

**Цифровая параметрическая градостроительная документация****© Н.В. Грязнова¹, А.Э. Сайтибрагимов²**¹ООО «Брусника», г. Екатеринбург, Россия²Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

Резюме: В настоящее время актуальными становятся исследования в области цифровых технологий в условиях открытой взаимосвязи с окружающей социальной средой. Цель исследования – анализ потенциала создания и развития параметрической онлайн-модели градостроительной документации, в которую включены генеральный план города, правила землепользования и застройки, планировка территории с возможностью генерировать результат влияния новой застройки на жизнь в городе и структуру городской среды. Методом исследования стал анализ основных приемов внедрения новых технологий в сфере градостроительства и урбанистике, что позволило получить обширные аналитические данные относительно использования территории и основных технико-экономических показателей застройки. Дана оценка существующим материалам в сфере информационного моделирования городов и возможности внедрения инноваций в городском планировании. Определена основная проблематика существующих программ и документов, регулирующих отношения застройщиков и людей, участвующих в жизни города и создающих городскую среду. В исследовании продемонстрировано создание платформы для регулирования застройки, а также работа связанных алгоритмов, которые с помощью параметров, заложенных в онлайн-модель, смогут прогнозировать варианты исходов формирования города с точки зрения градостроительной документации. Актуальность параметрической онлайн-модели градостроительной документации состоит в ее универсальности. Прозрачность всех процессов, связанных с формированием городской среды, создаст новый базис для проектировщиков, управляющих структур и города в целом.

Ключевые слова: цифровая параметрическая градостроительная документация, параметры влияния на окружающую среду, прозрачность, параметрическая онлайн-модель градостроительной документации, онлайн-генплан, онлайн-платформа генплана, Зимний университет

Для цитирования: Грязнова Н.В., Сайтибрагимов А.Э. Цифровая параметрическая градостроительная документация. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 2. С. 330–341. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-2-330-341>

Digital parametric urban planning documentation**Nadezhda V. Griaznova, Amza E. Saytibragimov**

Company LLC “Brusnika”, Ekaterinburg, Russia

Academy of Construction and Architecture of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”, Simferopol, Russia

Abstract: Research in the field of digital technologies in the context of an open relationship with the enveloping society has attracted significant attention. An exploratory study into creating and developing a parametric online model of urban planning documentation is presented. It includes a general urban plan, rules for land use and development, area planning with the possibility to assess the impact of new site development on life in the city and the structure of the urban environment. The research technique included an analysis of the existing methods for introducing new technologies to urban planning and urban studies, which allowed extensive analytical data on the use of the territory and the major technical and economic performance of site development to be obtained. An assessment of existing materials in the city information modelling and the possibility of introducing innovations in urban planning is addressed. We determined the major problems of existing programmes and documents regulating relations between developers and people participating in the city life and creating the urban environment.

The research findings include the theory of establishing a platform to regulate the development and related algorithms that utilise parameters embedded in the online model to forecast alternative organisation of a city in terms of urban planning documentation. The relevance of the parametric online model for urban planning documentation lies in its versatility. The transparency of all processes related to establishing an urban environment will provide a new background for designers, management structures and the city as a whole.

Keywords: digital parametric urban planning documentation, parameters of environmental impact, transparency, online parametric model of urban planning documentation, online master plan, online master plan platform, Winter University

For citation: Griaznova NV, Saytibragimov AE. Digital parametric urban planning documentation. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(2):330–341. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-2-330-341>

Введение

Новейшие тренды в области моделирования, такие как BIM-моделирование, параметризация зданий, геоинформационная система городов, создают целую сферу цифровых городов, что дает повод задуматься не только о прогнозировании градостроительных решений, но и параметрах функционального и рационального подходов к этим решениям [1, 2]. Однако российские города не пользуются всеми возможностями цифровизации, дающими системное понимание городской среды. По мнению автора, в ближайшем будущем необходимо оптимизировать градостроительную документацию, упростив ее и предоставив возможность пользоваться ею любому человеку, обеспечить достаточную прозрачность всех решений, принимаемых относительно города. Решением такой задачи может стать параметрическая онлайн-модель градостроительной документации (в дальнейшем, условно – «онлайн-генплан», онлайн-платформа генплана). Необходимо также обозначить, что уникальность такой платформы будет состоять в ее универсальности, простоте и понятной форме.

Целью данного исследования является анализ потенциала создания и развития *параметрической онлайн-модели градостроительной документации*, включающей генеральный план города, правила землепользования и застройки, планировку территории с возможностью генерировать исходы влияния новой застройки на жизнь в городе и структуру городской среды. Такая онлайн-платформа генплана предполагает открытый, прозрачный формат согласования проектов девелоперов с городской властью. Параметрическая онлайн-модель градостроительной документации также будет включать

в себя прописанные алгоритмы для голосования жителей и учитывать их непосредственную роль в развитии инфраструктуры, давать возможность нового формата соучастного проектирования. Наконец, онлайн-платформа генплана позволяет избавиться от необходимости переделывать и обновлять градостроительную документацию каждые 10 лет. Этот цифровой «генплан» генерируется сам и формируется в течение времени, в режиме онлайн.

Материал и методы исследования

Перед описанием методологии работы данной платформы необходимо было исследовать и проанализировать существующие генераторы городской среды, которые не являются новаторством в современном мире технологий. Часть из них была описана в кратком обзоре Евгения Шириняна «Генераторы застройки и большой бизнес» [3]. Рассмотрим подробнее те, на основе которых существование исследуемой платформы возможно:

– *Spacemaker* – это генератор ограниченной площади застройки, в котором обрабатывается информация о технико-экономических показателях и параметрах инсоляции;

– *PRiSM* – первая и единственная платформа с открытым доступом в современном мире. В ней можно выбрать участок и получить все аналитические данные, на основе которых можно загружать свою типологию застройки и затем редактировать ее. Эта платформа может оказаться одним из базисов для дальнейшего развития теории создания параметрической онлайн-модели градостроительной документации, так как ею можно пользоваться прямо через браузер. Однако у нее есть существенные недостатки: во-первых, данная модель ориентирована на определенную локацию без активного влияния окружающих субъектов; во-вторых, в ней недостаточно внимания уделено

генерации вариантов застройки и аналитике ее параметров;

– *MicroStation* – интересная для изучения программа, которая обеспечивает автоматизацию проектной документации: использование комплексных моделей *BIM* на основе данных для автоматизации создания и совместного использования результатов проекта (рисование листов, графиков, моделей, визуализации и т.д.). В программе простое интегрирование информации о контексте, включая сетки реальности, изображения, облака точек, данные геоинформационных систем¹ (ГИС), *Revit*², файлы *DWG* и внешние источники данных, такие как карты. Также применяется параметрическое моделирование для усовершенствованного проектного моделирования с эффективным использованием ограничений;

– *CityEngine* – самая привлекательная для автора программа, потому что в ней применяются потенциально важные подходы к моделированию городской среды. Основная концепция *CityEngine* – это алгоритмизированный подход к эффективному моделированию. Компьютеру дается основанная на коде задача, которая представляет собой ряд команд – в данном случае эти команды связаны с геометрическим моделированием – которые затем обрабатываются и выполняются. Вместо ручного моделирования 3D-геометрии задача описывается «абстрактно» в файле правил и алгоритмов. Также схемы города предоставляют пользователю инструмент для создания уличных сетей, которые автоматически обновляются в режиме реального времени. Улицы, тротуары и целые кварталы, которые формируют конкретный городской контекст, эффективно адаптируются к вводу пользователя, использующего понятный способ создания интерактивных моделей целых городов. И, конечно же, вся геометрия, зависящая от интерактивной модели города, также обновляется автоматически. Можно наблюдать, как застройка перестраивается, пока идет редактирование ширины окружающих улиц. Однако недостатком такой платформы является влияние изменения улиц на назначение участка, границы застройки и красные линии. Остается нерешенным вопрос, как будет прогнозироваться улица в профиле в следующем квартале застройки;

– *MosMap Integrator* – геоинформационная система, которая подразумевает дальнейшую интеграцию карт в любое программное обеспечение, однако это программа больше рассчитана на людей, обладающих навыками программирования.

Проанализировав все достоинства, необходимо объяснить и недостатки таких программ, обосновать необходимость их усовершенствования и доработки.

Во-первых, возможность их использования ограничена некоторыми рамками. Только узкие специалисты совместно с девелоперами смогут оценить всю пользу таких генераторов. Даже на сайте <http://mosmap.ru/> уточняют, что ГИС *MosMap-Integrator* предназначен для специализированных фирм-разработчиков программного обеспечения и компаний, имеющих своих специалистов в данной сфере, что сразу ограничивает возможности нескольких групп – участников, занимающихся городской средой, например государственных служащих, которых обязывают прибегать к помощи разработчиков для прохождения государственной экспертизы, и жителей города, которые остаются не причастными к формированию ткани города, однако в полной мере являются потребителями и пользователями этого пространства.

Во-вторых, остается проблема создания застройки внутри определенного участка, при этом оценка технико-экономических показателей происходит только на уровне застройки, без взаимодействия с другими инфраструктурами города и оценки постфактум влияния проектов на структуры города и страны в целом. Наблюдается отсутствие связанности участков и субъектов между собой, алгоритмов влияния решений на формирование городской среды и, в результате, – отсутствие итоговых параметров формирования «здоровой» ткани города.

И, в-третьих, полностью отрицается социокультурный аспект влияния застройки на город, что потенциально создает конфликт интересов ввиду разного социального статуса людей, пребывающих на территориях, граничащих с застраиваемым участком или с участком, подвергающимся реновации или регенерации.

Также существуют онлайн-платформы, предоставляющие аналитические данные по всему миру, например *EO Browser*, который базируется на сборе данных по изменению климатических и экологических условий за последние несколько лет. На основе таких ресурсов очень

¹Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. URL: <http://mosmap.ru/> (20.03.2021);

Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/> (20.03.2021).

²Программное обеспечение для 3D-проектирования, дизайна, графики и анимации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.ru/> (20.03.2021).

интересно выводить прогнозы по дальнейшим ухудшениям или улучшениям изучаемых параметров, определять факторы, влияющие на такие изменения, и формировать общую политику городов для регулирования ситуации. Конечно, был бы уместен алгоритм, учитывающий теорию относительно-сти или непредвиденные обстоятельства.

Помимо прочего, существуют ресурсы градостроительной документации, такие как *RGIS* – онлайн-карта города Санкт-Петербурга с разными слоями, которые отражены в генеральном плане каждого города. Можно скачать эту карту и изменять в ней настройки отображения слоев. Она наполнена аналитическими данными *Big Data* (обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов, например, тепловые карты о передвижениях велосипедистов или пешеходов), которые отражают существующее положение города, дают застройщикам понимание того, как улучшить городскую среду путем создания новой застройки, но и эта модель не учитывает многих факторов, таких как:

1. Отсутствие взаимодействия жителей с девелоперами под управлением городских властей. Нет открытого диалога, что препятствует развитию соучастного проектирования городов.

2. Проблема использования таких карт только узкими специалистами совместно с девелоперами, которые имеют специальное программное обеспечение для их подробного изучения.

3. Набор заложенных параметров каждого участка со своими видами ограничений, которые диктуют правила застройки. Такие параметры не являются гибкими структурами, что вызывает конфликт города и застройщиков.

Подытоживая анализ существующих платформ, можно сказать, что все они имеют определённые ограничения, а значит, не являются универсальными. Сейчас параметрическое моделирование – это скорее аналитика ситуации и создание оптимальной модели на основе заданных технико-экономических показателей и нормативной базы [4–7]. Но, как показывает практика, российские девелоперы и застройщики редко пользуются вышеупомянутыми программами и строят в соответствии со своими представлениями о городской среде. Застройка никак не генерируется и не транслируется на окружающие территории. То есть если параллельно появляются два застрой-

щика и два участка проектирования, то их разрабатывают внутри участка без анализа их влияния друг на друга.

Таким образом, можно утверждать, что существует потребность в создании открытой и понятной платформы для регулирования городской застройки. Такой платформой может выступать онлайн-модель цифровой параметрической градостроительной документации.

Потребность в анализе и поиске наиболее подходящего решения возникла в результате работы над проектом планировки участка в городе Иркутске на воркшопе – 22-ой сессии Зимнего университета «Регенерация городских территорий с применением стандарта КРТ». Были даны лишь 2 недели на аналитику города, при этом работа велась в режиме онлайн, и затем 2 недели в формате офлайн осуществлялось активное проектирование. В процессе возникли вопросы из-за недостаточно обширного понимания того, какое влияние на весь город окажет новая застройка. По итогам работы оценка данного влияния производилась экспертной группой, где мнения участников были разными и противоречивыми, что и подтолкнуло на размышления о комбинаторном решении всех вопросов и спорных моментов. Автор согласен, что за столь короткое время сложно оценить все достоинства и недостатки каждого решения, не видя итоговую сводную параметрическую модель, которая включает данные, к примеру, об окружающей застройке, о параметрах граничащих участков, природном контексте, социальном эффекте и других. Также были сложности с оценкой определения принципов очередности регенераций территорий, а также эффективности того или иного решения на территориях, на которых осуществляется снос зданий или реновация.

Чтобы показать эффективность описываемой цифровой параметрической модели была осуществлена апробация проекта градостроительного решения Рабочего предместья (Ушаковки) в городе Иркутске, который был разработан во время 22-ой сессии Зимнего университета командой «Ушаковка».

Результаты и их обсуждение

Работа с параметрической онлайн-моделью осуществляется следующим образом.

Необходимо зайти на сайт администрации любого города и в разделе «О городе» найти ссылку на вход в параметрическую онлайн-модель градостроительной документации (рис. 1). При регистрации необходимо указать электронную почту и пароль.

Онлайн-платформа генплана подразумевает генеративную и визуальную (рис. 2).
 имеет 2 формы моделирования процессов:

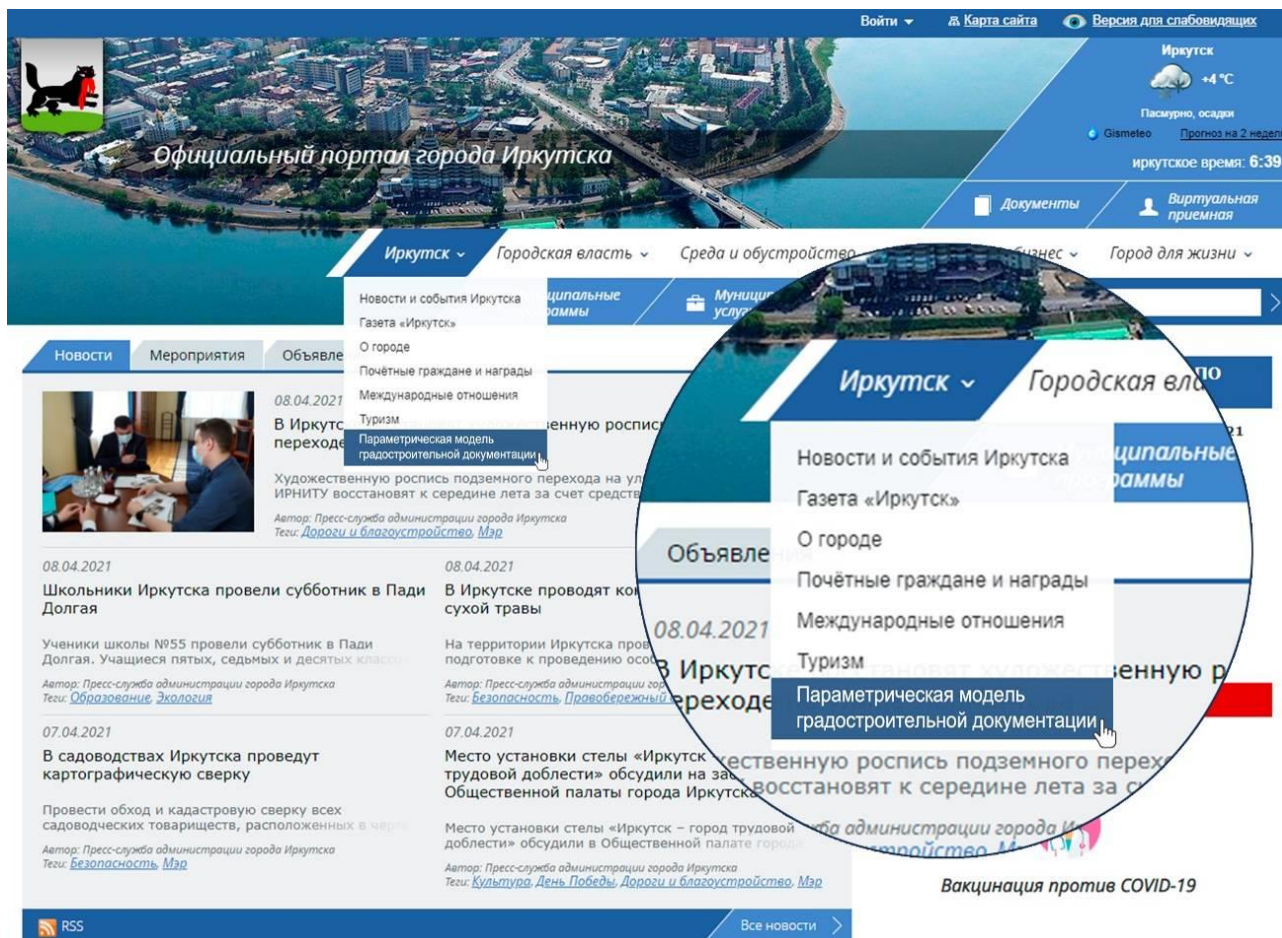


Рис. 1. Пример отображения ссылки на параметрическую модель градостроительной документации.
 В данный момент этой ссылки не существует, онлайн-платформа находится в разработке

Fig. 1. An example of a link on a parametric model of urban planning documentation.
 This link does not exist at the moment, the online platform is under construction



Рис. 2. Генеративная и реальная формы моделирования процессов
Fig. 2. Generative and real forms of modeling process

Генеративная форма содержит набор параметров, которые автоматически связываются с заложенными параметрами окружающей застройки путем алгоритмизирова-

ния процессов, однако модель для упрощения формы генерации отображается простым символическим способом – в виде объемного куба (рис. 3).

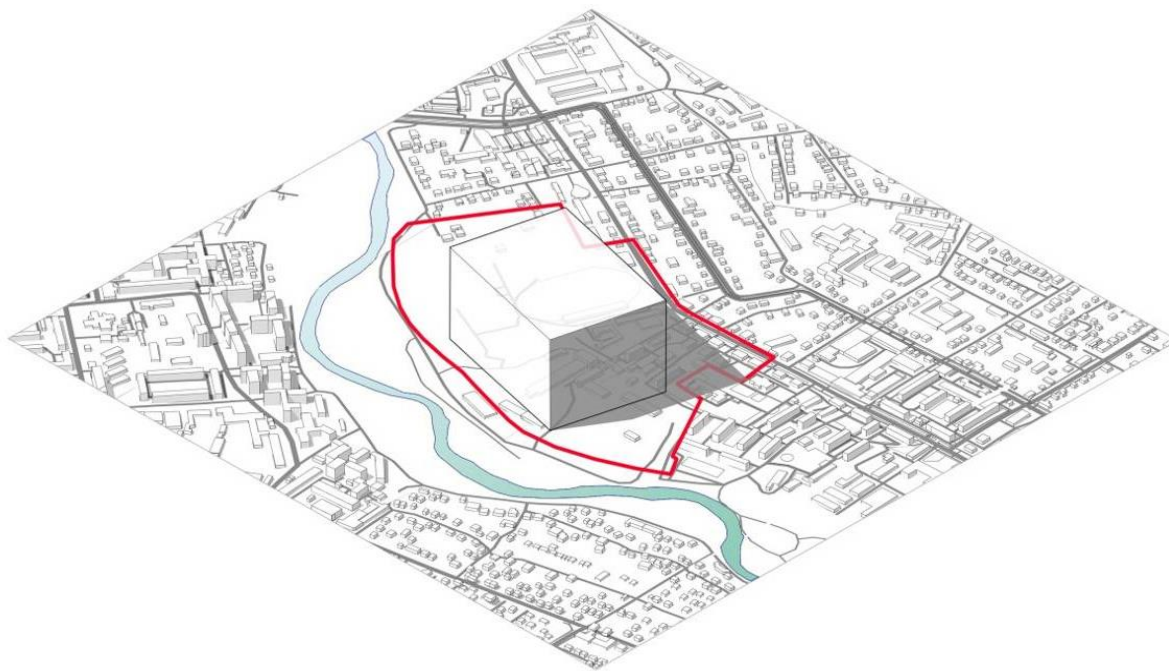


Рис. 3. Генеративная форма моделирования процессов
Fig. 3. Generative Form of Modeling Process

Визуальная форма моделирования процессов содержит только реальные объемно-пространственные образы и включает в себя возможность изменения вариаций моде-

лей (если на одном участке несколько девелоперов, участвующих в тендере) для дальнейшего голосования (рис. 4).



Рис. 4. Визуальная форма моделирования процессов (проект «Ушаковка» в г. Иркутске)
Fig. 4. Visual form of modeling process (the project “Ushakovka” in Irkutsk)

Нужно выбрать участок, на котором планируется одна из опций, представленных на рис. 5: «Загрузить новую застройку», «Изменить/реконструировать», «Соучастное проектирование» – и загрузить проект. При выборе первых двух опций для представителей администрации города и государственной экспертизы автоматически создается генеративная модель, которая с помощью алго-

ритмов формирует показатели параметров, изображенных на рис. 5. Данные параметры приведены в пример и не являются конечным итоговым продуктом. Количество таких параметров может варьироваться в зависимости от контекста, страны, культуры, нормативной базы, особых условий строительства, экологического и природного каркаса и много другого.

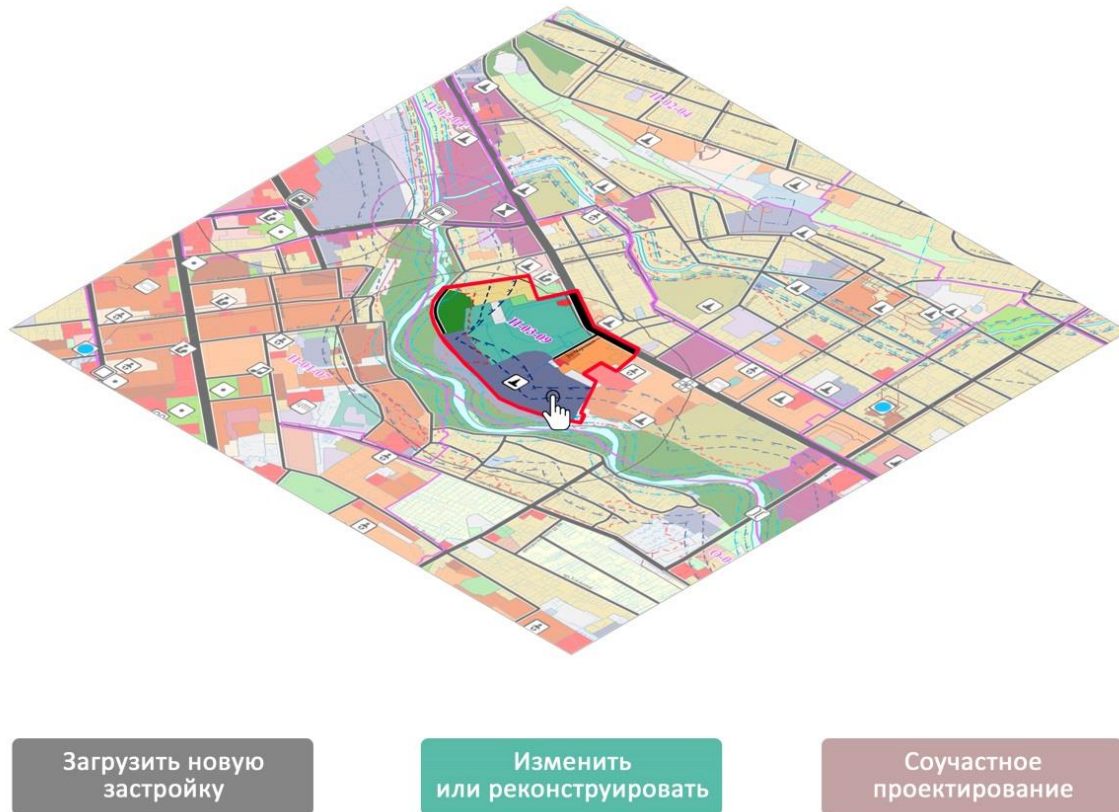


Рис. 5. Пример окна опций при выборе участка проектирования, представлен на основе генерального плана г. Иркутска

Fig. 5. An example of an options window when choosing a design site, presented on the basis of the master plan of Irkutsk

При выборе третьей опции «Соучастное проектирование» автоматически доступна визуальная модель, предназначенная для наиболее комфортного пользования людьми, не являющимися специалистами в области параметрики и информационном моделировании.

Главный акцент делается именно на генерировании процессов. Генеративные модели влияют на развитие любого масштаба, поэтому достоинством описываемой онлайн-модели является то, что она охватывает все зоны влияния или, иными словами, зоны охвата. Зоны охвата и плотность потока

каждой зоны задают определенный характер территории³ [8, 9] (рис. 6).

Данная онлайн-платформа имеет набор параметров, которые в первую очередь влияют на тот или иной город или субъект, и на основе алгоритмов генерирует результативные данные. Необходимо отметить то, что не все параметры могут быть изначально прописаны, есть созависимые величины, которые и будут появляться и генерироваться уже по результатам аналитики. Неучтенные данные приведены на рис. 6 в виде зеленых модулей.

Идея создания рассматриваемой модели возникла еще и благодаря тематике воркшопа

³Грабченко А.И., Внуков Ю.Н., Доброскок В.Л., Пупань Л.И., Фадеев В.А. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие для студ. выс. учеб. заведений, кот. обуч. по специальности «Технология машиностроения». Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. 396 с.

22-ой сессии Зимнего университета – применение стандартов комплексного развития территории⁴, которые унифицируют создание проекта планировки по определенной стратегии. Такие принципы застройки не учитывают существующее положение российских городов, при котором достаточно обширные площади заняты микрорайонной застройкой советского времени или даже малоэтажными деревянными жилыми домами. На финальном этапе создания проекта не было понятным, какого эффекта ожидать от его реализации в таких условиях.

Предлагая разработку того или иного продукта, необходимо учесть, какую пользу

он принесет для всех настоящих и будущих участников.

Прежде всего, рассмотрим благоприятные изменения для государственных служащих.

Во-первых, это формирование и прогнозирование цифровой среды, на основе которой генерируются все аналитические процессы влияния новой застройки на окружающую среду, изменение параметров не только внутри участка, но и их отображение в дальнейших процессах формирования генплана города, анализ участков, их назначения, ограничений и других немаловажных факторов.

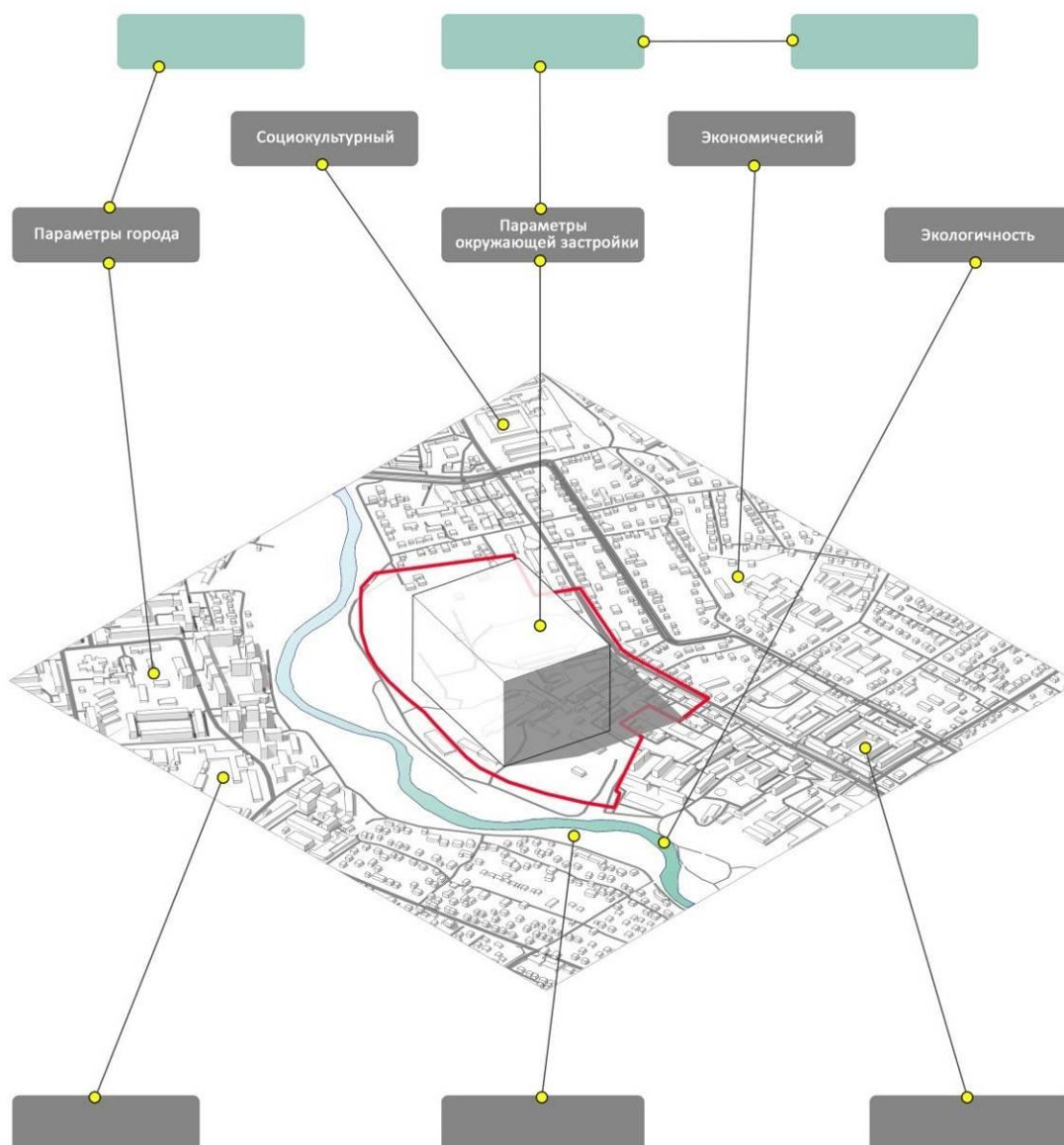


Рис. 6. Пример работы алгоритмов и выявления сгенерированных модулей
Fig. 6. An example of how algorithms work and identify generated modules

⁴Стандарт комплексного развития территорий [Электронный ресурс] / Минстрой России, ДОМ.РФ, КБ «Стрелка». URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/> (20.03.2021).

Во-вторых, упростится форма согласования проектов. Все алгоритмы нормативной базы, пожарной безопасности, уровня урбанизации заложены в алгоритмы «онлайн-генплана», где, как предполагается, может генерироваться результат, и на основе этого уже будут приниматься дальнейшие решения по согласованию. По мнению авторов, это сделает формирование городских структур и принятие решений для жителей города более прозрачными.

В-третьих, сроки принятия решения по проектам всегда очень длительные и неопределенные, а предлагаемый метод согласования поможет их сократить. Таким образом, разрабатываемая онлайн-платформа будет полезна и для девелоперов.

Говоря о девелоперах, прежде всего стоит затронуть экономику. Предполагается, что при загрузке готового проекта застройщика в облако «онлайн-генплана» будет генерироваться экономическая эффективность от данного участка и соответствующих ему, и застройщик будет выбирать наиболее выгодную позицию, при этом право на согласование проекта остается за городом, чтобы этот проект соответствовал общей философии города в целом (будущей и настоящей).

Нельзя забывать и о тех, для кого этот город создается, про его непосредственных пользователей – жителей. Необходимо сохранить социокультурный баланс населения и учесть антропогенный фактор влияния на городскую среду. Во избежание социального неравенства, которое может возникнуть на стыке хаотичной разнородной застройки, предлагается онлайн-голосование для горожан, в ходе которого каждый сможет высказать свою точку зрения и понять, чего ожидать от новой постройки. Также новым направлением в развитии территории сейчас является вовлечение городских сообществ в соучастное проектирование. Однако в России данное движение развивается с трудом и набирает темпы гораздо медленнее в сравнении с европейскими странами. Предполагаем, что онлайн-платформа генплана даст новый толчок к развитию этого движения и возможность для вовлечения городских сообществ в соучастное проектирование. Каждый сможет сделать проект, загрузить его в «онлайн-генплан» и увидеть эффект от своей работы.

Если говорить о реновации и регенерации территорий, то параметрическая он-

лайн-модель градостроительной документации может сгенерировать оценку поэтапного подхода к освоению таких территорий.

Онлайн-платформа генплана может также повлиять на развитие экологического направления в России, которое продвигается на уровне государства очень медленно. В параметры участков генплана каждого субъекта Российской Федерации заложены необходимые стандарты устойчивого развития принудительного и рекомендательного характера. Например, там, где есть реки, стоки канализации или осуществляется сброс вредных веществ, обязательно предусмотреть компенсаторные мероприятия по восстановлению экологии рек и рекомендательно – повторное использование воды после очистных сооружений. При этом достоинством онлайн-платформы станет загруженный в систему алгоритм расчета критериев экологической оценки эффективности зданий, таких как *BREEAM* и *LEED*.

В перспективе параметрическая онлайн-модель градостроительной документации может сформироваться в бизнес-модель. Объединение платформы города и генеративных моделей для девелоперов может дать возможность входа на участки строительства любому большому бизнесу как застройщику (например, *Ozon* или *Яндексу*). Такие компании, используя данную платформу, смогут проверить актуальность, востребованность, приоритетность и возможность застройки той или иной территории. Вопрос о рисках и отсутствии конкуренции решается тем, что параметризация и алгоритмизация платформы градостроительной документации имеют четкие и строгие требования, отображенные в алгоритмах. Они автоматически отражаются на плане города в режиме реального времени, а благодаря прозрачности цифровой платформы это будут видеть как администрация города, так и жители, что ограничит вход на участок застройки некомпетентного бизнесмена.

Заключение

Актуальность параметрической онлайн-модели градостроительной документации на данный момент обусловлена ее уникальностью и универсальностью. Прозрачность всех процессов, связанных с формированием городской среды, создаст новый базис как для проектировщиков, так и для управляющих структур.

Есть ряд факторов, которые представляется важным проанализировать для дальнейшей разработки онлайн-платформы генплана:

1. Соотношение современной городской застройки с существующими градостроитель-

ными параметрами, большая часть из которых связана с видением города советским человеком. Таким образом, существует два абсолютно противоположенных вектора развития территорий, и неясно, как они могут регенерироваться и регулироваться относительно друг друга, какие факторы можно использовать для урегулирования городской среды.

2. Не прописаны алгоритмы данного процесса. Как следствие, могут возникнуть сложности с внедрением описываемой цифровой платформы. Вероятно, нужно поэтапно внедрять «онлайн-генплан», этот

процесс должен протекать по принципу «от простого к сложному».

3. Не учтено количество пользователей, которые могут посещать онлайн-платформу генплана. Предположительно, одним из решений может стать аналог «2GIS», а именно приложение, которое позволит неограниченному потоку людей находиться в одном цифровом пространстве.

Отметим, что необходимо и дальше исследовать и развивать потенциал параметрической онлайн-модели градостроительной документации, прописывать алгоритмы и продумывать процесс внедрения такого продукта повсеместно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смилка В.А. Применение геоинформационных технологий при проведении градостроительного мониторинга [Электронный ресурс] // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: III Международная научно-техническая интернет-конференция (20–21 ноября 2015 г.). Секция 2. 2015. URL: <http://rep.bntu.by/handle/data/21915> (20.03.2021).
2. Грибкова И.С., Попова О.С. Муниципальные геоинформационные системы: проблемы и пути решения // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. № 11. С. 143–154.
3. Ширинян Е. Генераторы застройки и большой бизнес. Краткий обзор [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=21778 (20.03.2021).
4. Лихобабин К.А., Шевнина А.П., Поморов С.Б. Параметрическая методология в работе архитектора // Вестник Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. 2015. № 1-2. С. 223–226.
5. Торопов Э.С., Стариков В.С., Калугин А.А., Алексеева А.Д. Трехмерное пара-

метрическое моделирование седиментационных врезов на примере пластов АВ6-7 Ватъганского месторождения // Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли: сборник докладов научно-практических конференций журнала «Нефтяное хозяйство». М.: Нефтяное хозяйство, 2020. С. 63–65.

6. Потапенко А.М. Параметрический дизайн // Искусство и культура. 2018. № 2 (30). С. 52–55.

7. Надыршин Н.М. Параметризм как стиль в архитектурном дизайне // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 1 (150). С. 53–57.

8. Федчун Д.О., Тлустый Р.Е. Сравнительный анализ методов параметрического, информационного и генеративного архитектурного проектирования // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 1 (34). С. 103–115. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1196721>

9. Федчун Д.О. Система генеративного проектирования для малоэтажных жилых зданий // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 3 (36). С. 171–183.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.1408252>

REFERENCES

1. Smilka VA. Application of geoinformation technologies in urban planning monitoring. *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii, nauke i proizvodstve: III Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya internet-konferentsiya* (20–21st November 2015).

Section 2. 2015. Available from: <http://rep.bntu.by/handle/data/21915> [Accessed 20th March 2021]. (In Russ.)

2. Gribkova IS, Popova OS. Municipal geographical information systems: problems and solutions. *Elektronnyi setevoi politematicheskii zhurnal*

"Nauchnye trudy KubGTU" = *Scientific works of the Kuban State Technological University*. 2016;11:143–154. (In Russ.)

3. Shirinyan E. Building Generators and Big Business. A brief overview. Available from: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=21778 [Accessed 20th March 2021]. (In Russ.)

4. Likhobabin KA, Shevnina AP, Pomorov SB. Parametric methodology in the work of an architect. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I.I. Polzunova*. 2015;1-2:223–226. (In Russ.)

5. Toropov ES, Starikov VS, Kalugin AA, Alekseeva AD. Three-dimensional parametric modeling of sedimentation cuts on the example of AV6-7 formations of the Vatyeganskoye field. *Aktual'nye problemy neftegazovoi otrasli: sbornik dokladov nauchno-prakticheskikh konferentsii zhurnala «Neftyanoe khozyaistvo»*. Moscow: Neftyanoe khozyaistvo Publ.; 2020. p. 63–65. (In Russ.)

6. Potapenko AM. Parametric Design. *Iskusstvo i kul'tura*. 2018;2(30):52–55. (In Russ.)

7. Nadyrshin NM. Parametricism as a style in architectural design. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Vestnik of the Orenburg State University*. 2013;1(150):53–57. (In Russ.)

8. Fedchun DO, Tlusty RE. The comparative analysis of the methods of parametric, informational and generative architectural design. *Vestnik Inzhenernoi shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta = The Far Eastern Federal University: School of Engineering Bulletin*. 2018;1(34):103–115. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.1196721>

9. Fedchun DO. Generative design system for low-rise residential buildings. *Vestnik Inzhenernoi shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta = The Far Eastern Federal University: School of Engineering Bulletin*. 2018;3(36):171–183. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.1408252>

Сведения об авторах

Грязнова Надежда Всеволодовна,
бакалавр архитектуры,
архитектор,
ООО «Брусника»,
620075, г. Екатеринбург, ул. Малышева,
д. 51, оф. 37/05, Россия,
e-mail: nadezhdavsevolodovna96@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7891-2278>

Сайтибрагимов Амза Эдемович,
магистрант,
Академия строительства и архитектуры
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,
295034, г. Симферополь, ул. Киевская,
д. 181, Россия,
✉e-mail: amzacrimea@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0439-0275>

Information about the authors

Nadezhda V. Griaznova,
Bachelor degree in architecture,
Architect,
Brusnika LLC,
office 37/05, 51 Malysheva St., Ekaterinburg,
620075, Russia,
e-mail: nadezhdavsevolodovna96@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7891-2278>

Amza E. Saytibragimov,
Undergraduate,
Academy of Construction and Architecture
of the Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education «V.I. Vernadsky
Crimean Federal University»,
181 Kievskaya St., Simferopol, 295034, Russia,
✉e-mail: amzacrimea@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0439-0275>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Статья поступила в редакцию 10.04.2021.
Одобрена после рецензирования 12.05.2021.
Принята к публикации 17.05.2021.

The article was submitted 10.04.2021.
Approved after reviewing 12.05.2021.
Accepted for publication 17.05.2021.