

О МЕТОДЕ КОДИРОВАНИЯ «ПЕШЕХОДНО-КОМФОРТНОЙ» ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И СОЧЕТАНИИ ЦЕНТРИЧНЫХ И ЛИНЕЙНЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

УДК 711.6:004.9
ББК 85.118:32.81

Е.И. Петровская, А.Г. Подобулкин, И.А. Печенкин, А.И. Мавлѐнкин
Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

В статье рассказывается о проектном эксперименте по алгоритмическому программированию, проведенному в рамках курса «Визуальные модели в Градостроительстве» в МАРХИ. Задачей эксперимента было написание программного модуля для построения объемно-пространственной модели фрагмента городской ткани с формированием пешеходной пространственно-комфортной сомасштабной человеку городской среды по заранее созданной сетке-каркасу. Основой-алгоритмом для программного модуля послужила таблица-матрица «Местоположений центричных общественных пространств относительно пересечений разных типов линейных пространств». В статье проведен обзор комплексных ГИС-порталов с точки зрения их использования в градорегулировании и планировании, а также анализ некоторых существующих программных продуктов для параметрического планирования.¹

Ключевые слова: алгоритмическое программирование в градостроительстве, пространственная комфортность, сомасштабная человеку среда, Ф-код, типы городских пространств, центричные и линейные общественные пространства, плагин Grasshopper, Rhinoceros 5, ГИС-системы

ABOUT THE METHOD OF CODING "PEDESTRIAN-COMFORTABLE" URBAN ENVIRONMENT AND THE COMBINATION OF "CENTRIC" AND "LINEAR" URBAN SPACES

E. Petrovskaya, A. Podobulkin, I. Pechenkin, A. Mavlenkin
Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The article describes the project experiment on algorithmic programming conducted in the framework of the course «Visual models in urban Planning» in MARHI. The objective of the experiment was to write a software module for constructing a three-dimensional model of a fragment of the urban fabric with the formation of a pedestrian space-comfortable and built to a human scale urban environment on a pre-established grid-frame. The basis algorithm for the software module served as the matrix table of «Locations centered public spaces with respect to the intersections of different types of linear spaces». In the article the review of integrated GIS portals from the point of view of their use in gradoregulirovanie and planning, as well as analysis of some existing software for parametric planning.²

¹ **Для цитирования:** Петровская Е.И. О методе кодирования «пешеходно-комфортной» городской среды и сочетании центричных и линейных городских пространств / Е.И. Петровская, А.Г. Подобулкин, И.А. Печенкин, А.И. Мавлѐнкин // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №3(44). – С. 392-426 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2018/3kvart18/24_petrovskaya/index.php

² **For citation:** Petrovskaya E., Podobulkin A., Pechenkin I., Mavlenkin A. About the Method of Coding "Pedestrian-Comfortable" Urban Environment and the Combination of "Centric" and "Linear" Urban Spaces. Architecture and Modern Information Technologies, 2018, no. 3(44), pp. 392-426. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2018/3kvart18/24_petrovskaya/index.php

Keywords: algorithmic programming in urban planning, spatial comfort, human-scale urban environment, f-code, types of urban spaces, centric and linear public spaces, Grasshopper plugin, Rhinoceros 5, GIS systems

«Принципиально, стоим ли мы на месте, рассуждая об идеалах, или движемся вперед, достигая той степени осуществления наших планов, какая возможна в неизбежно несовершенном обществе, способном лишь на несовершенные формы решения его проблем»

Глазычев В.Л.

Согласно Статье 2 градостроительного кодекса РФ³ устойчивое и комплексное развитие территории является необходимым условием для проведения любой градостроительной деятельности. Устойчивое и комплексное развитие подразумевает «сбалансированный учет экологических, экономических, социальных и иных факторов, участие граждан и их объединений в осуществлении градостроительной деятельности, обеспечение свободы такого участия, осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований безопасности всех видов, в том числе экологической и психологической, и их всесторонний учет» [там же].

«Комплексное устойчивое развитие имеет целью совершенствование пространственной организации страны, включая решение вопросов размещения производительных сил и расселения – основ формирования гармоничной материальной среды, обеспечивающей высокое качество жизни и условия плодотворной деятельности человека – главного ресурса перспективной модели социально экономического развития. Устойчивость развития включает: возможность удовлетворения своих нужд в настоящем, не лишая последующие поколения возможности удовлетворения их нужд; сбалансированность тактических и стратегических градостроительных решений; преемственность градостроительства, сохранение исторически сложившегося пространственного, природно-ландшафтного, средового своеобразия отдельных поселений и систем поселений всех уровней; переход к повсеместному применению технологий «умный город»» [8], в свою очередь, основанную на автоматизированном сборе информации и учете изменений и взаимных влияний всех вышеперечисленных сфер на все принимаемые новые решения о изменении пространственной и морфологической структуры поселения.

ГИС-системы, BIM и СИМ технологии и технологии параметрического моделирования помогают проектировщикам в сборе и обработке вводной и проектной информации, ускоряя проектный процесс, разделяя его на модули, выполняемые разными инстанциями и специалистами. Но в этом случае теряется живая творческая составляющая процесса проектирования, процесс сводится к системе шаблонов и паттернов. И в этой ситуации архитектор, как наиболее творческое звено этой сложной системы, должен взять на себя функции по «одушевлению» и «очеловечиванию» процесса, возможно, изобретая нестандартные, индивидуальные методы работы с этими системами и базами данных [20], участвуя на правах разработчика и, в некоторой степени, заказчика в создании сложных виртуальных информационно-прогностических систем или «экосистем». Подобные виртуальные «экосистемы» [10] в наше время уже вышли на уровень управления⁴ социумом, экономическими и общекультурными трендами [10]. Управление подобными неодушевленными виртуальными системами со временем

³ Градостроительный кодекс Российской Федерации.- 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017)

⁴ т.е. отслеживания неструктурированных данных и их «мгновенной» аналитике в режиме постоянного мониторинга и «ненавязчивому» предложению «пользователю» ТЗ и конкретных шагов и действий. К таким «экосистемам» относят все глобальные торговые и информационные площадки, для примера: e-beu, Google и т.д.

охватывает все большее количество сфер человеческой деятельности. Но задание, философию, цели и принципы работы подобных систем закладывают их «одушевленные» создатели.

Современные тенденции в градорегулировании и планировании по созданию комплексных ГИС-порталов, доступных широкому кругу пользователей, в европейских городах направлены на нижеперечисленные цели [7], приближение к которым достигается посредством структуры и формы подачи информации:

- *устойчивость развития – градостроительное формирование благоприятной среды;*
- *гармонизацию общественного развития* на уровне градостроительной политики, препятствующую напряженности (расовой, межнациональной и межконфессиональной) и разумное сочетание коллективных и индивидуальных интересов;
- *обеспечение всем социальных гарантий безопасности среды обитания;*
- *информационная открытость* – понятность и доступность официальной градостроительной информации;
- *приближение управления к жителям;* необходимость их прямого и непрерывного участия в реальном местном самоуправлении,
- *«экологизация пространства»;*
- *поддержка и организация процесса по формированию новых градостроительных структур, способствующих развитию художественных, эстетических и архитектурных, средоформирующих качеств мест жизнедеятельности;*
- *в разработке государственной градостроительной политики;*
- *рациональное сочетание стратегических и текущих задач;*

Вышеперечисленные задачи на комплексном ГИС-портале г. Прага [13] решаются через систему взаимосвязанных десяти систем слоев-сред, в которых как графически⁵, так и в текстовом режиме возможно получить информацию и сопоставить ее по разным уровням, позволяя осуществлять самые разнообразные прогнозы от социально-экономических, системных до прогнозов по отдельной парцеле.

Принципы устройства комплексного ГИС портала на примере г. Прага

1. Материалы стратегического Мастер-плана выполняются на подробнейшем кадастровом плане (в российском опыте это разные программные продукты и разные сайты с максимально закрытым для широкого пользователя доступом), из которого возможно получить подробную информацию о владении и владельце – «открытость»;
2. Есть подробная информация о ландшафте и природном комплексе: от окружающих поясов лесов и парков до параметров озелененных дворов и частных садов. Для Праги характерен высочайший уровень озеленения территории города – до суммарных 65%, что обеспечивает благоприятную экологию города.
3. Данные о малом или большом участке на текущий момент и на будущее с шагом периодов 2, 5 и 10 лет. Там же опубликованы данные о перспективных изменениях посредством системы «текущих» и «отсроченных» планов с точными датами актуализации, что в свою очередь способствует вовлечению частных малых и крупных инвесторов в стратегические городские проекты и не порождает паники на всех уровнях от «внезапного» изменения статуса территории или прокладки по территории важных линейных объектов;

⁵ О подобной системе, как о наиболее информативной и комплексной с точки зрения восприятия информации автор (Петровская Е.И.) писала до знакомства с опытом г. Праги в статьях за 2016–2017 гг. и в [20].

4. Данные о территории фрагмента города (наш ПЗЗ) не по принципу зонирования, а по принципу решения «стыковки зон», их взаимного влияния на уровне социальном, экологическом и функциональном – «устойчивость»;

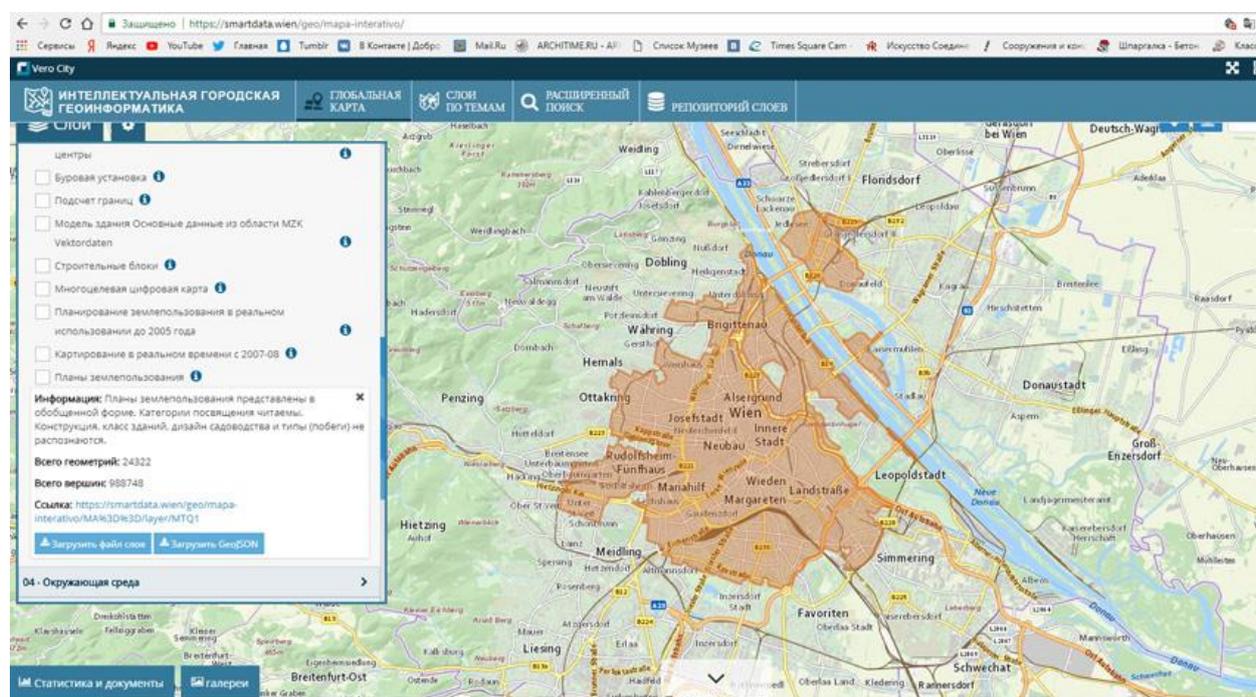
5. Количество функциональных зон на данном портале снижено с 56 до 14, они окрашены в интуитивно понятные пользователю цвета⁶.

6. Есть разделы по видовому восприятию города: определены зоны восприятия исторических панорам и, как их следствие, высотный регламент застройки, есть информация о системе существующих и прогнозируемых видовых и туристических маршрутов и зон охраны. Это позволяет сохранять город как объект эстетического наслаждения распространять этот принцип на новое строительство, способствуя эстетическому воспитанию жителей, гордящихся историей своего города, и формированию идентичности новых образований, схожей со сложившимися историческим ядром города.

7. Есть раздел о структуре застройки, о ее морфологии порайонно с текстовым сопровождением о структуре, плотности, высотности и проценте смешанной функции и внешнем виде. «Структурные районы»⁷ небольшие по площади и соответствуют площади распространения морфотипа.

Особенность Чешской системы и в некоторых моментах аналогичных ей по таким городам как Мюнхен и Вена (рис. 1а–б) в том, что все данные *плоскостные* и не дают пользователю представления о городской среде и внешнем виде застройки, но дают минимально необходимые текстовые данные об их параметрах (рис. 2а–к).

Последние два пункта из описания Пражского опыта особенно важны для понимания целей учебного эксперимента, о котором пойдет речь далее в статье.



а)

⁶ Эти цвета полностью совпадают благодаря их интуитивной понятности с предложенными (в основном для учебных целей) в «графоаналитическом методе анализа территории» и «методе цветového круга», описанными в [22].

⁷ Данный термин не используется в чешской практике.



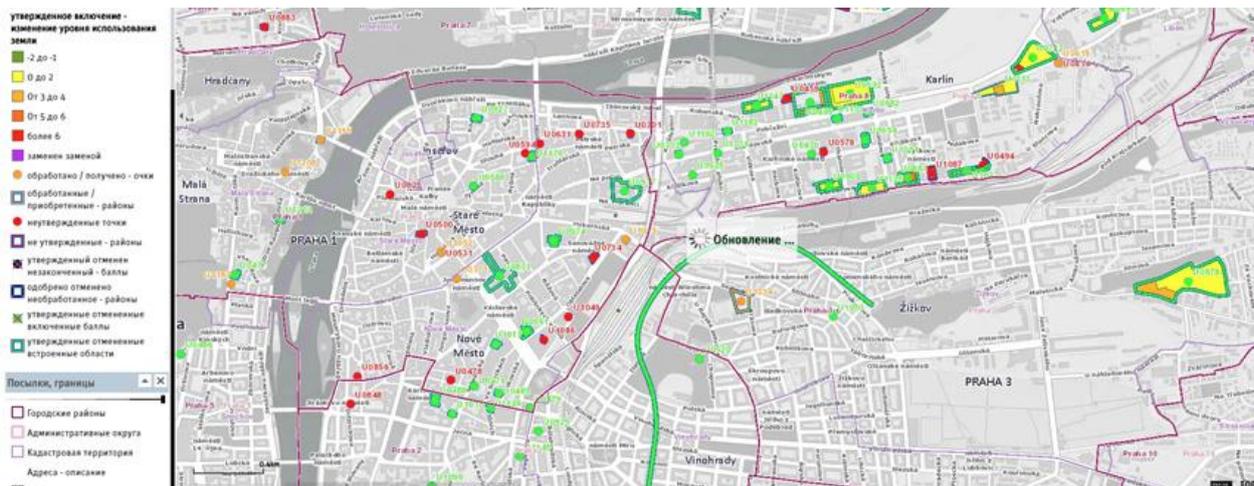
б)

Рис. 1. Примеры отображения информации на сайте открытых данных г. Вена⁸: а) «старт» работы с интерфейсом - перечень информационных блоков на географической карте с отображением рельефа и границ природного комплекса.; б) изображение данного окна с сайта позволяет отображать информацию о конфигурации застройки, типе использования самой застройки и территории, на которой она расположена в границах каждого (!) кадастрового участка



а)

⁸ URL: <https://smartdata.wien/geo/mapa-interativo/>



к)

Рис. 2. Примеры отображения информации на сайте открытых данных г. Прага⁹: а) интерфейс для мобильного приложения; б) интерфейс градостроительного плана г. Прага – иллюстрация многослойности подхода в подаче информации, что позволяет не только получать текущую информацию, но и прогнозировать сопоставляя слои; в) перечень документов градостроительного планирования, доступных и взаимосвязанных через данный портал; г–д) землепользование (функциональное зонирование), изменяемое и обновляемое в «реальном времени»; е) карта районирования и парцелляции Праги, совмещенная со спутниковой съемкой (обновляемой) и отметками о вносимых и внесенных изменениях; ж) «структурные районы» и парцелляция; и) отметки о вносимых в общий план изменений в центральной зоне с возможностью получить справку по каждому из них; к) зоны охраны и бассейны видимости

Системная аналогия и комфортная среда

Именно в подобной базовой системе возможно создание дополнительных структур данных внутри приложений и самих приложений по формированию «Ф-кода»¹⁰ для выбранной территории с учетом ее ресурса и параметров комфортности, свойственных именно этой территории. Ф-код, отображаемый через 3D-модель с возможностью «выгрузки» и импорта в привычные для архитектора графические редакторы, это ТЗ на дальнейшие планировочные и проектные действия с отдельным объектом или комплексом застройки. На данный момент возможно через ГИС и другие системы получить лишь габариты существующей застройки и существующую вертикальную планировку. Никаких пространственных прогнозов или ограничений, например, для сохранения высотности, силуэта, пешеходного ритма или стилистики окружения, через системы открытых данных на сегодня получить не возможно, это ложится тяжелым грузом личной ответственности на проектировщика и застройщика, у которых зачастую в современных жестких условиях «блиц-эконом-проектирования» не хватает возможностей и желания собрать и учесть все особенности Места, пожелания жителей и т.д. Ф-код для каждой конкретной территории, как саморазвивающаяся и интерактивная система, накапливает в себе информацию о данном Месте и к моменту начала проектирования на территории будет содержать в сжатой пространственной форме все требования, предъявляемые в данный момент к данному месту. Именно для этих целей необходимы алгоритмы и системы критериев качества среды, пригодные для интерпретации их через программные продукты и системы.

⁹ URL: <http://app.iprpraha.cz/js-api/app/vykresyUP/>

¹⁰ Ф-код или объемно-пространственный регламент.

Параметры комфортной среды

О пространственных и модальных характеристиках среды говорится в предыдущих статьях Петровской Е.И. [18, 20, 21, 23]. Хочется обратить внимание на то, что большинство этих параметров «зашито» в нашем организме на уровне работы органов чувств и вестибулярного аппарата, неосознанно мы постоянно ищем «цели» и ориентиры в пространстве, чтобы не чувствовать страха «лабиринта» и безысходности. «Ориентация человека в пространстве связана с запоминанием и сравнением элементов пространства. Отсюда – серьезнейшее значение проблемы ритмов» [4] и ориентиров. Их отсутствие или монотонность приводит к ощущению хаоса или «выключению внимания». «Дополнительный кадр» и «замаскированный» фоном звук, архетипическое [28] сочетание цветов, архетипические символы и знаки напрямую приходит в подсознание как установка к действию, минуя логические фильтры, и этим «пользуются» создатели кино и рекламы. Температурно-тактильные, звуковые, световые ощущения и запахи запускают у человека определенные эмоции-«ключи». Для людей одной культурной среды, возраста или региона проживания эти «ключи» одинаковы и «упакованы» в понятие «традиция».

Пространственная пешеходная комфортность

Пространственные параметры среды соответствуют инстинктивному (подсознательному) восприятию пространства и включают в себя такие понятия как: защищенность, устойчивость, векторность, нацеленность, ориентированность, сопричастность и общность. Именно эти параметры напрямую человеком не отслеживаются, но формируют у него ощущение включенности и защищенности [18].

Современный мегаполис, его пространственный ритм чаще всего строится соразмерно системе транспортных коммуникаций. «Ритм восприятия из транспорта» психологически отрывает человека-индивида от современных городских пространств. Именно поэтому нам, как пешеходам, так комфортно в старинных городах, рассчитанных на восприятие пешехода и на скорость пешехода. Важными условием гармонии являются расстояния между «якорными точками»¹¹ для «ближнего взгляда»¹², такие как достопримечательности, памятники, малые архитектурные формы и ориентиры «дальнего взгляда» [17], такие как городские или природные доминанты. В качестве своеобразной формы отсчета для своих поисков необходимо принять человеческий масштаб и пространственное разнообразие и сомасштабность исторически сложившейся городской среды – ее «антропоморфность», «ощущая определенную неполноценность, недостаточность творческого арсенала современной архитектуры» [11].

Формализация параметров пешеходной комфортности. Архетипы

Авторский метод представлен таблицей «взаимодействия и местоположений центричных общественных пространств относительно пересечений разных типов линейных пространств». Эта таблица составляется исходя из того, что формирование пешеходной пространственно-комфортной сомасштабной человеку городской среды по заранее созданной сетке-каркасу (рис. 3) неразрывно связано с представлением об «идентичности городской среды» (ИГС) и ее пространственными и модальными параметрами. Идентичность городской среды определима тождеством (схожестью) средовых, пространственных и архитектурных элементов друг другу и общей социокультурной концепции данного градостроительного образования (модуля, анклава и т.д.) в заданных границах, сохраняемая и развиваемая по своим внутренним законам во

¹¹ «якорная точка» – точка в городском пространстве, в которой разворачивается какой-либо социальный сценарий, или точка наиболее выгодного восприятия пространства индивидом.

¹² Точки для «дальнего взгляда» и «ближнего взгляда» – точки пространства, из которых видны доминанты общегородского масштаба и местные доминанты и крупные акценты градостроительной композиции (*термины-определения автора*).

времени, она является открытой и саморазвивающейся системой с присущими ей критериями доступа¹³.

Необходимо для сохранения и воспроизведения городской среды формировать базовые типы для конкретного города (целостной и пешеходно-связной территории-анклава или «структурные районы») с учётом ее идентичности по архитектурно-пространственным и модальным критериям [23]. «Базовые типы до 5-7 шт. и код перехода (к новому качеству), включающий основные аспекты среды (% разрывов и переменности ритма и застроенности, уклонов кровель, ярусности застройки, ритма фасадных решений и входов во внутриквартальное пространство, расцветки и контрастности фасадов и т.д.)» [20]. Предполагается, что используя полученные модели и правила «конструктора», можно моделировать пространственную структуру городской среды, учитывая «метонимическое моделирование» [16].

Методология формирования локального регламента (или кодирования) строится на систематизированном и структурированном использовании нескольких методов [21]. Подобный регламент предполагается создавать для городских территорий, имеющих некую пространственную и социо-культурную общность и внутреннюю пешеходную доступность и связность, т.е. от 0.7 до не более 2–3 км в диаметре (см. выше), т.к. именно такой по размерам фрагмент городской территории при среднеэтажной и плотной застройке обеспечивает количество жителей до 10000 человек, способных организовать в Сообщество. Подобная структура гармонично формируется с учетом именно пешеходной доступности и ментально-смысловой связности. Исторически в городах существовало множество подцентров, таких как центральные места «концов», посадов и слобод, формируемых по профессиональному, этническому, конфессиональному, ландшафтному принципу или по количественному, связанному с самоуправлением или муниципальным управлением. Размеры и протяженность этих городских частей варьировались в зависимости от назначения и смысла – 700 м, 1,2 км, 2–3,5 км, иногда они вкладываясь друг в друга согласно иерархии смысла и до повсеместного принятия метрической системы эти размеры исчислялись «целыми» единицами, связанными с временем пешеходной доступности, такими как миля, верста, «дно», что, в свою очередь, отражалось и на парцелляции, отвечающей социальному статусу обитателей и традиции Места и измеряемой в аршинах, футах и т.д., и на ритме фасадов и городских акцентов, свойственных конкретному городу. Именно эти размеры подразумевали степень сплоченности и социальной организованности населения исторического европейского города. Эти размеры городских пространств, осознаваемые людьми как целостность, очень важны для структурирования и проектирования новых городских центров и пешеходных зон, т.к. являются архетипическими, т.е. заложенными в сознании на протяжении многих поколений и тесно связанными с человеческой системой считывания пространственных параметров через органы чувств и привычные двигательные паттерны, т.е. они эргономичны и антропоморфны.

В свою очередь, вышеописанные макроструктуры формируются из базовых элементов городской ткани – *кварталов*. Именно квартальная, а не микрорайонная форма застройки является социально и пространственно сбалансированной и архетипической, т.е. эмоционально комфортной. Именно эта форма застройки приемлет понятие *морфотип* как комплексное отражение природных, ландшафтных, культурных, плотностных, стилистических, экономических и многих других параметров, влияющих на формирование городской ткани. И именно эта форма позволяет вводить регулирование соседской застройки при помощи возвращения к историческим «брандмауэрным правилам», принятым как в дореволюционной России, так и в европейской практике.

¹³ В других статьях Петровкой Е.И. предложены методы выявления «анклава» или «ареала» – территории для создания единого, по одному сценарию Ф-кода и дизайн-кода, т.е. анклав-ареалы «идентичности», включающие «структурные районы». Также ранее были описаны некоторые наблюдения по габаритам и локации подобных градостроительных образований [17, 21, 23].

Для удобства оценки, описания и прогнозирования формирования и наполнения общественной функцией таких макроструктур, состоящих из элементов-кварталов, нами была составлена матрица-таблица «взаимодействия и местоположений центричных общественных пространств относительно пересечений разных типов линейных пространств» [18, 19]. Эта таблица составлена с учетом таблицы «Прототипов общественных пространств по типу социального контроля» [16, С.111], в нее также заложены данные, приведенные в [2], в том числе почерпнутые из курсов по истории архитектуры и градостроительства, работ Камилло Зитте [12] и Роба Крие [1], работ Т.В. Саваренской [25], З.Н. Яргиной и А.С. Щенкова [27] и многих других. В ней проявлены взаимосвязи типов улиц^{14 15} и центричных пространств (по их историческим прототипам – площадей, скверов, садов, курдонеров и т.д.) с их протяженностью, габаритами, наполненностью общественной функцией, размещением местных акцентов (объектов притяжения для «ближнего взгляда» [17]), повышением или понижением этажности, ритмом пространственных и фасадных изменений с учетом изучения традиционных городских пространств.

Таблица и предложенная в ней маркировка типов улиц и их пересечений с присущим им в контексте данного города набором морфологических признаков может быть использована как *алгоритм для сбора и структурирования информации* о макро-пространстве и в последствии – как протоматрица для формирования структуры общественных пространств и включающей их застройки на вновь высвобождаемых¹⁶, меняющих функцию или пустующих территориях конкретного города, позволяя ему уплотняться, не теряя своей идентичности.

Новый сценарий перемещения людей в макро-пространстве, например – формирование пешеходной зоны или прокладка нового маршрута общественного транспорта и прочих изменений в структуре и функционировании линейных пространств, приводит к изменениям и новым требованиям к центричным пространствам и их плотности в макро-пространстве, социальному наполнению и архитектурному выражению. С учетом данного метода новый сценарий ложится на существующий архитектурный контекст, видоизменяя и уплотняя его без фатальных разрушений идентичных пространственных структур.

Учет вышеперечисленных подходов помогает поэтапно сформировать Ф-код (Ф-код как комплексный паспорт) для группы парцелл, кварталов или района в целом, выявленных как «комплексы базирования» для сценариев [23] или «структурные районы», *Ф-код как задание (ТЗ) для дальнейшего проектирования с сохранением параметров идентичности и пешеходной комфортности фрагмента города при максимальном уплотнении городской ткани и учете инвестиционной привлекательности.*

¹⁴ В маркировке линейных пространств частично использованы данные по типологии улиц из «Сводного стандарта благоустройства улиц Москвы» от 04.08.2016 г. [24].

¹⁵ За базовые элементы таблицы были приняты только те типы улиц, которые оценены как пространственно- и пешеходно-комфортные.

¹⁶ На пример территории «Реновации» в г. Москве.

ТАБЛИЦА ЦЕНТРИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Таблица1- Местоположение центричных общественных пространств относительно пересечений разных типов линейных пространств, таблица составлена с учетом городов с пешеходно-ориентированными территориями.

БАЗОВЫЕ РАЗМЕРЫ ДЛИННЫ	600 м от ост М, не более 1480м	600 м от ост М, не более 1480м	350 м от ост М, не более 1060м	От150, не более 600м	От150, не более 360м до смены направления	От105, не более 360м	От50-185, не более 240м		
БАЗОВЫЕ ТИПЫ ЛИНЕЙНЫХ ПРОСТРАНСТВ	ГУп	Бтп	ГУп	Бп	ЖУ	Ап	Пер	Парквей	
Группы	Группы 35-45м	Группы 45-60м	Группы 22-27м	Группы 36-45м	Группы 27-45м	Группы 36м	Группы 17,27м	Группы 15 м	
Эт	+/-	2 +/-	2-3 +	1 0	1 0	1-эп 0	1-эп 0	0 0	0 +
Имена	Пикупева Ксения	Чайка Елена	Кузнецова Мария	Иродова Полина	Белопищская	Крюкова Юлия	Чурилов Роман	Магалева Элиса	Карсанова Маргарита
Бтп или проспект 45-60м Шир зел частей суммарно от24-36м	Гр пл кольцо-Ц. Пеш пл - Бок. Подобулин Антон	Гр пл кольцо-Ц. Пеш пл - Бок. Подобулин Антон	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б
1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	
Чайка Елена	1.5-2 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	
ГУп-22-27м	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	Пеш Бок; Каменные сквер-Бок	
2-3 -	2-3 -	2 0	2-3 +/-	2-3 +/-	2-3 +/-	2-3 +/-	2-3 +/-	2-3 +/-	
Кузнецова Мария	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	1.5 +	
Бп 36-45м Шир зел частей суммарно от18-36м	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	Пеш Бок; Каменные сквер-Б	
1-2 0	1-2 +/-	1-2 0	1-2 +/-	1-2 +/-	1-2 +/-	1-2 +/-	1-2 +/-	1-2 +/-	
Иродова Полина	1.2 -	1.2 -	1.2 -	1.2 -	1.2 -	1.2 -	1.2 -	1.2 -	
ЖУ 27-45м	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	Перекресток-Б	
1 0	1 0	1 +	1 0	1-эп +	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	
Белопищская	1.12 -	1.12 -	1.12 -	1.12 -	1.12 -	1.12 -	1.12 -	1.12 -	
Ал 36м Шир зел частей суммарно от12м до 18м	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	
1-эп 0	1 0	1-эп 0	1 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	
Крюкова Юлия	1.12 -	1.12 -	1.05 -	1.05 -	1.05 -	1.05 -	1.05 -	1.05 -	
Пер (проезд) 17,27м	Аван-пл Арка -Ц	Перекресток-Ц	Аван-пл Арка -Ц	Аван-пл Арка -Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	Перекресток-Ц	
0 0	1 0	1 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	1-эп 0	
Чурилов Роман	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	
Парквей-плавная смена направления	Гр пл кольцо-Ц	Гр пл кольцо-Ц	Аван-пл Арка -Ц	Аван-пл Арка -Ц	Террас-Бок	Угол-Терраса -Бок	Пл-парквей-парклет-Ц	Аван-пл Арка -Ц	
0 +	1-эп +	1-эп +	1 +	1 +	1-эп 0	1-эп 0	- 0	- 0	
Магалева Элиса	0 -	0 -	1.12 -	0 -	0 -	0 -	0.8 -	0.8 -	
Защ-зона плавная смена направления	---	---	---	---	---	---	---	---	
Карсанова Маргарита	---	---	---	---	---	---	---	---	

а)

Интерпретация таблицы-- НЕ до конца --сложилась.....: Прототипы 16 мезо-пространств. Прототипы подобраны для производных МЕЗО-пространств, полученных основе сочетаний четырех базовых моделей: Двор, Сквер, Переулок, Улица. (по Краешенникову А.В.)

БАЗОВЫЕ ПРОТОТИПЫ	ДВОР	СКВЕР	ПЕРЕУЛОК	УЛИЦА	
О С Н О В Н О Е Н А П Р А В Л Е Н И Е	ДВОР	Курдонер (Cour de Honor-fr) Детский сад (Kinder garden) ИЛИ Внутренняя Площадь-САД (inner courtyard eng)	Полисадник (front lawn-eng)	Крыльцо (Парадный подъезд) (Portal-stairs eng) Внутренняя Площадь (inner courtyard eng)	
		От 36 до 78 м вид в внутрь, закрыта с 4х сторон оградой от переулков.	От 24 до 45-60м. вид внутрь . 3 стороны-фасад,1-ограда.	От 9-12м вид направле от здания в переулок 1-2стороны-фасад, 2-3 стороны ограда	От24 до 45-60м вид в внутреннюю площадь ,закрыта с 4х сторон или одна ограда
	СКВЕР	Терраса (StreetTerrase -eng)	Каменный сквер (Stone garden -eng)	Аллея (Alley -eng)	Бульвар (Boulevard -fr)
		От 9-12м, приподнята с направленным видом	36-78м – направлен внутрь.	Протяженное зеленое пространство с направленным видом шириной от 12 до 24м	
	ПЕРЕУЛОК	Проходной двор (Sotopottega- ital)	Площадь-парковка (Parking lot-eng)	Перекресток (Pyachetta -ital)	Аван-площадь Арка (Gateway -eng)
		По размеру нижеперечисленны х внутриквартальных пространств	парковка от18м на 9\36м	Нет изменений в красных линиях	Площадь малая 6\9\12-24 закрыта с 3х сторон по средней арка. Или нет уширения обществ пространства перед аркой.
УЛИЦА	Галерея (Gallery -eng) Курдонер (Cour de Honor-fr)	Карманный парк, парклет (Pocket garden-eng)	Проспект (Avenue -fr., eng) Аван-площадь Арка (Gateway - eng)	Центральная площадь - (Central square eng, Piacco - ital) Пьяцетта	
		От 24 до 45-60м. вид внутрь . 3 стороны-фасад,1-ограда	Озелененная парковка или зеленая территория от6\18м на 9\36м	Площадь малая 6\9\12-24 закрыта с 3х сторон по средней арка. Или нет уширения обществ пространства перед аркой. Площадь в замкнутом контуре: ЦП- 78-190м-акцент-объект в центре и выраженная ось во вне. Пьяцетта- 46-85м-акцент-объект сбоку – вид в центр.	

Таблица 1. Прототипы 16 мезо-пространств. Прототипы подобраны для производных МЕЗО-пространств, полученных основе сочетаний четырех базовый моделей: Двор, Сквер, Переулок, Улица.

БАЗОВЫЕ ПРОТОТИПЫ	ДВОР	СКВЕР	ПЕРЕУЛОК	УЛИЦА
ДВОР	Сад (Public garden-eng)	Курдонер (Cour de Honor-fr) Детский сад (Kinder garden)	Полисадник (front lawn-eng)	Крыльцо (Парадный подъезд) (Portal-stairs eng) Внутренняя Площадь (inner courtyard eng)
СКВЕР	Терраса (StreetTerrase -eng)	Каменный сквер (Stone garden -eng)	Аллея (Alley -eng)	Бульвар (Boulevard -fr)
ПЕРЕУЛОК	Проходной двор (Sotopottega-ital)	Площадь-парковка (Parking lot-eng)	Площадь-Перекресток (Pyachetta -ital)	Аван-площадь (Gateway -eng)
УЛИЦА	Галерея (Gallery -eng) Курдонер (Cour de Honor-fr)	Карманный парк, паркле (Pocket garden-eng)	Проспект (Avenue -fr., eng)	Центральная площадь (Central square eng, Piacco - ital)

б)

Паркей - главная смена направления
0+

Бл 36-45м Шир зел частей сум от18-36м
1-2|||||0
От150, не более 600м
Бтп или проспект 45-60м
Шир зел частей сум от24-36м
1|||0
600 м , не более 1480м

Ал 36-42м Шир зел частей суммарно от12м до 18м.
1-эп|||||0
От105, не более 360м
Dп-22-27м
2-||| 3-
350м , не более 1060м

ГПп35-45м
1эт|||1-
600 м , не более 1480м

Пер ПЕШ 17,27м
0||| 0
От50-185, не более 240м

ЖУ 27-45м
1||||0
От150, не более 360м до смены направления
Пер (проезд) 17,27м
0||| 0
От50-185, не более 240м

Пер (проезд) 17,27м
0||| 0
От50-185, не более 240м

ЖУ 27-45м
1||||0
От150, не более 360м до смены направления

Пер ПЕШ 17,27м
0||| 0
От50-185, не более 240м

ГПп35-45м
1эт|||1-
600 м , не более 1480м

ГПп-22-27м
2-||| 3-
350м , не более 1060м

Бтп или проспект 45-60м
Шир зел частей сум от24-36м
1|||0
600 м , не более 1480м

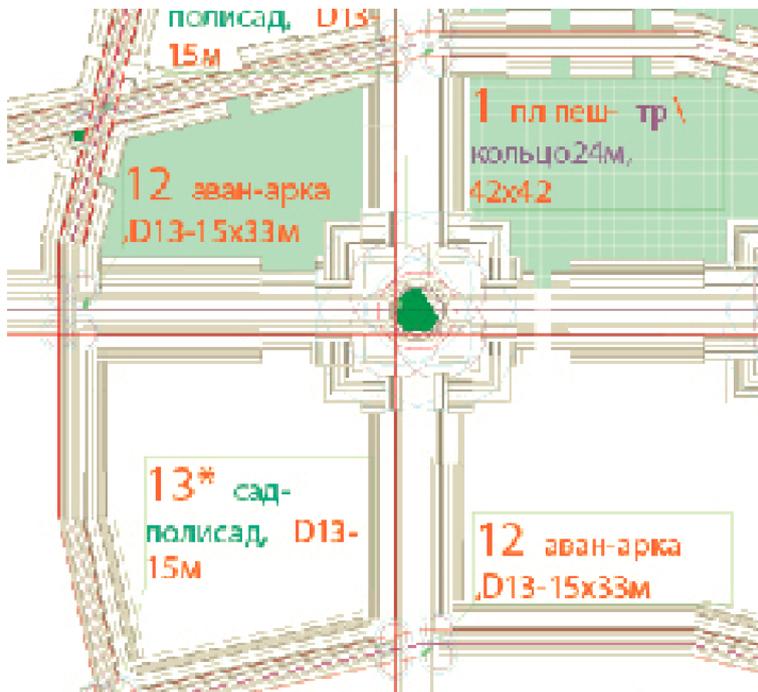
Бл 36-45м Шир зел частей сум от18-36м
1-2|||||0
От150, не более 600м

Ал 36-42м Шир зел частей суммарно от12м до 18м.
1-эп|||||0
От105, не более 360м

Паркей - главная смена направления
0+



В)



Г)

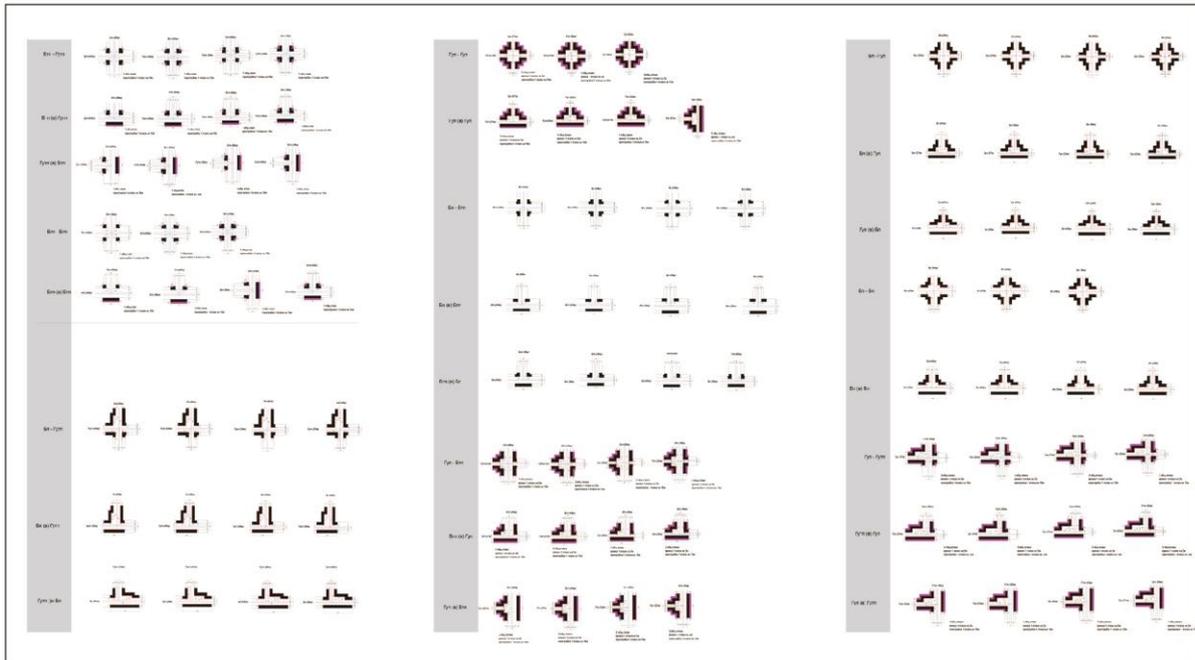
	ширина между красных линий (м)	длина улицы макс (м)	Колл-во полос всего (шт)	макс высота (эт)	вынос или углубление 1-ого этажа (2м)	ширина дома (м)
Гуп (45м)	45	1480	4	8	ВЫНОС (можно и углуб)	16
Гуп (35м)	35	1480	4	6	ВЫНОС (можно и углуб)	16
Бтп (60м)	60	1480	4	11	ВЫНОС	16
Бтп (45м)	45	1480	4	8	ВЫНОС	16
Гуп (27м)	27	1060	1 (выделенка)	5	0	16
Гуп (22м)	22	1060	1 (выделенка)	4	0	16
Бп (45м)	45	600	1 (выделенка)	8	0	16
Бп (36м)	36	600	1 (выделенка)	6	0	16
Жу (45м)	45	360	1 (выделенка)	8	0	16
Жу (27м)	27	360	1 (выделенка)	5	0	16
Ап (36м)	36	360	2	6	0	16
Пер (27м)	27	240	0	5	0	16
Пер (17м)	17	240	0	3	0	16
Парк (34м)	34	500 (условно)	2	6	0	16
Парк (22м)	22	500 (условно)	2	4	0	16
ЗЗ (34м)	34	500 (условно)	2	6	0	16
ЗЗ (22м)	22	500 (условно)	2	4	0	16

везде +1 общ. этаж (5м)
жил этаж (3м)

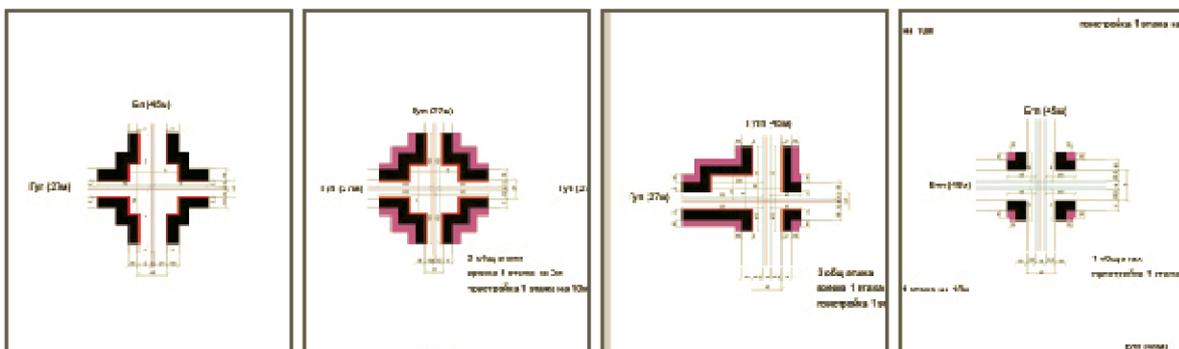
формула 1 шир $x (1/1,75) = h(м)$

след формула 2 $(h(м) - (5(м)) / 3(м)) + 1эт =эт$

е)



ж)



и)

Рис. 3 Гипотеза «линейных» и «центричных» пространств (колонка 1) и пример декомпозиции принципов гипотезы Петровской Е.И для формирования алгоритма

применимо в BIM-проектировании (колонка 2): а) таблица взаимосвязи центричных и линейных городских пространств по типу пересечений с учетом социальной функции, высоты застройки и традиционной архетипической формой пространства (антропоморфной, т.е. не вызывающей у индивида дискомфортных ощущений); б) таблица «Прототипы 16 мезо-пространств»¹⁷, из них были отобраны и дополнены прототипы «центричных пространств»; в) схема-формализация типа построения площадей в зависимости от типа пересечения; г) узел – базовые принципы построения центричного пространства-площади с учетом габаритов улицы, высоты застройки, расстояния в красных линиях; д) список типов улиц и пересечений, основанных на таблице с учетом варьирования габаритов; е) таблица описания параметров линейных пространств; ж) каталог построений планов «центричных» пространств с привязкой их к «линейным» пространствам; и) пример «центричных» пространств из каталога

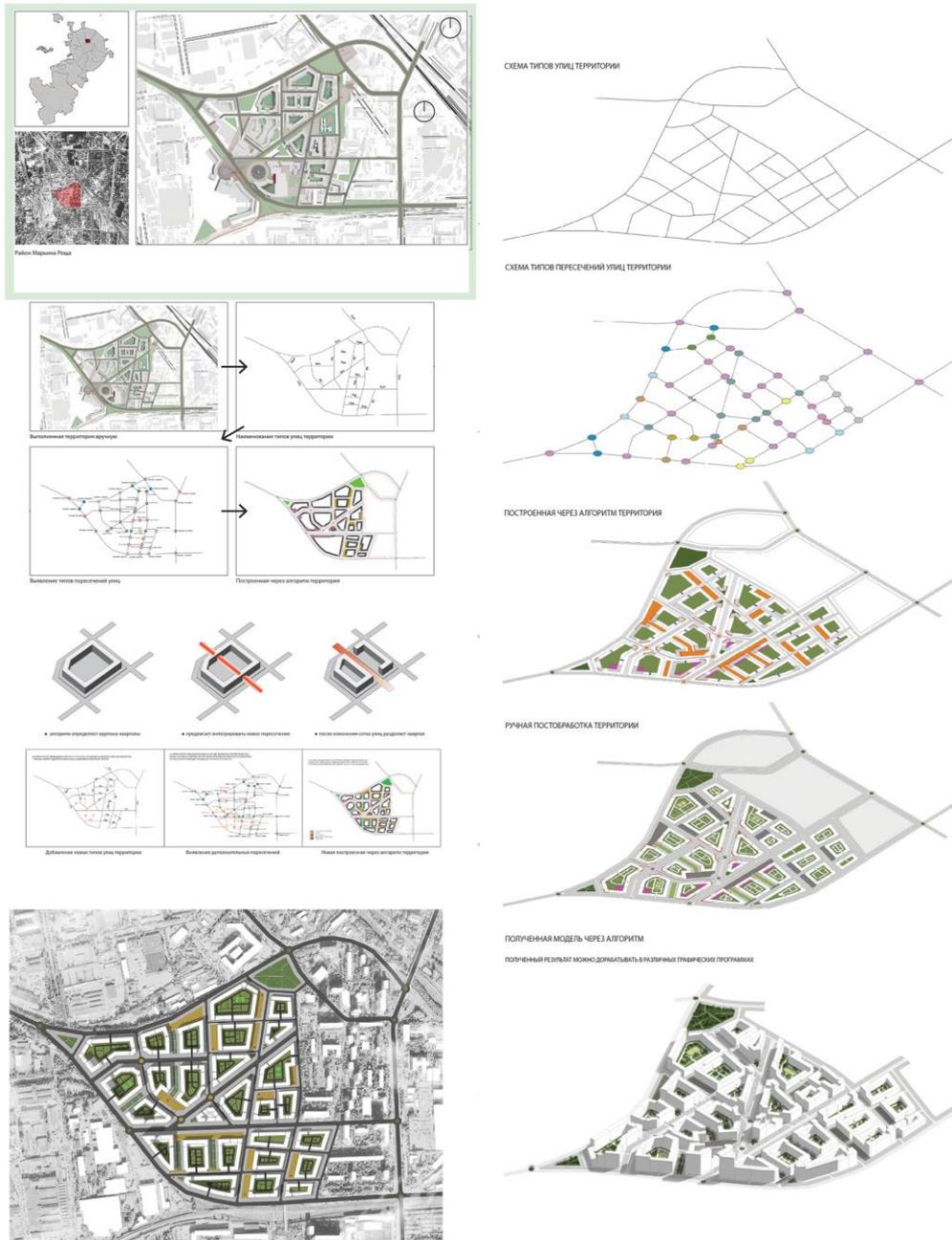


Рис. 4. Примеры традиционных городских пространств (некоторые Архетипы) и их формализованное 3д-изображение с учетом параметров из таблицы-матрицы.

Примеры применения методики в МАРХИ (магистратура, I курс). Примеры

В рамках учебных курсов «Градостроительное проектирование» и «Визуальные модели в градостроительстве» опробован метод с использованием «Таблицы взаимодействий». Для этого были сопоставлены пары объемно-планировочных решений, полученных методом интерпретации планировочной сети УДС по таблице с получением места возникновения и размера общественных пространств на проектной территории и методом «классического интуитивно-художественного проектирования объемного решения застройки», применяемого в МАРХИ, с определением по нему мест для площадей, пешеходных улиц, скверов и аванплощадей исходя из видения и логики автора проектов (рис. 5, 6).

¹⁷ Прототипы подобраны для производных мезо-пространств, полученных на основе сочетаний четырех базовых моделей: *Двор, Сквер, Переулок, Улица*. Полученным моделям были подобраны названия, соответствующие прототипам традиционных городских пространств [16].



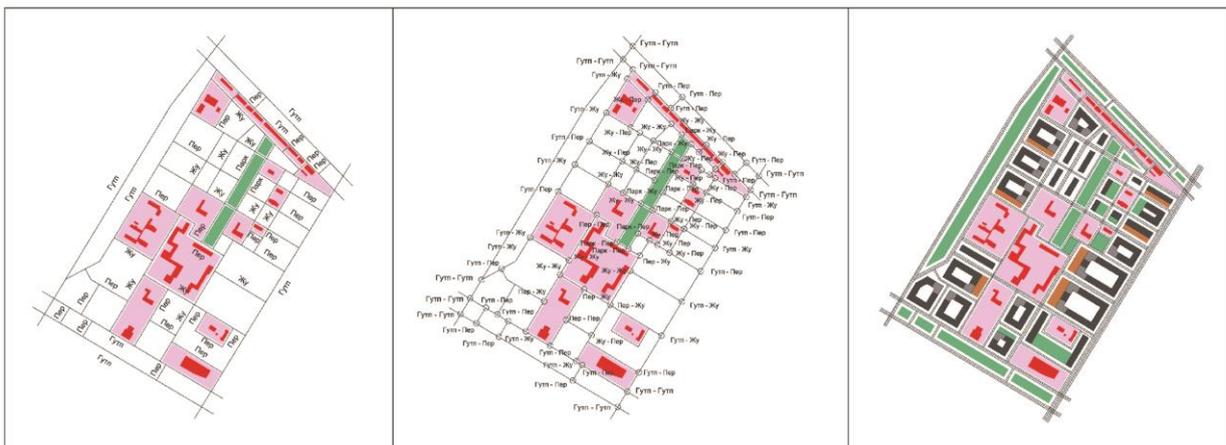
а)

б)

Рис. 5. Сопоставление проектных результатов, полученных «классическим»-интуитивным методом и при применении рационального подхода помощи таблицы-матрицы: а) сравнение результатов объемно-пространственного решения по району Марьино роца в курсовой работе Кузнецовой М., 2017 г. и по методу с применением алгоритма «Таблицы взаимодействий»; б) этапы алгоритма по «Таблице взаимодействий»



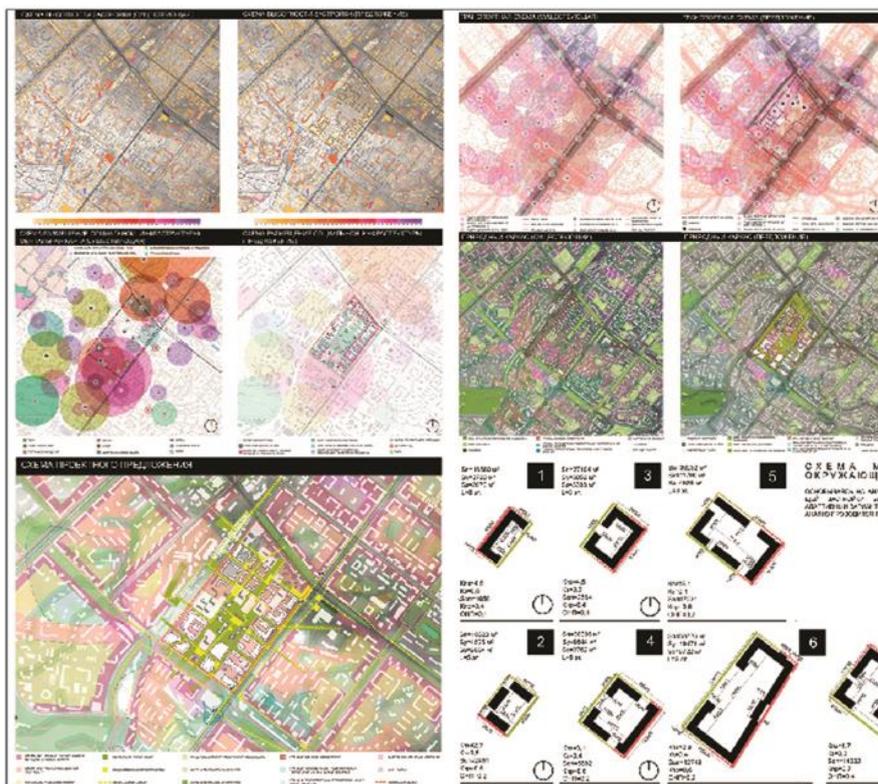
a)



b)



в)



г)

Рис. 6. Сопоставление проектных результатов объемно-пространственного решения по кварталу 20-21 р-на Черемушки: а) план застройки квартала 20-21 р-на Черемушки; б) анализ решения с применением алгоритма «Таблицы взаимодействия»¹⁸; в) схема функционального зонирования в 3D квартала 20-21 р-на Черемушки; г) графический анализ прилегающей территории к кварталу 20-21 р-на Черемушки по «методу

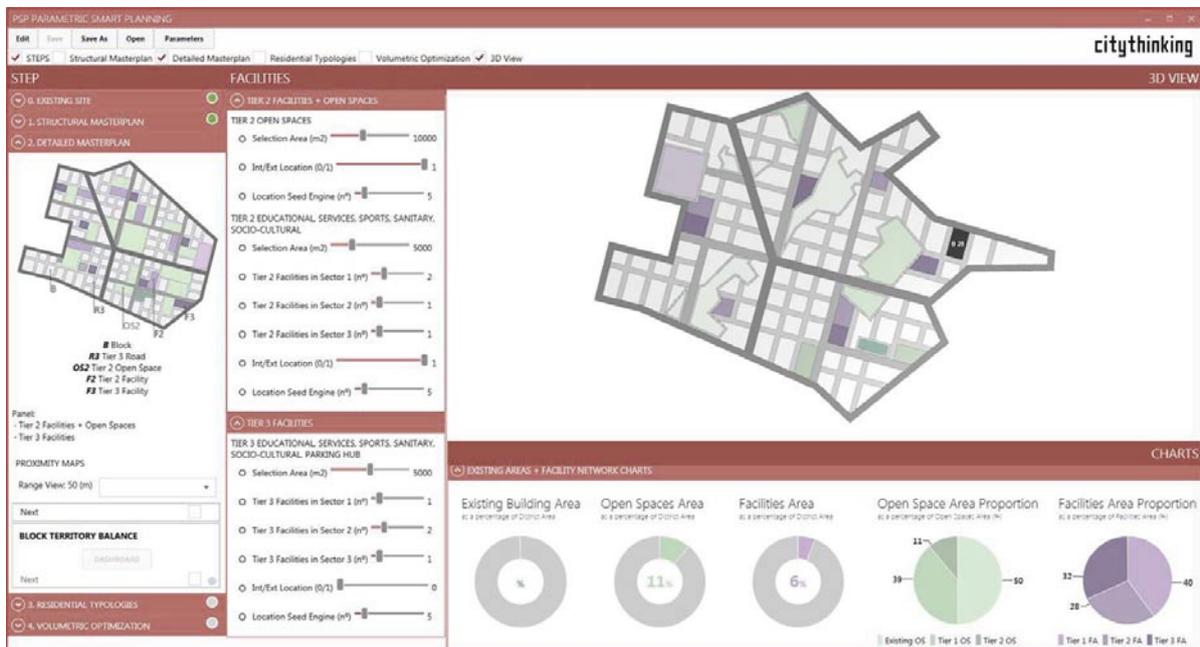
¹⁸ Таблицы-матрицы (рис. 3а).

прототипизации»¹⁹ модулей новой застройки (для чего проведен анализ прилегающих к территории проектирования комфортных «сталинских» среднеэтажных кварталов на предмет соотношения пропорций и разрывов в периметре в зависимости от типа и социального наполнения окружающих улиц) (автор Агейкина А., руководитель Петровская Е.И.)

Сравнительный анализ программ для параметрического проектирования

Изучен опыт создания и применения компьютерного моделирования в мировой градостроительной практике, а так же базовые цели и критерии, заложенные в алгоритмическом инструментарии для параметрического планирования. Проведен сравнительный обзор-анализ существующих программных продуктов, информация о которых доступна, т.к. большинство этих продуктов являются коммерческой тайной компаний, которые их применяют для экспресс-прогнозирования и проектирования. Подобные продукты позволяют проверить экономическую выгоду в рамках установленной (в данной стране или в приоритетах компании) нормативной базы. Вывод: ни в одном из рассмотренных продуктов (в том числе в российских)²⁰ не рассчитываются (и не систематизируются) параметры человеческого масштаба и комфорта.

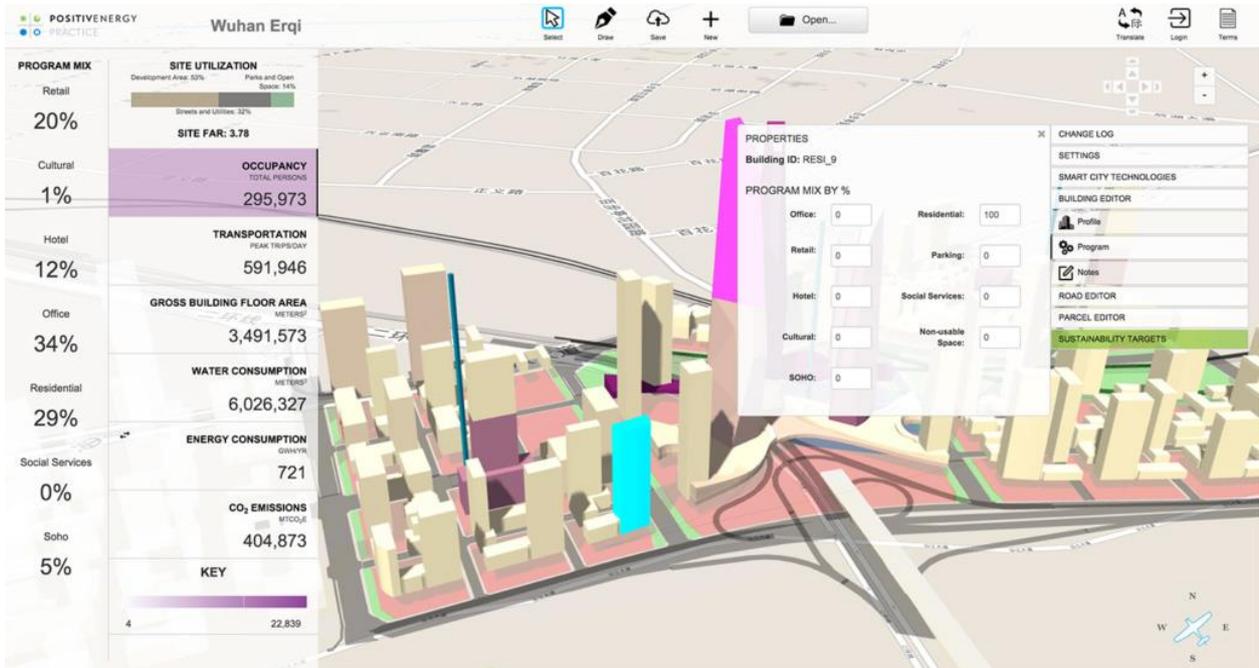
В данном направлении ведутся разработки ПО такими известными компаниями, как Autodesk (связка Infracore, Civil 3d, Revit), ESRI (CityEngine), основное внимание которых направлено на сбор данных о геометрии (рельеф, застройка, УДС) из открытых источников и её визуализацию. Менее известные EDDEA (Parametric Smart Planning), CityFi (Erqi District Master Planning Parametric Model Tool) (рис. 7), которые, в свою очередь, осуществляют сбор данных о планировочных ограничениях, геометрии, функциональных характеристик планировочных зон и т.д.



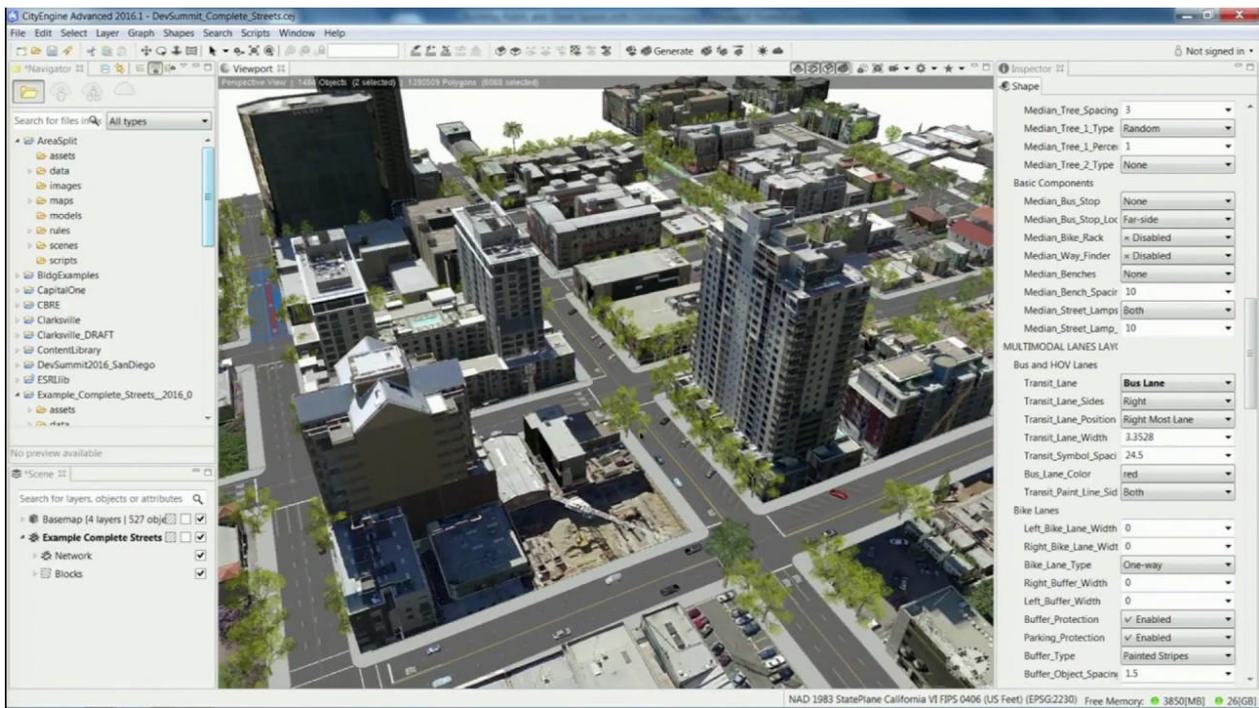
а)

¹⁹ Сформулирован Петровской Е.И. для учебных целей «проектирования и исследования градостроительных объектов» в магистратуре МАРХИ в 2017–18 гг.

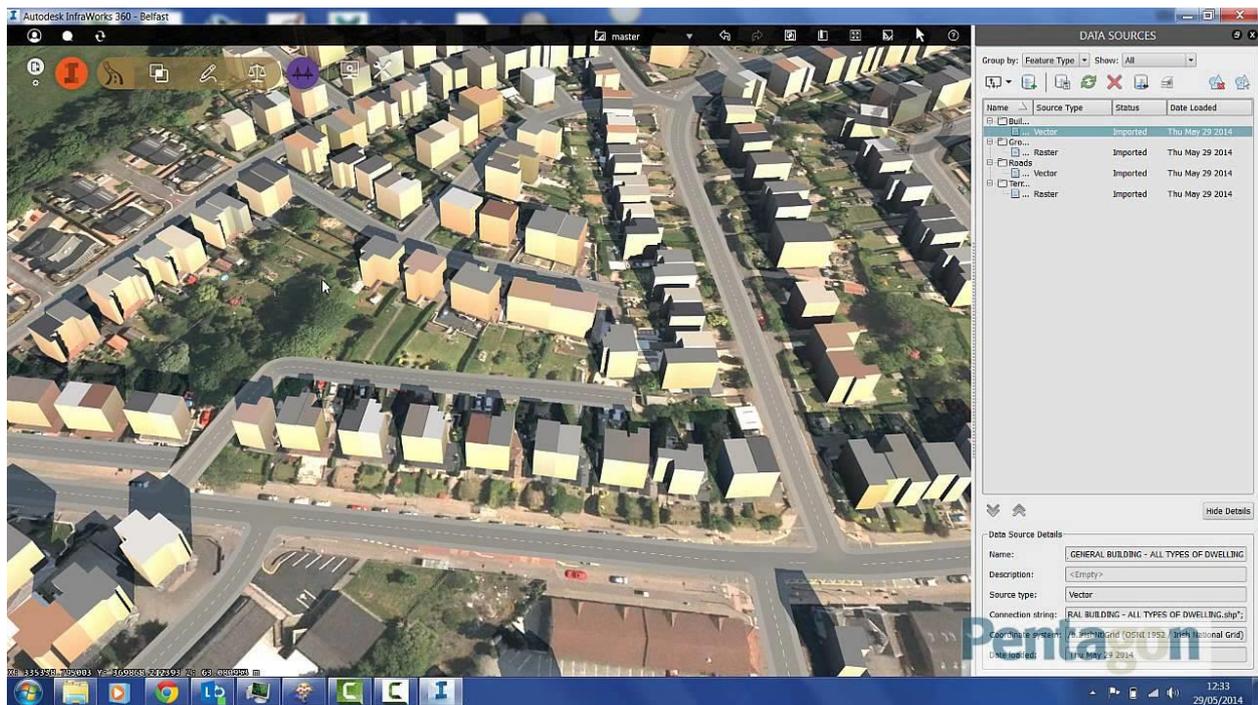
²⁰ Например, программа «Робот» компании «ПИК» на заданном участке отбирает все территории, пригодные к застройке, и выстраивает с максимальной плотностью и без художественного осмысления и социального сценария застройку, выдает квартирографию и сметную стоимость по номенклатуре ДСК, принадлежащих компании. И это является заданием и ТЭП для нового проекта. Источник: <http://novostroyman.ru/blogue/gruppa-pik-vsya-pravda-o-zastrojshike>



b)



B)



г)

Рис. 7. Внешний вид интерфейсов нескольких программных продуктов: а) интерфейс программного продукта Parametric Smart Planning от EDDEA; б) интерфейс CityFi (Erqi District Planning Parametric Model Tool); в) интерфейс CityEngine; г) интерфейс Autodesk Infraworks

Испанское бюро EDDEA занимается, в частности, созданием мастер-планов и проектированием городских районов. В определенный момент, как и у многих других проектных компаний, у этого бюро появился накопленный опыт и исследования, которые нуждаются в систематизации для дальнейшего использования и ускорения проектно-планировочного процесса. Их внутреннее программное обеспечение PSP (Parametric Smart Planning) (рис. 8.) анализирует возможности застройки территории с учетом существующих параметров, собираемых с окружающей территории застройки²¹ и тех, которые хочет получить заказчик. Для этого программа выдает зонирование и диаграммы баланса территории, полученный результат с вычисленными параметрами возможно скорректировать под проектные задачи. А дальше устанавливаются параметры на застройку внутри территории. Пользователь-проектировщик устанавливает простейшую геометрию, которая дает первичное визуальное представление для дальнейшего проектирования творческим коллективом. Этот процесс имеет множественную итерацию вплоть до создания объемно-планировочного решения, удовлетворяющего параметрам баланса территорий. Однако эта программа не учитывает психологическое восприятие человека, и этот пункт поднимается только на последующих этапах создания проекта и реализуется через авторскую интерпретацию данных архитектором.

У американской компании ESRI (Environmental Systems Research Institute) есть продукт под названием CityEngine²². Он использует параметры из открытых данных и вводимые оператором параметры застройки и улично-дорожной сети. И в конечном итоге можно корректировать сетку УДС, а окружающая застройка будет перестраиваться в автоматическом режиме с реалистичными сгенерированными текстурами²³. Никаких

²¹ Источники информации, которые используют создатели продукта PSP, являются коммерческой тайной бюро EDDEA.

²² Первая версия – август 2008 г.

²³ Подобный подход коррелирует с авторским алгоритмом, но не идентичен ему.

параметров, кроме визуальных, получить не удастся. Почти всё, что происходит в этой программе, контролируется пользователем и все ошибки, которые совершил пользователь, не корректируются программой.

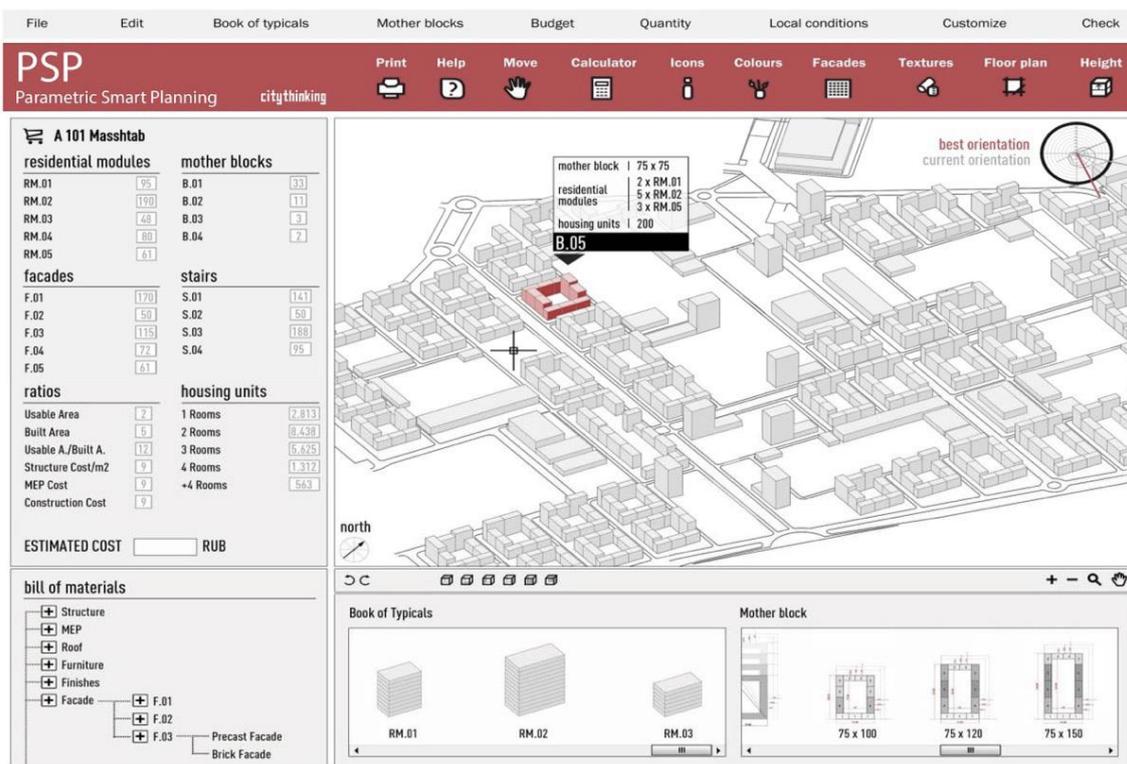


Рис. 8. Интерфейс и геометрия PSP (Parametric Smart Planning)

Как мы видим из приведенных примеров, предложенный авторами алгоритм не является единственной попыткой автоматизировать и параметризовать процесс проектирования городской среды. Есть и другие программные решения. Все они могут применяться для разных целей и не являются копией друг друга.

Авторы постарались учесть аспекты существующих программ и добавить то, чего не хватает в условиях автоматизации процессов, заимствовать сильные стороны существующего программного обеспечения. Работа алгоритма MAPXИ описана ниже.

О проектном эксперименте в MAPXИ

Целью работы команды была разработка одной итерации – программного модуля для программного комплекса по формированию Ф-кода. В данном эксперименте авторы пошли по принципу «Agile»-метода проектирования²⁴. Именно этот метод проектирования

²⁴ Гибкая методология разработки или Agile-метод (от англ. Agile software development) – серия подходов к разработке программного обеспечения, ориентированных на использование итеративной разработки, динамическое формирование требований и обеспечение их реализации в результате постоянного взаимодействия внутри самоорганизующихся рабочих групп, состоящих из специалистов различного профиля. При agile-подходе часто пренебрегают созданием плана («дорожной карты») развития продукта. Пункт для критики и одновременно плюс данного вида программирования в том, что гибкий подход к управлению требованиями подразумевает возможность заказчика неожиданно в конце каждой итерации выставлять новые требования, часто противоречащие структуре уже созданного продукта. Подразумевается, что гибкий программный проект готов к выпуску в конце каждой итерации, по окончании которой команда выполняет переоценку приоритетов разработки.

применяют при работе с большими объемами данных. Этот метод применим для создания «самообучающихся систем» и «контекстных ссылок».

В проектном эксперименте по алгоритмическому программированию в рамках курса «визуальные модели в Градостроительстве» участвовала группа студентов I курса магистратуры кафедры «Градостроительство» под руководством доцента кафедры Градостроительства МАРХИ и при технической поддержке доцента кафедры «УНЦ архитектура и компьютерные технологии» Стаменковича М.З. У данной работы было два этапа или два подхода, отличных по структуре используемого алгоритма.

Первым этапом для группы было построение пространственных моделей различных типов улиц, центричных общественных пространств и типов их пересечений, согласно таблице-матрице (рис. 3а). Программным продуктом для осуществления поставленной цели была выбрана связка Rhino²⁵ с плагином Grasshopper²⁶. В данном этапе участвовали студенты I курса магистратуры Подобулкин А.Г., Печенкин И.А., Белолипецкая А.М., Иродова П.В., Карсаниди М.Д., Крюкова Ю.П., Кузин П.А., Кузнецова М.И., Магаяева Э.Р., Машковский В.В., Мухамедзянова А.И., Николаев Е.Д., Пикулева К.В., Чайка Е.А., Черчесов Х.Т., Чурилов Р.С., Агейкин А.Д., Афанасьева Д.М., Мавленкин А.И., Тимофеева А.С. Каждым были сформированы алгоритмы построения 2–3 вышеуказанных типов, что вошло в *библиотеку типов улиц и их пересечений* (рис. 3).

Целью эксперимента было поставлено написание программного модуля для построения объемно-пространственной модели фрагмента городской ткани с формированием пешеходной пространственно-комфортной, сомасштабной человеку городской среды по заранее созданной сетке-каркасу. За теоретическую основу алгоритма принята авторская матрица–таблица «Местоположений центричных общественных пространств относительно пересечений разных типов линейных пространств» [16, 17, 18, 19]. Эта таблица составлена с учетом эмпирических исследований примеров пешеходно-ориентированных территорий в европейских исторических городах, таких как Рим, Мадрид, Вена. Прага, Барселона, Флоренция и т.д.

Задачей этой практики было освоение плагина Grasshopper на основе программы Rhino⁵, понимание пространственного взаимодействия параметрических показателей улиц, открытых общественных пространств и застройки.

На *втором этапе* несколько студентов группы (Печенкин И.А., Подобулкин А.Г., Мавленкин А.И.) разрабатывали варианты параметрических алгоритмов, позволяющих комбинировать согласно логической иерархии таблицы-матрицы вариации библиотеки типов улиц и их пересечений²⁷ по заранее сформированной сетке в объемы застройки.

Далее по этому списку были составлены все возможные типы пересечений улиц – *каталог типовых пересечений* как база для создания алгоритма. Каждая улица должна была пересекаться по принципу перекрестка или Т-образного перекрестка. Были обозначены главенствующие улицы, поскольку важно было показать на примере Т-образного перекрестка, какая улица в какую должна врезаться. Таким образом было выявлено больше сотни вариаций пересечений. Это важный момент программирования, поскольку программа, основываясь на множестве критериев, должна различать все возможные варианты. Так же это важно для самих программистов, чтобы проверять работу всех действий программы. Критерии пересечений были следующие: тип площади, тип «центричности» площадей, отступы от углов перекрестков, отступы от красных линий, вынос или углубление первых общественных этажей, ширина дома и пр.

²⁵ Rhino 5. Rhino 6 [Электронный ресурс]. -URL: <https://www.rhino-3d.ru/rhino-6/new-in-rhino-6/> (дата обращения: 13.04.2018)

²⁶ Плагин Grasshopper \ \ [Электронный ресурс] .URL : <http://www.grasshopper3d.com/> (дата обращения: 10.11.2017).

²⁷ библиотеки типов улиц и их пересечений создавалась согласно таблице «взаимодействия линейных и центричных городских пространств».

После создания каталога всех возможных пересечений была поставлена задача графически оформить эту информацию, создав схемы в проекции плана всех пересечений, а так же всех типов улиц. Это позволило ускорить процесс, поскольку в схемах проще ориентироваться и прописывать по ним код.

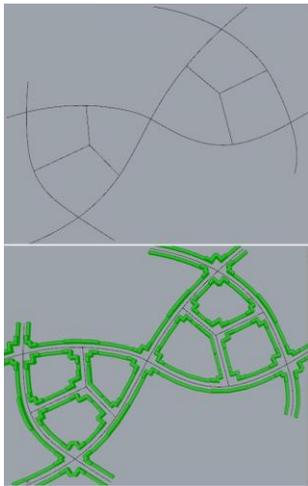
Результатом разработки первой версии алгоритмического построения застройки по сетке стал программный код, позволяющий за счет вводимых данных осей улиц и их пересечений смоделировать объемно-пространственное решение с учетом многих параметров, таких как форма и высота застройки, наличие общественной функции, изменение силуэта по внутренней логике алгоритма, привязки определенного типа общественного городского пространства согласно с его местом в иерархии т.д.

Принцип работы алгоритма состоит в следующем: в качестве вводных данных для формирования алгоритма должна быть построена в линиях *сетка улиц городского фрагмента*, выполненная в программе Rhinoceros 5 или другом графическом редакторе. Линии осей распределяются по слоям в зависимости от типа улиц (Гуп, Пер, Бп) и их точек пересечений (перекрестков), подписанных по принципу (Гу-Бп). На следующем этапе слои вводных данных улиц и пересечений привязываются к одноименным вводным «кнопкам» алгоритма, созданным в плагине Grasshopper 5, работающем в среде программы Rhinoceros 5. Каждому возможному типу улиц и их пересечений был прописан персональный алгоритм, в котором закладываются параметры ширины проезжей части, красных линий, типа площади, парки, скверы, парковочные пространства, габариты застройки и их влияние друг на друга.

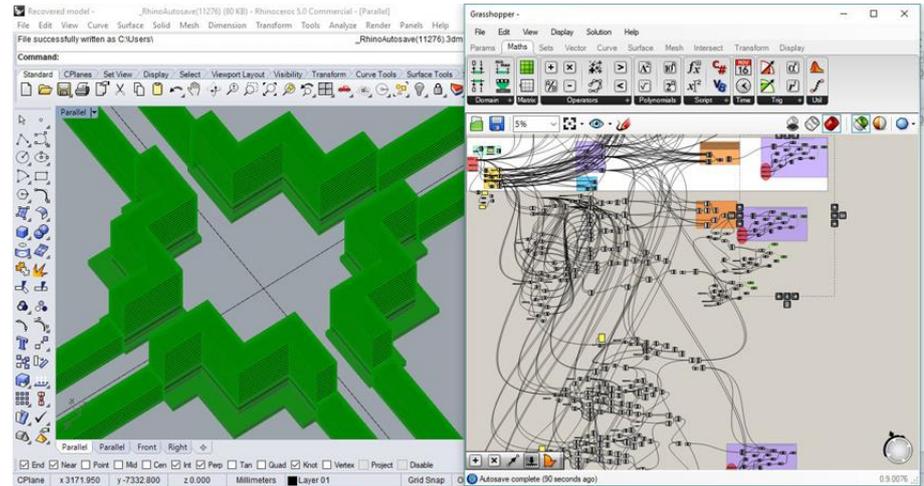
Алгоритм состоит из трех частей: вводная часть, к которой привязывается каркас проектируемого участка; связующий элемент, который обрабатывает данные, выводя результат на графическую сетку; библиотеки всех возможных вероятностей, заложенных в просчет алгоритма.

Алгоритм был выстроен с возможностью подгрузки новых данных пересечений улиц, зависимостей застройки от типа улицы, учета влияния инсоляции и заданной плотности застройки с возможностью в дальнейшем интеграции в программу алгоритмов для определения типа улиц по длине и месту в сетке, просчета парцелляции и т.д. Это позволяет программе обновляться и совершенствоваться по типу Генокода или ДНК [18, 20, 21].

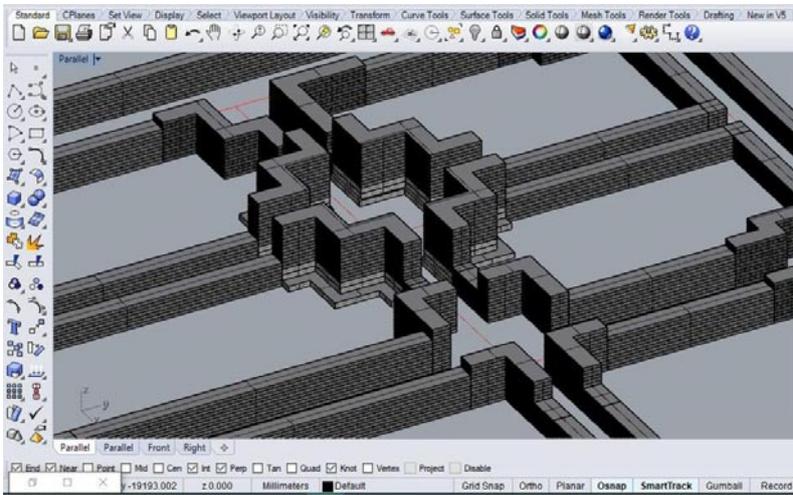
В результате работы был предложен алгоритм, который может из простой геометрии в виде осей улиц создавать застройку, которая могла бы отвечать требованиям комфортной городской среды. Для написания алгоритма использован визуальный редактор программирования Grasshopper, интегрированный в программное обеспечение для трёхмерного моделирования Rhinoceros 3D. Для корректной работы программы требуется сетка осей, которая будет являться основой для городских улиц, а также их ширина и типология УДС. Исходная геометрия может быть сформирована в любой среде типа CAD или непосредственно в среде Rhino. Атрибутика назначается только в программе Rhinoceros (вкладка Properties для объекта). В начале работы для каждой оси прописывается ширина будущей улицы в красных линиях в строке «Name» и выбирается нужная типология улицы из предложенных в поле «Layer» (рис. 9). После того, как пользователь произведет все назначения, алгоритм может быть запущен.



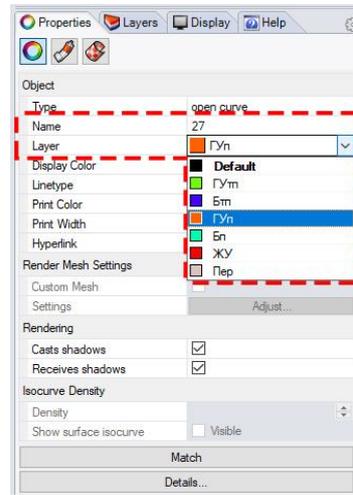
a)



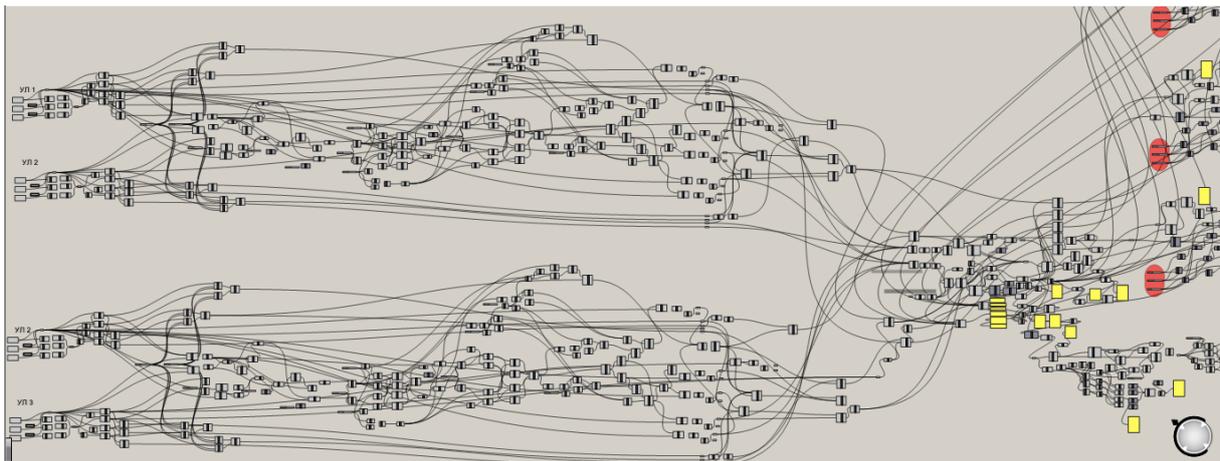
б)



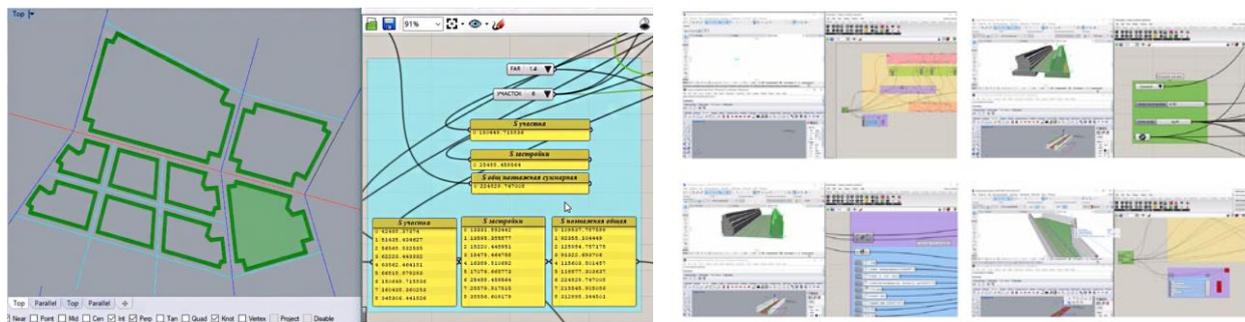
в)



г)



д)



e)

Рис. 9. Поэтапное программирование алгоритма: а) пример работы алгоритма. Интерпретация «сетки» в застройку; б) пример формирования застройки площади по типу пересечения; в) сформированная геометрия застройки; г) присвоение атрибута сетке осей; д) фрагмент сформированного алгоритма в Grasshopper, Rhinoceros 5; е) работа программы по уплотнению застройки и по проверке плотности (анализ квартала и применении «диаграммы Вороного»). Подробнее в [видео 1](#) и [видео 2](#)

Благодаря многократным геометрическим преобразованиям можно получить застройку, высота которой зависит непосредственно от расстояния между красными линиями улиц. На пересечении их осей формируются площади и общественные пространства, форма и размер которых зависит от типа пересекаемых улиц. Самой сложной частью алгоритма является обработка геометрии застройки на площадях, которая зависит от ширины общественных пространств и угла, под которым пересекаются улицы (рис. 9).

В итоге пользователю остается выделить в алгоритме (в окне редактора Grasshopper) преобразованную геометрию, проанализировать полученный результат и, в случае необходимости, внести корректировки в исходную сетку осей. При внесении изменений алгоритм автоматически перезапускается, и пользователь сразу видит изменения в модели. Следующим шагом эта застройка может быть выведена из редактора Grasshopper в программу Rhinoceros, тем самым сформированная геометрия может быть более детально отредактирована, либо переведена в другое программное обеспечение для дальнейшей работы.

Следующим этапом разработки алгоритма стало внедрение возможности анализа цифровых данных, в первую очередь – параметров площади и плотности жилой застройки. Для этого пользователю потребуется выделить интересующий его участок застройки на сетке осей с уже присвоенной атрибутикой. После этого, получившийся контур заносится в алгоритм. Программа подсчитает и проанализирует сложившиеся кварталы на заданной территории и выдаст данные по каждому из них. Алгоритм подсчитывает площадь каждого квартала, площадь застройки, а также общую поэтажную площадь (рис. 9). Пользователь может оценить полученные данные по каждому кварталу и, в случае необходимости, внести корректировки в сетку осей улиц.

Далее следует оценка каждого квартала по параметру плотности, а именно – коэффициента FAR (Floor Area Ratio), который является отношением общей поэтажной площади застройки на рассматриваемой территории к площади участка. Пользователь может сам устанавливать значение для этого коэффициента, которое может меняться в зависимости от ситуации. Алгоритм анализирует кварталы на соответствие заданному коэффициенту и автоматически подсвечивает те участки застройки, которые не соответствуют заданным параметрам. В данном случае в этих местах значение FAR меньше заданного, что свидетельствует о низкой плотности застройки в квартале.

На следующем этапе пользователь может сам отредактировать «проблемные» кварталы, чтобы они соответствовали установленным значениям, либо доверить эту работу

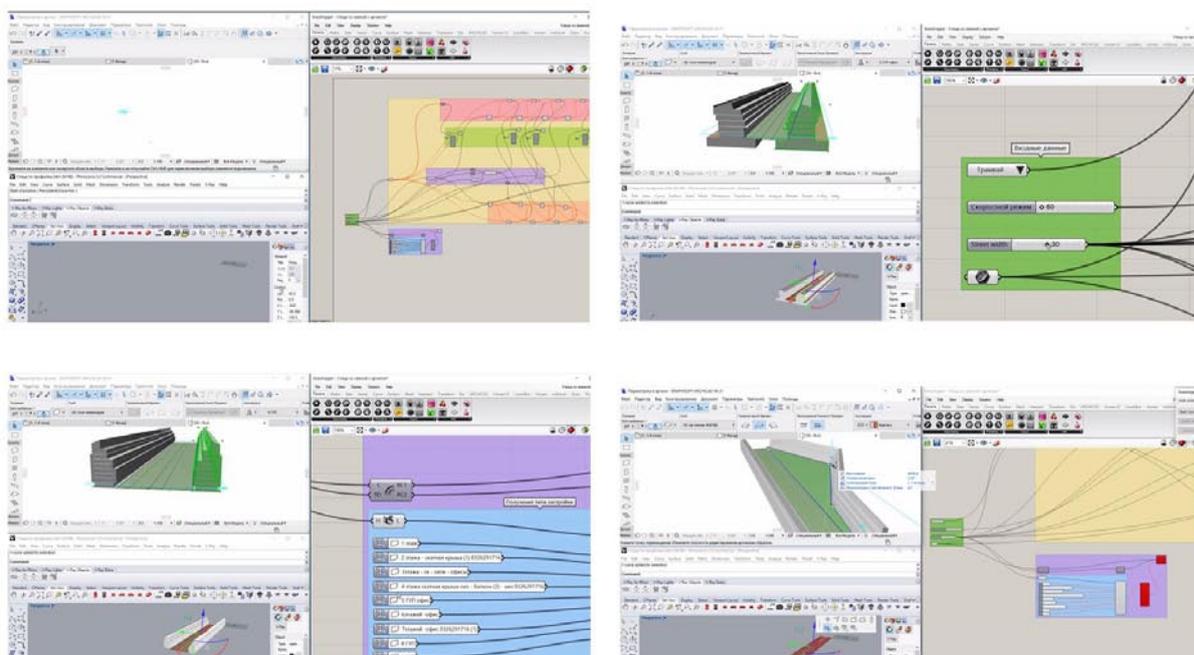
алгоритму. В этом случае программа поделит эти участки с помощью новой сетки, которая формируется по принципу диаграммы Вороного (рис. 9). Далее полученные оси могут быть выведены из алгоритма и отредактированы в соответствии с требованиями пользователя. После этого новая сетка вводится обратно в программу, где она уже преобразуется в новые переулочки с застройкой, тем самым повышая значения плотности в данных кварталах.

Детализация объёмно-пространственной модели на примере связки алгоритма со средой ArchiCAD

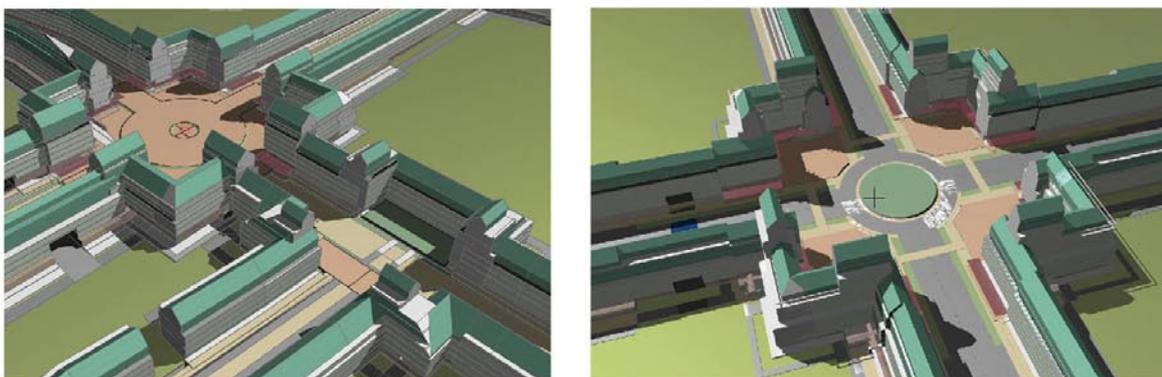
Получив геометрию в среде Rhinoceros, сформированную с помощью плагина Grasshopper, алгоритм выдаёт данные, описанные выше, но визуально представленные лишь как числа и простые геометрические тела, что является нехваткой вводных для составления задания на дальнейшее проектирование. Такая проблема частично присутствует в программе PSP (Parametric Smart Planning) от испанского бюро EDDEA (рис 5). Так как это – инструментарий, а не программное решение, которое не даёт единственно верного ответа, а лишь делает математическую модель, основанную на реальных данных, то окончательный выбор делает человек [4].

Авторы данного алгоритма учли этот фактор, опираясь на решение от ESRI CityEngine, и предусмотрели «очеловечивание» для дальнейшего проектирования. Для этого используются красные линии застройки и оси улиц. Происходит это следующим образом (рис. 2). У пользователя одновременно открыты три программных продукта – Archicad, Rhinoceros и Grasshopper:

1. ArchiCAD. Файл, в котором вычерчены поперечные профили разной застройки с высотами, присущими конкретным типам улиц с определёнными ширинами.
2. Rhinoceros. Файл, в котором есть геометрия границ квартальной застройки и осей улиц.
3. Grasshopper. Алгоритм считывания высот секций и распределения их для выявления необходимого профиля, а также алгоритм для построения профиля улицы.



a)



б)

Рис. 10. Взаимодействие программных продуктов Rhinoceros 3D и Archicad: а) этапы перевода 3D-объема в среду Archicad для дальнейшей проработки архитектором (программирование этого модуля выполнялось Мавленкиным А.); б) прогнозируемые результаты работы алгоритма с постобработкой архитектором в Archicad. Из объемного решения видно габариты, пропорции пространства площади, этажность, фасадные акценты и ярусность застройки, особенно важные для пространственных ощущений пользователей городской средой, а так же выделены общественные этажи и их распространение от площади на пешеходное расстояние (базовые модели всех 16 типов площадей выполнены в 3D Петровской Е.И.)

Выводы и перспективы развития

Главной чертой разработанного алгоритма (итерации) является способность к постоянному совершенствованию: он может неоднократно усложняться, в него возможно интегрировать новые функции, а также внедрять дополнительные условия, которые будут учитываться при формировании застройки, в том числе экологические, социально-экономические, административные и технические [20]. Ни в одном из рассмотренных выше программных продуктов не учитывается такой параметр, как «пешеходная комфортность», и не формируются структуры общественных пространств на стадии эскизного проектирования или оценки потенциала территории, но при написании нашего модуля именно этот параметр был взят за основу формирования структуры квартальной застройки. Через создание дополнительных структур данных, таких как наш модуль, внутри ГИС-приложений и самих приложений и скриптов по формированию Ф-кода для выбранной территории возможен всесторонний учет ее ресурсов, и параметров комфортности, традиций, свойственных именно этой территории. Ф-код, отображаемый через 3D-модель с возможностью «выгрузки» и импорта в привычные для архитектора графические редакторы (например – Archicad) – это ТЗ на дальнейшие планировочные и проектные действия с отдельным объектом или комплексом застройки в целом.

Литература

1. Rob Krier. Town spaces. – Basel, Berlin, Boston: Birkhauser, 2006. – 288 s.
2. Thadani Dhiru A. The Language of Towns and Cities. – NY: "Rizzoli (RCS Media Group)", 2010. – 781 s.
3. Эренфрид А. 15 вопросов архитектору параметрических городов. Интервью // SPEECH: archspeech [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archspeech.com/article/uzhe-nedostatochno-predlozhit-prosto-horoshuyu-kvartiru-15-voprosov-arhitektoru-parametricheskih-gorodov> (дата обращения 30.11.17)

4. Архитектурная среда как объект зрительного восприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studopedia.info/6-8863.html> (дата обращения: 03.04.2017).
5. Влияние моделей данных стандарта CIM на ГИС-моделирование сетевых энергетических предприятий. – 2012. – 2(61) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esricis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=7433&SECTION_ID=251 (дата обращения: 22.04.2018).
6. ГИС для энергетики. – 2014. – 3(70) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esricis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=18692&SECTION_ID=1064
7. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Европа-2008. – 217 с.
8. Градостроительная доктрина Российской Федерации. Коллектив авторов, руководитель Г.В. Есаулов. – М.: Экон-информ, 2014. – С. 30.
9. Градостроительный кодекс Российской Федерации. 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017). Статья 2. Основные принципы законодательства о градостроительной деятельности.
10. Греф Г. Синтетическая жизнь. О жизни завтра. Публичная лекция. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://youtu.be/mcs_GFqthhs (дата обращения: 18.03.2018).
11. Гутнов А.Э. Города и люди. – М.: МП Ладыя, 1993. – С 190.
12. Зитте К. Художественные основы градостроительства / пер. с нем. Крастиньша Я. – М.: Строиздат, 1993. – С 225.
13. Колонтай А.Н. Прага идеальный город. Публичная лекция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=l1m-DM8igJQ> (дата обращения: 13.04.2018).
14. Колонтай А.Н. На пути к идеальному городу. Вена. Публичная лекция в ВШУ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=NcaOKQ5R_MA (дата обращения: 13.04.2018).
15. Крашенинников А.В. Градостроительное развитие и городская среда: учеб. пособие. – М., 2017. – 169 с.
16. Крашенинников А.В. Когнитивные модели в градостроительном проектировании. – М.: МАРХИ, 2017. – 29 с.
17. Петровская Е.И. Комфортность и антропоморфность в формировании пешеходных зон города / Е.И. Петровская, М.В. Лазарева // Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции. Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. – North Charleston, SC, USA29406, 2016. – С. 1-11.
18. Петровская Е.И. О методе кодирования пешеходно-комфортной городской среды и сочетании центричных и линейных городских пространств // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: тезисы докладов. – Т. 1. – М.: Архитектура-С., 2017. – С. 305-307.
19. Петровская Е.И. О проектном эксперименте по алгоритмическому программированию в рамках курса «Визуальные модели в Градостроительстве» / Е.И. Петровская, А. Подобулкин, А. Мавленкин, И. Печенкин // Наука, образование и

экспериментальное проектирование в МАРХИ: тезисы докладов. – М.: Архитектура-С., 2017. – С. 307-309.

20. Петровская Е.И. Градостроительный регламент, средовые коды и критерии качества городского пространства // *Architecture and Modern Information Technologies*. –2017 – №2. –268- 283-[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/21_petrovskaya/index.php
21. Петровская Е.И. Критерии качества общественного городского пространства и их применение при формировании мультимедиа пространств // *Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Материалы международной научно-практической конференции 3–7 апреля 2017 г.* – М.: Архитектура-С, 2017. – С. 288.
22. Петровская Е.И. Пространственный анализ и выявления территорий перспективного развития (на примере дипломного проектирования в МАРХИ 2015-2016) // *Архитектура и Строительство России*. – 2016. – №4. – С. 62-73.
23. Петровская Е.И. Принципы кодирования городской среды / Е.И. Петровская, Я.Е. Погуца, Н.А. Новикова // *Архитектура и Строительство России*. – 2018. – №2(226). – С. 100-111.
24. Приложения №1 к распоряжению правительства Москвы «Об утверждении сводного стандарта благоустройства улиц Москвы» от 04.08.2016г. №387-РП. – С. 21-134 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/mka/documents/normativnye-pravovye-akty-g-moskvy/view/144531220>
25. Саваренская Т.Ф. История градостроительного искусства: учебник для вузов. В двух томах. – 1 том и 2 том. – М.: Стройиздат, 1979. – 496с. – 412с.
26. Тадани Д. В плохом сценарии мы будем жить как в фильме. Интервью // *SPEECH: archspeech* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archspeech.com/article/diru-tadani-v-plohom-scenarii-my-budem-zhit-kak-v-fil-me-beshenyi-maks>
27. Щенков А.С. Основы реконструкции исторических городов: учеб. пособие. – М.: МАРХИ, 2008. – 154 с.
28. Юнг К.Г. Архетип и символ. Перевод В.В. Зеленский. – М.: Ренессанс, 1991. – 304 с.

References

1. Rob Krier. *Town spaces*. Basel. Berlin. Boston. Birkhauser, 2006, 288 p.
2. Thadani Dhuru A. *The Language of Towns and Cities*. NY10010. Rizzoli (RCS Media Group), 2010, 781 p.
3. Ehrenfried Anna-Sofia. *15 voprosov arhitektoru parametriceskih gorodov* [15 questions to the architect of parametric cities. Interview. Internet publication about architecture, urban planning and design. SPEECH: archspeech]. Available at: <https://archspeech.com/article/uzhe-nedostatochno-predlozhit-prosto-horoshuyu-kvartiru-15-voprosov-arhitektoru-parametriceskih-gorodov>
4. *Arhitekturnaya sreda kak obekt zritel'nogo vospriyatiya* [The architectural environment as an object of visual perception.2017]. Available at: <http://studopedia.info/6-8862.html>, <http://studopedia.info/6-8863.html> mmm

5. *Vliyanie modeley danih standart CIM na GIS-modejrovayie setevich energeticheskikh predpreyatiy* [The impact of CIM data models on GIS modeling of grid energy enterprises]. Available at: https://www.esricis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=7433&SECTION_ID=251
6. *GIS dlya energetiki* [GIS for energy]. 2014, 3(70). Available at: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=18692&SECTION_ID=1064
7. Glazychev V.L. *Urbanistika*. [Urban Studies]. Moscow, 2008, 217 p.
8. Esaulov G.V. *Gradostroitel'naya doktrina Rossiyskoy Federacii* [Town-planning doctrine of the Russian Federation. The basic principles of the legislation on town-planning]. Moscow, 2014, 30 p.
9. *Gradostroitel'nei kodex RF* [The town-planning code of the Russian Federation. 29.12.2004 [N of 190-FZ. Article 2]. Moscow, 2014.
10. Gref G. *Public lecture – Sinteticheskaya szizn. O szizni zabtra* [Synthetic life. About life tomorrow]. Available at: https://youtu.be/mcs_GFqthhs
11. Gutnov A.E. *Goroda i ludi* [Cities and people]. Moscow, 1993, 190 p.
12. Camillo Zitte. *Chudozestvennie osnovi gradostroitel'stva* [Artistic foundations of urban planning]. Moscow, Stroiizdat, 1993, 225 p.
13. Kolontai A.N. *Praga idealnei gorod* [Prague is an ideal city]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=l1m-DM8iqJQ>
14. Kollontai A.N. *public lecture at the HSE. - Na puti k idealnomu gorodu* [On the way to the perfect city. Vienna from 20 Jul. 2016]. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=NcaOKQ5R_MA_mmm
15. Krasheninnikov A.V. *Gradostroitel'noe razvitie i gorodskaya sreda* [Urban development and urban environment. Studies'. Benefit]. Moscow, 2017, 169 p.
16. Krasheninnikov A.V. *Cognitivnie modeli v gradostroitel'nom proektirovanii* [COGNITIVE MODELS IN URBAN DESIGN -rights concerning]. Moscow, 2014, 29 p.
17. Petrovskaya E.I., Lazareva M.V. *Comfortnost i antropomorphnost pri formirovani peshehodnih zon goroda* [Comfort and anthropomorphism in the formation of pedestrian zones of the city .Proceedings of the VIII international scientific-practical conference. Actual directions of fundamental and applied research]. North Charleston, SC, USA29406, 2016, p. 1-11.
18. Petrovskaya E.I. *O metode codirovaniya peshehodno-comfortnoi gorodskoy sredi i sochetanie centrchnih b lineynyh gorodskih prostranstv* [About the Method of Encoding a Pedestrian-Friendly Environment and a Combination of Centric and Linear Urban Spaces. Science, education and experimental design at the Moscow architectural Institute]. Moscow, 2017, pp. 305-307.
19. Petrovskaya E.I., Podobuce A., Maslenkin A., Pechenkin I. *O proektnom jeksperimente po algoritmicheskomu programmirovaniyu v ramkah kursa «Vizual'nye modeli v Gradostroitel'stve»* [A Design Experiment in Algorithmic Programming Within the Framework of the Course "Visual Models in Urban Planning". Science, education and experimental design at the Moscow architectural Institute]. Moscow, 2017, pp. 307-309.

20. Petrovskaya E.I. Town Planning Regulations, Environmental Codes and Criteria for the Quality of Urban Space. Available at: http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2017/2kvart17/21_petrovskaya/index.php
21. Petrovskaya E.I. *Kriterie kachestva obschestvennogo gorodskogo prostranstva I ih primeneniye pri formirovanii multimedia prostranstva* [Quality criteria of public urban space and their application in the formation of multimedia space. Science, education and experimental design at the Moscow architectural Institute]. Moscow, 2017, pp. 288.
22. Petrovskaya E.I. *Prostranstvennyy analiz I vliyavlenie territoriy perspektivnogo rasvitiya* [Spatial analysis and identification of territories of perspective development (on the example of diploma design in MARHI 2015-2016). Magazine Architecture and Construction of Russia]. 2016, no. 4, pp. 62-73.
23. Petrovskaya E.I., Pogutsa Ya.E., Novikova N.A. *Principy kodirovaniya gorodskoy sredy* [Principles of encoding the urban environment. Magazine Architecture and Construction of Russia]. 2018, no. 2.
24. *Prilozheniya №1 k rasporyazheniyu pravitel'stva Moskvy «Ob utverzhdenii svodnogo standarta blagoustrojstva ulic Moskvy» ot 04.08.2016g. №387-RP* [Appendices No. 1 to the order of the Government of Moscow "On approval of the consolidated standard for the improvement of Moscow streets" of August 4, 2016. №387-ПП. - P. 21-134]. Available at: <https://www.mos.ru/mka/documents/normativnye-pravovye-akty-g-moskvy/view/144531220>; <http://docs.cntd.ru/document/441801314>
25. Savarenskaya. T.F. *Istoriya gradostroitel'nogo iskusstva* [History of town-planning art. volume 1, volume 2. Textbook for high schools]. Moscow, 1984, 496 p., 412 p.
26. Tadani D. *V plohom scenarii mi budem zhit kak v filme* [In the worst case scenario we will live in the film. Interview. Internet publication about architecture, urban planning and design "SPEECH: archspeech"]. Available at: <https://archspeech.com/article/diru-tadani-v-plohom-scenarii-my-budem-zhit-kak-v-fil-me-beshenyy-maks>
27. Schenkov A.S. *Osnovi rekonstruktsii istoricheskikh gorodov* [Fundamentals of reconstruction of historical cities]. Moscow, 2008, 154 p.
28. Jung K. G. *Archetype isymbol* [Archetype and symbol]. Moscow, 1991, 304 p.

ОБ АВТОРАХ

Петровская Елена Игоревна

Доцент кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: e.petrovskaya@mail.ru

Подобулкин Антон Геннадьевич

Магистрант кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: antonpodobulkin@gmail.com

Печёнкин Иван Александрович

Магистрант кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: pechenkin.van@gmail.com

Мавлѐнкин Александр Игоревич

Магистрант кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: ms_pros@bk.ru

ABOUT THE AUTHORS

Petrovskaya Elena

Assistant Professor, Chair «Urban Planning», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: e.petrovskaya@mail.ru

Podobulkin Anton

Graduate Student, Chair «Urban Planning», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: antonpodobulkin@gmail.com

Pechenkin Ivan

Graduate Student, Chair «Urban Planning», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: pechenkin.van@gmail.com

Mavlenkin Alexander

Graduate Student, Chair «Urban Planning», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: ms_pros@bk.ru