

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 110–117.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 110–117.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 721.001

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117

Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE»

Трухачев Сергей Юрьевич (Ростов-на-Дону), Кандидат архитектуры, советник РААСН. Научно-проектная организация «Южный градостроительный центр» (Россия, 344003, Ростов-на-Дону, пер. Газетный, 121/262а, оф. 4). Эл. почта: urgc@mail.ru

Батунова Елена Юрьевна (Аахен, Германия), PhD в городском планировании, Рейнско-Вестфальский технический университет Аахена (Германия, 52062, Аахен, Темплграбен 55). Эл. почта: ebatunova@ske.arch.rwth-aachen.de

Хитёва Елена Олеговна (Ростов-на-Дону), 1990 г.р., Научно-проектная организация «Южный градостроительный центр» (Россия, 344003, Ростов-на-Дону, пер. Газетный, 121/262а, оф.4). Эл. почта: urgc@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты научно-исследовательской работы «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой». Разработанный в результате НИР программно-аппаратный комплекс является системой поддержки принятия решений в области градостроительного планирования и предполагает предоставление управляющей системе города современного инструмента оперативной оценки и сопоставления вариантов решения актуальных градостроительных задач, таких как новое строительство, редевелопмент территорий и т.п. В статье приведены наиболее важные результаты научной работы, выразившиеся в разработке онтологии города как предметной среды, разработке общих и частных задач, а также в методологии разработки программно-аппаратного комплекса.

Ключевые слова: система интеллектуальной поддержки принятия решений, умный город, градостроительное планирование, цифровизация, онтология города, управление городом.

Финансирование. Работа выполнена в рамках российско-европейской программы ERA.NET-RUS PLUS¹. Грантодатель с российской стороны – ФГБУ «Фонд содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Для цитирования. Трухачев С.Ю., Батунова Е.Ю., Хитёва Е.О. Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE» // Academia. Architecture and Construction. – 2023. – № 4. – С. 110–117. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117.

Decision Support System in the Field of Urban Planning: The Experience of the International Project CRISALIDE

Trukhachev Sergey Yu. (Rostov-on-Don). Adviser of RAACS, Candidate of Sciences in Architecture. «Scientific-project organization «Southern urban-planning center» ltd. (Russian Federation, 344003, Rostov-on-Don, Gazetny lane, 121/262a, of.4). E-mail: urgc@mail.ru.

Batunova Elena Yu. (Aachen, Germany), PhD in city & regional planning, RWTH Aachen University (Germany, 52062, Aachen, Tempelgraben 55). E-mail: ebatunova@ske.arch.rwth-aachen.de

© Трухачев С.Ю., Батунова Е.Ю., Хитёва Е.О., 2023.

¹ Программа ERANET RUS PLUS, проект № 0042016 «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой».

Khiteva Elena O. (Rostov-on-Don). Scientific-project organization "Southern urban-planning center" (Russian Federation, 344003, Rostov-on-Don, Gazetny lane, 121/262a, of.4). E-mail: urgc@mail.ru

Abstract: The article presents the results of the research work "Intelligent Decision Support System for Urban Environment Management", carried out within the framework of the Russian-European program ERA.NET-RUS PLUS (funding from the Russian side of the "Foundation for the Promotion of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Sphere"). The software and hardware complex developed as a result of research is a decision support system in the field of urban planning and involves providing the city management system with a modern tool for rapid assessment and comparison of options for solving urgent urban planning problems, such as new construction, redevelopment of territories, etc. The article presents the most important results of scientific work, expressed in the development of the ontology of the city as a subject environment, the development of general and particular tasks, as well as the methodology for developing the software and hardware complex.

Keywords: intelligent decision support system, smart city, urban planning, digitalization, city ontology, city management.

Financing: The work was carried out within the framework of the Russian-European program ERA.NET-RUS PLUS². The grantor in Russia is the Federal State Budgetary Institution "Fund for the Assistance of Small Enterprises in the Scientific and Technical Sphere".

For citation. Trukhachev S.Yu., Batunova E.Yu., Khiteva E.O. Decision Support System in the Field of Urban Planning: The Experience of the International Project CRISALIDE. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 110–117, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117.

В современной практике градостроительного планирования принятие решений по развитию отдельных территорий сопряжено с анализом и обработкой большого объёма информации о состоянии и перспективах развития различных городских подсистем, выработкой нескольких вариантов развития на ближайшее время и на дальнюю перспективу.

Традиционно эта задача решается с привлечением экспертов, которые, основываясь на собственном опыте и квалификации, разрабатывают варианты для руководителей регионов и городов – лиц, принимающих решения. Информационные ресурсы, имеющиеся в городах, используются при этом во вспомогательных целях.

Однако, в условиях интенсификации социально-экономических процессов, конкуренции городов за инвестиции и человеческий капитал, скорость и эффективность принятия решений в области градостроительного планирования существенно сокращается.

Сложные задачи градостроительного планирования могут включать десятки критериев и вариантов, что требует значительных усилий и ресурсов для их оценки. Интуитивная обработка данных может привести к использованию необоснованных предположений и, как следствие, к неправильному ранжированию вариантов. Для повышения эффективности процесса разрабатываются специальные компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР), призванные взять на себя часть аналитической работы и моделирование

развития событий. СППР могут структурировать процесс градостроительного планирования, улучшить качество информации – основы принятия решений – и, соответственно, позволяют лучше понять проблему.

В 2018–2021 годах коллективом авторов «Южного градостроительного центра» в сотрудничестве с партнёрами из России, Австрии, Румынии и Греции была выполнена НИОКР по разработке и внедрению программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой» (СИППРУГС)³. НИОКР выполнялась по результатам отбора на международном конкурсе, проведённом в рамках программы ERA.NET-RUS PLUS.

Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой

ПАК СИППРУГС⁴ является СППР в области градостроительного планирования и предназначен для использования представителями городских и региональных органов власти. Комплекс решает следующие задачи:

- оценка потенциала развития территории для размещения различных функций;
- оценка потенциальных изменений качества городской среды по настраиваемым параметрам при различных вариантах реализации проектов городского развития;
- оценка сбалансированности развития различных частей города по заданным параметрам;

² ERANET RUS PLUS program, project No. 0042016 "Intellectual decision support system for urban environment management"

³ в английском варианте: CRISALIDE – city replicable and integrated smart actions leading innovation to develop urban economies

⁴ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021611467, выдано 28.01.2021г., правообладатель: ООО «НПО «Южный градостроительный центр», авторы: Трухачев С.Ю., Хитёва Е.О., Батунова Е.Ю., Командина Т.А., Смирнова О.В., Цветков М.В., Бурдаков С.В., Гальяно Сизаско Ф.Р.

- сравнительная оценка вариантов обеспечения выбранной территории требуемыми услугами;
- оценка транспортной и пешеходной доступности существующих и планируемых к размещению общественных и коммерческих объектов, услуг, сервисов или благ (дифференцированных по настраиваемым параметрам).

Работа над СППР была выполнена в четыре этапа. В рамках первого этапа проведён онтологический анализ города и его компонентов как объекта разработки, обследованы городские и региональные информационные системы, определена степень интеграции проектируемой СППР с существующими информационными ресурсами, сформированы основные функциональные и пользовательские требования к системе. На втором этапе реализована онтология системы, разработана концепция программно-аппаратного комплекса, концепция информационной базы. Была проанализирована система управления и принятия решений в области градостроительного планирования и смоделирован процесс принятия решений на примере пилотной площадки. На третьем этапе работы разработаны программные инструментальные средства и сервисы для СИППРУГС, разработана тестовая версия программного обеспечения. К финальной части работы над проектом, к сентябрю 2021 года, система была внедрена в работу администрации пилотного города, которым был выбран Ростов-на-Дону.

СИППРУГС представляет собой программно-аппаратный комплекс на базе интеллектуальной геоинформационной системы (ИГИС). ИГИС предоставляет возможность интеграции карт различных форматов, реализацию сценарного подхода в моделировании городского развития, поддержку принятия решений на базе экспертных знаний.

Центральной частью СИППРУГС является база знаний, включающая набор онтологий, описывающих объекты городской среды и отношения между ними, а также совокупность реальных объектов городской среды. Основным программным компонентом системы является система разработки и сопровождения онтологий (редактор онтологий). На основе системы онтологий формируется единое информационное пространство ГИС, связывающее её остальные составные части. В качестве основного источника пространственных данных для СИППРУГС используется открытая библиотека OpenMap которая позволяет интегрировать пространственные данные, представленные в различных форматах, и отображать их на цифровой карте.

Важными результатами разработки проекта СИППРУГС с точки зрения градостроительной науки, представляются:

- разработка онтологии города как предметной среды для программно-аппаратного комплекса;
- разработка структуры и содержания общих и частных задач, реализующих основные цели и задачи системы;
- интеграция технологических, социальных и организационных инноваций с территориальным планированием и городским управлением в процессе разработки системы.

Разработка онтологии города

Применительно к информационным технологиям понятие «онтология», заимствованное из философии, представляет собой описание предметной области, представленное в виде иерархии классов и отношений между ними⁵.

Разработка онтологии города началась с системного анализа городской среды как предметной области, заключавшегося в систематизированном представлении знаний о городской среде, в выделении наиболее существенных, релевантных множеству конкретных задач пользователей характеристик и свойств понятий предметной области, в составлении и документировании словаря терминов (понятий) города как предметной области программы. При анализе предметной области использовались принципы конечной цели, единства, связности, иерархии, развития (интеграции с другими фрагментами онтологии предметной области или «родственными» онтологиями) [1].

Глоссарий, разработанный на этом этапе, включает определения 483-х объектов, составленные авторами с использованием имеющейся нормативной базы и традиционных определений с поправками на цели и задачи разработки системы.

Затем был построен онтограф (иерархия классов). На нижнем уровне онтографа находятся экземпляры, конкретные объекты, выше располагаются понятия (классы) предметной области и отношения между понятиями. Обобщающим и связующим является уровень правил или аксиом иерархии понятий (классов).

⁵ Отчёт о научно-исследовательской работе: «Разработка системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (заключительный)». – Фонд ООО «НПО “Южный градостроительный центр”, 2021. – 104 с.



Рис. 1. Онтология верхнего уровня предметной области системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (СИППРУГС). Схема авторов статьи

Онтология города на первом этапе была разработана вручную и включала в себя максимально возможное количество классов, описывающих в основном его пространственную подсистему. Авторы руководствовались представлением о городе, как о сложной системе, включающей в себя в общем виде четыре подсистемы: пространственную, экологическую, социальную и экономическую. Данный подход был представлен в работе Ю.Н. Трухачева [2]. Для целей разработки СППР система «город» была дополнена также внешней системой расселения и управляющей системой. В обобщённом виде схема онтологии города представлена на рисунке 1.

Наиболее подробно была проработана пространственная подсистема города. На верхнем уровне она предусматривала деление на два класса элементов: «Территория» и «Инфраструктура».

Класс «Территория» включает в себя всю территорию города, разделённую на группы по характеру использования. Любая единица площади города должна быть отнесена к одному и только одному из подклассов территории. Дальнейшая декомпозиция класса «Территория» позволяет выделить урбанизированную и неурбанизированную территорию, на следующем уровне – селитебную и внеселитебную, рекреационную и природный ландшафт. Объекты капитального строительства, входящие в состав отдельных территорий, включены в соответствующие группы элементов.

Объекты, связывающие между собой различные территории обеспечивающие распределение по всему городу ресурсов, продуктов, предоставление определённых услуг, защиту, отнесены к классу «Инфраструктура». Сюда, помимо инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры, входит также инфраструктура безопасности.

Для примера, один из подуровней онтологии 6-го порядка – группа элементов «Жилая территория» – схематически приведён на рисунке 2.

По мере уточнения и детализации общих и частных задач системы, онтология предметной области претерпевала изменения, как в части структуры классов и связей между ними, так и в части свойств объектов, в результате чего на последующих этапах корректировалась при помощи специального редактора онтологий.

Первоначальная онтология представляет интерес с точки зрения дальнейшего изучения структуры современного города, характера возникающих взаимосвязей между отдельными подсистемами с целью последующей интерпретации при проектировании интеллектуальных систем в градостроительном планировании.

Разработка структуры и содержания общих и частных задач

Важной градостроительной составляющей работы по подготовке СИППРУГС явилась разработка структуры и со-

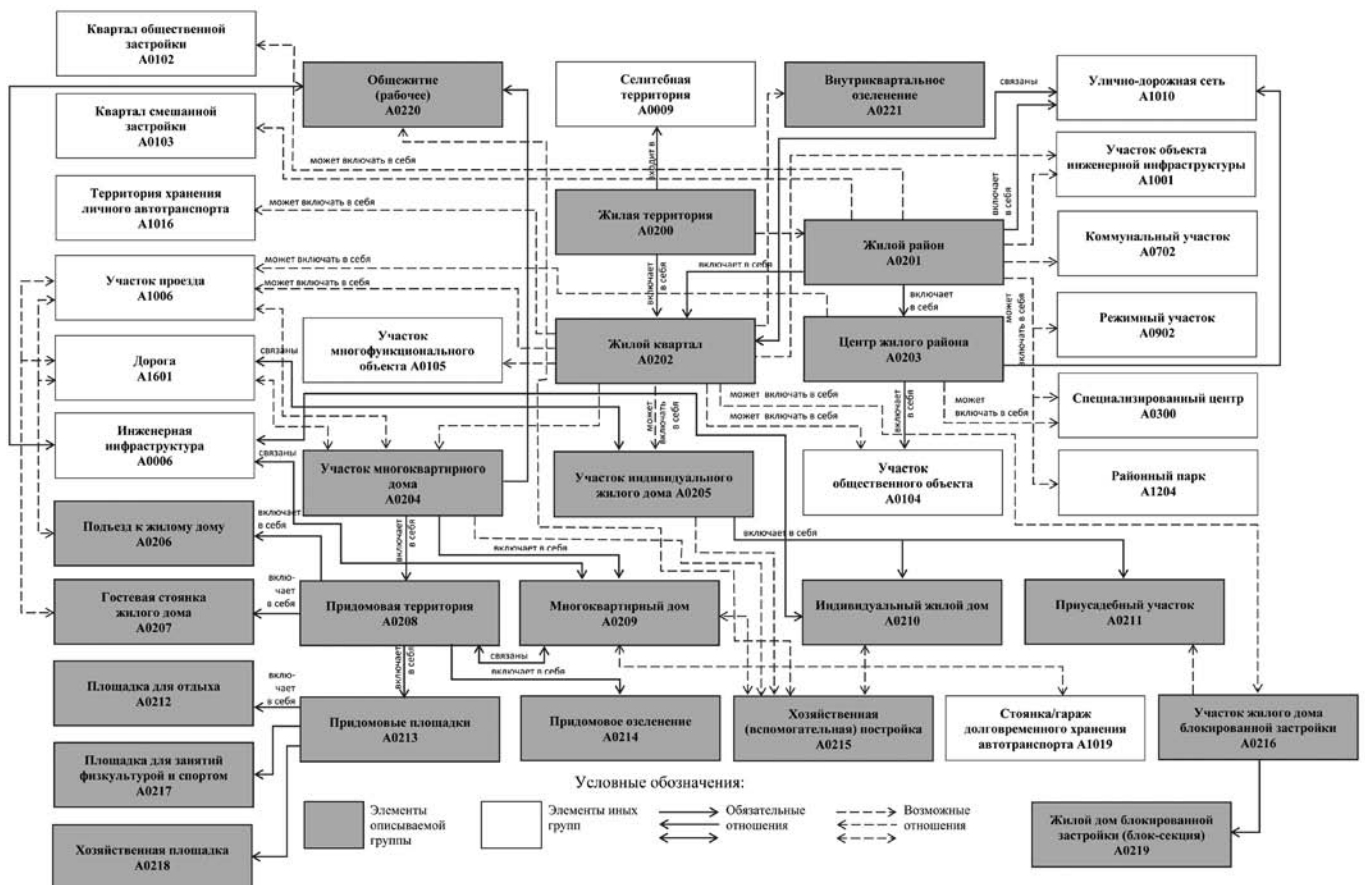


Рис. 2. Фрагмент онтологии города. Группа элементов «Жилая территория». Схема авторов статьи

держания общих и частных задач, реализующих основные цели и задачи системы.

Общие задачи представляют собой актуальные для городского развития проблемы, отобранные на данном этапе развития СППР. Был сформирован перечень из пяти общих задач (ОЗ), актуальность которых для городского развития была определена по результатам анализа пользовательских требований к системе и экспертных мнений, собранных авторами:

- комплексное освоение новых территорий (ОЗ-1);
- редевелопмент территорий (ОЗ-2);
- оценка обеспеченности территории сервисом (ОЗ-3 и ОЗ-4);
- размещение нового сервиса на территории (ОЗ-5).

При работе с СИППРУГС наиболее востребовано моделирование городской среды, включающее в себя сравнительную оценку развития территории по различным параметрам, задаваемым пользователем. Базовой для работы системы является задача ОЗ-1: комплексное освоение новых территорий, в рамках которой решается классическая проблема застройки «пустой» территории. Актуальной и востребованной в современных условиях является задача ОЗ-2, касающаяся редевелопмента застроенной территории [3]. В ней базовая задача ОЗ-1 преобразуется в последовательную оценку сохраняемой застройки, ввод и оценку параметров реконструкции, параметров сноса и нового строительства на месте сноса. Прочие задачи решают локальные вопросы оценки наличия и развития тех или иных сервисов и благ. Сложность задач ОЗ-1 и ОЗ-2 подчеркивает тот факт, что в их составе было выделено в общей сложности 217 частных задач, представляющих собой декомпозицию общей задачи, а на три остальных общих задачи приходилось лишь 24 частных. Ниже алгоритм решения общей задачи в СИППРУГС описан на примере базовой задачи ОЗ-1.

При решении задачи ОЗ-1 первоначально оператор системы с использованием ГИС-интерфейса СИППРУГС определяет границы территории освоения, горизонт планирования для реализации проекта, затем выбирает используемые ограничения, а также реализуемые функции (жильё, производство и т.п.), затем определяется с внешними планировочными факторами (проектируемые магистрали, инженерные коммуникации и т.п.) и производит выбор номенклатуры размещаемых нежилых объектов, задавая их свойства (например, система позволяет сделать выбор из 41 класса объектов общественного назначения, для которых в совокупности определено 48 свойств, при этом количество объектов и их свойств может увеличиваться по мере развития системы). Система определяет границы допустимого размещения жилья (если эта функция выбрана пользователем) и производит расчёт жилых и нежилых территорий по заданным пользователем характеристикам, определяя возможную структуру жилищного фонда, численность населения, баланс жилых территорий, суммарную площадь коммерческой недвижимости, потребность в объектах социальной инфраструктуры, размер автопарка, находящегося во владении населения, нагрузки на инженерные сети, величину исходящих и входящих

транспортных потоков, производит оценку затрат на освоение территории, расчёт стоимости строительства объектов местного значения, реализуемых за бюджетные средства, а также оценивает социально-экономический эффект от реализации проекта, включая количество рабочих мест, оценку налоговых поступлений по различным уровням бюджетной системы, а также оценку бюджетной эффективности на весь срок реализации проекта.

Изменение исходных данных позволяет оператору получить новый вариант расчёта. Количество вариантов ограничено только возможностью сравнить их, для того, чтобы сделать выбор. Система индикативной оценки вариантов облегчает процесс оценки и сравнения. Результаты выводятся в отчётной форме. Пример интерфейса ПАК СИППРУГС приведён на рисунке 3.

Методология на основе интеграции инноваций

Методологический подход к разработке и развитию программно-аппаратного комплекса также стал значимым результатом работы. Традиционно решение городских проблем представляет собой несколько вариантов выхода из проблемы и рекомендации по выбору оптимального варианта. Градостроительные проблемы характеризуются столь большим уровнем сложности, что сама постановка проблемы – процесс, требующий серьёзных усилий и иногда специальных исследований. Неправильно сформулированная проблема нивелирует значение решений, однако моделирование проблемы в полной мере невозможно осуществить средствами компьютерного программирования. Определение однозначного решения проблем в области городского развития затрудняется участием большого количества заинтересованных лиц с отличающимися представлениями о возможных решениях [4]. Таким образом, любая проблема городского развития носит социальный характер. Следующие особенности СППР для градостроительного планирования легли в основу методики, применённой авторами СИППРУГС⁶:

⁶ Отчёт о научно-исследовательской работе: «Разработка системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (заключительный)». – Фонд ООО «НПО «Южный градостроительный центр», 2021. – 104 с.

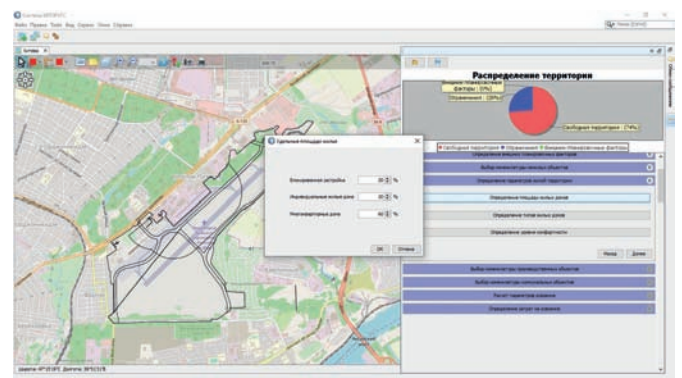


Рис. 3. Пример интерфейса ПАК «СИППРУГС»

- 1) совместное проектирование и участие широкого круга заинтересованных лиц: СППР должна быть открыта для их содействия;
- 2) эффективное функционирование в существующих условиях и возможность развития, расширения и изменения;
- 3) способность представлять противоречивые знания и обеспечить обмен между ними;
- 4) учёт имеющихся ограничений в области полноты и качества данных, дефицита и несогласованности информации, организационных, квалификационных, правовых, финансовых и иных возможностей для принятия решений в области градостроительного планирования.
- 5) адаптивность к возникающим рискам в ходе развития города.

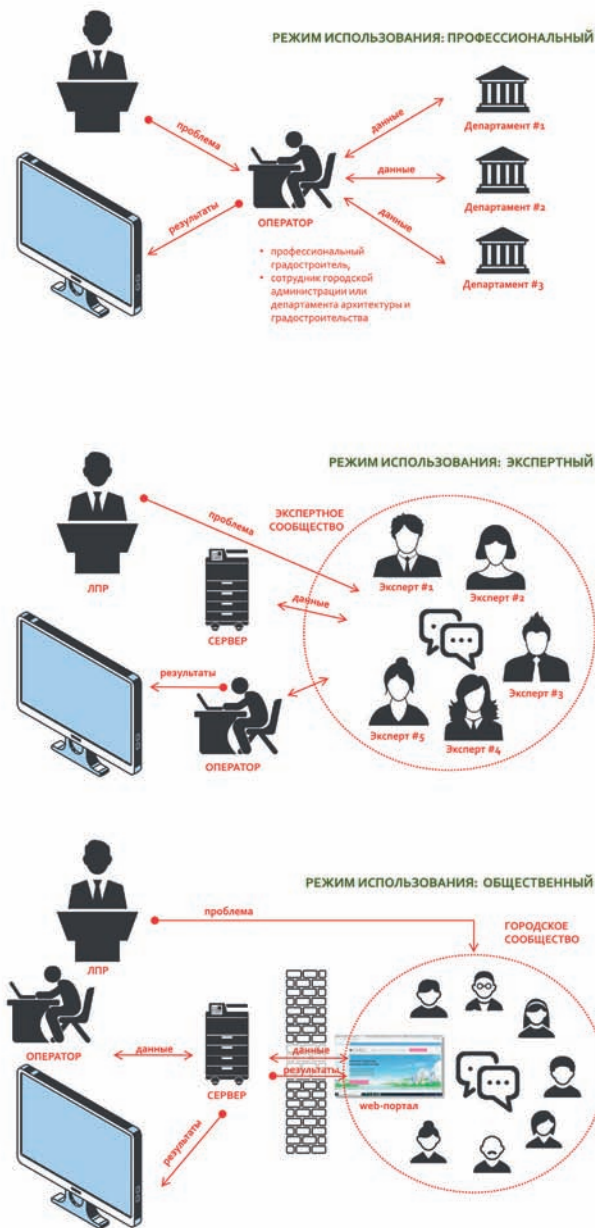


Рис. 4. Схема организации работы ПАК «СИППРУГС» в профессиональном, экспертном и публичном режимах. Рисунок авторов статьи

Для выработки требований к СППР, обусловленных местными особенностями и условиями, в том числе и правовыми (градостроительными регламентами, местными нормативами), была сформирована группа с участием заинтересованных сторон, экспертов в различных сферах городского развития. Методика реализована через совместные мероприятия [5]. Одно из них представляло собой воркшоп по выявлению оптимальных алгоритмов освоения территории пилотной площадки, освободившейся после выноса из Ростова-на-Дону старого аэропорта.

Привлечённые эксперты (около сорока человек) признали необходимость рассматривать указанную территорию как экспериментальную площадку по внедрению новых методов и практик городского планирования, передовых технологий строительства, организации и управления городской средой, учитывающих современные вызовы. В качестве ключевых позиций эксперты отметили уход от строительства исключительно коммерческого жилья, формирование общественных пространств высокого уровня комфорта, экологичных пром-площадок, внедрение новых форм мобильности, создание условий для сохранения здоровья населения, реализации его творческого и интеллектуального потенциала, активации инновационных форм экономической деятельности [6]. По итогам воркшопа с использованием ПАК СИППРУГС были подготовлены предложения по освоению территории старого аэропорта [7].

Приходится признать, что приведённая выше методология разработки СППР в проекте СИППРУГС реализована лишь отчасти – это скорее научно обоснованные проработки и посыл для дальнейшей реализации, чем конкретные решения, могущие обрести жизнь при современном развитии общественного и экспертного участия в городской политике в России.

В качестве дальнейшего развития СППР предполагается реализация его в трёх режимах: профессиональном, экспертном и публичном. Профессиональный режим, фактически реализованный к настоящему моменту, предполагает взаимодействие лица, принимающего решение (ЛПР), с оператором системы, который, получив задание, вносит в систему данные, полученные от подразделений администрации и сторонних структур, подготавливая варианты решения проблемы. Экспертный режим предполагает постановку проблемы ЛПР перед городским экспертным сообществом. При этом каждый из экспертов может сам формулировать задачу, детализировать требования к ее решению, менять расчётные коэффициенты, вступать во взаимодействие с коллегами. Публичный режим может быть реализован на основе web-портала, куда имеет доступ каждый горожанин. Граждане могут высказывать свои предложения по поставленным задачам, сами предлагать задачи для решения, моделировать параметры градостроительного решения. Лучшие (с точки зрения системы) решения могут публиковаться на портале. Схематически организация работы системы в каждом из вышеуказанных режимов изображена на рисунке 4.

Заключение

Инновации в городах сегодня реализуются в рамках философского концепта «умный город», объединяющего ряд многочисленных, зачастую противоречивых представлений, так или иначе связывающих городское развитие с развитием технологий, в особенности цифровых [8]. Тот же процесс в градостроительном планировании сегодня в основном связан с внедрением новых технологий проектирования и использования геоинформационных систем, что ещё не гарантирует переход на новый уровень эффективности.

Во время как технологические инновации в градостроительном планировании уже привычны [9], организационные и социальные инновации распространены недостаточно. Они формируются, как правило, на местном уровне, там, где лица, принимающие решения, реализуют политику, которая реагирует на текущие сложные условия решения городских проблем. Отсюда большие перспективы развития СППР в области градостроительного планирования в направлении все большей открытости системы, вовлечённости в процесс формулирования проблем и поиска вариантов их решения представителей экспертного сообщества. При принятии стратегических решений в области градостроительного планирования, лица, принимающие решения, должны иметь доступ к профессиональной информации.

Цель разработки ПАК «СИППРУГС» – дать городским управленцам современный инструментарий для выбора наиболее предпочтительного варианта развития части городской территории и оценки последствий его реализации в области влияния на городские подсистемы. С помощью комплекса можно оценивать ёмкость территории для потенциальной реконструкции и привлечения инвестиций, определять технико-экономические показатели возможных проектов развития, готовить потенциальные инвестиционные площадки, просчитывая заранее необходимость вложений в инфраструктуру и эффект, получаемый городом, в том числе в долгосрочной перспективе.

Однако стоит заметить, что при всех описанных выше инновациях само принятие решений всегда остаётся за человеком.

Список источников:

1. Smirnova, O. Ontology-based Model of a Smart City / O. Smirnova, T. Popovich. – Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2019. – ISSN 2521-3938. – URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_141.pdf (дата обращения 22.08.2023).
2. Трухачёв, Ю.Н. Общая теория градостроительных систем (методологическая концепция) / Ю.Н. Трухачёв. – Ростов-на-Дону : Ростовская государственная академия архитектуры и искусства, 2006. – 120 с. – Текст : непосредственный.
3. Batunova, E. Searching for Smart Solutions in Urban Development beyond the Political Slogans: a Case of Rostov-on-Don, Southern Russia / E. Batunova, S. Trukhachev. –

Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2019. – ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_121.pdf (дата обращения 22.08.2023).

4. Decision Support System Design as a Method to Enhance Public Participation in Urban Development: The CRISALIDE Project, Rostov-on-Don / Draghia M., Smirnova O., Popovich T. [и др.]. – Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2020. – URL: https://conference.corp.at/archive/CORP2020_229.pdf (дата обращения 22.08.2023).

5. Козлов, В. Как сделать «умнее» южные города / В. Козлов. – Текст : непосредственный // Эксперт-Юг. – 2021. – № 3. – С. 24–26.

6. Elisei, P. The CRISALIDE Project: When Innovative Planning Processes Re-Balance Urban Development and Create New Quality of Life Using the Opportunities Provided by the Rise of the Digital City / P. Elisei, E. Batunova, M. Draghia. – Текст : электронный // Proceedings of the 55th ISOCARP World Planning Congress, 2019. – URL: <https://isocarp2019.isocarp.org/paper-platform/abstract/public/310/> (дата обращения 22.08.2023).

7. Трухачёв, С.Ю. Инновационный подход к освоению территории бывшего аэропорта в Ростове-на-Дону / С.Ю. Трухачёв, Е.О. Хитёва, Д.В. Чеботарёв. – Текст : непосредственный // Фундаментальные поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году : Научные труды РААСН : В 2-х томах : Том 1. – Москва : АСВ, 2022. – С. 296–304.

8. Хестанов, Р.З. Кто принимает решение в умном городе / Р.З. Хестанов, А.С. Сувалко. – <https://doi.org/10.17323/usp7120226-21>. – Текст : непосредственный, // Городские исследования и практики. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 6–21.

9. Есаулов, Г.В. «Умный» город в цифровой экономике / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. 2017. – № 4. – С. 68–74.

References:

1. Smirnova O., Popovich T. Ontology-Based Model of a Smart City. In: *REAL CORP conference proceedings*, 2019, ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_141.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
2. Trukhachev Yu.N. Obshchaya teoriya gradostroitel'nykh sistem (metodologicheskaya kontseptsiya) [General Theory of Urban Planning Systems (Methodological Concept)]. Rostov-na-Donu, Rostov State Academy of Architecture and Art Publ., 2006, 120 p. (In Russ.)
3. Batunova E., Trukhachev S. Searching for Smart Solutions in Urban Development beyond the Political Slogans: a Case of Rostov-on-Don, Southern Russia. In: *REAL CORP conference proceedings*, 2019, ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_121.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)

4. Batunova E., Thrukhachev S., Elisei P., Draghia M., Smirnova O., Popovich T., Schrenk M., Khiteva E., Meita V. Decision Support System Design as a Method to Enhance Public Participation in Urban Development: The CRISALIDE Project, Rostov-on-Don. In: *REAL CORP conference proceedings, 2020*. URL: https://conference.corp.at/archive/CORP2020_229.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
5. Kozlov V. Kak sdelat' «umnee» yuzhnye goroda [How to Make Southern Cities “Smarter”]. In: *Ekspert-Yug, 2021*, no. 3, pp. 24–26. (In Russ.)
6. Elisei P., Batunova E., Draghia M. The CRISALIDE Project: When Innovative Planning Processes Re-Balance Urban Development and Create New Quality of Life Using the Opportunities Provided by the Rise of the Digital City. In: *Proceedings of the 55th ISOCARP World Planning Congress, 2019*. URL: <https://isocarp2019.isocarp.org/paper-platform/abstract/public/310/> (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
7. Trukhachev S.Yu. Innovatsionnyi podkhod k osvoeniyu territorii byvshego aeroporta v Rostove-na-Donu [Innovation Approach for Redevelopment of Territory Former Airport in Rostov-on-Don]. In: *Fundamental'nye poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noi otrasli Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu [Fundamental Search and Applied Research of the RAASN on Scientific Support for the Development of Architecture, Urban Planning and the construction industry of the Russian Federation in 2021 year]*, Scientific works, In 2 volumes, Vol. 1, pp. 296–304. (In Russ., abstr. in Engl.)
8. Khestanov R.Z. Suvalko A.S. Kto prinimaet reshenie v umnom gorode [Who Makes Decisions in the Smart City]. In: *Gorodskie issledovaniya i praktiki [Urban Studies and Practices]*, 2022, Vol. 7, no. 1, pp. 6–21, <https://doi.org/10.17323/usp7120226-21>. (In Russ., in Engl.)
9. Esaulov G.V. «Umnyi» gorod v tsifrovoi ekonomike [Smart City in Digital Economy]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2017, no. 4, 68–74. (In Russ., abstr. in Engl.)