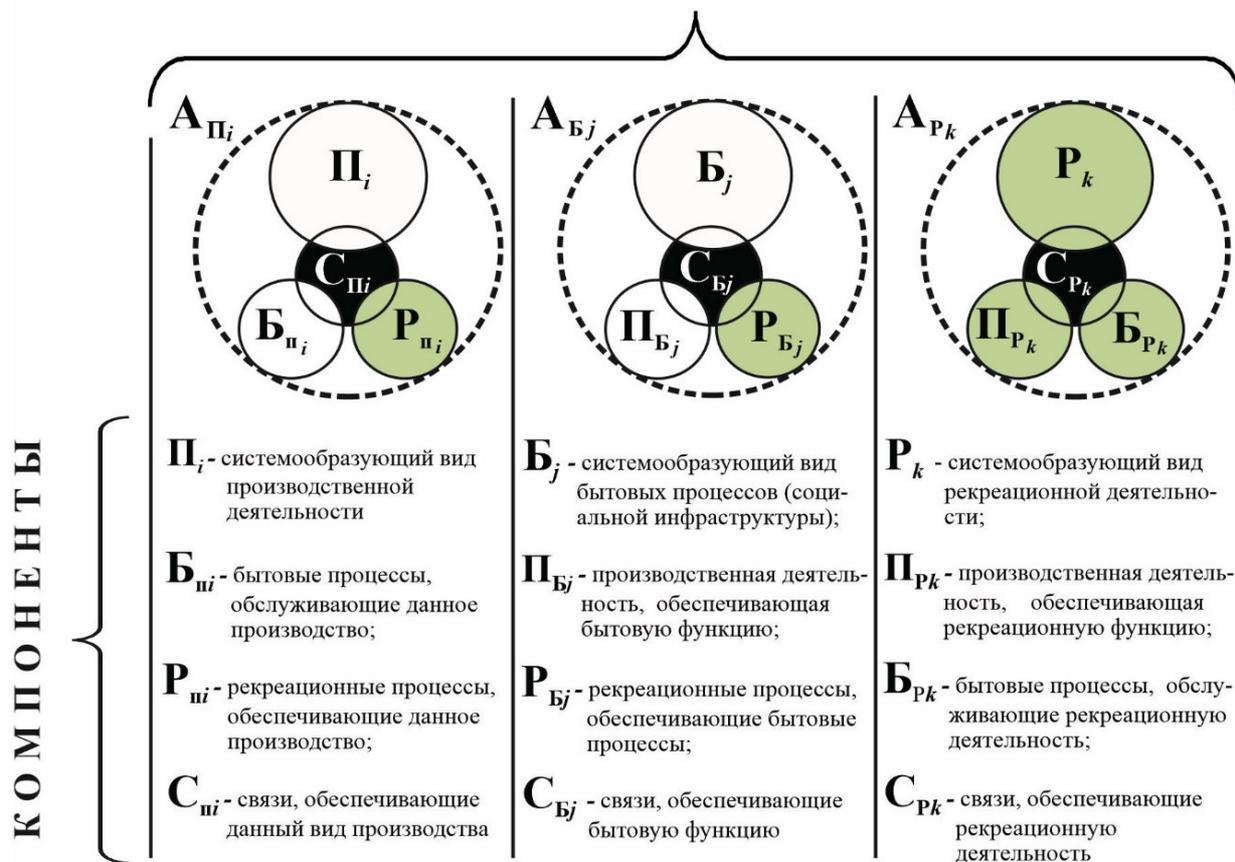


Рис. 4. Функциональная структура основных подсистем и компонентов целостных архитектурных систем: A_{P_i} – производственная подсистема, профиль i -го типа; A_{B_j} – бытовая подсистема (социально-культурное и коммунально-бытовое обслуживание), профиль j -го типа; A_{P_k} – рекреационная подсистема, профиль k -го типа.
Сост.: Василенко Н.А., Лаврик Г.И.

Для осуществления коммуникационных процессов на уровне зданий предусмотрены транзитные помещения (коридоры, шлюзы, проходы, лестнично-лифтовые узлы и тому подобное), на уровне жилых районов, населенных мест – проезды, автомобильные и железные дороги, пешеходные пути (тротуары, площадки, лестницы) и другие линейные объекты, для которых задается нормируемая ширина (глубина) согласно технологических решений объекта, нормативных требований к путям эвакуации (для зданий и сооружений), объемов движения пешеходов и транспорта конкретной коммуникации (категории улиц и дорог в соответствии с их основным назначением) [30, 31, 36].

На уровне зданий общая протяженность транзитных помещений ограничивается, как правило, нормативной длиной путей эвакуации, на уровне населенных мест и районной планировки – расчетной скоростью движения транспорта, числом и шириной полос движения, соответствующей шириной пешеходной части тротуара для той или категории улиц и дорог, и заранее предугадать (нормировать) их общую площадь и протяженность в процессе разработки проекта не

представляется возможным, что и отражает смысл «ненормируемости» транзитной площади и коммуникационных процессов в целом.

Адаптация системного принципа компактности (принципа «максимальной простоты» или «адекватной конструкции») применительно к целостным архитектурным объектам отражает стремление к сокращению затрат энергии и материала в процессе функционирования объекта-системы и выражается в минимизации показателей ее связей (коммуникаций). Стремление фактических (проектных) показателей i -го вида деятельности первой группы (нормируемых процессов) к нормативным параметрам и стремление показателей l -го вида деятельности второй (коммуникационной, С) группы к минимуму отражают достижение компактности проектного решения, то есть эффективности транспортных, трудовых, энергетических и других материальных затрат внутри объекта-системы с экономической точки зрения.

Согласно системному принципу инвариантности структуры указанные зависимости показателей нормируемых и ненормируемых видов деятельности применимы к проектным решениям

жизнедеятельности. Нормируемые виды деятельности (производственные процессы, бытовые процессы (социально-культурное и коммунально-бытовое обслуживание) и рекреационные процессы) отождествимы с элементами архитек-

турных систем. Коммуникации (информационные, энергетические, материальные) являются связями системы, объединяющими указанные элементы в единую функционально-пространственную структуру.

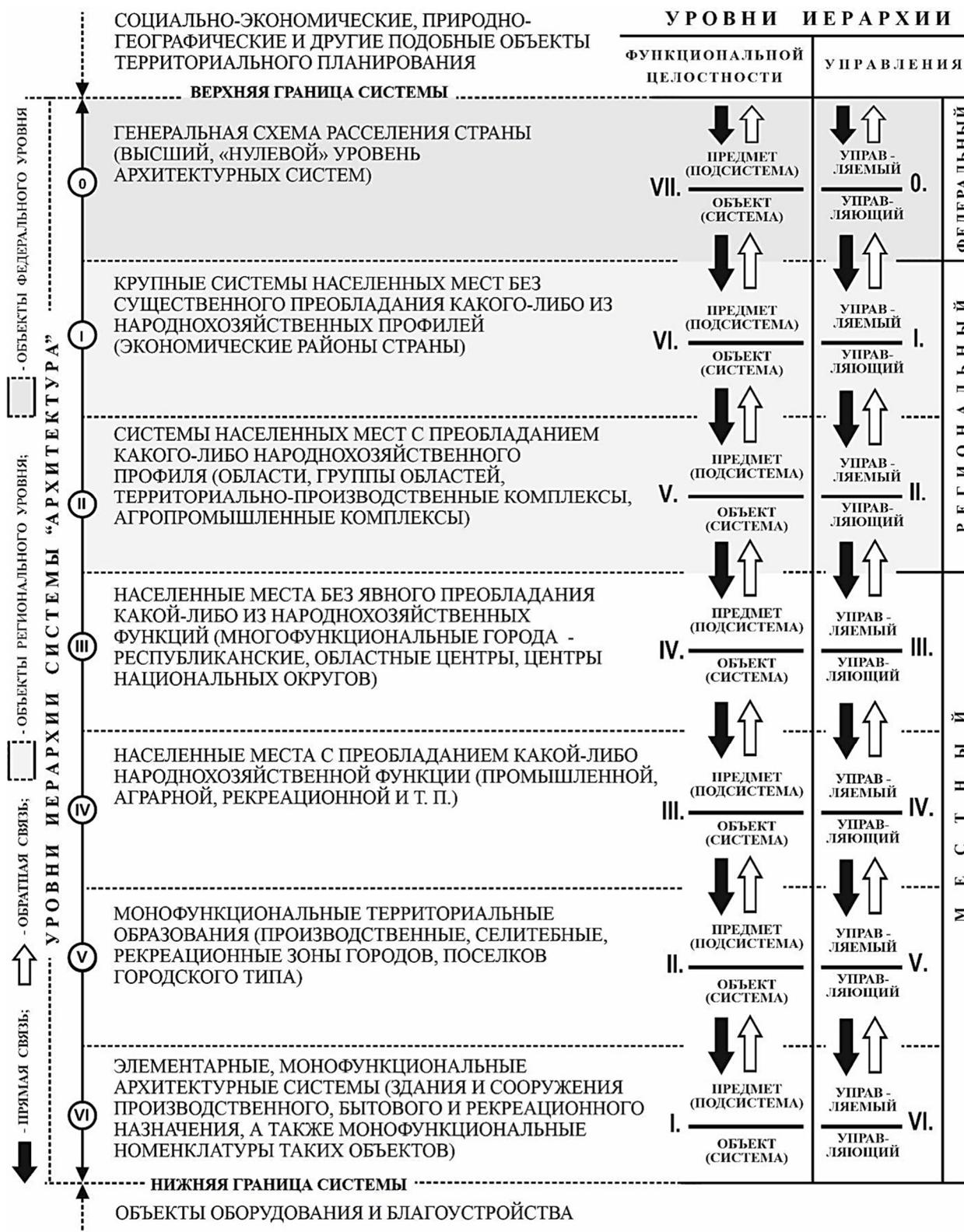


Рис. 6. Принципиальная схема взаимосвязи и взаимоподчиненности основных типов и уровней целостных архитектурных систем. Сост.: Василенко Н.А., Лаврик Г.И.

3. В соответствии с обобщенным учением о системном изоморфизме ОТС (однообразии объектов разных сущностей) четырехчастная функциональная структура присуща архитектурным объектам любой сложности и любому уровню иерархии. Какие бы превращения архитектурные объекты-системы не испытывали, системное сходство сохраняется согласно закону сохранения системного сходства. Количество иерархических уровней находится в прямой зависимости от характера организации коммуникаций (связей) архитектурной системы. Стремление проектных показателей нормируемых процессов к нормативным параметрам, а показателей коммуникационной группы к минимуму отражает в архитектурных системах действие системного принципа компактности.

4. Актуальным направлением в архитектурно-градостроительной теории и практике является создание и внедрение эффективных информационно-компьютерных технологий, базирующихся на системной методологии с целью объективной оценки, анализа и выбора оптимальных решений. Условиями объективности исследовательских и проектных результатов выступают: определение функциональной целостности системы (подсистемы) и её функциональная самодостаточность.

5. Новизна данного исследования состоит в системном определении и обосновании термина «функциональная структура архитектурного объекта», согласно которому это совокупность взаимосвязанных функциональных процессов жизнедеятельности населения (составных элементов), объединенных связями (коммуникациями), подчиненных свойству целостности объекта как системы.

6. Впервые авторами исследования на основе предложенных схем (принципиальных моделей) соответствия системообразующих функций архитектурных объектов уровням сложности, а также взаимосвязи и взаимоподчиненности основных типов и уровней архитектурных систем показано, что в основе построения функциональной структуры архитектурных объектов как самодостаточных систем (независимо от их сложности и основной функции) положен общесистемный принцип целостности – стремление каждого объекта (подсистемы) к достижению главной цели системы как целого. Данные модели отражают качественно новое системное свойство объектов архитектурной и градостроительной деятельности, которое достигается при объединении объектов архитектурных и градостроительных в единую функционально-управленческую вертикаль.

7. Предложенная принципиальная модель системной взаимосвязи между уровнями функциональной целостности и управления в архитектурных системах, начиная от местного уровня (зданий, сооружений и других элементарных архитектурных систем) и заканчивая уровнем федерального значения (системой расселения страны), раскрывает природу отношений и суть действия в архитектурных системах принципов целостности и иерархичности структуры. Системный принцип целостности является определяющим фактором на пути оптимизации архитектурно-градостроительных объектов как систем.

Благодарности. Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов "Приоритет 2030" с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РААСН «Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 года» // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 3. С. 6–14.

2. Гутнов А.Э. Системный подход в изучении города: основания и контуры теории городского развития. В ежегоднике Системные исследования. Методологические проблемы. Москва: Наука, 1986. С 211–232.

3. Линч К. Совершенная форма в градостроительстве. Пер. с англ. В. Л. Глазычева. Под ред. А. В. Иконникова. Москва: Стройиздат, 1986. 264 с.

4. Бычкова А.В. Узлы социальной активности // Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). 2016. № 3 (36). С. 1–18.

5. Krashennikov A.V., Anisimovets A.D. Spatial Models of Local Identity // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019, Samara, 19 ноября 2019 г. Samara: Institute of Physics Publishing, 2020. Т. 775 №. 012022. doi: 10.1088/1757-899X/775/1/012022

6. Perkova M.V, Baklazhenko E.V, Vaytens A.G. A Method for Identifying and Resolving Conflicts in Urban Riverside Development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International science and technology conference «EarthScience», Russky Island. 10–12 декабря 2019 г. Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. Т. 459. № 052024. doi: 10.1088/1755-1315/459/5/052024

7. Скирковский С.В., Капский Д.В., Лосин

- Л.А. Моделирование функционально-планировочной структуры города // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2021. № 2 (43). С. 11–15.
8. Бобрышев Д.В., Вершинина С.Э. Интеграция прибрежных территорий в функционально-планировочную структуру города как необходимое условие их устойчивого развития // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 12 (95). С. 103–107.
9. Ромм А.П. Функционально-планировочная структура города и стоимость городских земель // Жилищное строительство. 2002. № 9. С. 9–10.
10. Della Spina L. A Multi-level Integrated Approach to Designing Complex Urban Scenarios in Support of Strategic Planning and Urban Regeneration. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C (eds) *New Metropolitan Perspectives ISHT 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies* Springer, Cham. In book: *New Metropolitan Perspectives*. 2019. № 100. Pp. 226–237.
11. Ламехова Н.В. Функционально-планировочная структура зданий для дошкольного образования // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. 2011. № 3. С. 46–52.
12. Olanrewaju A.L., Abdul-Aziz A.R. Building Maintenance Processes, Principles, Procedures, Practices and Strategies. In book: *Building Maintenance Processes and Practices*. Singapore Springer. 2015. Pp.79–129.
13. Черненко Г.Н. Формирование функциональной и планировочной структуры современных университетских библиотек // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура, 2011. № 23(42) С. 180–185.
14. Колгашкина В.А. Особенности функционально-планировочной организации многофункциональных комплексов с интегрированными бизнес-функциями // *Architecture and Modern Information Technologies*. (AMIT) 2013. № 2 (23). № статьи 23/13-11.
15. Чечель И.П. Формирование и развитие функционально-планировочной структуры общеобразовательных школ Белгородской области (1904–2020 гг.) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 7. С. 49–65. doi: 10.34031/2071-7318-2020-5-7-49-65
16. Бадави А.А. Особенности организации функционально-планировочной структуры зон сервисного обслуживания малых гостиниц // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 10. С. 46–57. doi: 10.34031/2071-7318-2021-6-10-46-57
17. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 01.05.2022): [принят Государственной Думой 22 дек. 2004 г.: одобрен Советом Федерации 24 дек. 2004 г.] // КонсультантПлюс: офиц. сайт. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_327616 (дата обращения 10.06.2022).
18. Ершова С.А., Митягин С.Д., Осипова Н.В. Соотношение элементов функционально-планиров. структуры города // ПГС. 2012. № 2. С. 10–12.
19. Ершова С.А., Митягин С.Д., Осипова Н.В. Нормирование функционально-планировочной структуры населенных мест // ПГС 2012. № 4. С. 29–31.
20. Митягин С.Д. Теоретико-методологические задачи совершенствования проектно-градостроительной деятельности // *Промышленное и гражданское строительство*, 2020. № 1. С. 43–47. doi: 10.33622/0869-7019.2020.01.43-47
21. Митягин С.Д., Спиринов П.П., Гаевская З.А. Теоретические основы многоукладного градостроительства // *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2020 году: Сб. науч. трудов РААСН: в 2 т. / Российская академия архитектуры и строительных наук*. Москва: Издательство АСВ, 2021. С. 303–310.
22. Шубенков М.В., Шубенкова М.Ю. Современный город как антропогенно-природная система // *Architecture and Modern Information Technologies* (AMIT). 2020. № 4(53) С. 182–190. doi: 10.24411/1998-4839-2020-15311
23. Гашенко А.Е. Архитектурно-градостроительная морфология как предмет системных исследований: элементный аспект // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 5–13.
24. Енин А.Е., Пахомова В.С. Особенности функционально-планировочной структуры технопарков // *Архитектурные исследования*. 2021. № 2. С. 123–128
25. Тюхтин В.С., Урманцев Ю.А., Ларин Ю. С. и др. Система. Симметрия. Гармония; под ред. В.С. Тюхтина, Ю.А. Урманцева. Москва : Мысль, 1988. 318 с.
26. Капра Ф., Луизи П.Л. Системный взгляд на жизнь: Целостное представление. Пер. с англ. Москва: УРСС: ЛЕНАНД, 2020. 504 с.
27. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов. В кн.: *Системные исследования: Ежегодник*. Москва: Наука, 1969. С. 30–52.

28. Урманцев Ю.А. Эволюционика, или Общая теория развития систем природы, общества и мышления. Изд. 3-е. Москва: ЛЕНАНД, 2020. 240 с.

29. Урманцев Ю.А. Общая теория систем в доступном изложении. Изд. 2-е, испр. Москва: ЛЕНАНД, 2021. 400 с.

30. Лаврик Г.И. Методологические основы районной планировки. Введение в демозоологию. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007. 117 с.

31. Лаврик Г.И. Методы оценки качества жилища. Исследование, проектирование, экспертиза. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. 100 с.

32. Анисимов А.И., Лаврик Г.И. Региональные градостроительные проблемы и возможное их решение // Градостроительство. 2010. № 4. С. 15–21.

33. Vasilenko N.A. Problems of energy resources allocation at decision-making stages in architecture and urban planning activities // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4th International Scientific and Technical Conference on Energy System, ICES 2019.

Belgorod, 31 октября–1 ноября 2019 г. Institute of Physics Publishing, 2020. Т. 791. № 012050. doi: 10.1088/1757-899X/791/1/012050

34. Vasilenko N.A. General System Principles of Architectural Systems Formation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International science and technology conference «FarEastCon-2019». IOP Publishing. 2020. Т. 753. № 032047. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032047

35. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изм. и доп. (в ред. Федерального закона от 02.07.2013 № 185-ФЗ)). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102135277>

36. Василенко Н.А., Черныш Н.Д. Функционально-планировочная структура транспортных зданий и сооружений на примере морских пассажирских терминалов // Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). 2020. № 3(52). С. 58–83. doi: 10.24411/1998-4839-2020-15204.

Информация об авторах

Василенко Наталья Анатольевна, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурных конструкций. E-mail: nvasilenko_domik@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Черныш Надежда Дмитриевна, доцент кафедры архитектурных конструкций. E-mail: chernysh-nadejda@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 09.09.2022 г.

© Василенко Н.А., Черныш Н.Д., 2023

**Vasilenko N.A., Chernysh N.D.*

Belgorod Shukhov State Technological University

**E-mail: nvasilenko_domik@mail.ru*

DEFINITION AND SUBSTANTIATION OF ARCHITECTURAL OBJECTS' FUNCTIONAL STRUCTURE ON THE BASIS OF SYSTEM APPROACH

Abstract. *The article deals with the systemic substantiation of architectural objects' (buildings, constructions and their complexes, including those in the sphere of urban development and regional planning) functional structure as integral systems. It is demonstrated that the solution of urgent tasks for the reconstruction of existing and the creation of new buildings and structures, the development of architectural and urban planning systems are possible through the introduction of advanced digital technologies based on mathematical models describing the structure and «behavior» of architectural objects from the point of view of a systematic approach and the principles of the general theory of systems. In the article, a significant place is given to the discussion of a methodological concept new for architecture, dealing with the research and design of architectural and urban-planning objects as integral architectural systems. On the basis of this concept, the definition and justification of the functional structure of any architectural object are given, revealing its systemic essence and structure. The similarity (isomorphism) of the whole and parts of architectural objects' elements and subsystems at all hierarchy levels allows considering the functional structure of an architectural object of*

any complexity with account of organizing the processes of four types of population's life activity. It is applicable to architectural objects from their elementary levels – room and building, and to the level of cities and populated areas.

Keywords: functional structure, functional planning structure, architectural object, system approach, system principle.

REFERENCES

1. RAASN «Forecast of the development of fundamental research in the field of architecture, urban planning and construction sciences until 2030» [Prognoz razvitiya fundamentalnykh issledovaniy v oblasti arkitektury, gradostroitel'stva i stroitelnykh nauk do 2030 goda]. Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. 2009. No. 3. Pp. 6–14. (rus)
2. Gutnov A.E. System approach in the study of the city: foundations and contours of the theory of urban development [Sysremny podhod v izuchenii goroda: osnovaniya i kontury teorii gorodskogo razvitiya]. In the yearbook of System Research. Methodological problems. Moscow: Nauka, 1986. Pp. 211–232. (rus)
3. Lynch K. The perfect form in urban planning [Sovershennaya forma v gradostroitel'stve]. Translated from the English by V. L. Glazychev. Edited by A.V. Ikonnikov. Moscow: Stroyizdat, 1986. 264 p. (rus)
4. Bychkova A.V. Nodes of social activity [Uzly soysialnoy aktivnosti]. Architecture and Modern Information Technologies (AMIT) 2016. No. 3 (36). Pp. 1–18. (rus)
5. Krashennnikov A.V., Anisimovets A.D. Spatial Models of Local Identity. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019, Samara, November 19, 2019 Samara: Institute of Physics Publishing, 2020. Vol. 775 No. 012022. doi: 10.1088/1757-899X/775/1/012022
6. Perkova M.V., Baklazhenko E.V., Vaytens A.G. A Method for Identifying and Resolving Conflicts in Urban Riverside Development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International science and technology conference «EarthScience», Russky Island. December 10–12, 2019 Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. Vol. 459. No. 052024. doi: 10.1088/1755-1315/459/5/052024
7. Skirkovsky S.V., Kapsky D.V., Losin L.A. Modeling of the functional planning structure of the city [Modelirovanie funktsionalno-planirovochnoy struktury goroda]. Bulletin of the Belarusian State University of Transport: Science and Transport. 2021. No. 2 (43) Pp. 11–15. (rus)
8. Bobryshev D.V., Vershinina S.E. Integration of coastal territories into the functional planning structure of the city as a necessary condition for their sustainable development [Integratsiya pribrezhnykh territory v funktsionalno-planirovochnuy struktury goroda kak neobkhodimoe uslovie ikh ustoychivogo razvitiya]. Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2014. No. 12 (95). Pp. 103–107. (rus)
9. Romm A.P. The functional and planning structure of the city and the cost of urban land [Funktsionalno-planirovochnay struktura goroda I stoimost' gorodskikh zemel']. Housing construction. 2002. No. 9. Pp. 9–10. (rus)
10. Della Spina L. A Multi-level Integrated Approach to Designing Complex Urban Scenarios in Support of Strategic Planning and Urban Regeneration. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C (eds) New Metropolitan Perspectives ISHT 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies Springer, Cham. In book: New Metropolitan Perspectives. 2019. No. 100. Pp. 226–237.
11. Lamekhova N.V. Functional planning structure of buildings for preschool education [Funktsionalno-planirovochnay struktura zdaniy dlya doskol'nogo obrazovaniya]. Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. 2011. No. 3. Pp. 46–52. (rus)
12. Olanrewaju A.L., Abdul-Aziz A.R. Building Maintenance Processes, Principles, Procedures, Practices and Strategies. In book: Building Maintenance Processes and Practices. Singapore Springer. 2015. Pp. 79–129.
13. Chernenko G.N. Formation of the functional and planning structure of modern university libraries [Formirovanie funktsionalnoy I planirovochnoy struktury sovremennykh universitetskikh bibliotek]. Vestnik VolgGASU. Ser.: Construction and Architecture. 2011. No. 23(42) Pp. 180–185. (rus)
14. Kolgashkina V.A. Features of the functional and planning organization of multifunctional complexes with integrated business functions [Osobennosti formirovaniya funktsionalno-planirovochnoy organizatsiy mnogofunktsionalnykh kompleksov s integrirovannymi biznes-funktsiyami]. Architecture and Modern Information Technologies. (AMIT) 2013. No. 2 (23) No. article 23/13-11. (rus)
15. Chechel I.P. Formation and development of the functional planning structure of secondary schools of the Belgorod region (1904-2020) [Formirovanie I razvitie funktsionalno-planirovochnoy struktury obzheobrazovatelnykh

shkol Belgorodskoy oblasti (1904–2020 years)]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 7. Pp. 49–65. doi: 10.34031/2071-7318-2020-5-7-49-65. (rus)

16. Badavi A.A. Features of the organization of functional and planning structure of service areas of small hotels [Osobennosti organizatsiy funktsionalno-planirovochnoy struktury zon servisnogo obsluzhivaniya malyykh gostinits]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 10. Pp. 46–57. doi: 10.34031/2071-7318-2021-6-10-46-57. (rus)

17. Town-Planning Code of the Russian Federation No. 190-FZ dated 29.12.2004 (as amended on 01.05.2022): adopted by the State Duma on 22 Dec. 2004: Approved by the Federation Council on 24 Dec. 2004 [Gradostroitelny kodex Rossiyskoy Federatsiy ot 29.12.2004 No. 190-FZ (red. ot 01.05.2022): prinyat Gosudarstvennoy Dumoy 22 dek. 2004 year: odobren Sovetom Federatsiy 24 dek. 2004]. ConsultantPlus: ofic. website. URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LA_W_327616 (accessed 10.06.2022). (rus)

18. Ershova S.A., Mityagin S.D., Osipova N.V. The ratio of elements of functional planning structures of the city [Sootnoshenie elementov funktsional'no-planirovochnoy struktury goroda]. PGS. 2012. No. 2. Pp. 10–12. (rus)

19. Ershova S.A., Mityagin S.D., Osipova N.V. Normalization of the functional and planning structure of populated places [Normirovanie funktsionalno-planirovochnoy struktury naselennykh mest]. PGS 2012. No. 4. Pp. 29–31. (rus)

20. Mityagin S.D. Theoretical and methodological tasks of improving design and urban planning activities [Teoretiko-metodologicheskie zadachi sovershenstvovaniya proektno-gradostroitelnoy deyatel'nosti]. Industrial and civil construction, 2020. No. 1. Pp. 43–47. doi: 10.33622/0869-7019.2020.01.43-47. (rus)

21. Mityagin S.D., Spirin P.P., Gaevskaya Z.A. Theoretical foundations of multi-layered urban planning [Teoreticheskie osnovy mnogoukladnogo gradostroitel'stva]. Fundamental, exploratory and applied research of the RAASN on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2020: Collection of scientific works of the RAASN: in 2 volumes. Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Moscow: Publishing House DIA, 2021. Pp. 303–310. (rus)

22. Shubenkov M.V., Shubenkova M.Yu. Modern city as an anthropogenic-natural system [Sovremenny gorod kak antropogenno-prirodnaya sistema]. Architecture and Modern Information

Technologies (AMIT). 2020. No. 4(53) Pp. 182–190. doi: 10.24411/1998-4839-2020-15311 (rus)

23. Gashenko A.E. Architectural and urban morphology as a subject of systemic research: an elementary aspect [Arkhitekturno-gradostroitel'naya morfologiya kak predmet sistemnykh issledovaniy: elementny aspekt]. Bulletin of Civil Engineers. 2015. № 6 (53). Pp. 5–13. (rus)

24. Enin A.E., Pakhomova V.S. Features of the functional and planning structure of technoparks [Osobennosti funktsional'no-planirovochnoy struktury tekhnoparkov]. Architectural research. 2021. No. 2. Pp. 123–128. (rus)

25. Tyukhtin V.S., Urmantsev Yu.A., Larin Yu.S. et al. System. Symmetry. Harmony [Systema. Simmetriya. Harmoniya]. Edited by V.S. Tyukhtin, Yu.A. Urmantsev. Moscow : Mysl, 1988. 318 p. (rus)

26. Kapra F., Luisi P.L. A systematic view of life: A holistic view [Systemny vzglyad na zhizn': Tzelostnoe predstavlenie]. Trans. from English. Moscow: URSS: LENAND, 2020. 504 p. (rus)

27. Bertalanfi L. background. General theory of systems – overview of problems and results [Obshaya teoriya sistem — obzor problem i rezul'tatov]. In: System Research: Yearbook. Moscow: Nauka, 1969. Pp. 30–52. (rus)

28. Urmantsev Yu.A. Evolutionics, or the General theory of the development of systems of nature, society and thinking [Evolutionika, ili Obshaya teoriya razvitiya sistem prirody, obzhestva i myshleniya]. 3rd ed. Moscow: LENAND, 2020. 240 p. (rus)

29. Urmantsev Yu.A. General theory of systems in an accessible presentation [Obshaya teoriya sistem v dostupnom izlozheniy]. 2nd edition, ispr. Moscow: LENAND, 2021. 400 p. (rus)

30. Lavrik G.I. Methodological foundations of district planning. Introduction to demoeology [Metodologicheskie osnovy rayonnoy planirovki. Vvedenie v demoekologiyu]. Belgorod: V. G. Shukhov BSTU, 2007. 117 p. (rus)

31. Lavrik G.I. Methods of assessing the quality of housing. Research, design, expertise [Metody otzenki kachestva zhilizha. Issledovanie, proektirovanie, ekspertiza]. Belgorod: V.G. Shukhov BSTU, 2007. 100 p. (rus)

32. Anisimov A.I., Lavrik G.I. Regional town-planning problems and their possible solution [Regionalnye gradostroitelnye problemy i vozmizhnoe ikh reshenie]. Town-planning. 2010. No. 4. Pp. 15–21. (rus)

33. Vasilenko N.A. Problems of distribution of energy resources at decision-making stages in architectural and urban planning activities. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4th International Scientific and

Technical Conference on Energy Systems, ICES 2019. Belgorod, December 31–January 1, 2019. Publishing House of the Institute of Physics, 2020. No. 791. No. 012050. doi: 10.1088/1757-899X/791/1/012050

34. Vasilenko N.A. General system principles of the formation of architectural systems 2020. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific and Technical Conference «FarEastCon-2019». IOP Publishing. 2020. vol. 753. No. 032047. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032047

35. Federal Law No. 384-FZ of December 30, 2009 «Technical Regulations on the safety of Buildings and Structures» (with amendments and additions). Ed. Federal Law No. 185-FZ of

02.07.2013 [Federalny zakon ot 30 dekabrya 2009 year No 384-FZ «Tekhnichesky reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy» (s izmeneniyami i dopolneniyami (v red. Federal'nogo zakona ot 02.07.2013 № 185-FZ))]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102135277>. (rus)

36. Vasilenko N.A., Chernysh N.D. Functional and planning structure of transport buildings and structures on the example of marine passenger terminals [Funktsional'no-planirovochnaya struktura transportnykh zdaniy I sooruzheniy na primere morskikh passazhirskikh terminalov]. Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). 2020. No. 3(52). Pp. 58–83. doi: 10.24411/1998-4839-2020-15204. (rus)

Information about the authors

Vasilenko, Natalia A. PhD, Assistant professor. E-mail: nvasilenko_domik@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernysh, Nadezhda D. Assistant professor. E-mail: chernysh-nadejda@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 09.09.2022

Для цитирования:

Василенко Н.А., Черныш Н.Д. Определение и обоснование функциональной структуры архитектурных объектов на основе системного подхода // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 1. С. 74–88. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-74-88

For citation:

Vasilenko N.A., Chernysh N.D. Definition and substantiation of architectural objects' functional structure on the basis of system approach. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 1. Pp. 74–88. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-74-88