

0+

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН



ARCHITECTURE, URBANISM AND DESIGN

INTERNATIONAL ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL



2(44) / 2025

ISSN 0000-0000



АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН

№ 2(44)/2025

Международный электронный научный журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Шабиев С. Г., председатель редакционной коллегии, доктор архитектуры, профессор, декан факультета «Архитектура» Южно-Уральского государственного университета

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Колясников В. А., доктор архитектуры, профессор кафедры «Градостроительство» Уральской государственной архитектурно-художественной академии (г. Екатеринбург, Россия);

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Зимич В. В., кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура», заместитель декана по научной работе архитектурного факультета Южно-Уральского государственного университета

ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ВЫПУСК

Согрин Е. К.

ВЁРСТКА

Шрайбер. А. Е.

КОРРЕКТОР

Фёдоров. В. С.

WEB-РЕДАКТОР

Шаров М.С.

0+

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, д. 76, оф. 518
E-mail: aud.susu@gmail.com
Тел./факс: +7 (351) 267-98-24; 8-950-733-35-45
www.aud.susu.ru

Журнал зарегистрирован Роскомнадзором
Свидетельство ЭЛ № ФС77-57927 от 28.04.2014

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

ИЗДАТЕЛЬ

архитектурный факультет Южно-Уральского государственного университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Черкасов Г. Н., доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура промышленных сооружений» Московского архитектурного института (г. Москва, Россия);

Мукинов Р. М., доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой «Архитектура», декан факультета «Архитектура, дизайн и строительство» Кыргызско-Российского славянского университета, академик, вице-президент Академии архитектуры и строительства Республики Кыргызстан, член-корреспондент Международной академии архитектуры стран Востока (г. Бишкек, Республика Кыргызстан);

Куспангалиев Б. У., доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и дизайн» Казахского национального технического университета, директор-академик Казахского Академического центра международной академии архитектуры (г. Алматы, Республика Казахстан);

Сурина Л. Б., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Дизайн и изобразительное искусство» Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск, Россия);

Ахмедова А. Т., доктор архитектуры, Почетный архитектор Казахстана. Декан факультета дизайна МОК КазГАСА (Международная образовательная корпорация Казахская головная архитектурно-строительная академия) (г. Алматы, Республика Казахстан);

Сабитов А. Р., доктор архитектуры, Почетный архитектор Казахстана. Заведующий кафедрой графического дизайна МОК КазГАСА (Международная образовательная корпорация Казахская головная архитектурно-строительная академия) (г. Алматы, Республика Казахстан);

XiaoJun Zhao, Director, Chief Architect, Design Director, Senior Architect of China Construction International (Shenzhen) Design Co., Ltd.

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ, РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕВИТАЛИЗАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

СНИТКО А.В.

Эволюция формирования промышленных территорий в градостроительной структуре Ярославля 3

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ДИЗАЙНА

КОРОТЕЕВА Т. Ю., АХМЕДОВА А. Т.

Теоретические и практические поиски оптимальной модели организации жилого пространства (на примере советского и зарубежного опыта массового жилищного строительства 1920-х гг.) 14

ВОРОНИНА А. А.

Определение инертности и динамичности: путь к устойчивому развитию 24

АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

ЧУЧЕЛОВ К.И., КАН ХУНСИ

Особенности применения интегрированных трубопроводных коридоров инженерных систем 34

ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ И ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА

ФУРМАН Н.В.

Архитектурно-ландшафтные подходы к формированию устойчивой набережной г. Саратова 44

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

МЕРКУШЕВ К.А.

Самообучающаяся нейросетевая система оптимизации архитектурных решений – плагин для revit 2025, использующий bim-данные и эксплуатационную обратную связь для генерации улучшенных планировок 53

ARCHITECTURAL CONCEPTS OF FORMATION, RECONSTRUCTION AND REVITALIZATION OF CIVIL AND INDUSTRIAL FACILITIES

SNITKO A.V.

The evolution of the formation of industrial territories in the urban planning structure of Yaroslavl 3

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, URBAN PLANNING AND DESIGN

KARATSEYEVA T. Y., AKHMEDOVA A. T.

Theoretical and practical search for an optimal model of organizing living space (based on the example of soviet and foreign experience of mass housing construction in the 1920s) 14

VORONINA A. A.

Definition of inertia and dynamicity: the path to sustainable development 24

ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND MATERIALS

CHUCHELOV K.I., KANG HONGXI

Application features of integrated pipeline corridors of engineering systems 34

DESIGN OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT AND LANDSCAPE ARCHITECTURE

FURMAN N. V.

Architectural and landscape approaches to the formation of a stable Saratov embankment 44

COMPUTER-AIDED DESIGN

MERKUSHEV K.A.

Self-learning neural network system optimization of architectural solutions – a plugin for revit 2025 that uses bim data and operational feedback to generate improved layouts 53

ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ЯРОСЛАВЛЯ

Города Центральной России – одни из старейших (наряду с Уралом и Северо-западом) промышленных центров нашей страны. Производственная деятельность в них, носившая в XVI-XVII веках характер кустарного производства, возникала и развивалась в черте городов или в прилежащих слободах в структуре селитебной застройки и не принимала значимое участие в формировании функционально-планировочных структур городов. В начале XVIII века, с началом Петровских реформ, в вышеуказанных регионах России начинается централизованное строительство крупных предприятий – мануфактур и заводов, призванных обеспечить государственные военные заказы. Одной из первых таких мануфактур в Центральной России была Ярославская полотняная мануфактура (позже – Ярославская Большая мануфактура – ЯБМ). Её территория фактически стала первым специализированным промышленным районом Ярославля, вынесенным за пределы его основного пятна застройки. В дальнейшем промышленные территории Ярославля развивались как в структуре сложившейся застройки, так и на новых территориях, предопределяя территориальное, функциональное и планировочное развитие городской градостроительной структуры.

Так исторически сложилось, что неотъемлемой частью строительства предприятий стало и централизованное близлежащее формирование жилых массивов для расселения трудящихся, что ярко отразилось в градостроительном развитии Ярославля. И не только в Советский период. Эта традиция, как показано автором, насчитывает уже более 300 лет.

В статье показана последовательность формирования промышленных территорий в разные исторические эпохи и периоды, приведены графоаналитические схемы эволюции размещения производств с указанием их отраслевой принадлежности, рассмотрены некоторые планировочные аспекты формирования непосредственно связанных с предприятиями их селитебных массивов.

Сравнительный анализ функционально-планировочного развития Ярославля проведён в контексте формирования других городов региона в аспекте «промышленность-селитеба». Он позволил выявить особенности исторического эволюционирования планировочной структуры Ярославля, показать специфику разных исторических архитектурных сред города и обозначить ценность его индустриального градостроительного наследия.

Ключевые слова: Ярославль, градостроительное развитие, промышленные территории, исторические периоды.

THE EVOLUTION OF THE FORMATION OF INDUSTRIAL TERRITORIES IN THE URBAN PLANNING STRUCTURE OF YAROSLAVL

The cities of Central Russia are one of the oldest (along with the Urals and the Northwest) industrial centers of our country. The industrial activity in them, which in

the XVI-XVII centuries was characterized by artisanal production, arose and developed within the city limits or in adjacent settlements in the structure of residential buildings and did not take a significant part in the formation of functional planning structures of cities. At the beginning of the 18th century, with the beginning of Peter the Great's reforms, the centralized construction of large enterprises – manufactories and factories designed to provide state military orders – began in the above-mentioned regions of Russia. One of the first such manufactories in Central Russia was the Yaroslavl Linen Manufactory (later the Yaroslavl Large Manufactory – YABM). Its territory actually became the first specialized industrial area of Yaroslavl, located outside its main area of development. In the future, the industrial territories of Yaroslavl developed both in the structure of the existing development and in new territories, determining the territorial, functional and planning development of the city's urban structure.

Historically, the centralized nearby formation of housing estates for the settlement of workers has become an integral part of the construction of enterprises, which was clearly reflected in the urban development of Yaroslavl. And not only during the Soviet period. This tradition, as shown by the author, dates back over 300 years.

The article shows the sequence of formation of industrial territories in different historical epochs and periods, provides graphoanalytical schemes for the evolution of the location of industries, indicating their industry affiliation, and examines some planning aspects of the formation of residential areas directly related to enterprises.

A comparative analysis of the functional and planning development of Yaroslavl was carried out in the context of the formation of other cities in the region in the aspect of “industry-settlement”. It made it possible to identify the features of the historical evolution of the planning structure of Yaroslavl, to show the specifics of different historical architectural environments of the city and to identify the value of its industrial urban planning heritage.

Keywords: Yaroslavl, urban development, industrial territories, historical periods.

Среди городов Центральной России сегодня Ярославль является крупнейшим и одним из старейших промышленных центров. Основанный в 1010 г., он долгие годы являлся важным административным центром региона. Его территориальное развитие вплоть до XVIII века ограничивалось правобережьем Волги при впадении в нее Которосли. В XVII веке в Толчковской слободе (к югу от основного городского массива) в виде промыслов было развито кожевенное производство. Оно размещалось в усадьбах жителей, в структуре застройки. К началу XVIII века город представлял собой практически сплошное селитебное образование с радиусом застройки 1,5 км, в юго-западной части этого массива в 1710 г. основан Оружейный двор (на территории которого с 1730-х гг. размещалась Малая Ярославская мануфактура, рис.1) [1].

В 1722 г. (эту дату можно установить точно) в развитии города появляются принципиально новые градостроительные процессы.

В этот год на берегу реки Которосли, в 2 км на юго-запад от основного массива города, с разрешения Петра Первого возникает Ярославская полотняная мануфактура – одна из

крупнейших мануфактур Петровской эпохи, на которой работало 1500 человек. Подавляющее большинство работников мануфактуры занимались исключительно «промышленным» производством, т.е. фактически представляли самостоятельный класс рабочих и проживали в специально построенных рядом с мануфактурой зданиях.

Во многом под влиянием такого уклада жизни мануфактурный комплекс сформировался как отдельное самостоятельное планировочное образование с четким генеральным планом, зонированием территорий на производственные, жилые и общественные.

Таким образом, здесь впервые в регионе появилось планировочно и функционально самостоятельное промышленно-селитебное образование на базе достаточно крупного предприятия. Производственные территории получили самостоятельное функциональное институциональное оформление и вместе с селитбой образовали замкнутый трудовой баланс. К сожалению, от комплекса мануфактуры до сегодняшнего времени сохранился лишь каменный храм Петра и Павла и некоторые развалины старых построек (сегодня на этой территории парк, а совре-

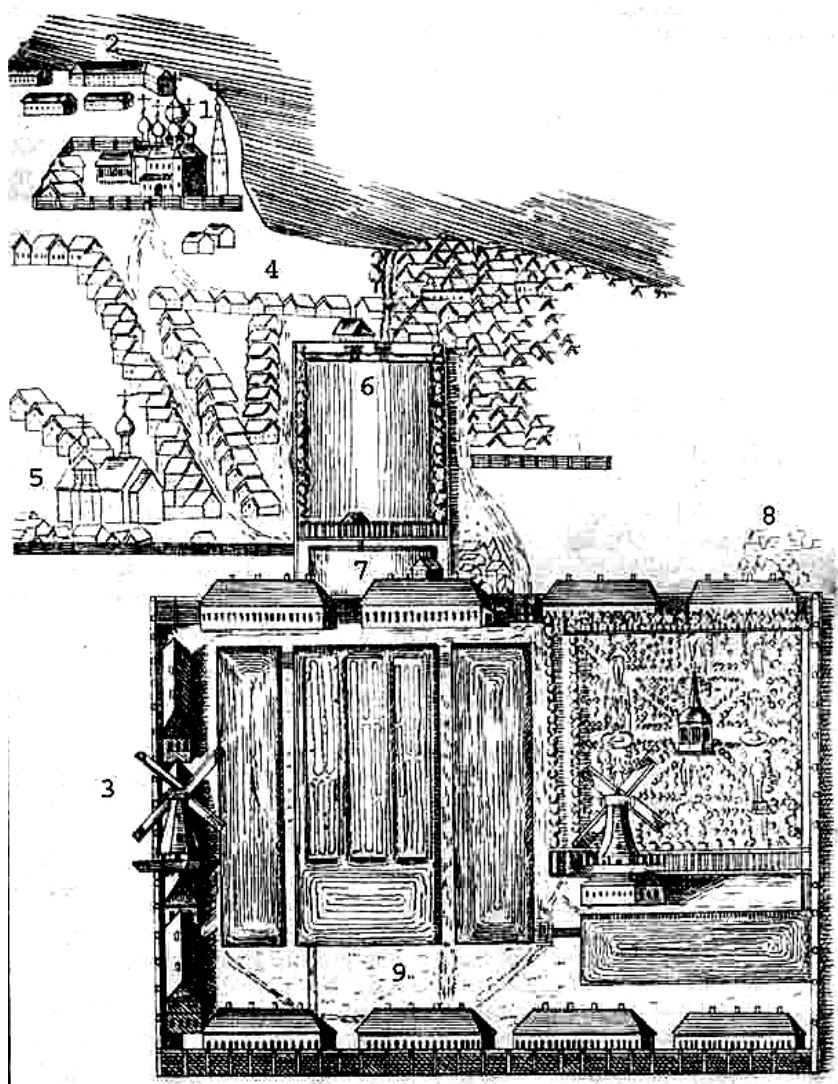


Рис. 1. Схема генплана Ярославской Большой мануфактуры, 1720-е гг.:

1- церковь Николая чудотворца.; 2-мельница бумажная на Которосли; 3 - ветряная мельница; 4-мануфактурная слобода с домами для рабочих; 5-церковь иконы Донской Богородицы; 6-пруд и мельницы бумажные; 7-пруд монастырский; 8-бутырки (небольшое селение, отделенное от основного населенного пункта); 9-полотняные и прочие мануфактуры [2]

менная территория Ярославской Большой мануфактуры во второй половине XIX века сформировалась в 500 метрах западнее). Но, тем не менее, именно это предприятие стало определяющим в развитии крупнейшей до-революционной промышленной зоны города вдоль реки Которосли.

В 1780-х гг. Ярославль, как и многие города региона (в том числе и получившие этот статус в ходе административной реформы) получает генеральный план. Он упорядочивает застройку исторической части города, придает ей черты регулярности [3].

Однако территория мануфактуры не была затронута и не вошла составной частью в планировочную композицию города. Историческая (ныне центральная) часть города получает решение в основном как селитебная

территория с квартальной, исключительно периметральной застройкой 2-3 этажными гражданскими зданиями.

Ряд возникших позднее, в Индустриальную эпоху, относительно мелких предприятий в центральной части города (табачная фабрика, типография и пр.) не изменили принцип развития ее планировочной структуры. Их промплощадки четко вписаны в складывавшуюся сетку улиц, а застройка ориентировалась строго соответственно периметру, вдоль красных линий.

Первый период (1840-1890-е гг.) новой, Индустриальной, цивилизационно-технологической эпохи явился временем, когда, с одной стороны, свое дальнейшее развитие получают уже зафиксированные способы расположения промышленных предприятий

в структуре населенных пунктов, а с другой – происходит формирование принципиально нового принципа внутренней градостроительной организации промышленно-селитебных образований [4-7].

В Ярославле в это время промышленные территории продолжают активно развиваться вдоль правого берега Которосли (рис.2). Здесь, начиная с 1838 г., возникают химические заводы, а с 1860-х гг. активно развивается новая площадка ЯБМ [8]. На левом берегу в непосредственной близости от центра города развивается лишь мукомольное предприятие.



Рис. 2. План Ярославля с нанесением слобод в правобережье Которосли и территории Ярославской Большой мануфактуры (обведена голубым контуром).
Середина XVIII века

Таким образом, во второй половине XIX века вдоль берега Которосли формируется значимый промышленно-селитебный городской район.

И хотя данный участок города отделен достаточно широкой поймой Которосли, регу-

лярность, присущая центральной части, оказывает несомненное мировоззренческое влияние на организацию его застройки. Здесь формируется относительно регулярная планировочная структура, основанная на прямоугольной системе улиц. На планах города, отражающих состояние его планировочной структуры, уже в самом начале периода фиксируется Прикаторосльский район, включая промышленные территории. С запада на восток город разделяет река Которосль. К северу от неё – исторический центр, к югу – промышленно-селитебный район на базе слобод и Ярославской большой мануфактуры (в западной части). Эта часть города становится с юридической точки зрения полноправной частью функционально-планировочной структуры Ярославля (рис.3).

Однако она так и не составила с левобережной исторической частью города взаимообусловленное и взаимоувязанное целое с планировочно-композиционной и пространственно-композиционной точки зрения, оставшись в этом отношении относительно самостоятельным образованием [9].

Еще более как самостоятельное функциональное и средовое образование формируется территория закаторосльской части города, примыкающая к новой площадке Ярославской Большой мануфактуры, где размещаются объекты ее социальной инфраструктуры (комплексы рабочих казарм, дома служащих, общественные, культовые здания, рекреационные территории). Несмотря на то, что новая площадка ЯБМ расположилась недалеко от старой площадки (где производство было прекращено в середине XIX века), все же к тому времени это была уже территория города, его окраина. И все-таки этот промышленно-селитебный район в особенности застраивается без учета общегородской планировочной структуры. Он представляет собой относительно самостоятельное не только планировочное, но и функциональное, социокультурное образование со своей главной площадью, служащей центром всей общественной жизни.

Здесь естественным образом формировался замкнутый трудовой баланс, а функциональные связи с центром города были не столь массовыми. Здесь не было заранее предначертанной генеральным планом планировочной структуры; не столь четко, как в исторической части города, выдерживаются традиции формирования «фасадов» улиц, а процесс строительства некоторых жилых объектов характеризуется комплексностью и пространственной «открытостью» [10].



Рис. 3. План Ярославля. 1850 г.

Таким образом, в этот период промышленные территории и прилежащие к ним территории социальной инфраструктуры предприятий входят в городскую черту. В городе складывается четкое разделение территории на 2 части (рис.4). Одна – историческая селитебная центральная часть, с регулярной классицистической планировкой и застройкой, с регулярными улицами и площадями, со строительством домов по красной линии «сплошной фасадю», где господствовавшие в гражданской архитектуре на протяжении полутора столетий стили, базировавшиеся на различной интерпретации античного наследия, сформировали цельный соответствующий образ центра, характерный для традиционных исторических городов [7]. Вторая – промышленно-селитебный район, расположенный на окраине, за рекой, с планировкой и застройкой, построенной на принципах комплексного промышленно-селитебного

строительства нового типа, с промышленными и жилыми комплексами, состоящими из крупных зданий в 3-6 этажей, с практически ковровой (у промышленных предприятий) и групповой или строчной застройкой (у жилых массивов), в краснокирпичном исполнении (рис.5). Такая фактурно-цветовая палитра стала во второй половины XIX века основой художественного решения промышленного и связанного с ней строительства не только в России, но и во всём мире [11-15].

В начале XX века в Ярославле свое последовательное развитие получает Прикотлорский промышленный район на базе уже существовавших здесь предприятий и объектов их социальной сферы. В то же время развиваются промышленные площадки вдоль линии железной дороги. Здесь строится достаточно крупный вагоностроительный завод. Во время Первой мировой войны в Ярославль эвакуировались несколько предприятий. В 1915

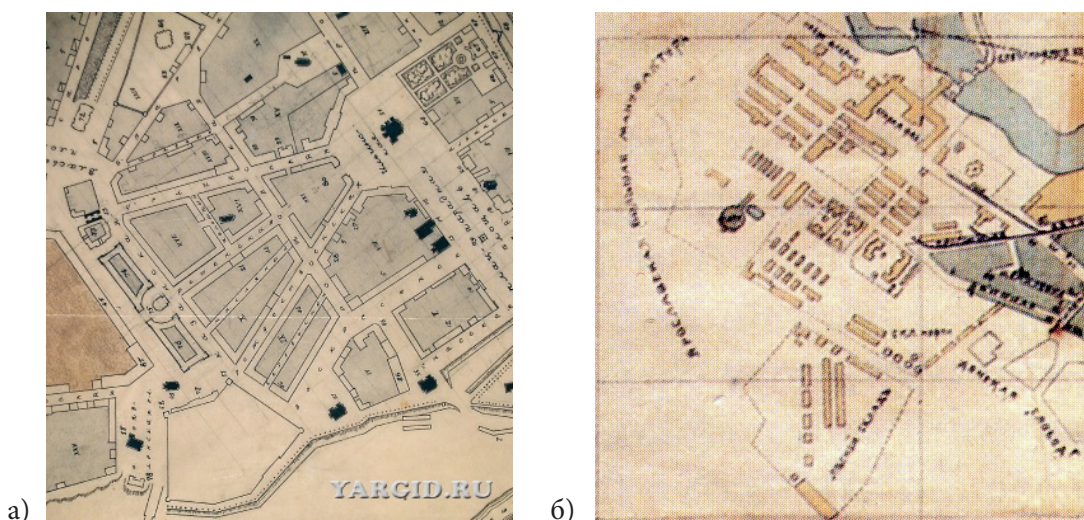


Рис. 4. Планировка центра Ярославля (слева) и промышленно-селитебного района Ярославской Большой мануфактуры (справа).



Рис. 5. Строчная застройка с открытыми дворами жилого микрорайона Ярославской Большой мануфактуры

г. царское правительство приняло решение о строительстве собственных автозаводов, в том числе и в Ярославле. В январе 1916 г. на окраине Ярославля за Романовской заставой началось строительство завода. Однако в целом до Великой Октябрьской социалистической революции город лишь незначительно расширил свои границы [16].

Лишь с середины 1920-х гг. начинается новое бурное развитие промышленности в городе.

В ноябре 1926 г. запущена первая очередь Ляпинской электростанции, что создало основу для развития нового промышленного района [17]. Здесь, на левобережье Волги на значительном отдалении от центрального

массива возникло также и самостоятельное промышленно-селитебное образование со своей планировочной структурой, в основу которой закладывались принципы города-сада, так популярные в то время [18].

К 1929 г. крупнейшими предприятиями Ярославля были Ярославская Большая мануфактура с количеством рабочих около 10 тыс., красочные и свинцово-белильные заводы — «Красный Маяк», «Победа рабочих» и «Свободный труд», валяно-сапожные, кожевенные, лесопильные заводы, завод Вестингауз по производству тормозов. Эти предприятия были основаны ещё до Октябрьской революции. Параллельно продолжали развиваться и селитебные территории при них. В

те годы это было яркой градостроительной тенденцией [19].

Близ Ярославской Большой мануфактуры возник поселок Текстилей, продолживший традиции свободной застройки жилых кварталов.

Новый этап в развитии функционально-планировочной структуры Ярославля пришелся на 1920-30-е гг., когда начинается застройка города по «Плану Нового Ярославля». В первую пятилетку (1928—1933 гг.) в Ярославле началось строительство резино-асбестового комбината (ЯрРАК), моторного завода, судовой верфи и пр. (рис.6).

К северо-западу от центральной части города стал формироваться новый промышленный район на основе предприятий нефтехимии и машиностроения с соответствующей социальной инфраструктурой, террито-

рия объектов которой примкнула с севера к исторической застройке.

Так, строительство Ярославского резино-асбестового комбината повлекло строительство крупного жилого массива в стиле конструктивизма, который складывается в годы первых пятилеток в районе бывшего Загородного сада. С 1930 по 1936 гг. здесь было построено около 20 многоэтажных жилых домов [20].

В предвоенные годы начали складываться крупные жилые массивы в окраинных районах города около развивающихся промышленных предприятий: поселок «Волгострой» (ныне Резинотехника), поселок тормозного завода (ныне Радиозавода) на Липовой горе. Расширялись поселки усадебной застройки: Дядьково, Липовая гора, Творогово, Починки, Забелицы и многие другие.

Незадолго до войны начал застраиваться



Рис. 6. Эволюция функционально-планировочной структуры Ярославля в XVIII – начале XX вв.: красный цвет – предприятия металлообработки и машиностроения; синий цвет – предприятия легкой и текстильной отрасли; желтый цвет – предприятия пищевой отрасли; зеленый цвет – предприятия химии и лесопереработки; серый цвет – энергетические, коммунальные и др. предприятия

Суздальский поселок, который был специально отведен для выезжающих из зоны затопления Рыбинского водохранилища [3].

В 1936 г. был принят новый градостроительный план, в котором предусматривалось вынесение промышленных зон на северную и южную границы города. Согласно ему городская черта была расширена более чем в 5 раз, формировались новые улицы, строились дома и хозяйственные объекты.

В итоге к концу второго периода (1890-1950-е гг.) Индустриальной эпохи функционально-планировочная структура города получила четкое центрическое зонирование: центр – массив радиусом 2,5 км с регулярной периметральной классицистической застройкой – и окружающие его прерывным поясом исторические промышленно-селитебные образования (рис.7). Постепенно сложилась ситуация, характеризующаяся тем, что исторические промышленно-селитебные территории дисперсно расположились в различных его частях в виде либо промышленно-селитебных районов, либо отдельных образований на базе одного предприятия. Они обладали относительно самостоятельным «внутренним миром»: специфичной социальной структурой населения, замкнутым трудовым балансом, необходимым набором объектов соцкультбыта местного уровня, от-

личными от центральной части города приемами планировочной и архитектурно-художественной организации застройки [21].

Начиная с 1960-х гг., активное промышленное и массовое жилищное строительство ведется за пределами сложившейся городской черты, на новых свободных территориях в Северной (Брагино), Южной (вдоль Московского проспекта – крупный химический комбинат) и Заволжской частях города. В черту Ярославля на севере вошло село Норское с текстильной фабрикой (рис.8).

Заключение

Ярославль ещё задолго до Индустриальной эпохи стал крупным промышленным центром региона. Здесь впервые в регионе было градостроительно сформировано самостоятельное, функционально замкнутое в себе промышленно-селитебное образование (Ярославская полотняная мануфактура с её жилыми кварталами). За XIX столетие здесь на берегах реки Которосль сложился круп-



Рис. 7. Функционально-планировочная структура Ярославля. 1955 г.: красный цвет – предприятия металлообработки и машиностроения; синий цвет – предприятия легкой и текстильной отрасли; желтый цвет – предприятия пищевой отрасли; зеленый цвет – предприятия химии и лесопереработки; серый цвет – энергетические, коммунальные и др. предприятия



Рис. 8. Функционально-планировочная структура Ярославля. 1995 г.: красный цвет – предприятия металлообработки и машиностроения; синий цвет – предприятия легкой и текстильной отрасли; желтый цвет – предприятия пищевой отрасли; зеленый цвет – предприятия химии и лесопереработки; серый цвет – энергетические, коммунальные и прочие предприятия

ный промышленно-селитебный район, где, как и во многих городах региона промышленность «отрезала» селитебные территории от реки и где сформировалась трехслойная функциональная линейная система «река-промышленность-селитьба».

Формирование новых промышленных районов произошло в довоенный период (к северу от исторического ядра центра и в заволжском районе). Также, как и на протяжении дореволюционного времени, их развитию сопутствовало строительство жилых массивов новых промышленных предприятий.

Градостроительное развитие самостоятельных промышленно-селитебных районов с их специфической архитектурой обусловило формирование в городе разных видов исторических архитектурных образов и городских сред. Пространства центра обладали традиционной для всех исторических горо-

дов регулярной планировкой с двух-трехэтажными жилыми зданиями, выстроенными вдоль красных линий, а пространства промышленно-селитебных районов – свободной планировкой с крупными краснокирпичными зданиями, с открытыми пространствами фабричных жилых микрорайонов, сформированных по принципу групповой или строчной застройки.

Центральная часть Ярославля в начале XIX столетия претерпела полное изменение своей планировочной структуры по екатерининскому генеральному плану, ей сейчас немного более 200 лет. А между тем, планировка древней части Ярославской Большой мануфактуры эпохи начала XVIII века во многом сохранилась (в виде прудов) и представляет собой не менее ценный, чем центр города, с историко-градостроительной точки зрения объект.

Литература.

1. Дмитриев, Н. Н. Первые русские ситценабивные мануфактуры XVIII в / Н. Н. Дмитриев. – М.; Л.: Соцэкгиз, 1935. – 310 с.
2. Ярославская большая мануфактура: страницы истории комбината «Красный Перекоп». Фотоальбом. – Ярославль: Ньюанс, 2007. – 221 с.
3. Козлов, П. И. Ярославль: Путеводитель-справочник / П. И. Козлов, В. Ф. Маров. – Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во, 1988 – 240 с.
4. Морозова, Е. Б. Эволюция промышленной архитектуры / Е. Б. Морозова. – Минск: Изд-во БНТУ, 2006. – 238 с.
5. Снитко, А.В. К вопросу о периодизации развития объектов промышленно-селитебной застройки городов Центральной России / А.В. Снитко // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 1. – С. 19-27.
6. Черкасов, Г. Н. Промышленность – селитьба: эволюция градостроительных представлений / Г. Н. Черкасов // Известия вузов. Строительство. – 1995. – № 3. – С. 102-111.
7. Шквариов, В. А. Очерк истории планировки и застройки русских городов / В. А. Шквариов. – М.: Гос. изд-во лит. по строит. и архитектуре, 1954. – 203 с.
8. Гераскин, Н. С. Архитектура русской текстильной фабрики XIX и начала XX веков: дис.... д-ра архитектуры: 18.00.01 / Гераскин Николай Степанович. – М.: МАР-ХИ, 1972. – 357 с.
9. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Книга третья / под общ. ред. Е. И. Кириченко. — М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 616 с.
10. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Книга вторая / под общ. ред. Е. И. Кириченко. – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 560 с.
11. Гофман, В. Л. Фабрично-заводская архитектура. Ч. 3 / В. Л. Гофман. — Л.: Кубуч, 1929. – 284 с.
12. Конструкции и архитектурная форма в русском зодчестве XIX – начала XX века. – М.: Стройиздат, 1977. – 175 с.
13. Ackerman K. Industriebau. – Stuttgart: Dr. Verl. – Aust., 1985. – 278 p.
14. Elgar Jones. Industrial architecture in Britain: 1750-1939. – New York: Facts on File, 1985. – 239 p.
15. Winter Jonn. Industrial architecture: A survey of factory building. – London: Studio Vista, 1970. – 127 p.

16. Нащокина, М.В. Развитие Ярославля во II половине XIX – начале XX века / М.В. Нащокина // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 4. – С. 43-50.
17. Сапрыкина, Н. С. Первенец Советской энергетики – Ляпинская ГРЭС в Ярославле (к 75-летию со дня окончательного ввода в строй) / Н.С. Сапрыкина // Электрические станции. – 2007. – № 8. – С. 69-71.
18. Астафьева, М. И. Развитие теоретической мысли и принципов советского градостроительства в первые послереволюционные годы (1917–1925): автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.01 / Астафьева Маргарита Иосифовна. – М., 1971. – 20 с.
19. Меерович, М. Г. Градостроительная политика в СССР (1917–1929): от города-сада к ведомственному рабочему поселку / М. Г. Меерович. – М.: Новое литературное обозрение, 2017. – 346 с.
20. Сапрыкина, Н.С. Советская архитектура Ярославля: реальность и виртуальность / Н. С. Сапрыкина. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2006. – 494 с.
21. Снитко, А.В. Исторические промышленные города Центра России: Закономерности и особенности градоформирования / А.В.Снитко. – Иваново: ООО «Научная мысль», 2014. – 164 с.

References

1. Dmitriev, N. N. The first Russian cotton fabric manufacturers of the XVIII century / N. N. Dmitriev. – M.; L.: Sotsekgiz, 1935. – 310 p.
2. Yaroslavl Large Manufactory: pages of the history of the Krasny Perekop plant. A photo album. Yaroslavl: Nuance, 2007. – 221 p.
3. Kozlov, P. I. Yaroslavl: Guidebook / P. I. Kozlov, V. F. Marov. – Yaroslavl: Verh.-Volzhsky publishing house, 1988. – 240 p.
4. Morozova, E. B. The evolution of industrial architecture / E. B. Morozova. Minsk: BNTU Publishing House, 2006. – 238 p.
5. Snitko, A.V. On the issue of periodization of the development of industrial and residential buildings in cities of Central Russia / A.V. Snitko // Academia. Architecture and Construction. – 2023. – No. 1. – pp. 19-27.
6. Cherkasov, G. N. Industry and settlement: the evolution of urban planning concepts / G. N. Cherkasov // Izvestiya vuzov. Construction. – 1995. – No. 3. – pp. 102-111.
7. Shkvarikov, V. A. An essay on the history of planning and building of Russian cities / V. A. Shkvarikov. Moscow: State Publishing House lit. the software builds. and architecture, 1954. – 203 p.
8. Geraskin, N. S. Architecture of the Russian textile factory of the XIX and early XX centuries: dis.... Doctor of Architecture: 18.00.01 / Geraskin Niko-lai Stepanovich. – M.: MARKHI, 1972. – 357 p.
9. Russian urban planning art. Urban planning in Russia in the late 19th - early 20th century. The third book / under the general editorship of E. I. Kirichenko. — M.: Progress-Tradition, 2010. – 616 p.
10. Russian urban planning art. Urban planning in Russia at the end of the XIX – beginning of the XX century. The second book / under the general editorship of E. I. Kirichenko. – M.: Progress-Tradition, 2003. – 560 p.
11. Hoffman, V. Tsokanye. Factory architecture. p. 3 / V. Tsokanye. Hoffmann. Tsok — tsok.: Kubuch, 1929. – 284 p.
12. Constructions and architectural form in Russian architecture of the XIX – early XX century. Moscow: Stroyizdat, 1977. – 175 p.
13. Ackerman K. Industriebau. – Stuttgart: Dr. Verl. – Aust., 1985. – 278 p.
14. Elgar Jones. Industrial architecture in Britain: 1750-1939. – New York: Facts on File, 1985. – 239 p.
15. Winter Jonn. Industrial architecture: A survey of factory building. – London: Studio Vista, 1970. – 127 p.
16. Nashchokina, M.V. The development of Yaroslavl in the II half of the XIX – early XX century / M.V. Nashchokina // Academia. Architecture and Construction, 2018. – No. 4. – pp. 43-50.
17. Saprykina, N. S. The firstborn of Soviet power engineering – Lyapinskaya GRES in

Yaroslavl (on the 75th anniversary of the final commissioning) / N.S. Saprykina // Electric stations. – 2007. – No. 8 – pp. 69-71.

18. Astafieva, M. I. The development of theoretical thought and principles of Soviet urban planning in the first post-revolutionary years (1917-1925): abstract of the dissertation. ... kand. Architecture: 18.00.01 / Astafieva Margarita Iosifovna, Moscow, 1971. – 20 p.

19. Meerovich, M. G. Urban planning policy in the USSR (1917-1929): from the garden city to the departmental work settlement / M. G. Meerovich. - M.: New Literary Review, 2017. – 346 p.

20. Saprykina, N.S. Soviet architecture of Yaroslavl: reality and virtuality / N. S. Saprykina. Yaroslavl: YSTU Publishing House, 2006. – 494 p.

21. Snitko, A.V. Historical industrial cities of the Center of Russia: regularities and features of urban formation / A.V.Snitko. – Ivanovo: OOO “Scientific thought”, 2014. – 164 p.

Снитко А. В.,

Доктор архитектуры, профессор кафедры Архитектуры и урбанистики, Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия. E-mail: snitko-av@mail.ru

Snitko A.V.

Doctor of Architecture, Professor of the Department of Architecture and Urban Studies, Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia. E-mail: snitko-av@mail.ru

Поступила в редакцию 30.05.2025

Коротеева Т. Ю., Ахмедова А. Т.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОИСКИ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ПРОСТРАНСТВА (НА ПРИМЕРЕ СОВЕТСКОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА МАССОВОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА 1920-Х ГГ.)

Статья посвящена рассмотрению основных направлений проектирования массового городского жилища 1920-х гг. европейских стран и Советского Союза. Определены и описываются характерные объемно-пространственные и архитектурно-планировочные особенности новых типов массового жилища в связи с возникшими социальными, экономическими и политическими предпосылками, такими как массовая миграция населения в города. Поиски рациональных решений для наиболее быстрых способов строительства дешевого жилища стали причиной широкого использования при строительстве доступных экономических материалов и последующей ориентации на индустриализацию.

Целью исследования являлось отражение в теоретических трудах и проектных решениях ведущих архитекторов 1920-х гг. оптимальной модели (формы, концепции, принципов) организации жилого пространства – планировки и строительства жилых домов, а также путей организации среды городского массового жилища, направленных на повышение качества условий проживания горожан.

Определены пути достижения комфортности проживания в городском массовом жилище рассматриваемого периода. Выявлены основные методы для создания комфортного экономичного городского жилища.

Создание благоприятных условий жилища 1920-х гг. связывают не только с соблюдением гигиенических и технических (отопление, водоснабжение) требований, ставших стандартом проживания, но и в новых подходах к проектированию, выраженных в органичном взаимодействии архитектуры и дизайна, которые характеризуются математическим подходом (просчет функциональных связей и габаритов помещения), учитываются влияние среды на психику человека, ведутся поиски наиболее экономически выгодных и комфортных типов жилищ для горожан с разным составом семьи.. Важным также являлась создание новых принципов планировочной организацией жилища (создание открытых пространств, совмещение в структуре обслуживающих учреждений), которые в купе с типизацией зданий были призваны стимулировать жителей к коммуникации и формировать тем самым бытовое сообщество, основанное на взаимопомощи и чувстве коллективизма.

Ключевые слова: жилая среда, городское жилище, функциональное зонирование, качество жизни, комфортность проживания.

THEORETICAL AND PRACTICAL SEARCH FOR AN OPTIMAL MODEL OF ORGANIZING LIVING SPACE (BASED ON THE EXAMPLE OF SOVIET AND FOREIGN EXPERIENCE OF MASS HOUSING CONSTRUCTION IN THE 1920S)

The article is devoted to the consideration of the main directions of designing mass urban housing in the 1920s in European countries and the Soviet Union. The characteristic volumetric-spatial and architectural-planning features of new types of mass housing are defined and described in connection with the emerging social, economic and political prerequisites. An important prerequisite was the mass migration of the population to cities, which entailed the need to search for rational solutions for the fastest ways to build cheap housing, which led to the widespread use of affordable economical materials in construction subsequent focus on industrialization.

The purpose of the study was to reflect in the theoretical works and design solutions of leading architects of the 1920s the optimal model (form, concept, principles) of organizing living space - planning and construction of residential buildings, as well as ways to organize the environment of urban mass housing aimed at improving the quality of living conditions for city residents. The ways of achieving comfortable living in urban mass housing of the period under consideration are defined: the inclusion of some functional zones in the building structure, analysis of functional and psychological aspects, human needs. The main methods used by architects to create comfortable economical urban housing are identified: standardization in construction, functional orientation in design, synthesis of sciences, technology and art in interior design. The creation of favorable housing conditions in the 1920s is associated not only with compliance with hygienic and technical (heating, water supply) requirements that have become the standard of living, but also in new approaches to design, expressed in the organic interaction of architecture and design, which are characterized by a mathematical approach (calculation of functional connections and dimensions of the premises), the influence of the environment on the human psyche is taken into account, the search for the most economically advantageous and comfortable types of housing for city dwellers with different family compositions is underway. Also important was the creation of new principles for the planning organization of housing (creation of open spaces, combination of service institutions in the structure), which, together with the typification of buildings, were intended to stimulate residents to communicate and thereby form a household community based on mutual assistance and a sense of collectivism.

Keywords: residential environment, urban dwelling, functional zoning, quality of life, comfort of living.

Создание комфортной среды для жизни городского человека современности, и дизайна, как вида творческой деятельности, исследователи относят к 20-м гг. XX века. Именно в данный исторический период архитекторы «стремились проектировать здания в совокупности с общим комплексом промышленных изделий, вместе с системой вещей, оборудования и убранства интерьеров» [1], что нашло отражение в научных исследованиях

и проектных решениях, создании новых типов массового городского жилища, попытках посредством планировочного решения, оборудования и мебели, внедрении технических достижений сформировать «нового человека». Можно отметить, что архитекторы 20-х гг. старались решить проблемы, связанные с изменениями эпохи – переходом от исторического этапа к современности, возникновением новых запросов государства и общества

в сфере жилищного строительства. Многие из найденных вариантов предвосхитили своё время в решениях социальных, архитектурных, экономических проблем и в настоящее время, характеризующее трансформациями в жизни человека, общества и архитектуры стран мира, также являются источником для вдохновения архитекторов, проектировщиков, дизайнеров. Вероятно, это обстоятельство повлекло авторов современных публикаций вновь обратить внимание на изучение архитектуры жилища 1920 гг.: в связи с рассмотрением проблем градостроительства и главных путей в решении современной жилищной проблемы [2], а также приемах организации пространства, наметивших ориентир к проектированию жилища как архитектурно-пространственному комплексу [3]; применение строительных материалов, которые параллельно нашли развитие в жилом строительстве разных стран. Попутно с рассмотрением исторических, архитектурных, социальных аспектов в одних статьях можно проследить критику массового жилищного строительства эпохи авангарда [4] в связи несоответствием жилища современным требованиям человека XXI в. [5], других – наоборот, акцентирование внимания на актуальности проектных и планировочных решений для современной жизни, замечая при этом, что такое жилище наиболее подойдет для домохозяйств из одного и двух человек [6]; третьих, поднимаются вопросы о сохранении памятников жилой архитектуры периода 1920-х гг., говоря о важности исторической эпохи для европейского и советского архитектурного проектирования, учитывающего социальные, политические и идеологические требования, но так до конца не понятого и не принятого обществом.

Исследование и выявление приемов и методов организации среды массового жилища 1920-1930-х гг. в контексте социокультурных, экономических и политических факторов, которые стали основными «двигателями» творческой мысли архитекторов является недостаточно изученным аспектом градостроительства. Научный интерес представляет анализ советского и зарубежного опыта в сфере проектирования, методологии, организации жилого пространства и строительства городских жилых зданий 1920-начала 1930-х гг., которые обладают большим потенциалом и сегодня могут составлять важную основу для решения насущных жилищных вопросов, в связи с изменением образа жизни и смене ценностных приоритетов современного общества, нехваткой комфортного жилища в городах.

Период 20-х – начала 30-х гг. прошлого века, находился «на стыке двух миров», где «старый распался на части, а новый еще в процессе становления» [7]. Время было озаглавлено переустройством общественных идей о «новом человеке» и «новом обществе». Жилищный вопрос был не только вопросом количества, но и социальной проблемой, решение которой требовало новых методов, теоретических исследований и архитектурных экспериментов, выраженных в поиске оптимальной для данного времени модели комфортного жилища. В сферу широкого внимания архитекторов попадают не только крупные выдающиеся постройки, но также и жилище массового строительства в городах, которое, несомненно, сказались на повышении качественных показателей жилища и тем самым – на жизни, в первую очередь, одинокого и малосемейного городского населения. Идея создания массового и недорогого жилища, с заранее продуманными и предоставляемыми условиями здорового и комфортного проживания, становятся задачей архитектуры и одним из основных условий индустриализации развитых стран, а также первой попыткой создания комплексно спроектированной среды.

С одной стороны, необходимость возведения нового массового жилища была обусловлена историческими событиями – к предпосылкам можно причислить тяжелую общественную и экономическую ситуации после завершения Первой мировой войны, происходящие в европейских странах и СССР, массовую миграцию населения в города, которая повлекла необходимость поисков рациональных решений для наиболее быстрых способов строительства дешевого жилища, что стало причиной широкого использования при строительстве доступных экономических материалов: бетона, стекла и железобетонных конструкций в качестве основного строительного материала; появления стандартизации и последующей ориентации на индустриализацию. С другой – архитекторы в решении острой жилищной проблемы «начинали видеть главное звено преобразования жизни» [8], которое проявлялось в архитектуре посредством организации и проектирования жилища, а также создании цельной и гармоничной среды жизнедеятельности, как ответ на изменение социальных структур, выходящих за рамки классической семьи. В целом, можно отметить, что архитекторы выполняли социальный заказ, решения которого могут быть актуальными и ныне.

Целью исследования являлось отражение

в теоретических и практических поисках ведущих архитекторов 1920-х гг. оптимальной модели (формы, концепции, принципов) организации жилого пространства – планировочных решений городского жилища, приемов организации среды городского массового жилища, направленных на повышении качественных условий проживания горожан.

Утверждение о конструктивизме, который «родился в соревновании и интенсивном обмене опытом с зарубежными архитекторами» [9] верно описывает развитие и взаимодополнение идеями новых направлений. Несомненно, пути исследований зависели от разных исторических условий государств, их финансовых возможностей, наличия строительной базы и новых строительных материалов, идеологических установок. Новаторские идеи, которые стали предметом рассмотрения ведущих архитекторов имели схожие черты в разных странах (конструктивизм, интернациональный стиль, функционализм). Этому способствовало проведение выставок, обмен опытом в виде поездок архитекторов за рубеж или публикации статей и проектов в журналах, например, таких как французском «*L'Esprit Nouveau*»; немецком «*Bauwelt*» или советском «Современная архитектура». Помимо журналов распространение получили школы и объединения Баухаус, ВХУТЕМАС, ОСА, Де Стил, которые внесли большой вклад в развитие архитектуры жилища.

На основе анализа современных на то время тенденций в сфере архитектуры: формы и строительных материалов; ориентированности на функцию; вариантов решений экономического комфортного жилища, через минимизацию пространства; направленность на стандартизацию, архитекторами осуществлялись поиски не только комфортного, но и, что было не маловажным, экономического жилища, наиболее соответствующего бытовым потребностям населения и экономическим условиям государств.

Форма и строительные материалы. Новые общественные взгляды требовали нового выражения, которое можно проследить в данный период по живописи, моде, книжному делу, оформлению интерьера, архитектуре. Новыми идеями были подвержены все сферы искусства, которые «выступают в едином облике» и «подчинены единому замыслу». Таким образом, архитекторы, рассматривая каждый элемент как часть целого, стремились приблизить свое творчество к жизни людей, выразить посредством своих произведений новые переживания, царившие в обществе в то же время служить сред-

ствами агитации. Такой синтез должен был быть инструментом в строительстве «нового будущего», а архитектура стать «проекцией» современной жизни, символом веры с прицелом на будущее.

Кредо, в котором функция определяет форму здания, вместе с применением конструктивных элементов и современных материалов выражала архитектуру нового образа жизни, в котором эклектике и декоративизму нет места. При этом целью зодчего было: изобретение «новых типов архитектуры» [10], для зарождения новых общественных взаимоотношений и выражения «чувства единства и взаимосвязанности всех жизненных процессов» [11], где каждый элемент жилища являлся частью целого, напоминающим и видом, и значением о новой жизни. Архитекторы хотели не просто найти простую форму, предназначенную для удовлетворения всех необходимых жизненных нужд, также имело место и ее внешнее выражение – она должна была быть «представительной и искусной» [12]. Таким образом, архитектура стала «машиной», целью которой было перестройка и самого человека, и его быта.

Итогом единства творческой направленности и концепций формообразования являлось: взаимодействие творчества и инженерно-технической сферы, где полное совпадение художественной и технической формы указывают на совершенство произведения; появление дизайнера как профессии, который обращен на реализацию интересов человека через массовое производство; возникновение новых графических видов искусства, дополняющих дизайн и архитектуру, лишенных декоративных элементов.

Ориентированность на функцию. Функция стала ведущим звеном проектирования. Она помогала разделить пространство на определенные зоны, которые впоследствии были подвержены тщательному измерению и изучению. Функциональный метод или «метод функционального творчества» с одной стороны был направлен на определение оптимальных габаритов ячейки, в которой осуществлялся тот или иной процесс жизнедеятельности. С другой – на изучение взаимосвязи между определенными процессами-коммуникациями в жилище и при производстве функциональной мебели и вещей, обладающих определенными эстетическими качествами и комфортностью. Таким образом, «жилище создавало «новую технологию жизни» [13], которая была основана на точном просчете затрат времени и функциональном делении пространства.

Однако, функциональность данного периода выражалась не только посредством действий человека и способе ведения хозяйства, которые отображались в их плоскостном решении здания. Например, Я. Чернихов видел «присутствие» функциональности также в гармоничной взаимосвязи элементов, сооружения, которую он называл объёмной зависимостью, обуславливающей создание внешнего впечатления и воздействия на человека. Помимо плоскостной и объёмной зависимостей архитектор также упоминает о функциональности, которую можно наблюдать на поверхности объемов – в «проёмах и выемках» архитектурного сооружения. Их цель – соответствие организации здания в зависимости от его предназначения. По мнению Я. Чернихова, рациональная согласованность разных элементов: планировки, фасада, разреза и объемов здания, является основой нового проектирования – функциональностью здания, где, задача здания, подобно механизму машины, выражать органическое единство «всех участвующих элементов с функциональной и рациональной связностью отдельных конструкций» [14].

Варианты решений экономичного комфортного жилища, через минимизацию пространства. Поиски предполагали рассмотрение с нескольких сторон: нормирования, проектирования мебели, вынесения или совмещения некоторых функций, психологии. Разносторонний анализ должен был выявить – минимальное пространство – площадь и габариты помещений для комфортного проживания горожанина. Для этой цели архитекторы: изучали потребности человека, его пропорции, что способствовало правильному членению масс и полной законченности, избегая ремонта в будущем; устанавливали нормы на основе расчета света и воздуха, от которых зависело комфортное пребывание в помещении. При этом, должны были учитываться как биологические факторы, так и географические и климатические условия. Основными требованиями выступали: просчет параметров помещения, чтобы оно как можно дольше эксплуатировалось (предусматривалось зонирование по времени); необходимость учета санитарии и гигиены. Выводом можно считать разделение пространства на жилую и общую площади, обязательность оконного проема, инсоляции и проветривания. Кроме этого, также велись исследования по оптимальным пропорциональным размерам комнат.

Переход жилищного фонда в Советском Союзе под государственное начало определил новые задачи перед правительственными

органами. Государственные органы (например, Комитет Государственных сооружений, Наркомат здравоохранения, Секция по типизации Стройкома и др.) занимались расчетом нормативных показателей: площади жилых помещений, необходимой кубатуры воздуха, строительных материалов, которые впоследствии стали основой при проектировании.

Исследования по минимизации пространства квартиры были сформулированы М. Гинзбургом в докладе на пленуме Строительства РСФСР. Архитектор рассматривает проблемы типизации, поднимая вопрос о повышении качества жилья. Чтобы сохранить жилую площадь, по мнению докладчика, необходимо пересмотреть нормы вспомогательных помещений: кухни, ванной, передней для дальнейшего «уминания» [15] площадей. Данный процесс должен быть тщательно выверен и детально изучен с позиции функционального метода. В итоге кухонное пространство может занимать всего 4,5 кв. м (с кухонным элементом) или 1,4 кв. м (с кухней нишей, которая может быть скрыта за шторой, пряча мусоропровод, оборудование и принудительную вентиляцию), а помещения ванных и душевых необходимо было сконцентрировать в одном месте; высоту потолка вспомогательных помещений – снизить до 2,25 м. Эти решения призваны были помочь сэкономить до 15% денежных средств.

Качественными показателями жилища, выдвинутыми и исследуемыми М. Гинзбургом и его коллегами, примененные в двухуровневой ячейке типа «Ф» дома Наркомфина в Москве, стали:

- естественное двухстороннее освещение помещений;
- необходимость сквозного проветривания;
- ориентация спальных ниш на одну сторону;
- габариты помещений в зависимости от количества проживающих в них людей (исходя из нормы в 9 кв. м);
- точное пропорционирование комнат, где модулем была «полезная» мебель определенной комнаты, например, кровати в спальне. Выверенные пропорции должны были лечь в основу дальнейшей стандартизации;
- форма и размер помещений с учетом всех функциональных процессов на основе подробного анализа передвижений;
- продуманность оборудования помещений стенными шкафами, мусоропроводом и пр.;
- учет цветового решения для визуального расширения пространства комнаты.

Массового возведения данного типа квартир не произошло. Несмотря на это, наметенный ориентир на качественное и экономичное жилище актуален и сегодня.

Возможность возведения экономичного комфортного жилища решалась, в первом случае, за счет сокращения площади помещений. Однако такое сокращение уже подвергалось тщательному анализу и, в одном случае, было связано с коллективностью быта и вынесением функций во вне ячейки, где замена личного пространства осуществлялась за счет распространенных коллективных зон и общественных услуг, внутри здания и/или на его территории, как при строительстве дома-коммуны Наркомфина, ставшего «домом переходного типа». Данное условие символизировало переход к новому коллективному быту через проживание в компактном пространстве маленьких благоустроенных личных ячеек и пользование пространствами общественного назначения. При этом данная постройка не подразумевала полное обобществление быта (как, например при возведении дома-коммуны И. Николаева), а в большей мере стимулировала «постепенный переход» к этому направлению, что выражается в наличии большего количества пространств для личного пользования (с/у, душа, кухни-шкафа) при развитом комплексе коллективных помещений для жителей здания и района: клуба, прачечной, детского сада.

Другое решение экономичности жилища – в связи с замещением функциональных зон внутри жилого помещения по времени и роду деятельности на данный момент при помощи продуманного оборудования и трансформируемой мебели, предназначенных для последующего массового производства. Такая мебель должна быть функциональной и эргономичной – «искусственными конечностями» [16] человека и непременно изготавливаться с применением современных технологий. На фоне оборудования, мебель в виде столов, кроватей и особенно стульев, играла роль скульптуры в интерьере квартиры и определяла поведение человека.

Обстоятельство «всеобщего равенства» заставляло архитекторов задуматься о необходимости не только обеспечения новых жилищ мебелью и оборудованием, но и возможности внедрения ее наименее затратно по средствам, чему способствовали направления типизации и стандартизации. Не менее важными были: учет трансформации, тщательное продумывание планировки квартиры с учетом функционального зонирования и требований к оборудованию.

Пожалуй, наиболее ярким примером оборудования и экономии являются «кухонные пространства» франкфуртской кухни и кухни-ниши Дома Наркомфина.

Утрата традиционных ценностей и отсутствие прислуги стали причинами к модернизации кухонного пространства. Наиболее известным стал проект «Франкфуртской кухни» [17] М. Шютте-Лихоцки. Тщательно проанализировав движения хозяйки в течение приготовления пищи, она предложила свое решение, прототипом которого стал вагон-ресторан, и потому, вероятно, кухня представляла собой узкое длинное пространство 3х2 м. Несмотря на столь компактные габариты, на кухне удалось разместить все необходимое оборудование: вытяжку, шкафчики для домашней утвари и продуктов, рабочую поверхность, размещавшуюся в одном уровне, плиту, раковину. Пользу в применении вносили также встроенные трансформируемые приспособления в виде гладильной доски, стойки для тарелок, ящиков для сыпучих продуктов. Комфортность на минимальном кухонном пространстве достигалась за счет анализа эргономических показателей. Они нашли отражение в проектировании всего оборудования.

Вторым примером минимизации кухонного пространства за счет применения оборудования можно привести кухни-ниши, спроектированные для ячейки «Ф» московского Дома Наркомфина М. Гинзбургом и его коллегами. Главным отличием от франкфуртской кухни являлось не изолированность кухонного пространства, а интегрированность его в жилую зону. В этом случае, не помещение включало оборудование, а оборудование представляло собой кухню, которая в закрытом виде была более похожа на шкаф с проведенными к нему необходимыми – коммуникациями: вытяжкой, водоснабжением/канализацией, электричеством/газом, освещением. Кухня-ниша состояла из четырех стандартных элементов шириной 70 см, которые при необходимости можно убирать. Общая площадь пола, занимаемая кухней 1,4 кв. м (из отведенных 4,5 кв. м). Таким образом, 3,1 кв. м возможно было визуально зонировать в зависимости от действий жильцов (на кухонную зону и жилую). Минимальные габариты предполагали наличие необходимого оборудования: мойки, очага, рабочих поверхностей, «холодного шкапа», шкафчиков для посуды и продуктов. Установка кухни-шкафа в жилом пространстве позволяло сэкономить площадь квартиры. Предполагалось, что кухня-ниша станет переходным

этапом к коллективному обслуживанию, которому не суждено было сбыться. Тем не менее, продуманная организация оборудования позволила пользоваться им долгие годы, а наличие пусть даже такого скромного пространства – кухонной зоны, продлила жизненный цикл всего здания. В целом, суть поисков здоровых и комфортных условий экономичного жилища для повседневной жизни, можно описать словами архитектора Р. Малле-Стивенса: «Настоящая роскошь – это жизнь в яркой, веселой, хорошо вентилируемой, хорошо отопляемой обстановке, с наименьшим количеством ненужных движений и минимальным количеством слуг» [18].

Минимизация пространства предполагала также изучение его с точки зрения психологии. «Эмоциональные потребности» ставились по важности наравне с утилитарными. Например, большое значение начали уделять цветовому решению. Такое решение должно было быть тесно связано с архитектурой, чтобы подчеркнуть ее особенности (конструктивные и социально-общественные), помочь организовать пространство, а также визуально расширить помещение и скорректировать его освещенность. Помимо рассмотрения цвета можно выделить некоторые архитектурные элементы, которые также имели влияние на психологические особенности человека – большие оконные проемы и опоры, создающие эффект «парения» здания – служили визуальному стиранию границы между зданием и внешней средой и тем самым – «увеличению» пространства, а возможность использовать поверхность крыши – «привнесению» природы в жилище.

Характерной чертой массового жилища 1920-х гг. стало сочетание в едином комплексе жилья и обслуживания, с четкой пространственной связью между ними. С этой поры

общественные здания начали рассматривать не как нечто обособленное, а как составную и неотъемлемую часть, как «продолжение» городского жилища. Пожалуй, именно с данного этапа начинается более продуманное отношение к реальному окружению, в котором живут люди – внутренней среде [19] городского жилища – квартире и интерьерам здания, служащих для жизни, коммуникации и времяпрепровождения жителей и гостей, а также организации внешней – придомовой территории, дворам, улице.

Заключение

Поиски оптимальной модели массового жилища архитекторов данного исторического периода, выраженные в учёте архитектурно-планировочных, объемно-пространственных, социокультурных, экономических и психологических аспектов, при последующем проектировании стали отправной точкой для рассмотрения городского жилища не просто как отдельного градостроительного объекта, а в качестве цельной комплексно спроектированной среды – единого архитектурно-пространственного комплекса. Несмотря на то, что некоторые идеи в процессе эксплуатации подверглись критике (например, минимальные площади кухонь, внешний вид зданий, несоблюдение качества строительства, в том числе из-за неполной реализации проектного замысла), опыт проектирования и результаты поисков оптимального жилого пространства 1920-х гг. предвосхитили современное понимание жилой среды – среды, как синтеза дизайна и архитектуры, где органично сплетаются материальное, функционально-процессуальное и духовное проявления, от качества которой во многом зависит материальное и культурное развитие общества, комфортность проживания.

Литература

1. Рябушин А. В. Развитие жилой среды. Проблемы, закономерности, тенденции. М.: Стройиздат, 1976. – 381с.
2. Goman I., Roslov N. Use of Soviet Constructivism Experience in Urban Planning of a Contemporary City for Digitized Society // Business Ethics and Digitization. August 2022. 10.1007/978-3-662-64094-4_7 (дата обращения: 31.05.2025).
3. Коньшева Е. В. Восприятие западного опыта городского планирования и жилищного строительства в СССР 1920–1930 гг.: эволюция задач и форм// Советское градостроительство. 1917-1941. Кн. 2 – М.: Прогресс-Традиция, 2018. – 1071-1106 с. <https://cyberleninka.ru/article/n/vospriyatie-evropeyskogo-opyta-v-gorodskom-planirovanii-i-stroitelstve-v-sovetskoy-rossii-1920-h-1930-h-godov-etapy-i-formy> (дата обращения: 31.05.2025).
4. Коротева Т. Ю., Ахмедова А. Т., Направления поисков экономичного комфортного жилища в сфере массового строительства 1920–30 гг. XX века// Реабилитация

- жилого пространства горожанина: матер. XVII междунар. науч.-практ. конф. им. В. Татлина / под общ. ред. Е.Г. Лапшиной. – Пенза: ПГУАС, 2021. – с. 182-186.
5. Urban Florian, Mass Housing in East and West Germany—Controversial Success and Ambivalent Heritage, in: J. Lizardi, M. Schwegmann, eds, *Espacios Ambivalentes: historias y olvidos en la arquitectura social moderna* (San Juan, Puerto Rico, Ediciones Callejón, 2012), pp. 52–75.
6. Sethmann J. Das Neue Bauen der 20er Jahre Magazin/Online / MieterMagazin 4/06 / <https://www.berliner-mieterverein.de/magazin/online/mm0406/das-neue-bauen-der-20er-jahre-zeitlose-moderne-040614.htm> (дата обращения 31.05.2025).
7. Гропиус В. Круг тотальной архитектуры. М.: Изд-во «Искусство», 1971. – 147 с.
8. Иконников А. В. Западноевропейская архитектура 20-х годов. // Советская архитектура № 19. Сборник материалов. М.: Издательство литературы по строительству, 1970. – 80-96 с.
9. Zalivako A. Connections between Germany and Soviet Russia's Avant-garde Architecture – Examples from the 1920s in Berlin and Moscow// *The Soviet Heritage and European Modernism*. Edited by: Jörg Haspel, Michael Petzet, Anke Zalivako and John Ziesemer. Berlin.: hendrik Bäßler verlag, 2007. – 139-146 pp.
10. Гинзбург М. Я. Целевая установка в современной архитектуре // Современная архитектура, №.1. 1927. – с. 4-10.
11. Вступительная статья О. А. Швидковского к русскому изданию автобиографической книги «Ле Корбюзье. Творческий путь», М.: «Стройиздат», 1970 <http://corbusier.totalarch.com/shvidkovskii> (дата обращения: 31.05.2025).
12. Фремpton К. Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития. М.: Стройиздат, 1990. — 535 с.
13. Коньшева Е.В. Европейские архитекторы в советском градостроительном проектировании эпохи первых пятилеток// Советское градостроительство. 1917-1941. Кн. 1 – М.: Прогресс-Традиция, 2018. – с. 1107-1157.
14. Конструкция архитектурных и машинных форм / Яков Черников. — Ленинград: Издание Ленинградского общества архитекторов, 1931. — 232 с.
15. Гинзбург М. Я. Проблемы типизации жилья РСФСР: докл. на пленуме Стройкома РСФСР // Современная архитектура. 1929. № 1. С. 38. https://monoskop.org/images/3/32/Sovremennaya_arkhitektura_1929_1.pdf (дата обращения: 31.05.2025).
16. Де Фуско Р. Ле Корбюзье - дизайнер. Мебель, 1929. М.: Сов. художник, 1986. – 111 с.
17. Фландерс Дж. Сотворение дома. М.: ЗАО Центрполиграф. 2016. – 319 с.
18. Robert Mallet-Stevens – La Villa Cavois, *Architecture d'Aujourd'hui*, N° 8, nov 1932. <https://designluminy.com/robert-mallet-stevens-la-villa-cavois-architecture-daujourdhui-n-8-nov-1932/> (дата обращения: 31.05.2025).
19. Akhmedova, A., 'Conceptions about the comfortable components of dwellings in Kazakhstan' in 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, Vol.2, Apr 06-09, (SGEM, 2016) DOI: 10.5593 / SGEMSOCIAL2016 / HB42 / S07.024 (дата обращения: 31.05.2025).

References

- Ryabushin A. V. Development of the living environment. Problems, patterns, trends. Moscow: Strojizdat. 1976. – 381 p.
- Goman I., Roslov N. Use of Soviet Constructivism Experience in Urban Planning of a Contemporary City for Digitized Society // *Business Ethics and Digitization*. August 2022. 10.1007/978-3-662-64094-4_7
- Konysheva E. V. Perception of the European experience in urban planning and construction in Soviet Russia of the 1920s - 1930s: stages and forms // *Vestnik permskogo universiteta*, no. 2 (25). Perm, 2014. <https://cyberleninka.ru/article/n/vospriyatie-evropeyskogo-opyta-v-gorodskom-planirovanii-i-stroitelstve-v-sovetskoy-rossii-1920-h-1930-h-godov-etapy-i-formy> (accessed: 31.05.2025)
- Karatseyeva T. Yu., Akhmedova A. T. Directions of search for an economical comfortable home in the field of mass construction 20-30 years. XX century // *Reabilitatsiya shilogo prostranstva goroshanina: materialy. XVII mezhdunarodnoi nau.-pract. konferentsii im. V. Tatlina*. Penza: PGUAS, 2021. – pp. 182-186.

5. Urban Florian, Mass Housing in East and West Germany—Controversial Success and Ambivalent Heritage, in: J. Lizardi, M. Schwegmann, eds, *Espacios Ambivalentes: historias y olvidos en la arquitectura social moderna* (San Juan, Puerto Rico, Ediciones Callejón, 2012), pp. 52–75.
6. Sethmann J. Das Neue Bauen der 20er Jahre Magazin/Online / MieterMagazin 4/06 / <https://www.berliner-mieterverein.de/magazin/online/mm0406/das-neue-bauen-der-20er-jahre-zeitlose-moderne-040614.htm> (accessed: 31.05.2025)
7. Gropius V. The Circle of total architecture. Moscow, 1971. – p.147.
8. Ikonnikov A. V. Western European architecture of the 20s. // Soviet architecture No. 19. Collection of materials. Moscow, Izdatelstvo literatury po stroitelstvu. 1970. – pp. 80–96.
9. Zalivako A. Connections between Germany and Soviet Russia's Avant-garde Architecture – Examples from the 1920s in Berlin and Moscow// The Soviet Heritage and European Modernism. Edited by: Jörg Haspel, Michael Petzet, Anke Zalivako and John Ziesemer. Berlin.: hendrik Bäßler verlag 2007, – pp. 139–146.
10. Ginzburg M. Ya. Target setting in modern architecture // Sovremennaya architecture, no.1. Moscow: 1927. – pp. 4–10.
11. Introduction by O.A. Shvidkovsky to the Russian edition of the autobiographical book „Le Corbusier. Creative Path“, Moscow, Stroyizdat, 1970 <http://corbusier.totalarch.com/shvidkovskii> (accessed: 31.05.2025).
12. Frampton K. Modern architecture: A critical look at the history of development. Moscow, Stroyizdat, 1990. – 535 p.
13. Konysheva E.V. European architects in Soviet urban planning during the era of the first five-year plans// Soviet urban planning. 1917–1941. Moscow, Progress-Tradiciya, 2018. – pp. 1107–1157.
14. Chernikhov Ya. Construction of architectural and machine forms. Leningrad: Publishing house of the Leningrad Society of Architects, 1931. – 232 p.
15. Ginzburg M. Ya. Problems of typification of housing of the RSFSR: dokl. at the plenum of the Construction Committee of the RSFSR // Sovremennaya arkhitektura, no. 1. Moscow: 1929. – p.38. https://monoskop.org/images/3/32/Sovremennaya_arhitektura_1929_1.pdf (accessed: 31.05.2025).
16. De Fusco R., Le Corbusier - designer. Furniture, 1929. Moscow, 1986. – 111 p.
17. Flanders J. The creation of the house. Moscow, Tsentrpoligraf, 2016. – 319 p.
18. Robert Mallet-Stevens – La Villa Cavrois, Architecture d'Aujourd'hui, N° 8, nov 1932 <https://designluminy.com/robert-mallet-stevens-la-villa-cavrois-architecture-daujourdhui-n-8-nov-1932/> (accessed: 31.05.2025).
19. Akhmedova, A., 'Conceptions about the comfortable components of dwellings in Kazakhstan' in 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, Vol.2, Apr 06–09, (SGEM, 2016) DOI: 10.5593 / SGEMSOCIAL2016 / HB42 / S07.024 (accessed: 31.05.2025).

Коротеева Т. Ю.,

Докторант PhD, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия), г. Алматы, Казахстан. E-mail: notera1983@mail.ru, orcid.org/0000-0003-1638-8436

Ахмедова А. Т.,

Доктор архитектуры, профессор, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия), г. Алматы, Казахстан. E-mail: aizhan.akhmedova@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3736-6543

Karatseyeva T. Y.,

PhD student, International Educational Corporation (Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Construction), Almaty, Kazakhstan. E-mail: notera1983@mail.ru, orcid.org/0000-0003-1638-8436

Akhmedova A. T.,

Doctor of science (architecture), Professor, International Educational Corporation (Kazakh

Leading Academy of Architecture and Civil Construction), Almaty, Kazakhstan. E-mail: aizhan.akhmedova@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3736-6543

Поступила в редакцию 31.05.2025

Воронина А. А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНЕРТНОСТИ И ДИНАМИЧНОСТИ: ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Успешная градостроительная практика требует баланса между интенсивным развитием города и сохранением его идентичности. Идеи инертности и динамичности могут существенно различаться в науке и градостроительстве. Ввиду этого выявление их параметров в каждой области поможет оценить и сравнить устойчивость и адаптивность различных систем и провести параллели и контрасты между ними. Концептуальное значение систем может повлиять на выбор пути развития города и агломерации в целом. В работе представлены концептуальные модели, отражающие взаимодействие факторов инертности и динамичности, а также их влияние на устойчивость и адаптивность городских систем. Уникальность каждой системы выражена во взаимодействии выявленных параметров, которые описаны в виде различных геометрических фигур.

В градостроительной практике инертность материализуется через сохранение исторического наследия и традиционных планировочных решений, в то время как динамичность находит выражение в адаптивном проектировании и внедрении «умных» технологий. Города-спутники наглядный пример борьбы инертности и динамичности, где ключ к развитию – в автономизации и гибком управлении. Они способны к быстрой адаптации, но сталкиваются с проблемами интеграции в существующую градостроительную структуру. Включение анализа города-спутника Копейск в исследование позволяет более глубоко понять взаимодействие инертности и динамичности с целью перехода к устойчивому развитию.

Цель – определить параметры инертности и динамичности и сравнить их в науке и градостроительстве.

Использованы следующие методы: сравнительный анализ параметров инертности и динамичности в науке и градостроительстве; концептуальное моделирование (схемы взаимодействия) для визуализации факторов; междисциплинарный синтез данных из различных областей; анализ города-спутника Копейск на предмет инертности и динамичности.

Результатом исследования является разработка концептуальных моделей взаимодействия инертности и динамичности, выраженных через геометрические схемы. Апробация выявленных параметров представлена в таблице. Анализ города Копейск через призму инертности и динамичности позволил выявить пути трансформации к устойчивому развитию.

Ключевые слова: инертность, динамичность, концептуальная модель, городское планирование.

Voronina A. A.

DEFINITION OF INERTIA AND DYNAMICITY: THE PATH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Successful urban planning practice requires a balance between the intensive development of the city and the preservation of its identity. The ideas of inertia and

dynamism can differ significantly in science and urban planning. Therefore, identifying their parameters in each area will help to assess and compare the stability and adaptability of various systems and show parallels and contrasts between them. The conceptual significance of the systems can influence the choice of the development path of the city and the agglomeration as a whole. The article presents conceptual models reflecting the interaction of inertia and dynamicity factors, as well as their influence on the sustainability and adaptability of urban systems. The uniqueness of each system is expressed in the interaction of the identified parameters, which are described in the form of various geometric shapes.

In urban planning practice, inertia is materialized through the preservation of historical heritage and traditional planning solutions, while dynamicity is expressed in adaptive design and the introduction of «smart» technologies. Satellite towns are a clear example of the struggle between inertia and dynamicity, where the key to development is in autonomy and flexible management. They are capable of rapid adaptation, but face problems of integration into the existing urban development structure. Including the analysis of the satellite town of Kopeysk in the study allows for a deeper understanding of the interaction of inertia and dynamicity with the aim of transitioning to sustainable development.

Methods used in the article: comparative analysis of the parameters of inertia and dynamism in science and urban development; conceptual modeling (interaction schemes) for visualization of factors; interdisciplinary synthesis of data from various fields; analysis of the satellite town of Kopeysk for inertia and dynamicity.

The purpose of this article is to determine the parameters of inertia and dynamicity and compare them in science and urban development. The result of the study is the development of conceptual models of interaction of inertia and dynamicity, expressed through geometric schemes. The testing of the identified parameters is presented in the table. The analysis of the city of Kopeysk through the prism of inertia and dynamicity allowed us to identify the ways of transformation to sustainable development.

Keywords: *inertia, dynamicity, conceptual model, urban planning.*

Как в науке, так и в городском планировании синергия и междисциплинарные подходы играют значительную роль в стимулировании инноваций. Интегрируя знания и методы из различных областей можно более эффективно решать комплексные задачи [1]. В городском планировании обмен опыта между архитекторами, инженерами, социологами и учеными-экологами может привести к созданию более целостных и устойчивых проектов. Баланс инерции и динамизма имеет важное значение для достижения поступательного развития как науки, так и городского планирования.

В научной методологии инертность может описывать устойчивость научных теорий [2]. По концепции Т. Куну, существующие парадигмы могут долго оставаться неизменными до тех пор, пока не появится достаточно данных для их пересмотра [3]. Парадигма выступает элементом, непосредственно характеризующим инертность в науке. Ввиду этого «устойчивость теорий» находится в основании фигуры (рис.1). Пирамида, как символ анархической связи, демонстрирует

отношение между административными барьерами и развитием науки [4]. Она является символом обратимого процесса. Процесс может идти как сверху вниз, так и снизу вверх. Институциональные (административные) барьеры являются ключевыми элементами, которые могут как стимулировать развитие, так и приостанавливать.

Институциональные барьеры – это формальные и неформальные ограничения, которые препятствуют изменениям и инновациям. В науке и архитектуре они проявляются по-разному, но имеют общую природу: консервативность систем, бюрократия, конфликт интересов [5].

Формальные барьеры проявляются в жесткой нормативной документации, устаревшими нормами, долгим согласованием проектов, изменением приоритетов при смене власти (например, заморозка реновации в регионах). Неформальные барьеры – это конфликт традиций и инноваций. Консерватизм в градостроительстве связан с сохранением исторического наследия, но часто становится барьером для «зелёных технологий» [6].



Рис. 1. Ключевые факторы инертности в науке

В. Глазичев критикует нормативные акты и ведомственные интересы, поскольку это блокируют развитие комфортной среды: «Советские нормы проектирования живут дольше, чем породившая их система» [7, с.78]. В работе «Городская среда» (1995 г.) показано, что моногорода-спутники обречены на стагнацию из-за жёсткой привязки к градообразующему предприятию [8]. Институциональные барьеры усиливают инертность, но их можно преодолеть через гибкие реформы и участие общества. В науке нужна свобода экспериментов, в архитектуре – баланс между традицией и инновациями.

Параметры динамичной системы в науке – это связь гибкости, скорости и синергии (рис. 2). Гибкость исследований заключается в их способности адаптироваться под волнующие вопросы в различных областях. Скорость более широкое понятие, в которое характеризует появление теорий, инноваций и открытий.

В современной науке важно взаимодействие между различными направлениями как в сфере технологий, так и в образовательной деятельности. Междисциплинарность позволяет обширно рассмотреть предмет исследования [9]. Синергия технологий рождает инновации [10]. Важным элементом в развитии науки является и подготовка кадров. Поскольку важно быстро и качественно осваивать новый материал.

Одним из ключевых характеристик научной теории является её интерпретируемость

[11]. В динамичной системе невозможно достигнуть диффузного равновесия: количество параметров, поступающих в пространство, не станет равным количеству, покидающего его (входные и выходные потоки не уравновешены). Скорее всего, динамичную систему можно охарактеризовать как диссипативную (лат. *dissipatio* «рассеяние»), где часть энергии с течением времени убывает, переходя в другие виды деятельности [12].



Рис. 2. Диссипативная модель динамичности: гибкость, скорость, синергия

Концептуальная модель в градостроительстве включает в себя разработку и реализацию идей и планов, которые формируют

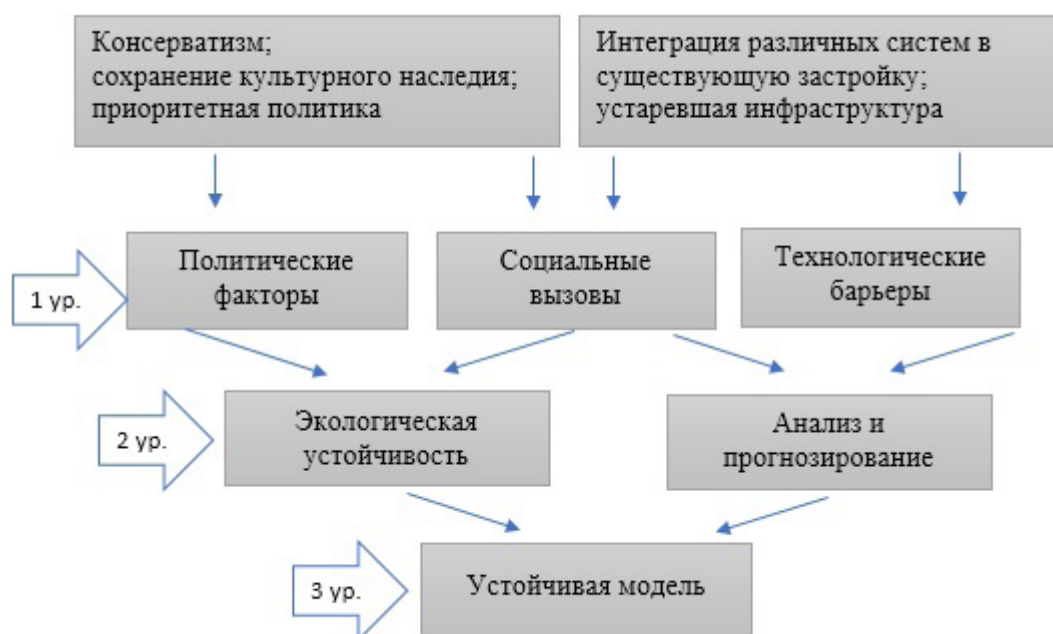


Рис. 3. Факторы торможения концептуального развития в градостроительстве

долгосрочное развитие городов. Однако этот процесс сталкивается с рядом проблем, которые могут затруднить достижение устойчивого и гармоничного роста городских агломераций. Сопротивление изменениям может быть выражено посредством разных барьеров, которые затрагивают большой перечень связующих элементов [13]. Тем не менее ключевые проблемы могут быть мотиваторами процесса, при решении которых формируется концептуальная модель: от барьеров к развитию (рис. 3).

Первый уровень выражен компонентами, которые прямо оказывают свое влияние на градостроительные процессы: политические факторы, социальные вызовы, технологические барьеры. Политические изменения и различия в приоритетах могут приводить к нестабильности и изменению градостроительных планов. Одним из приоритетных направлений может быть сохранение культурного наследия. Однако распределение бюджета по ключевым направлениям может заморозить ряд новшеств в архитектурной деятельности [14]. Социальные вызовы характеризуются потребностями населения. Сопротивление изменениям со стороны местных сообществ и организаций может замедлять внедрение инноваций и необходимых изменений. Технологические барьеры – это инфраструктурные ограничения и технологическая совместимость. Все это выражается интеграцией новых технологий и методов для создания инновационных проектов.

Второй уровень образован взаимодей-

ствием факторов первого уровня. Во всем мире остро стоит вопрос об экологии. Экологическая устойчивость находится на периферии поскольку одинаково зависит как от политических факторов, так и технологических барьеров. Интеграция экологических аспектов в градостроительные планы, включает в себя управление отходами, энергопотребление, водоснабжение и сохранение зеленых зон [15].

Анализ и прогнозирование зависит от технологических барьеров и социальных вызовов [16]. Без эффективных методов анализа и прогнозирования трудно оценить долгосрочные последствия различных градостроительных решений. Социальные вызовы могут диктовать задачи, зато политические факторы способны их сдерживать, решать или регулировать. При преодолении технологических барьеров происходит их реализация.

Третий уровень – это устойчивая модель. Концептуальное развитие в градостроительстве требует комплексного подхода, который учитывает разнообразие интересов, ресурсов и вызовов [17]. Успешное решение этих проблем возможно только при активном участии всех заинтересованных сторон на всех этапах жизненного цикла проекта, использовании передовых технологий и методов, а также при постоянном обновлении данных и адаптации планов к изменяющимся условиям. Устойчивая модель – это универсальная система в совокупности, состоящая из факторов, параллельно взаимодействующих между собой [18].

Параметры инертности в градостроительстве расположены по мере сложности их изменения в виде пирамиды приведенный на рис. 4.

Традиционные планировочные решения: одной из наиболее сложных программ по внесению изменений или корректировки — это планировочная схема. Чаще всего становится возможным лишь развитие отдельных узлов, далее районы (в случае возможной адаптации зоны под новые нужды населения).

Зонирование и регуляции: степень жесткости зонирования и ограничений в использовании земли и застройке определяется Градостроительным кодексом РФ. На карте градостроительного зонирования красными линиями обозначают границы отдельных зон [19].

Сохранение исторического наследия: оно либо остаётся в первозданном виде, либо со

временем реконструируется. Доля и состояние зданий и районов определяется государством.

Городская среда: долговечность и надежность зданий и инфраструктуры.

Социальная и политическая философия: характерной чертой в инерционной системе градостроительства является культурно-цивилизационная критика, выраженная в виде поиска масштаба жизненного порядка [20]. Консерватизм может сочетаться с другими идеями, в виде либерального, национального, социального, радикального или умеренного консерватизма – в зависимости от того, как расставляются акценты при его преобразовании в политическую программу. Но в своей глубинной сути – даже используемый в политике – он всегда остается поведенческой моделью, внутренней установкой [21]. Консерватизм как социальный взгляд на градостроительное развитие.



Рис. 4. Параметры инертности в градостроительстве

Динамичность в градостроительстве выражена в виде взаимодействия различных аспектов, где изменения одного аспекта создаёт возможность реализации для другого (рис. 5). Гибкость зонирования объясняется плавным перетеканием пространств и органичному соединению их с внешним окружением. Возможность и скорость изменения зонирования и регуляций зависит от новых потребностей и условий со стороны социальных вызовов.

Динамичность в градостроительстве выражена в виде диссипации: включение передовых технологий и создание адаптивной инфраструктуры не достигает диффузионного равновесия поскольку эти процессы находятся в постоянном развитии. Закон сохранения энергии объясняется тем, что энергия не исчезает, она переходит из одного состояния в другое [22]. Так и в динамичной системе: рассеивание энергии идет на реализацию других направлений. Рост населения

или изменение климата могут повлиять на характеристики инфраструктуры. Экологическая устойчивость в схеме выражена как последний уровень. В настоящее время нет примеров абсолютного включения зеленых

технологий во все сферы деятельности, чтобы не только отдельные объекты, но и города могли быть самообеспеченными и экологически-чистыми [23].

В динамичном градостроительстве важ-

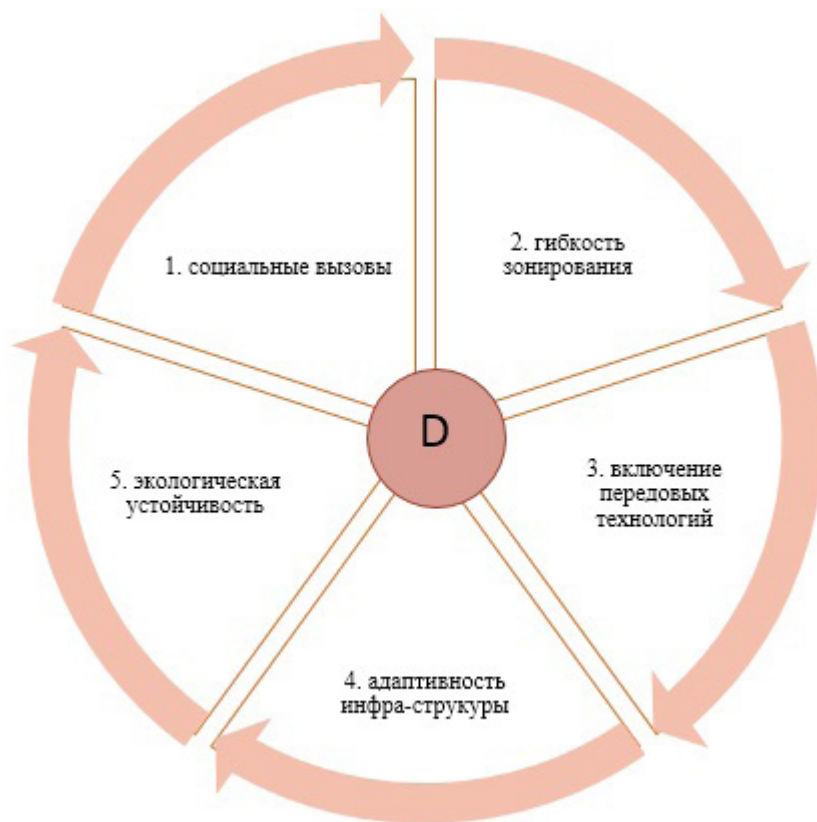


Рис. 5. Параметры динамичности в градостроительстве

но социальное включение. Одним из показателей высокого уровня является участие местных сообществ в планировании и реализации проектов, а также создание инклюзивных пространств для всех социальных групп.

Города-спутники в контексте инертности и динамичности обладают значительным потенциалом для формирования динамичных городских систем, что обусловлено их способностью оперативно адаптироваться к изменяющимся социально-экономическим условиям [24]. Однако их развитие сталкивается с характерными проявлениями инертности, включая: ресурсную зависимость от центрального города; недостаточно выраженную собственную идентичность; институциональные и финансовые барьеры при интеграции в агломерационную систему. Российские примеры демонстрируют различные модели развития городов-спутников: Королёв (Московская область) – сочетает функции жилого спутника и научно-производственного центра; Иннополис (Татарстан)

– специализированный IT-кластер с инновационной инфраструктурой. Эти примеры демонстрируют, как города-спутники могут быть как динамичными, так и инертными, в зависимости от контекста их развития.

В градостроительной практике города-спутники выполняют важные функции. Но для их успешного развития необходимо: формирование автономной экономической базы; развитие культурной идентичности и создание эффективных механизмов управления. В таблице приведен анализ города – спутника Копейск через призму инертности и динамичности. Копейск остается заложником своей промышленной истории – угольные разрезы, промзоны и индустриальное наследие формируют экономическую и технологическую инерцию. Преодоление этой зависимости требует системных мер: рекултивация промышленных территорий, привлечение новых отраслей и государственные программы модернизации. Трансформация в динамичный город с устойчивым развитием

Таблица

	КОПЕЙСК		
	Инертность	Динамичность	Пути к трансформации
Экономика	Монофункциональность Зависимость от Челябинска: трудова́я миграция	Диверсификация экономики Создание рабочих мест	Стимулирование малого бизнеса частно-государственное партнерство
Технологии	Централизованное управление ресурсами (энерго-, водоснабжение). Устаревшая жилая инфраструктура	Развитие инфраструктуры (новые ЖК), ЖК «Европейский берег» – попытка создать автономный жилой кластер	Постепенная модернизация инфраструктуры (реновация без сноса) Внедрение инноваций (smart-технологии)
	Зависимость от градообразующих предприятий угледобывающей и тяжелой промышленности (угольные разрезы, промзоны, терриконы, бывшие шахты)	Социальная адаптивность: создание ТОСЭР (территорий опережающего развития) в промзонах. Экологические инициативы: рекультивация терриконов (проект «Чистый уголь»)	Модернизация предприятий Перепрофилирование промзон под IT-кластеры (аналог «Сколково»)
	Отсутствие развитой связности с другими городами агломерации (региона)	Дорожные развязки («Копейск-Челябинск») Развитие скоростного общественного транспорта	Проект «Большой Челябинск» (интеграция спутников в единую транспортную сеть)
Планировка	Консервативное зонирование промышленных зон	Развитие жилых и коммерческих зон Создание точек притяжения	Ведение гибких регламентов Ревизия ГрК РФ и региональных нормативных документов

требует комплексного подхода, сочетающего технологическую модернизацию с сохранением историко-культурного контекста как основы территориальной идентичности [25].

Заключение

Тема инертности и динамичности представляет собой важный аспект как в физике, так и в философии и социологии. Понимание этих понятий помогает глубже осознать, как различные системы – будь то физические тела или социальные структуры – функционируют и взаимодействуют друг с другом. Архитектура является важной составляющей городского развития, оказывая значительное влияние на культурное наследие, функциональность и устойчивость городской среды. В рамках градостроительства концепции инертности и динамичности играют ключевую роль в определении направлений и темпов изменений. Инертность выражается в сохранении традиционных методов строительства, исторических зданий и устойчивых структур, в то время как динамичность отра-

жает способность к инновациям, адаптации к новым технологиям и изменениям в социально-экономических условиях. Диссипативные силы системы могут вызывать торможение, поскольку они всегда направлены в противоположную сторону изменениям (развитие одного направления приостанавливает другое). Выделение параметров динамичности и инертности в градостроительстве позволит оценить города и определить их дальнейшие пути развития.

В исследовании представлена связь между научными параметрами инертности и динамичности и этими понятиями в градостроительстве, подчеркивая важность анализа и осмысления этих аспектов для формирования эффективных и устойчивых городских сред. Динамичные города, обладающие качественной архитектурой и способные к изменению, играют ключевую роль в развитии современного общества и его культурного наследия. Динамичные города – это города способные реагировать на социальные вы-

зовы. В то время, как инертные города – это города, консервативных взглядов.

Динамичность городов-спутников может служить драйвером для развития агломераций, если преодолеть барьеры их автономности. Борьба с институциональными ба-

рьерами – ключ к переходу от инертности к динамичности. Концептуализация инертности-динамичности – основа для стратегий устойчивого развития, где города-спутники выступают тестовыми полигонами.

Литература

1. Воронина А.А. Колясников В.А. Перспективные подходы при решении градостроительных вопросов формирования Челябинской агломерации/ Архитектура, градостроительство и дизайн. Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, 2023. – С. 27-32
2. Семенова, Э. Р. Научная теория и ее методы / Э. Р. Семенова, А. И. Юсупова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый, 2016. № 20 (124). – С.841-843. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/124/34313/> (дата обращения: 20.03.2025).
3. Кун Т. Структура научных революций. С вводной статьёй и дополнениями 1969 года. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
4. Sutthous J., Suchting W. Feyerabend's Dis-. Sutthous J., Suchting W. Feyerabend's Discourse against Method: A Marxist Critique. – ourse against Method: A Marxist Critique, – Vol. 20. – №2-3. – 1977. – 339 p.
5. Мавлютов Р. Р., Шубина М. А. Институциональные барьеры инвестиционной деятельности в строительной отрасли // Креативная экономика, 2020. – Т. 14. – № 12. – С. 3395-3410.
6. Глазычев В.Л. Барьеры городского развития // Отечественные записки, 2008. – №4. – С. 32-41.
7. Глазычев, В. Л. Урбанистика / В. Л. Глазычев. – Москва: Европа, 2008. –220 с.
8. В.Л. Глазычев, М.М. Егоров. Городская среда. Технология развития: Настоящая книга/ В.Л. Глазычев, М.М. Егоров, Т.В. Ильина и др. – М.: «Издательство Лады», 1995. – 240 с.
9. Книгин А. Н. Междисциплинарность: основная проблема // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология, 2008. – № 3. – С. 14-21.
10. Данилов Ю. А. Роль и место синергетики в современной науке // Онтология и эпистемология синергетики. М.: ИФ РАН, 1997. – С. 5-11.
11. Лебедев С.А. Теория как особая единица научного знания: онтология и методы. Гуманитарный вестник, 2023. – №2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2023-2-829> (дата обращения: 25.03.2025).
12. Мякишев Г.Я. Первая публикация: Большая советская энциклопедия, 1978. – Т.30. – 632 с.
13. Любовный В.Я. Городские агломерации в России: проблемы развития и регулирования // Сборник трудов Академических чтений «Проблемы развития агломераций в России». – М.: КРАСАНД, 2009. – С. 17-33.
14. Бабун Р.В. Агломерации городов в современной России // Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты. – Новокузнецк, 2010. – С. 3-15.
15. Ерлыгина Е. Г., Штебнер С. В. Экологическая устойчивость в концепции устойчивого развития // Бюллетень науки и практики, 2022. – Т. 8. – №6. – С. 134-141. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/15> (дата обращения: 15.03.2025).
16. Jarratt D.G., Peter M. K. The practice of foresight in long-term planning // Technological Forecasting & Social Change, 2015. – vol. 101. – pp. 49-61.
17. Иовлев В.И. Концептуальный механизм архитектурного проектирования // Архитектон: известия вузов, 2021. – №1 (73). – 23 p.
18. Методология научных исследований: терминолог. словарь. –Харьков: Изд-во НУА, 2016. – 124 с.
19. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ

- [ред. от 08.08.2024]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/?ysclid=m41f2sln3y50935551 (дата обращения: 10.03.2025).
20. Brumlik M. Die Einheit im Geiste. Über den romantischen Impuls konservativer Grundströmung // *Konservatismus in der Strukturkrise*. – 237 p.
21. Бёр К. Консерватизм: многогранное понятие. Попытка описания и ограничения – поиски следов // *Исторические исследования*, 2016. – №5. – С. 10-28.
22. Богословский М.М. К вопросу об энергии и законе её сохранения // *Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования*, 2017. – № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=5> (дата обращения: 20.02.2025).
23. Толмачев М. Н., Ефимова О. В., Ендовицкий Д. А. Аналитика устойчивого развития: монография. – М.: КноРус, 2024. – 270 с.
24. Anne Bretagnolle, Hélène Mathian, Denise Pumain et Céline Rozenblat Long-term dynamics of European towns and cities: towards a spatial model of urban growth. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://journals.openedition.org/cybergeo/566> (дата обращения: 30.03.2025).
25. Воронина А.А. Градостроительные трансформации города-спутника Копейск// *Научный поиск: материалы шестнадцатой научной конференции аспирантов и докторантов*. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2024. – С. 3-9.

References

- Voronina A.A. Kolyasnikov V.A. Promising approaches to solving urban planning issues forming Chelyabinsk agglomeration/ *Architecture, urban planning and design*. South Ural State University, Chelyabinsk, 2023. – pp. 27-32
- Semenova, E. R. Scientific theory and its methods / E. R. Semenova, A. I. Yusupova. – Text: direct // *Young scientist*, No. 20 (124). 2016. – pp. 841-843. Access mode: <https://moluch.ru/archive/124/34313/> (access date: 20.03.2025).
- Kun T. *Struktura nauchnyih revolyutsiy. S vvodnoy statey i dopolnениями* 1969 g.– М.: Progress, 1977. – 300 p.
- Sutthous J., Suchting W. Feyerabend's Dis-. Sutthous J., Suchting W. Feyerabend's Discourse against Method: A Marxist Critique. – ourse against Method: A Marxist Critique, Vol. 20. No. 2-3. 1977. – 339 p.
- Mavlyutov R. R., Shubina M. A. Institutional barriers to investment activity in the construction industry // *Creative Economy*, Vol. 14. No. 12. 2020. – pp. 3395-3410.
- Glazychev V.L. Barriers to urban development // *Otechestvennye zapiski*, No. 4. 2008. – pp. 32-41.
- Glazychev, V.L. Urban studies / V.L. Glazychev. –Moscow: Evropa, 2008.–220 p.
- V.L. Glazychev, M.M. Egorov. Urban environment. Development technology: Handbook / V.L. Glazychev, M.M. Egorov, T.V. Ilyina et al.-М.: "Ladya Publishing House", 1995. – 240 p.
- Knigin A. N. Mezhdistsiplinarnost': osnovnaya problema [Interdisciplinarity: the main problem]. *Tomsk State University Journal*, No. 3 (4). 2008. – pp.14–20.
- Danilov Yu. A. The role and place of synergetics in modern science // *Ontology and epistemology of synergetics*. – Moscow: IF RAS, 1997. – pp. 5-11.
- Lebedev S.A. Theory as a special unit of scientific knowledge: ontology and methods. *Humanitarian Bulletin*, No. 2. 2023. Access mode: <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2023-2-829> (access date: 25.03.2025).
- Myakishev G.Ya. First publication: The Great Soviet Encyclopedia, Vol.30. 1978. – 632 p.
- Lyubovny V.Ya. Urban agglomerations in Russia: problems of development and regulation // *Proceedings of Academic readings "Problems of development of agglomerations in Russia"*. – М.: KRASAND, 2009. – pp.17-33.
- Babun R.V. Agglomerations of cities in modern Russia // *Anti-crisis management: industrial and territorial aspects*. – Novokuznetsk, 2010. – pp. 3-15.
- Erlygina, E., & Shtebner, S. (2022). Environmental Sustainability in the Concept of Sustainable Development. *Bulletin of Science and Practice*, 8(6), – pp. 134-141. Access mode: <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/15> (access date: 15.03.2025).

16. Jarratt D.G., Peter M. K. The practice of foresight in long-term planning // Technological Forecasting & Social Change. Vol. 101. 2015. – pp. 49-61.
17. Iovlev V.I. Konceptual'nyj mekhanizm arhitekturnogo proektirovaniya // Arhitekton: izvestiya vuzov, No. 1 (73). 2021. – 23 p.
18. Metodologiya nauchnyh issledovaniy: terminolog. slovar'. – Har'kov: Izd-vo NUA, 2016. – 124 p.
19. The Urban Planning Code of the Russian Federation dated 12/29/2004 N 190-FZ [ed. dated 08.08.2024]. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/?ysclid=m41f2sln3y50935551 (access date: 10.03.2025).
20. Brumlik M. Die Einheit im Geiste. Über den romantischen Impuls konservativer Grundströmung // Konservatismus in der Strukturkrise. – 237 p.
21. Ber K. Conservatism: a multifaceted concept. An attempt at description and limitations – the search for traces // Historical Research, 2016. No. 5. – pp. 10-28.
22. Bogoslovsky M.M. On the issue of energy and the law of its conservation // Scientific review. Fundamental and applied research, 2017. No.1. Access mode: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=5> (access date: 20.02.2025).
23. Tolmachev M. N., Efimova O. V., Endovitsky D. A. Analytics of sustainable development: monograph. – M.: KnoRus, 2024. – 270 p.
24. Anne Bretagnolle, Hélène Mathian, Denise Pumain et Céline Rozenblat Long-term dynamics of European towns and cities: towards a spatial model of urban growth. Access mode: http://journals.openedition.org/cybergeo/566_m41f2sln3y50935551 (access date: 30.03.2025).
25. Voronina A.A. Urban development transformations of the satellite town of Kopeysk // Scientific search: proceedings of the sixteenth scientific conference of graduate students and doctoral students. – Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2024. – pp. 3-9.

Воронина Анастасия Анатольевна,

Аспирант кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия, E-mail: missis.nast97@yandex.ru

Voronina Anastasia Anatolyevna,

Postgraduate of the Department of Architecture, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia. E-mail: missis.nast97@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.04.2025

Чучелов К.И., Кан Хунси

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОРИДОРОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Практическое применение городского комплексного трубопроводного коридора имеет большое значение для разгрузки городских пространственных ресурсов, повышения эффективности городского функционирования, улучшения городского ландшафта и т.д. Он способствует построению интенсивного, скоординированного, зелёного экологического и устойчивого развития города, а также содействует настоящему развитию и будущему планированию города.

Цель статьи – ознакомиться с идеями и концепциями, применяемыми для инженерных инфраструктур городов, особенностями применения технологии интегрированного трубопроводного коридора в разных странах и в России.

Задача – провести сравнительный анализ применения технологии, найти сходства и отличия в подземной прокладке инженерных сетей различного назначения и сделать вывод о возможном научном внедрении технологии в любых городских условиях.

Трубопроводные сети систем водоснабжения и водоотведения являются важной частью строительства городского комплексного трубопроводного коридора. Их примера достаточно, чтобы увидеть важность строительства сетей в городском планировании и строительстве. Применение системы водоснабжения и водоотведения при строительстве в комплексном трубопроводном коридоре может эффективно решить проблемы системы водоснабжения и водоотведения при строительстве, реконструкции и обслуживании: уменьшить количество повторных раскопок дорожного покрытия, упростить ежедневное управления сетью водоснабжения и водоотведения, проведение капитального и текущего ремонта трубопровода.

Статья объединяет все виды проблем в системах водоснабжения и водоотведения в текущих вопросах городского развития. Использование метода разностороннего анализа инженерных систем в строительстве городского комплексного инженерного коридора представляется с различных точек зрения, чтобы предоставить некоторые идеи для соответствующего городского планирования и строительства, а также внести вклад в современное развитие строительства городов. В результате выдвигается концепция решения таких вопросов – использование подземных городских комплексных трубопроводных коридоров, которая предоставляет безграничные возможности для настоящего и будущего планирования и строительства городов.

Ключевые слова: комплексный инженерный коридор; трубопроводные и канализационные сети; городское планирование; подземное пространство городов; градостроительное образование.

Chuchelov K.I., Kang Hongxi

APPLICATION FEATURES OF INTEGRATED PIPELINE CORRIDORS OF ENGINEERING SYSTEMS

The practical application of the urban integrated pipeline corridor is of great importance for relieving urban spatial resources, increasing the efficiency of urban

functioning, improving the urban landscape, etc. It contributes to the construction of intensive, coordinated, green ecological and sustainable development of the city, and also contributes to the current development and future planning of the city.

The purpose of the article is to get acquainted with the ideas and concepts used for urban engineering infrastructures, the features of the application of the integrated pipeline corridor technology in different countries and in Russia.

The task is to conduct a comparative analysis of the application of the technology, find similarities and differences in the underground laying of utility networks for various purposes and draw a conclusion about the possible scientific implementation of the technology in any urban conditions.

Pipeline networks of water supply and sanitation systems are an important part of the construction of the urban integrated pipeline corridor. Their example is enough to see the importance of network construction in urban planning and construction. The application of water supply and sanitation system in the construction of the integrated pipeline corridor can effectively solve the problems of water supply and sanitation system in construction, reconstruction and maintenance: reduce the number of repeated excavations of road surfaces, simplify the daily management of the water supply and sanitation network, carry out major and current repairs of the pipeline.

The article integrates all kinds of problems in water supply and sanitation systems in current urban development issues. The use of the comprehensive analysis method of engineering systems in the construction of urban complex engineering corridor is presented from various perspectives to provide some ideas for the corresponding urban planning and construction, and contribute to the modern development of urban construction. As a result, a solution concept of such issues is put forward - the use of underground urban complex pipeline corridors, which provides unlimited possibilities for the present and future planning and construction of cities.

Keywords: integrated engineering corridor; water supply and sewerage networks; urban planning; urban underground space; urban education.

Городское комплексное строительство трубопроводных коридоров является строительной концепцией в городском планировании и строительстве. в процессе непрерывного быстрого развития общества и городов постепенно в городском пространстве ресурсы становятся все более труднодоступными, все виды строительства трубопроводных систем становятся беспорядочными, а у городских служб эксплуатации возникают трудности и ряд сложных проблем. Городские службы эксплуатации и управления сталкиваются с серьезным испытанием для нахождения эффективного и легкодоступного расположения коммуникаций. Старые виды городского строительства и планирования уже не могут удовлетворить потребности сегодняшнего городского развития, из-за чего существует необходимость научного реформирования и планирования городов в соответствии с современным городским развитием и тенденциями, чтобы адаптироваться к потребностям социального развития. К текущим проблемам городского планирования и строительства сейчас можно отнести: различные типы трубопроводов сильно переплетены

и запутаны из-за ограниченного подземного и наземного пространства; возникающие частые аварии и, вследствие, многократные раскопки трубопроводов и инфраструктуры.

Городской комплексный трубопроводный коридор, также известный как «подземный интегрированный трубный коридор», представляет собой обустроенный муниципальный коммунальный коридор под землей, в котором прокладываются более двух видов муниципальных коммунальных трубопроводов (электроэнергия, связь, водоснабжение и т.д.), в соответствии с требованиями планирования и централизованной прокладки в городской структуре при осуществлении единого планирования, проектирования, строительства и управления [1]. Строительство городских комплексных трубопроводных коридоров позволяет использовать подземное пространство города, ослабляет давление от городского наземного пространства и совмещает все виды инженерных трубопроводных систем, таких как связь, электроснабжение, водоснабжение, канализация, ливнесток, дренаж, отопление, газ и другие виды (рис. 1). Приведенные системы трубо-



Рис. 1. Типы интегрированных городских трубопроводных коридоров: А – инженерные коридоры, интегрированные в подземные транспортные магистрали; Б – комплексные инженерные коридоры с отдельным доступом.

проводов находятся в них в упорядоченном виде, что облегчает планирование и строительство всех видов трубопроводов в городе, эксплуатацию и управление, а также испытания и обслуживание.

Строительство городского комплексного трубопроводного коридора имеет более чем 100-летнюю историю, концепция строительства подземного комплексного трубопроводного коридора в городе зародилась в Европе в 19 веке, впервые появившись во Франции [2]. В Париже, в 1833 году, когда город проводил систематическое планирование дренажной сети, творчески вписали водопроводные, газовые, коммуникационные и другие трубопроводы в свою объединённую сеть, сформировав ранний подземный городской интегрированный трубный коридор, который функционирует и по сей день. Французскую систему планирования интегрированных городских коридоров можно проследить с 1860-х годов, когда для развития и строительства подземной части центра города Парижа власти будут проектировать водопроводные, электрические, коммуникационные и другие трубопроводные сети в городе в виде интегрированных коридоров, состоящих из целой системы интегрированных разветвлений. Исследования и использование интегрированных городских коридоров ведутся в Париже, где в настоящее время построено более 2000 километров интегрированных городских коридоров, что является самым большим количеством интегрированных городских коридоров, построенных в мире на сегодняшний день.

После 1860-х годов строительство городских интегрированных коридоров стало быстро развиваться и применяться в городском планировании и строительстве европейских

стран. Следующей Германия начала строить городские подземные интегрированные коридоры в Гамбурге в 1890 году. В Великобритании, в Лондоне было построено 22 городских интегрированных коридора с 1861 года; а Франция к этому времени уже исследовала и построила городские интегрированные коридоры во всех крупных городах страны в соответствии с развитием каждого места в соответствии с местными условиями. Строительство городских интегрированных коридоров в европейских странах, которое началось раньше, действует уже долгое время и имеет богатый опыт строительства.

Хотя США, Канада и другие страны богаты земельными ресурсами, но из-за концентрации городов ресурсы наземного пространства ограничены. В XX веке в Нью-Йорке, Торонто и других городах началось строительство городского интегрированного трубопроводного коридора, при этом был достигнут успех в строительстве более продвинутой городской интегрированной системы строительства трубопроводных коридоров. В это же время начал внедряться городской интегрированный трубный коридор и в Японии, который стал известен как «общая канава», подобный европейскому. Чтобы ввести интегрированный трубный коридор потребовался набор продвинутых технологий и более систематическое исследование. Строительство самого раннего в Токио началось в 1926 году, и был построен в 1958 году [3]. Россия также начала строительство интегрированных городских коридоров в начале XX в. Советский Союз строил подземные общие траншеи в Москве, Ленинграде, Киеве и т. д. Под Москвой насчитывается около 130 км интегрированных подземных коридоров, охватывающих все виды трубопроводов го-

родской инфраструктуры, кроме газопроводов. Большим недостатком выделялась теснота коридоров в пространстве и их плохая вентилируемость.

Продолжение неупорядоченной прокладки городских подземных инженерных сетей, сопровождаемое сбоями эксплуатационного характера, снижает надежность функционирования городского организма в целом. Именно поэтому вопрос повышения безотказности работы подземных коммуникаций крайне важен, и прежде всего, тех из них, которые могут быть в дальнейшем отнесены к объектам так называемой критической инфраструктуры [18]. В определённом смысле планомерное развитие и упорядочение инфраструктуры означает и устойчивое развитие территории города, повышая не только безопасность, но и комфортность проживания в нем [19]. Для российских городов это крайне важно в связи с реализацией нацио-

нального приоритетного проекта «Жилье и городская среда».

Строительство городского комплексного трубопроводного коридора стало одним из важных стратегических шагов в строительстве городов разных стран. Благодаря постоянным исследованиям и проработке строительства городского комплексного трубопроводного коридора выяснилось, что его строительство имеет следующие преимущества: высвобождение городского наземного пространства; интенсивная интеграция всех видов линий городской трубопроводной сети; полное использование городского подземного пространства; высокие показатели безопасности; улучшение городского ландшафта; предотвращение чрезмерной выемки грунта в городе из-за строительства или обслуживания трубопроводов; защита всех видов линий городской трубопроводной сети и многие другие преимущества [9, 10] (рис. 2).

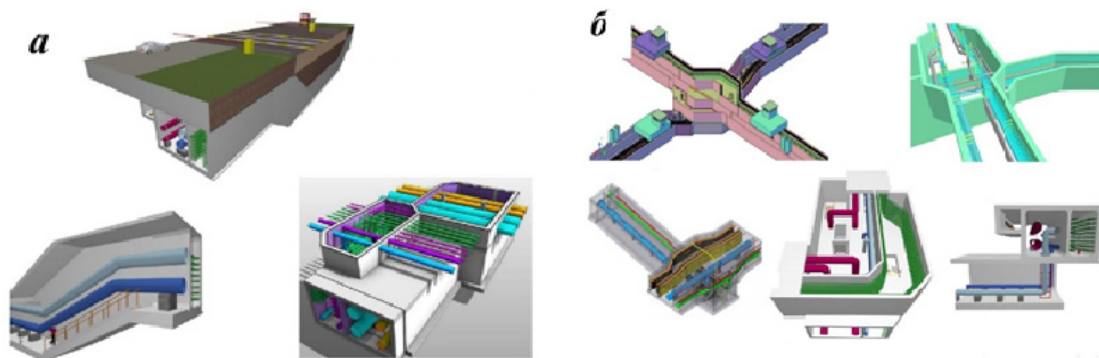


Рис. 2. Схема планирования и строительства некоторых ключевых точек интегрированного городского трубопроводного коридора: а) пересечение естественных и искусственных препятствий; б) схемы компоновки узлов трубопроводов различных систем.

Хотя строительство городского комплексного трубопроводного коридора имеет много преимуществ в городском планировании и строительстве, все же есть некоторые проблемы и недостатки. Для того, чтобы строительство городской комплексной трубопроводной сети достигло этапа строительства и эксплуатации быстро и эффективно, и чтобы получить при этом все его преимущества, необходимо завершить строительство всех этапов проекта в одно время, что, несомненно, вызывает огромные одноразовые инвестиции и финансовые проблемы. Из-за ежедневной эксплуатации и управления комплексным трубопроводным коридором требуется высокий профессионализм в повседневной эксплуатации, а управление требует высокопрофессиональных подразделений для управления внутренними коммуникаци-

ями, вентиляцией, освещением, дренажом, противопожарной защитой, сетью мониторинга и другими системами. Всё это приводит к увеличению ежедневных расходов на обслуживание коридора. Из-за плотного размещения различных типов трубопроводов внутри комплексного трубопроводного коридора, могут происходить аварии, такие как разрыв трубопровода, утечка газа и другие внезапные сбои. Если обследование и обслуживание не проводятся своевременно, это чрезвычайно легко приведёт к ухудшению безопасности всего комплексного трубопроводного коридора [4].

Подводя итог, можно сказать, что строительство и эксплуатацию городского комплексного трубопроводного коридора необходимо научно и обоснованно планировать, а расходы на строительство должны

быть решены путем укрепления местными капитальными вложениями, разработкой инвестиционной политики для привлечения предприятий к инвестированию в финансирование и других различных методов; уточнения зоны ответственности городского комплексного трубопроводного коридора, координации отношений между подразделениями по эксплуатации и подразделениями, ответственными за каждую линию трубопроводной сети. Также необходимы своевременные решения вопросов о распределении ежедневных эксплуатационных расходов и ответственности для городского комплексного трубопроводного коридора.

Постоянное ускорение темпов развития городов привело к тенденции быстрого роста численности городского населения, инфраструктуры, масштабов промышленных предприятий и т.д. В таких условиях эксплуатация городских сетей водоснабжения и водоотведения часто превышает первоначальные проектные ожидания, что приводит к неравномерному распределению водных ресурсов, высокой нагрузке на работу сети, засорению канализационных труб, сбоям в работе сетей водоснабжения и водоотведения и другим проблемам. Для решения проблем, возникающих из-за неспособности сети водоснабжения и водоотведения соответствовать непрерывному развитию города, обычно используются традиционные решения, такие как перепланировка и реконструкция. Однако, поскольку трубы водоснабжения и водоотведения обычно проложены под землей, в процессе строительства и обслуживания часто приходится проводить повторные раскопки городских дорог и инфраструктурных сооружений, что создает большие неудобства для передвижения людей и эксплуатации города, а также приводит к большим экономическим затратам [5].

Структура строительства городских комплексных трубопроводных коридоров является более сложной, и необходимо согласовать все виды проектных требований в городском строительстве на этапе предварительного планирования и проектирования. Строительство сети водоснабжения и ливневой системы - это сложная работа по защите и очистке городских источников воды и водоемов, укрупнение систематизации и управления в сборе дождевой воды и сточных вод, а также создание высокоэффективной системы рециркуляции воды в строительстве городского комплексного трубопроводного коридора. Водопровод, дренажный трубопровод, трубопровод дождевой воды,

канализационный трубопровод устраиваются в соответствии с требованиями городского строительства и будущей планировочной застройки. При проектировании формируются блок единых водных ресурсов в городском комплексном трубопроводном коридоре. Блокирование в городском комплексном трубопроводном коридоре может способствовать эффективному использованию городских водных ресурсов и упрощенной ежедневной проверке, и обслуживанию, а также предоставляет возможности для модернизации и реконструкции сети водоснабжения и водоотведения в будущем.

Проектирование и строительство городского комплексного трубопроводного коридора является высокоинтенсивным проектом, который объединяет: водоснабжение, дождевую воду, канализацию, обратную воду, природный газ, тепло, электричество, связь, радио и телевидение, пневмотранспорт и другие городские инженерные трубопроводы в синхронном режиме (рис. 3), и поэтому при проектировании и строительстве новой сети водоснабжения и канализации необходимо согласовывать с остальными трубопроводными системами, укреплять обмен и связь между обслуживающими и управляющими организациями, ответственными за остальные трубопроводы, стараться совершать синхронное строительство, а также уменьшать площадь городских дорог. Постоянные раскопки и другие повторяющиеся строительные работы при этом будут уменьшаться, чтобы добиться экологически чистого, эффективного и экономичного строительства [6, 16, 17].

При проектировании и строительстве необходимо сочетать передовые технологии и строительный опыт различных стран и регионов, осуществлять научное обоснованное планирование, упорядоченное строительство и застройку, а также в полной мере использовать подземное пространство для метро, тоннелей и т.д., для создания устойчивого развития и высокого позиционирования комплексной системы водопровода и канализации городского трубопроводного коридора.

Строительство водопроводной сети в городском комплексном трубопроводном коридоре должно быть разумно интегрировано в городской комплексный трубопроводный коридор в соответствии со специальным планированием системы водопроводной сети на момент проектирования, а также в сочетании с общим дизайном городского комплексного трубопроводного коридора. При специальном

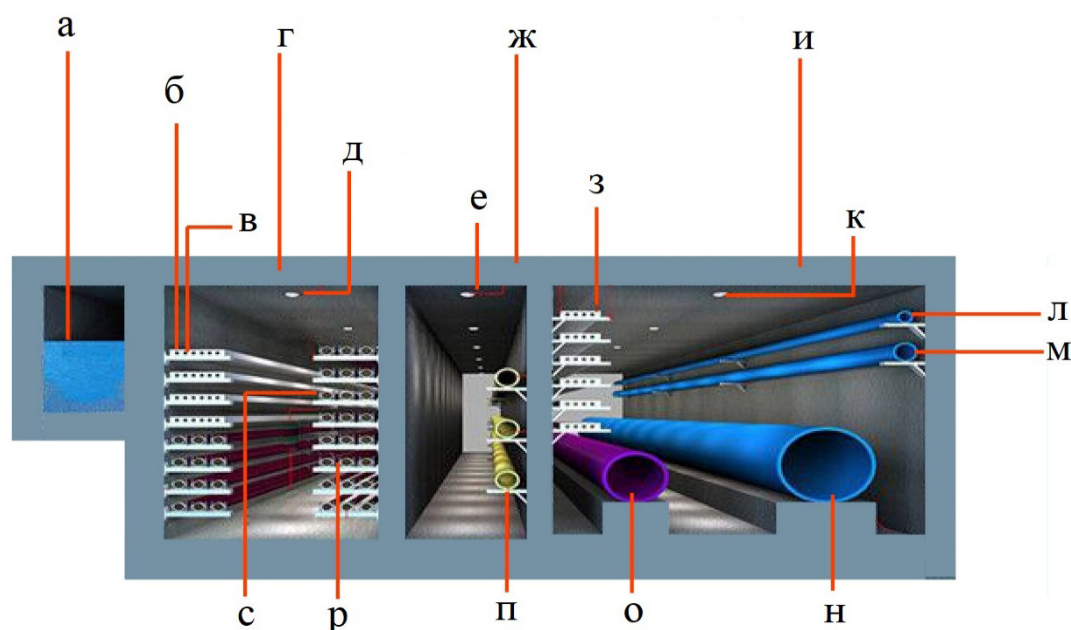


Рис. 3. Схема отсеков городского интегрированного трубопроводного коридора: а) Камера дождевой воды; г) Электрический отсек – электросети 110 (б) и 220КВ (в); ж) Газовый коридор – газопровод природного газа (п); и) Комплексный коридор – кабель связи (з), водопроводы питьевой и противопожарный (л, м), канализационная труба (н), трубопровод промводоснабжения (о); д,е,к) Водонепроницаемые и пылезащищенные лампы.

строительстве коридора водопровода в городском комплексном коридоре трубопроводов проводится основной комплексный анализ технологии строительства, ежедневной эксплуатации и технического обслуживания и будущего расширения и реконструкции, крупных водопроводных узлов, распределительных трубопроводных линий в комплексном коридоре трубопроводов. Этот анализ необходим для технико-экономического сравнения вариантов строительства и эксплуатации [7]. Изученность подземного пространства крупных городов позволяет переходить от пассивного сбора и хранения фондовых данных к стратегии их активного использования с помощью современных информационных ресурсов. Градостроительному комплексу нужен новый подход к принятию решений – одновременно вдумчивый и оперативный, а следовательно, и новые, более универсальные и функциональные инструменты. При этом могут быть учтены как технические и административные ограничения, исключающие или ограничивающие строительство (технические зоны существующих объектов, водоохранные зоны, зоны охраны объектов культурного наследия и т. д.), так и инженерно-геологические, затрудняющие строительный процесс, приводящие к увеличению его сроков и удорожанию за счет применения мер инженерной защиты и сложных конфигураций фундаментных оснований [13, 14, 15].

В современной истории России канальная прокладка трубопроводов также рассматривалась как возможная к применению. Для этого было проанализировано много факторов и составлены рекомендации. Следует иметь в виду, что экономическая целесообразность комплексной прокладки инженерных коммуникаций повышается при создании единой коллекторной схемы магистральных, распределительных и внутриквартальных сетей города. Рекомендациями предусмотрено: в коллекторных туннелях допускается прокладывать тепловые сети, электрокабели напряжением до 10 кВ, кабели связи, распределительные водопроводные сети из стальных или пластмассовых труб, а во внутриквартальных коллекторах — еще и газопроводы низкого давления. Магистральные водоводы, трубопроводы канализации, газопроводы среднего и высокого давления прокладывать в коллекторах не допускается; прокладку газопроводов в коллекторах допускается выполнять только при наличии системы обнаружения загазованности с выводением сигналов на диспетчерский пункт, а также при наличии системы вентиляции, обеспечивающей не менее чем трехкратный обмен воздуха в час [8].

Долговечность сетей, проложенных в проходных каналах, пока еще изучена недостаточно из-за относительно небольшого их наличия и срока действия. Однако уже име-

ющий опыт показывает, что долговечность и, соответственно, надежность действия сетей в этом случае несколько увеличиваются по сравнению с этими же параметрами сетей раздельной подземной прокладки, но все же значительно отстают от параметров при наземной прокладке.

Способ совмещенной прокладки инженерных сетей в подземных проходных каналах, как правило, устанавливается службами главных архитекторов городов, районов и областей путем подготовки и выдачи заказчикам и проектным организациям соответствующего архитектурно-планировочного задания (АПЗ) на проектирование и строительство объектов. Каждое АПЗ составляют с учетом архитектурных и эстетических требований местности и действующих нормативных материалов.

Так, например, Российская Академия архитектуры и строительных наук в 2004 году разработала и опубликовала «Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов». В данном документе сформулирован тезис «Освоение подземного пространства городов должно осуществляться по единому градостроительному плану, увязанному с генеральным планом развития города», но нет четких критериев, как этот план должен быть сформирован. Руководство также не содержит требований к оформлению, масштабу и детальности разработки градостроительного плана. Иными словами, никакой конкретики и методик там нет. Далее в тексте документа обозначено, что «для достижения наибольшего суммарного (социального, градостроительного и экономического) эффекта от подземного строительства необходимо согласовывать развитие подземных сооружений и их комплексов в масштабах всего города путем разработки «Схем комплексного использования подземного пространства». То есть, по мнению авторов, должен быть разработан Градостроительный план и Схемы. По всей видимости, схемы должны иметь большую детальность и разрабатываться или тематически на весь город, или на отдельные его части. Также в документе говорится о необходимости «проводить многовариантное проектирование с использованием многокритериальных оценок альтернативных решений, которые должны учитывать:

- характер существующей и проектируемой застройки;
- архитектурно-стилевые характеристики зданий;
- особенности конструктивных схем про-

ектируемых подземных сооружений и технологии производства работ по их реализации;

- строительные и эксплуатационные затраты и их соотношение» [11, 12].

Однако следует заметить, что архитектурные и эстетические требования могут быть объективными и субъективными. По существу, эти вопросы тесно связаны с вкусами, нравами и привычками людей, необходимостью той или другой стройки, доступностью требуемых строительных материалов определенного качества, возможностями строительных организаций, но чаще всего связаны с традиционностью в решениях, а также с существующей модой.

Учитывая разность взглядов и вкусов людей всех времен, можно сделать вывод, что в деле применения подземных проходных каналов для совмещенной прокладки инженерных сетей общей формулы решения нет и не может быть. Эти вопросы необходимо решать на местах исходя из конкретных потребностей, возможностей и разных местных условий.

Разработанные варианты поперечных разрезов сетей следует предварительно согласовать с заинтересованными службами.

Заключение

Строительство городских комплексных трубопроводных коридоров имеет большое значение для обеспечения эффективной работы городов, экономии земельных ресурсов и содействие интенсивному развитию городов. Строительство и применение системы сетей водоснабжения и водоотведения в городском комплексном трубопроводном коридоре может эффективно решить и улучшить традиционные проблемы обслуживания неисправностей сетей водоснабжения и водоотведения, трудности перепланировки и расширения и другие проблемы, которые будут погребены глубоко в подземной сети трубопроводов, централизованной в городском комплексном трубопроводном коридоре, для достижения упорядоченной сети трубопроводов водоснабжения и водоотведения, визуализации, удобного, интеллектуального и информационного научного планирования и управления, а также для защиты и использования городских водных ресурсов в максимально возможной степени. Это может максимально увеличить защиту и использование городских водных ресурсов и обеспечить более стабильную и эффективную работу сети водоснабжения и канализации.

Литература

1. Ван Чжицин. Создание и практика интенсивной интегрированной системы управления [М]. // Beijing: Sinopec Press, 2010.
2. Цзэн Динбо. Исследование интеграции городского подземного комплексного управления трубопроводными коридорами в Гуанчжоу [D]. // Южно-Китайский технологический университет, 2017.
3. Лю Вэньхуэй. Исследование ключевых технологий водоснабжения и водоотведения в городском комплексном трубопроводном коридоре [J]. // Township enterprise guide, 2019, (10):147-148.
4. Ся Синь, Ван Сяочэнь, Чэнь Мэн. Анализ проблем строительства водоснабжения и водоотведения в городском комплексном трубопроводном коридоре [J]. // China Hi-Tech, 2020(16):34-35. DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2020.16.10.
5. Яо Цянь. Анализ комплексных проблем строительства трубопроводных коридоров водоснабжения и водоотведения в Губчатом городе [J]. // Housing and real estate, 2016, (21):247.
6. Чан Чжилинь. Исследование точек проектирования городского комплексного трубопроводного коридора на основе специализации водоснабжения и водоотведения [J]. // City Intelligence, 2023, (09):169-171.
7. Ван Цзе. Муниципальное водоснабжение в городских подземных комплексных трубопроводных коридорах [J]. // Construction technology development, 2017, 44(05):81-82.
8. Ширакс З.Э. Совмещенная прокладка инженерных сетей. – М.: Стройиздат, 1991. – 240 с.
9. Лобанова А. С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА // Теория и практика современной науки. 2017. №12 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-prokladki-truboprovoda> (дата обращения: 27.02.2025).
10. Клешнин Ю. А. СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКИ ТЕПЛОПРОВОДОВ // Вестник науки. 2020. №8 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-razlichnyh-tipov-kanalnoy-prokladki-teploprovodov> (дата обращения: 27.02.2025).
11. Семенова О. С. Теоретические проблемы градостроительного планирования подземной части городов // АМІТ. 2015. №1 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-problemy-gradostroitel'nogo-planirovaniya-podzemnoy-chasti-gorodov> (дата обращения: 27.02.2025).
12. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов. – М., 2004. – 100 с. [Сетевой ресурс]. – URL: http://gostrf.com/norma_data/45/45107/index.htm (дата обращения: 27.02.2025).
13. Жидков Р. Ю., Бучкин М. Н., Серов А. Ю. Трехмерная компьютерная модель подземного пространства как инновационный градостроительный инструмент // Жилищное строительство. 2017. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trehmernaya-kompyuternaya-model-podzemnogo-prostranstva-kak-innovatsionnyy-gradostroitelnyy-instrument> (дата обращения: 27.02.2025).
14. Отчет «Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний» // Информационный портал Национального объединения изыскателей и проектировщиков (электронный ресурс). http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf (дата обращения: 27.02.2025).
15. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С и др. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. М.: АСВ, 2010. 360 с.
16. Митягин Сергей Дмитриевич Технологическая оптимизация градостроительной деятельности // Academia. Архитектура и строительство. 2018. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskaya-optimizatsiya-gradostroitel'noy-deyatelnosti> (дата обращения: 27.02.2025).
17. Митягин, С.Д. К вопросу о совершенствовании технологического процесса подготовки документации по планировке территории / С.Д. Митягин // Управление развитием территории. – 2016. – № 4. – С. 30–32.

18. Исаев, О.Н. Влияние подземного строительства на надежность существующих подземных коммуникаций / Исаев О.Н., Шарафутдинов Р.Ф. // Метро и тоннели. – М. – 2014. – № 5. – С. 28-31.
19. National Academy of Sciences. Underground Engineering for Sustainable Urban Development. THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2013.

References

1. Wang Zhiqing. The Establishment and Practice of Intensive Integrated Management System [M]. // Beijing: Sinopec Press, 2010.
2. Zeng Dingbo. Research on the Integration of Urban Underground Comprehensive Management of Pipeline Corridors in Guangzhou [D]. // South China University of Technology, 2017.
3. Liu Wenhui. Research on Key Technologies of Water Supply and Sanitation in Urban Comprehensive Pipeline Corridor [J]. // Township enterprise guide, 2019, (10):147-148.
4. Xia Xin, Wang Xiaochen, Chen Meng. Analysis of Water Supply and Sanitation Construction Problems in Urban Comprehensive Pipeline Corridor [J]. // China Hi-Tech, 2020(16):34-35. DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2020.16.10.
5. Yao Qian. Analysis of Complex Problems of Construction of Water Supply and Sanitation Pipeline Corridors in Sponge City [J]. // Housing and real estate, 2016, (21):247.
6. Chang Zhilin. Research on Design Points of Urban Comprehensive Pipeline Corridor Based on Water Supply and Sanitation Specialization[J]. // City Intelligence, 2023, (09):169-171.
7. Wang Jie. Municipal Water Supply in Urban Underground Comprehensive Pipeline Corridors[J]. // Construction technology development, 2017, 44(05):81-82.
8. Shiraks Z.E. Combined Laying of Engineering Networks. – M.: Stroyi-zdat, 1991. – 240 p.
9. Lobanova A. S. COMPARATIVE ANALYSIS OF PIPELINE LAYING METHODS // Theory and Practice of Modern Science. 2017. No. 12 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-prokladki-truboprovoda> (date of access: 02/27/2025).
10. Kleshnin Yu. A. COMPARISON OF VARIOUS TYPES OF DUCT LAYING OF HEAT PIPELINES // Bulletin of Science. 2020. No. 8 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-razlichnyh-tipov-kanalnoy-prokladki-teploprovodov> (date of access: 27.02.2025).
11. Semenova O. S. Theoretical problems of urban planning of the underground part of cities // AMIT. 2015. No. 1 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-problemy-gradostroitel'nogo-planirovaniya-podzemnoy-chasti-gorodov> (date of access: 27.02.2025).
12. Guide to the integrated development of the underground space of large cities. - M., 2004. - 100 p. [Network resource]. - URL: http://gostrf.com/norma_data/45/45107/index.htm (date of access: 27.02.2025).
13. Zhidkov R. Yu., Buchkin M. N., Serov A. Yu. Three-dimensional computer model of underground space as an innovative urban planning tool // Housing construction. 2017. No. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trehmernaya-kompyuternaya-model-podzemnogo-prostranstva-kak-innovatsionnyy-gradostroitel'nyy-instrument> (date of access: 27.02.2025).
14. Report «Assessment of the application of BIM technologies in construction. Results of the study of the effectiveness of using BIM technologies in investment and construction projects of Russian companies» // Information portal of the National Association of Surveyors and Designers (electronic resource). http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf (date of access: 02/27/2025).
15. Telichenko V.I., Zertsalov M.G., Konyukhov D.S. et al. Modern technologies for the integrated development of underground space in megacities. Moscow: ASV, 2010. 360 p.
16. Mityagin Sergey Dmitrievich Technological optimization of urban planning activities // Academia. Architecture and Construction. 2018. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskaya-optimizatsiya-gradostroitel'noy-deyatelnosti> (date of access: 27.02.2025).

17. Mityagin, S.D. On the issue of improving the technological process of preparing documentation for territorial planning / S.D. Mityagin // Territory Development Management. - 2016. - No. 4. - P. 30-32.
18. Isaev, O. N. The influence of underground construction on the reliability of existing underground communications / Isaev O. N., Sharafutdinov R. F. // Metro and tunnels. - M. - 2014. - No. 5. - P. 28-31.
19. National Academy of Sciences. Underground Engineering for Sustain-able Urban Development. THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2013.

Чучелов К.И.,

Старший преподаватель кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: kichuchelov@susu.ru

Кан Хунси,

Магистр кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: 1493814406@qq.com

Chuchelov K.I.,

Senior Lecturer, Department of Urban Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: kichuchelov@susu.ru

Kang Hongxi,

Master-student of the Department of Urban Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: 1493814406@qq.com

Поступила в редакцию 10.04.2025

Фурман Н.В.

АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ УСТОЙЧИВОЙ НАБЕРЕЖНОЙ Г. САРАТОВА

В статье рассматриваются проблемы развития саратовской набережной, вызванные недостаточным вниманием к комплексному планированию. Архитектурные и градостроительные решения не учитывают важную роль данной территории в ландшафте и экологии города.

Исследование направлено на определение архитектурно-ландшафтных стратегий для проектирования набережной как элемента прибрежной зоны города. Эта зона, будучи переходной между природным и антропогенным ландшафтами, требует особого подхода. Необходимо с помощью архитектурно-планировочных средств найти баланс между пространственным разделением разнородных систем и созданием условий для их интеграции.

Устойчивость прибрежной зоны зависит от функционального зонирования, удобства транспортной инфраструктуры, гармоничного сочетания природных и искусственных элементов, а также экономической обоснованности развития. Развитие городской прибрежной зоны, отличающейся разнообразием функций, периодов застройки и архитектурного облика, требует системного экологического подхода, рассматривающего ее как часть городской экосистемы. Так проектирование саратовской набережной должно обязательно учитывать ее значение как важного элемента городской гидрографической сети и градо-экологического каркаса для обеспечения ее устойчивости.

Городская набережная должна функционировать как буферная зона, смягчающая взаимодействие между естественной и искусственной средами. В этой зоне посредством природоподобных решений должно реализоваться избирательное регулирование антропогенных потоков вещества и энергии, включающее их разделение, локализацию и трансформацию в экологически безопасные формы. Задача – уменьшить вредное влияние человека и, наоборот, усилить положительное влияние природы на город.

Архитектурные и ландшафтные решения должны быть направлены на поддержание и увеличение биоразнообразия. Подобно экотону в природе, набережная должна выполнять важную буферную функцию между водной и наземной средами, обеспечивая жизненное пространство для разнообразных организмов. Архитектурно-градостроительная практика показывает, что даже искусственно созданные береговые линии такие как набережные, могут стать центрами биоразнообразия.

Таким образом, проектирование городской набережной – это задача, требующая учета множества факторов.

Ключевые слова: саратовская набережная, устойчивое проектирование, городская экосистема, архитектурно-ландшафтные подходы, буферная зона.

ARCHITECTURAL AND LANDSCAPE APPROACHES TO THE FORMATION OF A STABLE SARATOV EMBANKMENT

The article discusses the problems of the Saratov embankment development caused by insufficient attention to integrated planning. Architectural and urban planning decisions do not take into account the important role of this territory in the landscape and ecology of the city.

The research is aimed at defining architectural and landscape strategies for designing the embankment as an element of the coastal zone of the city. This zone, being a transitional one between natural and anthropogenic landscapes, requires a special approach. It is necessary to find a balance between the spatial separation of heterogeneous systems and the creation of conditions for their integration using architectural and planning tools.

The sustainability of the coastal zone depends on the functional zoning, the convenience of the transport infrastructure, the harmonious combination of natural and artificial elements, as well as the economic feasibility of development. The development of the urban coastal zone, characterized by a variety of functions, building periods and architectural appearance, requires a systematic ecological approach that considers it as part of the urban ecosystem. Thus, the design of the Saratov embankment must necessarily take into account its importance as an important element of the urban hydrographic network and the urban-ecological framework to ensure its sustainability.

The city embankment should function as a buffer zone, mitigating the interaction between natural and artificial environments. In this zone, through nature-like solutions, selective regulation of anthropogenic flows of matter and energy should be implemented, including their separation, localization and transformation into environmentally safe forms. The goal is to reduce the harmful effects of humans and, conversely, to enhance the positive impact of nature on the city.

Architectural and landscape solutions should be aimed at maintaining and increasing biodiversity. Like an ecotone in nature, the embankment should perform an important buffer function between aquatic and terrestrial environments, providing a living space for a variety of organisms. Experience shows that even artificially created coastlines such as embankments can become centers of biodiversity.

Thus, designing a city embankment is a task that requires taking into account many factors.

Keywords: *saratovskaya embankment, sustainable design, urban ecosystem, architectural and landscape approaches, buffer zone.*

Проблематика урбанизированных прибрежных территорий находит широкое отражение в научных публикациях. Актуальность проводимых исследований обусловлена необходимостью переосмысления отношений между городом и окружающей его природой, в первую очередь, водной средой. Исторически водные объекты были важнейшим градообразующим фактором, влияющим на местоположение, структуру, климат и экологию городов [1]. Если в доиндустриальную эпоху города развивались в гармонии с природой, то индустриализация городской среды нарушила этот баланс: развитие городов привело

к изменению прибрежных зон, к подчинению природы потребностям города, формированию техногенных и природно-антропогенных ландшафтов.

Ранее взаимодействие между городской и природной средой определялось социально-культурными, географическими и экономическими аспектами. Однако сегодня, в свете применения стратегий устойчивого развития, это взаимодействие должно стать более многогранным: потребительский подход должен смениться взаимообусловленным развитием обеих сред. Так, городские прибрежные зоны, представляющие собой слож-

ные многоуровневые системы, включающие разнообразные природные и антропогенные ландшафты, все чаще используются для рекреации, что согласуется с принципами устойчивого городского развития [2]. Создание рекреационных пространств вдоль береговой линии способствует формированию экологической и социально сбалансированной городской среды. Контроль рекреационной нагрузки и увеличение биоразнообразия в смешанных природно-городских ландшафтах снижает негативное влияние человека и повышает экологическую устойчивость прибрежных территорий [3].

Прибрежная территория представляет собой пограничную или переходную зону, характеризующуюся взаимодействием природной и техногенной сред, обладающих различной степенью устойчивости. Особенность этой зоны заключается в необходимости одновременного решения взаимоисключающих задач посредством архитектурно-планировочных инструментов: обеспечение пространственной дифференциации между системами и, в то же время, создание условий для их взаимосвязи.

Существует множество способов классифицировать прибрежные территории, поскольку исследователи используют различные критерии, включая: природные ресурсы; расположение в городской структуре; конструктивные особенности, продолжительность использования; виды рекреационной деятельности; тип озеленения; уровень развития транспортных и пешеходных маршрутов [4,5].

В данном исследовании за основу взята разработанная Н. Ухиной [6] типология пограничных зон, которая классифицирует их на экологические, функциональные и композиционные, исходя из качественных различий между смежными территориями. В рамках данной типологии прибрежные зоны рассматриваются как экологический тип пограничной зоны, поскольку располагаются на границе между природными и антропогенными ландшафтами. Устойчивость архитектурно-ландшафтного решения прибрежной зоны обеспечивается за счет продуманного функционального зонирования, удобной транспортной сети, гармоничного сочетания природных и искусственных элементов, а также экономической целесообразности ее развития [6]. Городская прибрежная зона, отличающаяся разнообразием функций, периодов застройки и архитектурного облика требует системного подхода к развитию, рассматривающего ее как часть городской экосистемы.

Данное исследование направлено на поиск решений для развития прибрежной зоны Саратова с целью повышения устойчивости городской среды.

Определение границ прибрежной зоны зависит от сложного взаимодействия архитектурно-планировочных решений, рельефа городских территорий и характеристик береговой линии. Последняя может быть, как природной, так и созданной человеком, включая набережные – линейные открытые общественные пространства на поверхности берегоукрепительных сооружений.

В Саратове границы прибрежной зоны имеют свои особенности. В центре города, наиболее освоенной его части, она четко ограничена Волгой с одной стороны и улицей Чернышевского с другой, образуя полосу шириной от 200 до 500 метров. В северной и южных частях города определение прибрежной зоны зависит от рельефа берега (уклона, крутизны, наличия обрывов) и того, как используется эта территория. Ширина этой зоны также варьируется от 200 до 500 метров.

Береговая линия Саратова является частью Волги, которая играет ключевую роль в гидрографии города. Развитие прибрежной зоны обязательно должно учитывать эту взаимосвязь. Саратов характеризуется сильно пересеченным рельефом с множеством оврагов и балок [7]. Эти природные формы рельефа играют важную роль в экологии города, в частности, обеспечивают отвод дождевых и талых вод. Хотя часть естественной системы водоотвода заменена искусственной (ливневой канализацией, часто проложенной по дну оврагов), овражно-балочные системы сохраняют свою доминирующую роль в транспортировке сточных вод с урбанизированной территории [8]. Неочищенные поверхностные стоки, как открытым путем, так и через ливневые системы, напрямую попадают в Волгоградское водохранилище. Ситуация усугубляется неконтролируемым сбросом сточных вод в городские овраги, осуществляемым как предприятиями, так и жителями прилегающих территорий [9]. А точнее, в малые реки, заключенные в подземные коллекторы на дне оврагов, куда сбрасываются как дождевые, так и канализационные стоки. Это негативно сказывается на архитектурно-ландшафтном облике и экологическом состоянии прибрежной зоны Саратова.

Ключевым шагом решения данной проблемы является разделение этих потоков, поскольку бытовые сточные воды, как опасные отходы, нуждаются в специализированной очистке на городских очистных сооруже-

берега – это, по сути, единственный способ создать больше парков и скверов, которые станут частью городской экологической системы. Исследования ревитализации урбанизированных ландшафтов [11-14] выявили принципы, необходимые для превращения заброшенных промышленных, складских и инфраструктурных зон в элементы градо-экологического каркаса. Ключевые принципы архитектурно-ландшафтной ревитализации: экологическая устойчивость, социальная справедливость и экономическая жизнеспособность, включающие в себя такие характеристики, как структурированность, доступность, простота реализации и другие.

Продолжающееся с 2007 г. строительство и благоустройство набережной вдоль исторического центра города стало важнейшим этапом в развитии городской инфраструктуры Саратова. Набережная, являясь частью природно-рекреационного каркаса, теперь выполняет функцию связующего звена, объединяя пешеходным маршрутом все открытые и озелененные общественные пространства в центре города. Цель дальнейшего развития территории между новой набережной и улицей Чернышевского – сделать береговую линию более доступной и интегрированной в городскую среду, а также со-

здать больше парков и скверов для жителей. Архитектурно-ландшафтная ревитализация прибрежной зоны может быть реализована путем создания линейной парковой системы, расположенной между улицей Чернышевского и набережной. Эти две важные транспортные артерии будут соединены пешеходными улицами («взвозами»), обеспечивающими доступ к рекреационной зоне из центра города. Таким образом, набережная сыграла ключевую роль в превращение прибрежной зоны из изолированной в общедоступную.

Сама же набережная спроектирована так, что выполняет роль скорее разделительной линии, чем связующего звена между городом и рекой. пляж, как одно из немногих мест в центральной части города, где жители могут прикоснуться к воде, парадоксальным образом закрывается в самый разгар лета из-за «цветения» Волги. Эта проблема является следствием нерешенной проблемы сброса неочищенных сточных вод в реку. Отчасти решить проблему можно благодаря современным техническим решениям для пляжной инфраструктуры, что позволит увеличить зону купания, повысить безопасность и комфортность плавания, а также продлить пляжный сезон.

При проектировании городской набе-

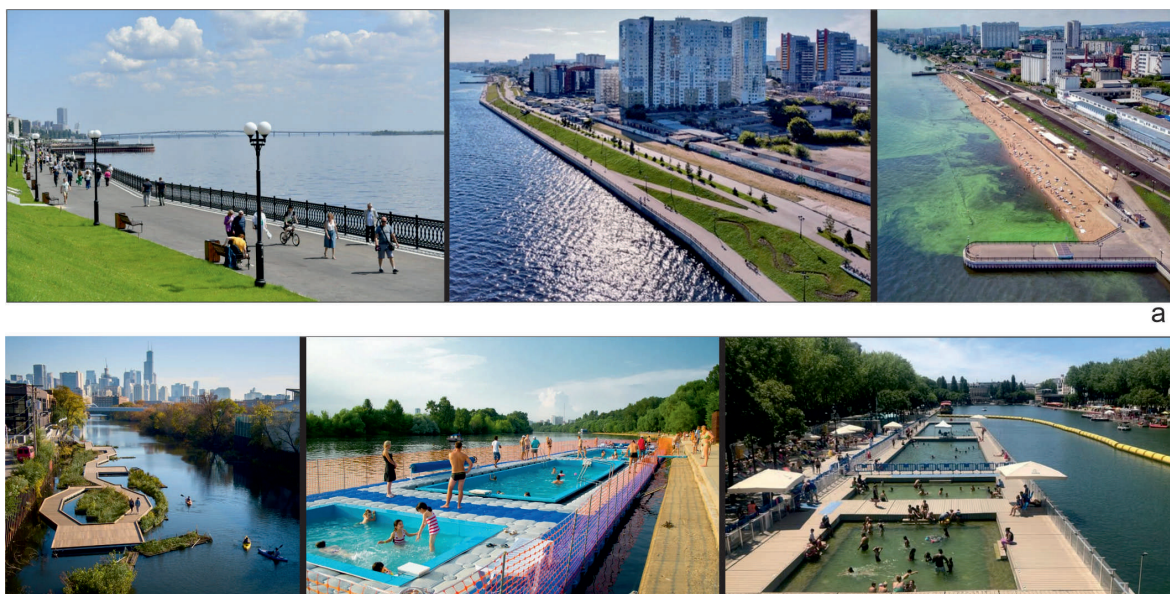


Рис. 2 Набережная как барьерная и контактная пограничная зона: а – новая набережная в г. Саратове, начало строительства 2007 г. (барьерная); б – примеры преодоления барьерного характера набережных.

режной необходимо учитывать не только ее функциональность и привлекательность для людей, но и ее роль в поддержании городской экологии. Архитектурные и ландшафтные решения должны способствовать сохранению

и увеличению биоразнообразия. Природная прибрежная зона – это экотон, переходная область между водной и наземной средами. Она выполняет буферную функцию, ослабляя влияние одной экосистемы на другую,



Рис. 3. Экологически устойчивые методы организации контактных набережных с использованием биоинженерии и растительных решений: а – водно-болотные угодья на плавучих островах на реке Чикаго, которые представляют собой серию плавучих садов, установленные для укрепления популяции местных диких животных (сегодня острова являются процветающей средой обитания местной рыбы и водоплавающих птиц); б – пример организации набережных на основе биоинженерии и растительных решений; в – набережная озера Кабан в г. Казани, 2018 г. (отличительная особенность – создана система фильтрации воды с помощью растений); г – фитоочистная система с использованием искусственных плавучих островов; д – пример очистки канала Пако в г. Манила, Филиппины (плавучие сады площадью примерно 110 кв. м способны отфильтровать загрязнения без применения каких-либо химикатов).

и обеспечивает жизненно важное пространство для обитания, миграции и защиты различных организмов. Примечательно, что как за рубежом, так и в России, даже искусственно созданные береговые линии, такие как набережные, все чаще становятся центрами биоразнообразия [15].

При создании и развитии прибрежной зоны города важно принимать во внимание ее экологическое значение. Важно, чтобы здания и озеленение не мешали речному бризу освежать город. Овраги и балки, связанные с рекой, должны быть использованы для создания «зеленых коридоров», по которым влажный воздух будет проникать вглубь города, улучшая его микроклимат.

Заключение

В заключение отмечается, что дальнейшее развитие Саратовской набережной должно быть направлено на создание комфортного и доступного пространства, объединяющего город с рекой. Это позволит преодолеть ее нынешнюю изолирующую роль и будет способствовать устойчивому развитию городской среды. Существующая проблема организации прибрежной территории Саратова обусловлена отсутствием комплексного подхода, при котором архитектурно-планировочные решения не учитывают ландшафтно-экологическую значимость этой зоны для города.

Развитие устойчивых прибрежных зон должно опираться на принципы, используемые при проектировании и строительстве современных набережных, как в России, так и за рубежом:

- максимальный контакт с водой: создание беспрепятственного доступа к воде и специальных площадок на воде и нависающих над ней, для активного взаимодействия людей с водной средой;
- многофункциональность: разработка ландшафтного дизайна, предусматривающего различные виды деятельности и широкий спектр функций;
- экологичность: сохранение и улучшение экологии прибрежной зоны с применением ландшафтной архитектуры и технологий, поддерживающих естественное очищение и восстановление воды, поддержания и развития биоразнообразия;
- реновация промышленных зон: превращение бывших промышленных территорий в общедоступные рекреационные пространства;
- ревитализация заброшенных территорий: восстановление неиспользуемых участков и включение их в систему благоустроенных общественных пространств города.

Литература

1. Павлова, В.А. Река в городе. Ревитализация прибрежных территорий / В. А. Павлова // Архитектура и строительство России. – 2020. – №3(235). – С.98-103.
2. Невокшенова, А. Е. Роль набережных и тенденции их проектирования в современном мире / А. Е. Невокшенова, Ю. М. Жарских. // Молодой ученый. – 2023. – № 14 (461). С. 36-39.
3. Клименко, И.В. Принципы формирования экологически-ориентированных общественных пространств и зданий в прибрежных зонах рек на примере Волги // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2024. № 2. – С. 18-25.
4. Литвинов, Д. В. Градоэкологические принципы развития прибрежных зон (на примере крупных городов Поволжья): специальность 18.00.04: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Литвинов Денис Владимирович. – Санкт-Петербург, 2009. – 20 с.
5. Юсупов, К. Р. Типология и классификация общественных прибрежных пространств на примере г. Казани [Текст] / К. Р. Юсупов // Вестник магистратуры. – 2022. – № № 4- 3 (127). – С. 34-38.
6. Ухина, Н.С. Пограничные зоны в структуре города (вопросы изучения и архитектурно-планировочной организации): специальность 18.00.04 «Градостроительство, районная планировка, ландшафтная архитектурна и планировка сельскохозяйственных населенных мест»: Автореферат на соискание кандидата архитектуры / Ухина, Н.С.; Московский архитектурный институт. – Москва, 1988. – 23 с.
7. Фурман, Н. В. Овражно-балочная система как основа градо-экологического каркаса Г. Саратова / Н. В. Фурман // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Волгоград, 13–14 декабря 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 416-423.
8. Шешнев, А. С. Проблемы организации водного стока оврагов и балок на территории г. Саратова / А. С. Шешнев // Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата «ГЕОРИСК - 2018»: Материалы X Международной научно-практической конференции: в 2 томах, Москва, 23–24 октября 2018 года / Отв. ред. Н.Г. Мавлянова. Том II. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2018. – С. 172-176.
9. Башкатов, А. Н. Ландшафтно-экологический подход при оценке функциональной структуры долинных комплексов территории города (на примере г. Саратова): специальность 25.00.23 «физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Башкатов Александр Николаевич. – Волгоград, 2003. – 147 с.
10. Шубенков М. В., Основы концепции экологического урбоматрикса // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. – С. 16-28.
11. Фурман, Н. В. Архитектурно-ландшафтная ревитализация урбанизированного ландшафта как метод формирования градо-экологического каркаса города Саратов / Н. В. Фурман, И. С. Пушкарева // Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: Сборник научных статей, Красноярск, 09–10 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений, 2023. – С. 314-321.
12. Степанова, М. А. Структура подходов к архитектурно-ландшафтной ревитализации исторических центров городов / М. А. Степанова // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2011. – № 3. – С. 24-26.
13. Гуськова, Е. В. Принципы архитектурной ревитализации приречных пространств (из опыта России и Франции): специальность 05.23.20 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия»: Автореферат на соискание кандидата архитектуры / Гуськова, Е. В.; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2010. – 24 с.
14. Юсупов, К. Р. Современные тенденции развития набережных. Отечественный и зарубежный опыт 21 века // Вестник магистратуры. – 2022. № 4 – 3. – С. 29 – 33.

15. Ермолаева, А. С. Анализ мирового опыта архитектурно-экологической реновации прибрежных промышленно-транспортных зон / А. С. Ермолаева, П. А. Казанцев // Новые идеи нового века. – 2021. Т. 2. – С. 118 – 124.

References

1. Pavlova, V.A. River in the city. Revitalization of coastal territories / V. A. Pavlova // Architecture and Construction of Russia. – 2020. – №3(235). – Pp.98-103.
2. Nevokshenova, A. E. The role of embankments and their design trends in the modern world / A. E. Nevokshenova, Yu. M. Zharskikh. // Young scientist. – 2023. – № 14 (461). Pp. 36-39.
3. Klimenko, I. V. Principles of formation of ecologically oriented public spaces and buildings in the coastal zones of rivers on the example of the Volga // Biosphere compatibility: man, region, technology. – 2024. No. 2. pp. 18-25.
4. Litvinov, D. V. Urban ecological principles of coastal zone development (on the example of large cities of the Volga region): specialty 18.00.04: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Architecture / Litvinov Denis Vladimirovich. – St. Petersburg, 2009. – 20 p.
5. Yusupov, K. R. Typology and classification of public coastal spaces on the example of Kazan [Text] / K. R. Yusupov // Bulletin of Magistracy. – 2022. – № 4- 3 (127). – Pp. 34-38.
6. Ukhina, N.S. Border zones in the city structure (issues of study and architectural planning organization): specialty 18.00.04 “Urban planning, district planning, landscape architecture and planning of agricultural settlements” : Abstract for the candidate of Architecture / Ukhina, N.S. ; Moscow Architectural Institute. – Moscow, 1988. – 23 p.
7. Furman, N. V. Ravine-girder system as the basis of the urban and ecological framework of Saratov / N. V. Furman // Actual problems and prospects of the construction complex development: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, December 13-14, 2023. Volgograd: Volgograd State Technical University, 2023. pp. 416-423.
8. Sheshnev, A. S. Problems of organizing the water flow of ravines and gullies in the territory of Saratov / A. S. Sheshnev // Analysis, forecast and management of natural risks taking into account global climate change “GEORISK - 2018”: Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference: in 2 volumes, Moscow, October 23-24, 2018 / Edited by N.G. Mavlyanov. Volume II. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 2018, pp. 172-176.
9. Bashkatov, A. N. Landscape and ecological approach in assessing the functional structure of valley complexes in the city (on the example of Saratov) specialty 25.00.23 “physical geography and biogeography, geography of soils and geochemistry of landscapes»: dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences / Bashkatov Alexander Nikolaevich. – Volgograd, 2003. – 147 p.
10. Shubenkov M. V., Fundamentals of the concept of ecological urban matrix // Biosphere compatibility: man, region, technology. 2023. No. 3. pp. 16-28
11. Furman, N. V. Architectural and landscape revitalization of an urbanized landscape as a method of forming the urban and ecological framework of the city of Saratov / N. V. Furman, I. S. Pushkareva // Science, technology, society: Environmental engineering in the interests of sustainable development of territories: Collection of scientific articles, Krasnoyarsk, November 09-10, 2023. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Regional House of Science and Technology of the Russian Union of Scientific and Engineering Public Associations, 2023, pp. 314-321.
12. Stepanova, M. A. The structure of approaches to architectural and landscape revitalization of historical urban centers / M. A. Stepanova // Herald of the SSASU. Urban planning and architecture. - 2011. – No. 3. – pp. 24-26.
13. Guskova, E. V. Principles of architectural revitalization of riverine spaces (from the experience of Russia and France): specialty 05.23.20 “Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural heritage”: Abstract for the Candidate of Architecture / Guskova, E. V.; Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. Nizhny Novgorod, 2010. 24 p.
14. Yusupov, K. R. Modern trends in the development of embankments. Domestic and

foreign experience of the 21st century // Bulletin of the Magistracy. – 2022. No. 4 – 3. pp. 29 – 33.

15. Ermolaeva, A. S. Analysis of the world experience of architectural and ecological renovation of coastal industrial and transport zones / A. S. Ermolaeva, P. A. Kazantsev // New ideas of the new century. – 2021. Vol. 2. pp. 118-124.

Фурман Н.В.

Кандидат архитектуры, доцент, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия. E-mail: catalpa1@mail.ru.

Furman N. V.

PhD of Architecture, associate professor; Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, c. Saratov, Russia. E-mail: catalpa1@mail.ru.

Поступила в редакцию 31.05.2025

Меркушев К.А.

САМООБУЧАЮЩАЯСЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ – ПЛАГИН ДЛЯ REVIT 2025, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ BIM- ДАННЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ОБРАТНУЮ СВЯЗЬ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ УЛУЧШЕННЫХ ПЛАНИРОВОК

В условиях стремительной цифровой трансформации архитектурно-строительной отрасли остро встает задача интеграции методов искусственного интеллекта и информационного моделирования зданий (BIM) для повышения скорости и качества проектных работ. В статье предлагается самообучающаяся нейросетевая система, реализованная в виде плагина для Autodesk Revit 2025. Основываясь на данных BIM-модели и эксплуатационной обратной связи (показатели удовлетворённости пользователей, эффективность использования площадей, энергопотребление и др.), система в автономном режиме генерирует оптимизированные планировочные решения, что позволяет существенно сократить число проектных итераций и сроки разработки.

Новизна предложенного подхода заключается в использовании генеративной нейросети, обучающейся на накопленных данных цифрового двойника здания в режиме реального времени. Такой «цифровой двойник» непрерывно обновляет свою модель в процессе эксплуатации объекта, обеспечивая генеративной системе актуальную информацию для выработки архитектурных решений, максимально соответствующих практическим требованиям.

В статье подробно описана архитектура плагина, включающая модуль генерации планировок, модуль оценки качества решений с учётом эксплуатационных метрик и средства интеграции через API Revit и визуальный скриптовый интерфейс Dynamo. Для проверки эффективности разработанного решения проведено экспериментальное внедрение на примере общественного здания. Сравнительный анализ исходного и оптимизированного проектов показал сокращение числа итераций проектирования на 35 %, уменьшение общей площади коридорных коммуникаций на 12 % и снижение энергопотребления на 8 %.

На основании полученных результатов сформулированы рекомендации по масштабированию технологии: включение обратной связи от пользователей, автоматизация сбора эксплуатационных данных и развитие методик адаптивного обучения нейросети. Применение подобных плагинов в контексте концепции Construction 4.0 способствует не только ускорению проектных процессов, но и улучшению эксплуатационных характеристик зданий и повышению удовлетворённости их пользователей.

Ключевые слова: генеративный дизайн, информационное моделирование (BIM), самообучающиеся нейронные сети, оптимизация планировки, эксплуатационная обратная связь, Revit API, Dynamo.

SELF-LEARNING NEURAL NETWORK SYSTEM OPTIMIZATION OF ARCHITECTURAL SOLUTIONS – A PLUGIN FOR REVIT 2025 THAT USES BIM DATA AND OPERATIONAL FEEDBACK TO GENERATE IMPROVED LAYOUTS

In the context of the rapid digital transformation of the architecture and construction industry, there is an urgent need to integrate artificial intelligence methods with building information modeling (BIM) to improve the speed and quality of design workflows. This paper proposes a self-learning neural network system implemented as a plugin for Autodesk Revit 2025. Drawing on data from the BIM model and operational feedback (user satisfaction metrics, space-utilization efficiency, energy consumption, etc.), the system autonomously generates optimized layout solutions, significantly reducing both the number of design iterations and overall development time.

The novelty of the approach lies in the use of a generative neural network trained on the accumulated data of a building's digital twin in real time. This "digital twin" continuously updates its model during the building's operation, providing the generative system with up-to-date information to produce architectural solutions that best meet practical requirements.

This paper describes in detail the plugin architecture, which consists of a layout-generation module, a solution-quality assessment module based on operational metrics, and integration mechanisms via the Revit API and the visual scripting environment Dynamo. To evaluate the effectiveness of the developed solution, an experimental deployment was carried out on a public building project. A comparative analysis of the original versus the optimized design demonstrated a 35% reduction in design iterations, a 12% decrease in total corridor area, and an 8% reduction in energy consumption.

Based on these results, recommendations are formulated for scaling the technology: incorporating direct user feedback, automating the collection of operational data, and advancing adaptive neural-network training methods. Implementing such plugins within the framework of Construction 4.0 not only accelerates design processes but also enhances buildings' operational performance and increases user satisfaction.

Keywords: generative design, building information modeling (BIM), self-learning neural networks, layout optimization, operational feedback, Revit API, Dynamo.

Современное архитектурное проектирование испытывает падение эффективности из-за возрастания сложности проектов и разброса данных между участниками, что приводит к потерям времени и ресурсов [1]. Концепция Construction 4.0 предлагает сквозную цифровизацию через объединение BIM, IoT и ИИ, где цифровой двойник—связь модели с эксплуатационными данными (температура, энергопотребление, отзывы пользователей) – обеспечивает обоснованность решений на основе реальных показателей [2-4]. Интеграция BIM с датчиками IoT и мониторинговыми системами создаёт непрерывный поток данных на всём жизненном цикле здания,

закладывая основу для самообучающихся оптимизационных систем [5].

Перспективным направлением является генеративный дизайн—поиск вариантов планировок по заданным целям и ограничениям [6]. Хотя эволюционные и GAN-алгоритмы уже генерируют рабочие конфигурации [7], они не учитывают обратную связь от эксплуатации и оставляют архитекторам трудоёмкий отбор лучших решений. В этой работе предложен интегрированный подход: generative нейросеть, обучающаяся на BIM-данных и эксплуатационной информации, дополнена модулем качества. В виде плагина для Autodesk Revit 2025 через API и

Dynamo система принимает параметры исходной BIM-модели (геометрию, функциональные требования), пожелания проектировщика, а также сенсорные и пользовательские метрики (плотность потока, частота

использования помещений, климатические параметры), образующие расширенное пространство признаков для обучения нейросети (рис.1).

В качестве ядра генеративной модели вы-

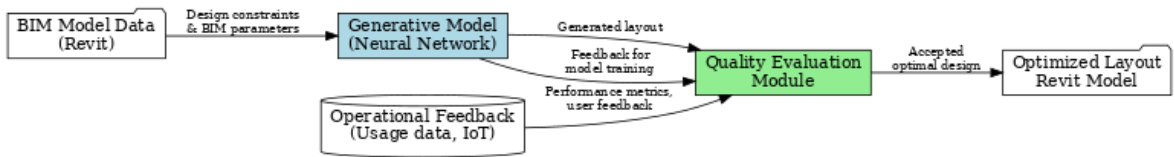


Рис. 1. Схема архитектуры самообучающейся системы-плагина

бран подход, сочетающий автокодировщик и генеративную нейросеть. Первичный автокодировщик сжимает информацию о исходной планировке и требованиях в скрытое представление. Затем генеративная сеть (decoder) порождает новые варианты планировок на основе скрытого кода и случайного возмущения (для разнообразия решений). Обучение модели происходит в два этапа.

1. Предобучение автокодировщика на датасете планировок (из библиотеки типовых проектов и ранее реализованных зданий) для освоения общих закономерностей компоновки помещений;

2. Дообучение генератора с учетом критерия качества на основе эксплуатационных данных – т.е. с обратной связью от модуля оценки. Таким образом реализуется замкнутый цикл обучения с подкреплением: генеративная сеть предлагает вариант планировки, оценочный модуль присваивает ему интегральный показатель качества, который используется для корректировки весов нейросети (алгоритм градиентного подъема по оценке качества).

Генеративная нейросеть строится по принципу гибридной GAN (Generative Adversarial Network) с элементами трансформерной архитектуры для учета отношений между помещениями. Как показали недавние исследования, сочетание сверточных, графовых и трансформерных слоев эффективно для генерации этажных планов с соблюдением топологических связей [8-10].

Для повышения реалистичности сгенерированных планировок используется стандартная схема GAN: генератор дополняется дискриминатором, который сравнивает варианты с реальными планами из обучающей выборки и помогает улучшать качество решений. После сходимости метрик различимости дискриминатор отключается, и к обучению подключается модуль оценки эксплуатационных критериев.

Архитектура генеративной модели адаптирована для архитектурных задач: в отличие от эволюционных алгоритмов (Autodesk Refinery и аналоги) [11], нейросеть самообучается на данных «цифрового двойника» и со временем повышает качество планировок. Модуль оценки – «фитнес-функция» – возвращает интегральный балл \$Q\$, агрегирующий три группы критериев:

Геометрические и функциональные: проверка площадей, пропорций, норм эвакуации и инсоляции, компактности форм (граф смежности, коэффициент компактности) [12].

Эксплуатационные: коэффициент использованной площади, средняя длина маршрутов, плотность потока, комфорт по результатам опросов или прогнозам ИИ [13].

Эффективность и стоимость: ориентировочный бюджет перепланировки и прогноз годового энергопотребления (энергомоделирование BIM, эмпирические коэффициенты) [14].

Модуль оценки реализован на Dynamo с Python-расширениями: по входным параметрам планировки (координаты стен и дверей, функциональные зоны) вычисляются критерии, нормируются и взвешиваются (по умолчанию равные веса групп). Во время тренировки каждого нового варианта сразу возвращается \$Q\$ генератору (обучение с подкреплением), а в процессе практического применения – ранжируется и отбирается топ-\$N\$ решений. Такой подход ранее доказал эффективность в оптимизации конструкций и энергоэффективности зданий [4].

В пользовательском режиме архитекторы получают упорядоченный список вариантов с детализированной оценкой по каждому критерию, что ускоряет отбор и обучает специалистов, делая процесс прозрачным. Система реализована как плагин для Autodesk Revit 2025 на базе связки Revit–Dynamo–Python [15,16] и соответствует современным трендам интеграции ИИ в BIM [17–20].

Для проверки эффективности плагина его апробация была проведена на примере двухэтажного городского культурного центра площадью около 5000 кв. м. Исходный проект, выполненный традиционно, включал вестибюль, трансформируемый зал, кафе и технические помещения на первом этаже, а также офисы, кружковые помещения и галерею-антресоль на втором. Во время эксплуатации пилотного участка собирались данные о посещаемости, навигации и заполненности помещений: узкий проход к залу вызывал заторы, при малых мероприятиях зрительный зал оказался неэффективным, а фойе использовалось не полностью.

Загруженная в Revit 2025 исходная BIM-модель была передана нашему плагину, который сгенерировал 12 вариантов планировки первого этажа. Основные цели оптимизации – устранить «узкие места», повысить коэффициент использования площади и сохранить вместимость зала. Модуль оценки на основе эксплуатационных метрик отобрал

три лучших решения, из которых архитекторы выбрали одно для доработки.

Оптимальная конфигурация предполагала расширение коридора к залу, разделение зала мобильной перегородкой на большой и малый зал для гибкого использования, а также перенос кафе ближе к входу для оживления фойе. Все изменения автоматически внеслись в BIM-модель, после чего архитекторы завершили детализацию.

Сравнение ключевых показателей «до и после» показало существенные улучшения. Время разработки планировки сократилось с 15 до 11 недель (–27 %), число итераций уменьшилось с пяти до трёх (–40 %), доля неиспользованной площади снизилась с 15 % до 8 % (–47 %), а индекс удовлетворённости пользователей вырос с 75 % до 90 % (+20 %). Таким образом, применение самообучающегося нейросетевого плагина не только ускорило процесс проектирования, но и повысило качество и удобство созданных пространств (рис.2).

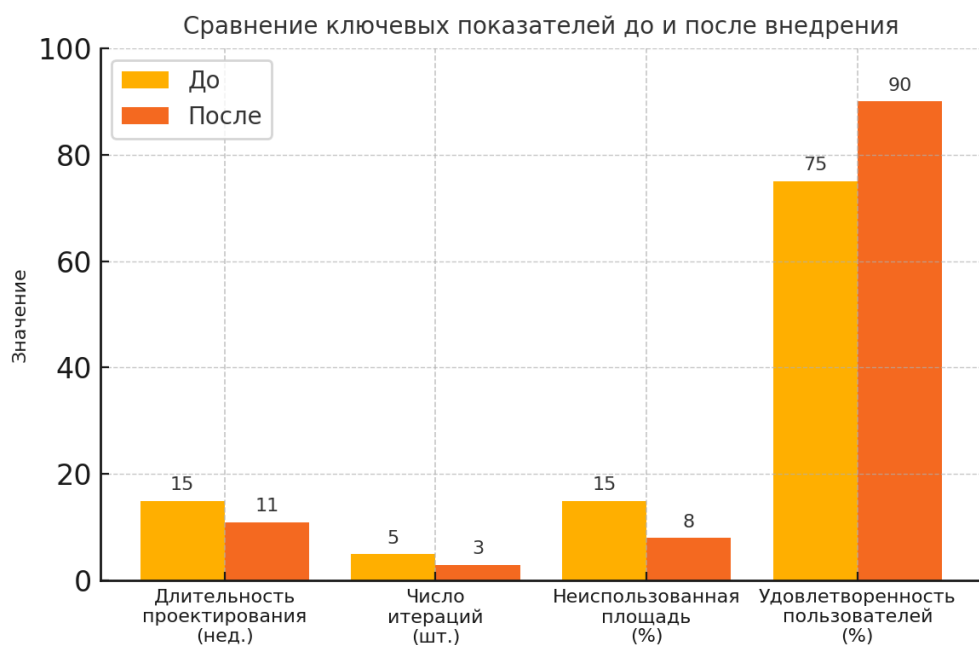


Рис. 2. Сравнение ключевых показателей до и после внедрения

На рис. 2 графически представлены основные выигрышные показатели «до vs после». Видно, что по всем ключевым критериям наблюдается улучшение. Особенно заметен рост удовлетворенности пользователей и сокращение неиспользуемой площади – это прямые следствия того, что система оптимизации учитывала реальные данные эксплуатации и ориентировалась на удобство и эффективность.

Заключение

Таким образом, представлен самообучающийся нейросетевой плагин Generative Design для Revit 2025, предназначенный для оптимизации архитектурно-планировочных решений на основе BIM-данных и эксплуатационной обратной связи.

Разработана архитектура системы, включающая генеративную модель и модуль оценки. Модель генерирует варианты планировок

с учётом заданных ограничений, а модуль ранжирует их по ряду критериев. За счёт самообучения качество решений со временем улучшается на основе реальных данных эксплуатации.

Плагин интегрируется в BIM-среду через Revit API и Dynamo, позволяя архитекторам работать в привычной среде без сторонних приложений. Использование Python/ML-библиотек через Dynamo делает внедрение гибким и удобным.

Эксперименты на примере общественного здания показали сокращение сроков проектирования на ~25%, снижение числа итераций и улучшение качества проекта (рациональное использование площадей, рост удовлетворённости пользователей).

Плагин используется в профессиональ-

ной практике архитекторов и инженеров как инструмент для обоснованного выбора решений на ранних стадиях. Это снижает зависимость от субъективного опыта и способствует накоплению коллективных знаний.

Ограничения исследования касаются планировок этажей. В дальнейшем метод может быть расширен на задачи градостроительства, конструктивных решений и анализа жизненного цикла зданий. Также рассматривается внедрение голосовых и текстовых запросов с использованием NLP.

В целом, интеграция ИИ и BIM с учётом эксплуатационных данных соответствует тенденциям цифровизации и концепции Construction 4.0, открывая новые возможности для повышения эффективности архитектурного проектирования.

Литература

1. McKinsey Global Institute. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity [Отчет]. – 2017. – 168 p.
2. Oesterreich T. D., Teuteberg F. Understanding the implications of digitization and automation in the construction industry: A critical review // Computers in Industry. – 2016. – Vol. 83. – P. 121-139.
3. Маренков К. А., Велikorodova E. K. Механизмы интеграции BIM-проектирования при моделировании архитектурных объектов // Вестник ДонНКА. – 2024. – Т. 2(166). – С. 130-137.
4. Li Y., Chen H., Yu P., Yang L. A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, № 3. – Art. No. 1476. – DOI: 10.3390/app15031476.
5. Yeh I-Ch. Architectural layout optimization using annealed neural network // Automation in Construction. – 2006. – Vol. 15, № 4. – P. 531-539.
6. Nauata N., Chang K.-H., Cheng C.-Y., Mori G., Furukawa Y. House-GAN: Relational Generative Adversarial Networks for Graph-constrained House Layout Generation // ECCV 2020: European Conference on Computer Vision. Proceedings. – 2020. – P. 162-177.
7. Abouagour M., Garyfallidis E. GenPlan: Automated Floor Plan Generation. – Препринт (представлен на ICLR 2025). – 2024. – 13 p.
8. Artan D., Ergen E., Kula B., Guven G. RateWorkspace: BIM integrated post-occupancy evaluation system for office buildings // ITcon. – 2022. – Vol. 27. – P. 441-485. – DOI: 10.36680/j.itcon.2022.022.
9. Turner S., Roth A. DfMA for MEP with Generative Design and BIM Automation. – Белая книга Autodesk University. – 2022. – 21 p.
10. Boulehmi W. Integrating AI in Dynamo for Revit: Advanced Computational BIM Automation [Статья в LinkedIn]. – 21.03.2025. – URL: <https://linkedin.com> (дата обращения: 10.05.2025).
11. Autodesk. Revit 2025 API Developer's Guide. – Autodesk Inc., 2023. – URL: <https://www.autodesk.com> (дата обращения: 10.05.2025).
12. Зубов Д. Архитектура и искусственный интеллект: как технологии меняют облик современного строительства [Электронный ресурс] // Ardexpert.ru. – 2021. – URL: <https://ardexpert.ru/article/25987> (дата обращения: 01.04.2025).
13. Васильева Е. Ю., Бизина Е. И. Применение BIM-технологий в жилищном строительстве в РФ // Строительство и архитектура. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 35-41.
14. Соколов Н. С., Михайлова С. В., Савельева Ю. П., Сливин Д. М. Параметрическое и информационное моделирование в архитектуре: современные подходы // Сборник научных трудов. – 2019. – С. 45-52.

15. Nagy D., Villaggi L., Benjamin D. Generative Design for Architectural Space Planning // ACADIA Conference Proceedings. – 2018. – P. 148-157.
16. Немец Ю. В., Макарова Е. А. Цифровая трансформация строительства: концепция «Строительство 4.0» // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. – № 3. – С. 18-27.
17. Huang X., Liu Y., Huang L., Onstein E., Merschbrock C. BIM and IoT data fusion: The data process model perspective // Automation in Construction. – 2023. – Vol. 144. – Art. No. 104624.
18. Liu W., Lv Y., Wang Q., Sun B., Han D. A Systematic Review of the Digital Twin in the Building Industry // Buildings. – 2024. – Vol. 14, № 11. – Art. No. 3475.
19. Разяпов Р. В. AR-технологии в строительном производстве // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2021. – № 4. – С. 19-27.
20. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication. – Белая книга. – Florida Institute of Technology, 2014. – 16 p.

References

1. McKinsey Global Institute. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity [Report]. – 2017. – 168 p.
2. Oesterreich T. D., Teuteberg F. Understanding the Implications of Digitization and Automation in the Construction Industry: A Critical Review. Computers in Industry. 2016;83:121-139.
3. Marenkov K. A., Velikorodova E. K. Mechanisms of BIM Design Integration in Architectural Modeling. Bulletin of DonNASA. 2024;2(166):130-137.
4. Li Y., Chen H., Yu P., Yang L. A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency. Applied Sciences. 2025;15(3):1476. DOI: 10.3390/app15031476.
5. Yeh I-Ch. Architectural Layout Optimization Using Annealed Neural Network. Automation in Construction. 2006;15(4):531-539.
6. Nauata N., Chang K.-H., Cheng C.-Y., Mori G., Furukawa Y. House-GAN: Relational Generative Adversarial Networks for Graph-Constrained House Layout Generation. In: Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV 2020). Springer; 2020:162-177.
7. Abouagour M., Garyfallidis E. GenPlan: Automated Floor Plan Generation [Preprint]. Submitted to ICLR 2025; 2024. 13 p.
8. Artan D., Ergen E., Kula B., Guven G. RateWorkspace: BIM-Integrated Post-Occupancy Evaluation System for Office Buildings. ITcon. 2022;27:441-485. DOI: 10.36680/j.itcon.2022.022.
9. Turner S., Roth A. DfMA for MEP with Generative Design and BIM Automation [White Paper]. Autodesk University; 2022. 21 p.
10. Boulehmi W. Integrating AI in Dynamo for Revit: Advanced Computational BIM Automation [LinkedIn Article]. 21 Mar. 2025. Available: <https://linkedin.com> (accessed: 10 May 2025).
11. Autodesk. Revit 2025 API Developer's Guide. Autodesk Inc.; 2023. Available: <https://www.autodesk.com> (accessed: 10 May 2025).
12. Zubov D. Architecture and Artificial Intelligence: How Technologies Transform Modern Construction [Online]. Ardexpert.ru. 2021. Available: <https://ardexpert.ru/article/25987> (accessed: 1 April 2025).
13. Vasilyeva E. Yu., Bizina E. I. Application of BIM Technologies in Residential Construction in the Russian Federation. Construction and Architecture. 2023;11(4):35-41.
14. Sokolov N. S., Mikhailova S. V., Savelieva Yu. P., Slivin D. M. Parametric and Information Modeling in Architecture: Modern Approaches. Collection of Scientific Papers. 2019:45-52.
15. Nagy D., Villaggi L., Benjamin D. Generative Design for Architectural Space Planning. In: ACADIA Conference Proceedings. 2018:148-157.
16. Nemets Yu. V., Makarova E. A. Digital Transformation in Construction: The "Construction 4.0" Concept. Construction and Technogenic Safety. 2018;(3):18-27.
17. Huang X., Liu Y., Huang L., Onstein E., Merschbrock C. BIM and IoT Data Fusion: The Data Process Model Perspective. Automation in Construction. 2023; 144:104624.

18. Liu W., Lv Y., Wang Q., Sun B., Han D. A Systematic Review of the Digital Twin in the Building Industry. Buildings. 2024;14(11):3475.
19. Razyapov R. V. AR Technologies in Construction Production. Earthquake-Resistant Construction. Safety of Structures. 2021;(4):19-27.
20. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication [White Paper]. Florida Institute of Technology; 2014. 16 p.

Меркушев К.А.,

Исследователь, преподаватель-исследователь, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: kostyn_m@mail.ru

Merkushev K.A.,

Researcher, Lecturer, Researcher, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. Email: kostyn_m@mail.ru

Поступила в редакцию 28.05.2025