

gradatsii serozemno-lugovyh pochv Zhambyl'skoj oblasti // Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2016. – № 12(54). Chast 1 (dekabr). – P. 132-135.

6. **Karpenko N.P., Seytkaziev A.S.** Ekologo-meliorativnoe obosnovanie vodno-solevogo rezhima zasolennyh pochv Talasskogo massiva orosheniya Zhambyl'skoj oblasti. // Prirodoobustrojstvo – 2017. – № 4. – P. 73-79.

7. **Sagalbekov U.M., Khusainov A.T., Zhaparova S.B.** Ekologicheskoe sostoyanie sel'skokozyajstvennyh zemel Akmolinskoj oblasti. / Sb. Nauchnyh trudov magistrantov Kokshetanskogo universiteta im. Sh. Yalihanova. – Kokshetau. – 2000. – P. 75-80.

8. **Seitkaziev A.S.** Complex meliorativnyh meropriyatij i modelirovanie perenosa solej na zasolennyh pochvah. / Mat-ly Mezhdunarodnoj konferentsii (Kostaykovskie chteniya). – M.: VNIIGiM. – 2013. – P. 82-86.

9. **Seitkaziev A.S.** Pochvenno-ekologicheskaya otsenka zasolennyh zemel v usloviyah aridnoj zony. / Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Melioratsiya v Rossii – traditsii i sovremennost», posvyashchennoj 110-letiyu S.F. Averyanova. – M.: MGUP, 2013. – P. 162-170.

10. **Seitkaziev A.S., Budantsev K.L.** Modelirovanie vodno-solevogo rezhima pochv

na zasolennyh zemlyah. / Mezhvuzovskiy sb. Nauchnyh trudov. – Moskva. – 2002. – S. 72-79.

The material was received at the editorial office  
29.01.2019 g.

#### Information about authors

**Karpenko Nina Petrovna**, doctor of technical sciences, associate professor, professor, Department of hydrology, hydrogeology and flow regulation, of the Russian state agrarian university-MAA named after C.A. Timiryazev"; 127550, Moscow, Pryanishnikova str., 19, e-mail: npkarpenko@yandex.ru.

**Seitkaziyevev Adeubay Sadakbayuly**, doctor of technical sciences, professor at Taraz state University. M.H. Dulati, Taraz, Satpayev str., 28, Republic of Kazakhstan. e-mail: adeubai@mail.ru

**Zhaparova Sayagul Beketova**, candidate of technical sciences, associate professor, Kokshetau University. Abaya myrzakhmetova, Kokshetau, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhaparova77@mail.ru

**Seitkazieva Karlygash Adeubayevna**, Doctoral candidate of Department "Irrigation and agronomy" Taraz state University named. M.H. Dulati, Taraz, St. Satpayev, 28, Republic of Kazakhstan; e-mail: seytkazieva14@mail.ru

УДК 502/504:711.14:004

**М.Е. СКАЧКОВА, К.А. ЧУДОВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

## ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

*Цель исследования – усовершенствование информационного обеспечения градостроительной деятельности на основе трехмерного моделирования графической части градостроительного плана земельного участка. Работа направлена на решение задачи повышения наглядности и информативности ГПЗУ для принятия грамотных и обоснованных управленческих решений. В ходе исследования была составлена классификация градостроительных условий и ограничений земельных участков с учетом их возможного пространственного расположения. Было предложено выделить две категории для моделирования градостроительных условий и ограничений: двумерные и трехмерные. Применительно к опытному объекту была создана компьютерная 3D модель градостроительных условий и ограничений, позволяющая наглядно определить потенциальные варианты использования земельного участка в соответствии с установленными нормами и требованиями. К этапам создания указанной модели отнесены следующие: моделирование поверхности*

*земельного участка; моделирование градостроительных условий; моделирование градостроительных ограничений; моделирование подземных коммуникаций; формирование сводной модели градостроительных условий и ограничений земельного участка.*

*Градостроительный план земельного участка; 3D моделирование; градостроительные условия; градостроительные ограничения; информационное обеспечение градостроительной деятельности.*

**Введение.** Городские земельные ресурсы в настоящее время являются не только пространственным операционным базисом для размещения различных объектов, но и особо ценным ресурсом для капиталовложений инвесторов. Различным субъектам градостроительных отношений постоянно требуется актуальная «комплексная информация о состоянии территориальных ресурсов», а также информация о функциональных и правовых регламентах развития территории [1]. Для того чтобы грамотно осуществлять земельную и градостроительную политику на урбанизированных территориях, а также обеспечивать информационную поддержку принятия управленческих решений, функционируют информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД). С 2017 года к ним отнесены градостроительные планы земельного участка (ГПЗУ).

ГПЗУ – документ, отражающий планировку территории и содержащий сведения о границах земельного участка, об объектах капитального строительства, технических условиях подключения к сетям инженерно-технического обеспечения и другую информацию. ГПЗУ, по сути, являясь «компиляцией» из различных документов (градостроительных, кадастровых и иных) и официальных информационных ресурсов, отображает информацию о накладываются на земельный участок градостроительных условиях и ограничениях. Он необходим для получения разрешения на строительство (реконструкцию) объектов капитального строительства и дает возможность четко определить правомерное использование земельного участка [2]. При этом чертеж ГПЗУ, призванный графически отражать допустимые варианты его использования и накладываются зоны с особым режимом использования территории (ЗОУИТ), зачастую визуалью перегружен различными слоями, что мешает наиболее целостному восприятию документа (особенно в бумажном варианте).

Вопросам усовершенствования информационного обеспечения градостроительной деятельности посвящены работы многих авторов [3-7]. Однако их предложения зачастую носят фрагментарный точечный характер. Многие работы посвящены усовершенствованиям, связанным с информационным наполнением ИСОГД, например, с точки зрения сейсмичности и сейсмического риска [4, 6]. Кроме того, многие исследователи предлагают различные варианты программной реализации ИСОГД [3, 8]. Активно обсуждаются нормативно-правовые, методические и организационные пробелы в данной области [9], а также применение при ведении ИСОГД различных программных продуктов и ГИС-технологий, имеющих функции пространственного анализа.

В отношении ГПЗУ область исследования различных авторов связана в основном с процедурными и методическими аспектами составления или получения указанной документации [10, 11]. Вопрос 3D моделирования графической части ГПЗУ не освещен.

Данная работа направлена на изучение вопросов, связанных с наглядным отображением градостроительных условий и ограничений земельных участков в рамках подготовки ГПЗУ. С помощью трехмерного моделирования можно добиться их визуализации таким образом, чтобы была возможность наглядной оценки вариантов использования земельного участка с учетом расположения градостроительных условий и ограничений в пространстве, а также их вероятных наложений или пересечений. Так многие исследователи, в том числе и зарубежные, подчеркивают важность инструментов 3D-моделирования для поддержки принятия решений по развитию урбанизированных территорий [12-15].

В качестве подтверждения актуальности рассматриваемого вопроса важно также отметить современные тенденции, направленные на развитие 3D-кадастра в России [2]. В частности, Единый

государственный реестр недвижимости (ЕГРН) осуществляет информационное взаимодействие с ИСОГД. Поэтому развитие 3D моделирования указанных систем позволит значительно расширить их функционал и потенциальные возможности. Кроме того, ГПЗУ как элемент информационного обеспечения градостроительной деятельности, на наш взгляд, должен нести не только обзорную единовременную информацию, но и давать возможность субъектам градостроительных отношений выполнять автоматизированный анализ перспективного развития территории (в соответствии с концепцией устойчивого развития [16]) для целей сохранения и улучшения качества жизни населения градостроительными методами, особенно в отношении исторических городов [17, 18].

Цель исследования – усовершенствование информационного обеспечения градостроительной деятельности на основе трехмерного моделирования графической

части градостроительного плана земельного участка. Работа направлена на решение задачи повышения наглядности и информативности ГПЗУ для принятия грамотных и обоснованных управленческих решений.

**Материалы и методы исследований.**

Территории в границах населенных пунктов имеют особую специфику с точки зрения совмещения интересов многочисленных субъектов земельных, градостроительных и иных отношений. Зачастую эти интересы противоречат друг другу. Поэтому возникают ограничения (обременения) в использовании земельных участков.

К ограничениям (обременениям) использования земельных участков относятся градостроительные условия и ограничения (рис. 1) [19]. Градостроительные условия земельных участков устанавливаются в зависимости от конкретной территориальной зоны, в которую они попадают, а градостроительные ограничения вводятся путем установления ЗОУИТ.



Рис. 1. Классификация обременений использования земельных участков

Территориальные зоны определяются в результате градостроительного зонирования, в ходе которого также на территорию муниципального образования устанавливаются градостроительные регламенты. В задачи градостроительного зонирования входит регулирование вопросов территориальной организации жизнедеятельности, экономики, строительства, реконструкции, использования объектов недвижимости [20].

Определяемые в ходе градостроительного зонирования территориальные зоны обладают собственными градостроительными регламентами, устанавливаемыми с учетом особенностей их расположения и развития, возможности территориального сочетания различных видов использования земельных участков. Такие градостроительные регламенты определяют основу правового режима земельных участков, всего того,

что находится над и под его поверхностью и используется в процессе застройки и эксплуатации зданий и сооружений.

ЗОУИТ устанавливаются для определенных режимобразующих объектов, таких как линии и сооружения связи, электрические сети, магистральные трубопроводы, автомобильные и железные дороги и другие. Они устанавливаются в целях обеспечения условий для комфортной жизнедеятельности населения, создания условий для эксплуатации объектов, для которых устанавливаются такие зоны.

В целом ЗОУИТ устанавливаются для введения на определенной территории особого режима, ограничивающего ее использование. Это может быть запрет или ограничение на строительство, проведение различных работ или размещение отходов. Ограничения, связанные с определенными видами деятельности, устанавливаются

исключительно в целях безопасности жизни и здоровья человека, а также охраны памятников природы, истории и культуры.

С точки зрения моделирования, градостроительные условия и ограничения могут затрагивать двумерное пространство

(обременения, которые распространяются только на саму поверхность земельного участка) или трехмерное пространство (обременения, затрагивающие надземные и подземные характеристики земельного участка) (рис. 2).



Рис. 2. Классификация градостроительных условий и ограничений в пространстве

Под подземной инфраструктурой понимаются сооружения и коммуникации, выходящие за рамки двумерного пространства. К примеру, к таким объектам можно отнести сети водоснабжения, газоснабжения, теплоснабжения и канализацию, линии связи и электроснабжения, кабельные сети и другие сооружения. Они чаще всего находятся под поверхностью земельных участков и имеют определенную глубину заложения.

Пространственное моделирование градостроительных условий и ограничений опытного земельного участка осуществлялось средствами системы автоматизированного проектирования (САПР) AutoCAD.

Можно выделить следующие основные этапы создания трехмерной компьютерной модели градостроительных условий и ограничений земельного участка:

1. Определение положения земельного участка в пространстве путем ввода координат его характерных точек. Отображение

поверхности земельного участка при трехмерном моделировании требует также визуализацию его рельефа (рис. 3).

2. Моделирование градостроительных условий земельного участка. Внесение в модель сведений о градостроительных условиях заключается в моделировании части территориальной зоны, в которую попадает исследуемый земельный участок, а также в отображении красных линий, минимальных отступов и максимальной высоты зданий, строений, сооружений, а также максимальной высоты ограждений земельных участков и иных параметров (рис. 4).

3. Моделирование градостроительных ограничений земельного участка. В рассматриваемом примере территория земельного участка попадает в область действия ЗОУ-ИТ, которые не имеют трехмерных характеристик. Поэтому такие зоны предложено изобразить в виде накладываемых на земельный участок слоев (рис. 5).



Рис. 3. Моделирование поверхности земельного участка



Рис. 4. Моделирование градостроительных условий земельного участка

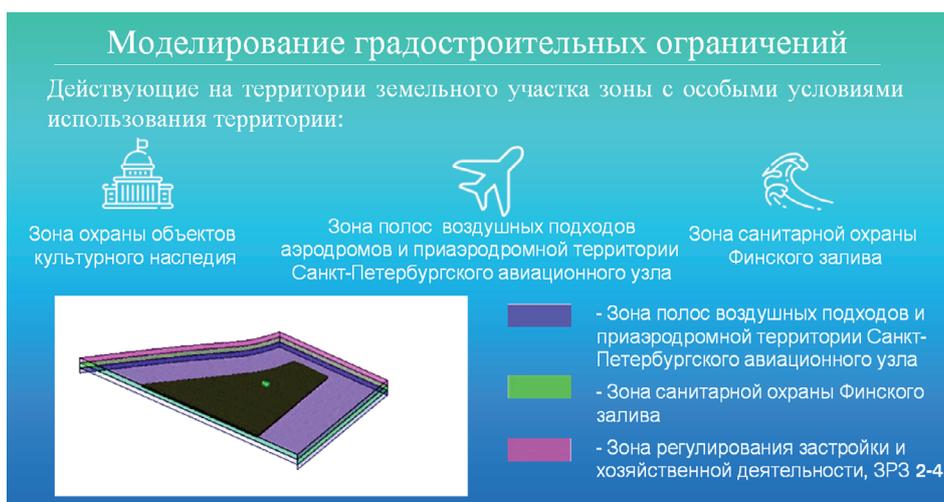


Рис. 5. Моделирование градостроительных ограничений земельного участка

ГПЗУ также содержит информацию об условиях подключения объектов капитального строительства к сетям

инженерно-технического обеспечения, которые также необходимо включить в модель (рис. 6).



Рис. 6. Моделирование подземных коммуникаций земельного участка

**Результаты и обсуждение.** В результате выполнения всех этапов моделирования была получена трехмерная модель, дающая полное представление о градостроительных

условиях и ограничениях, накладываемых на земельный участок (рис. 7). Такую модель можно считать аналогом или дополнением чертежа ГПЗУ.

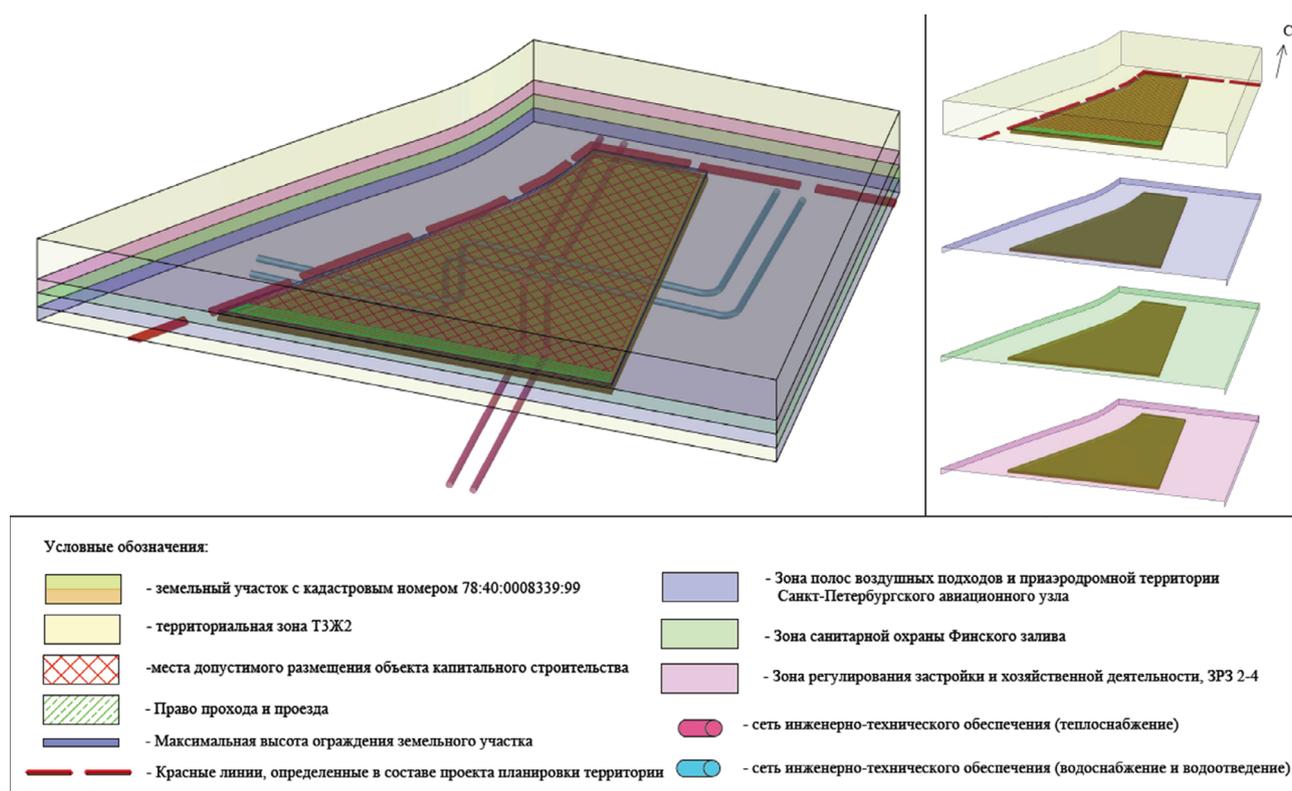


Рис. 7. Сводная трехмерная модель чертежа ГПЗУ

### Заключение

В качестве основных выводов и результатов работы можно выделить следующее:

1. На основании проанализированных нормативно-правовых актов, методической и научной литературы была предложена классификация градостроительных условий

и ограничений: к первому классификационному блоку относятся устанавливаемые с помощью правил землепользования и застройки территориальные зоны, а ко второму – зоны с особыми условиями использования территории. В первом случае градостроительные условия и ограничения

использования земельных участков накладываются с помощью градостроительных регламентов, а режим использования зон с особыми условиями использования территорий зависит от режимобразующего объекта.

2. Виды градостроительных условий и ограничений были рассмотрены с точки зрения их расположения в пространстве. Полученная классификация показала, что в настоящее время необходимо рассматривать градостроительную структуру не только на плоскости, но и в трехмерном пространстве.

3. Трехмерное моделирование градостроительных условий и ограничений с применением САПР повысит наглядность и информативность ГПЗУ, будет способствовать обоснованному и законосообразному развитию урбанизированных территорий, а также эффективному и рациональному освоению подземного и наземного пространства.

#### Библиографический список

1. **Рычков А.В.** Новые подходы информационного обеспечения градостроительной деятельности. / Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013»: сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 171-175.
2. **Романов О.А.** Новации в сфере оказания государственных услуг по выдаче ГПЗУ и разрешения на строительство. // Национальная Ассоциация Ученых. – 2015. – № 6-2 (11). – С. 131-133.
3. **Скачкова М.Е.** Информационная система обеспечения градостроительной деятельности на базе ПТК СОТО. // Записки Горного института. – 2013. – Т. 204. – С. 181-186.
4. **Заалишвили В.Б., Кануков А.С.** Алгоритм создания информационных систем обеспечения градостроительной деятельности. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2013. – № 6. – С. 19-22.
5. **Хуснуллин М.Ш., Нигматулина К.Р., Пискунов М.Б.** Информационное обеспечение градостроительной деятельности города Москвы. // Градостроительство. – 2014. – № 4 (32). – С. 6-10.
6. **Кануков А.С.** Разработка модели и алгоритма построения информационных систем обеспечения градостроительной деятельности: диссертация ... кандидата технических наук: 05.25.05 // Кануков Александр Сергеевич; [Место защиты: Южный федеральный университет]. – Таганрог: 2015. – 148 с.
7. **Якушев Н.М., Максимова Н.А.** Информационное обеспечение градостроительной деятельности. / Фотинские чтения. – 2016. – № 1 (5). – С. 316-321.
8. Автоматизация деятельности органов архитектуры и градостроительства – основа стратегического планирования / Спирин П.П., Бежаева Е.Б., Ковязин В.Ф., Асецкая Е.Д. // Записки Горного института. – 2013. – Т. 204. – С. 154-162.
9. **Чистюхин М.О.** Перспективные направления развития градостроительной документации. // Приволжский научный журнал. – 2015. – № 4 (36). – С. 108-112.
10. **Тюрин А.С., Литвина Д.Б.** Особенности получения разрешения на строительство для градостроительного плана земельного участка. / Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Мат-лы VII очной Междун. научно-практ.конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – Саратов: СГАУ, 2018. – С. 292-294.
11. **V.K. Popov, K.V. Studenova, M.V. Kozina.** Issues of planning and forming engineering infrastructure within the territory of Tomsk in terms of reforming land legislation. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2018. 329 (5). Pp. 99-107
12. **O. Marina, E. Masala, S. Pensa and M. Stavric.** Interactive model of urban development in residential areas in Skopje. Usage, Usability, and Utility of 3D City Models, 02004 (2012) (doi: 10.1051/3u3d/201202004)
13. **A. Nutkiewicz, R.K. Jain, R. Bardhan.** Energy modeling of urban informal settlement redevelopment: Exploring design parameters for optimal thermal comfort in Dhara vi, Mumbai, India. Applied Energy. 2018. 231. Pp. 433-445.
14. **S.J. Price, R.L. Terrington, J. Busby, S. Bricker, T. Berry.** 3D ground-use optimisation for sustainable urban development planning: A case-study from Earls Court, London, UK. Tunnelling and Underground Space Technology. 2018. 81. Pp. 144-164.
15. **M. Dong, H. Hu, R. Xu, X. Gong.** A GIS-based quantitative geo-environmental evaluation for land-use development in an urban area: Shunyi New City, Beijing, China. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 77 (3). Pp. 1203-1215.
16. **M. Zivkovic, O. Oliynyk, V.A. Murgul.** Reconstruction of urban areas: sustainable strategy of obsolete building conversion to residential uses. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. Vol.1. Pp. 102-111.

17. **J.A. Barbosa, L. Bragança, R. Mateus.** New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*. 2014. Vol. 5 (4). Pp. 297-305 (doi: 10.1080/2093761X.2014.948528).

18. **M.E. Skachkova, O.Y. Lepihina, V.V. Ignatova.** Information support of monitoring of technical condition of buildings in construction risk area. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. 1015(4), 042056.

19. **Николаева Т.В., Никитин В.Н.** Кадастр в формате 3D // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. 2014. Т. 3. № 2. С. 219-225.

20. Градостроительство и планировка населенных мест. / А.В. Севостьянов, Н.Г. Конокотин, Л.А. Кранц и др. / под ред. А.В. Севостьянова, Н.Г. Конокотина. – М.: КолосС, 2012. – 398 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://books.totalarch.com/n/2375>

Материал поступил в редакцию 19.11.2018 г.

#### Сведения об авторах

**Скачкова Мария Евгеньевна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной геодезии ФГБОУ ВО СПбГУ; 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2; e-mail: [warlock900082@mail.ru](mailto:warlock900082@mail.ru)

**Чудова Ксения Александровна**, магистрант 1-го года обучения специальности «Землеустройство и кадастры» ФГБОУ ВО СПбГУ; 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2; e-mail: [chudovaksusha@mail.ru](mailto:chudovaksusha@mail.ru)

#### M.E. SKACHKOVA, K.A. CHUDOVA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Saint-Petersburg mining university», Saint-Petersburg, Russian Federation

### 3D SIMULATION OF URBAN DEVELOPMENT CONDITIONS AND LAND LIMITS

*The purpose of the research is improvement of the information support of the urban development activity on the basis of 3D simulation of the graphical part of the urban land development plan. The work is directed to the decision of the task of increasing the visibility and information content of the urban land plan for adoption of proper and reasonable managerial decisions. The urban land development plan is a necessary documentation for implementation of urban development activities, in particular, during construction or reconstruction of capital construction objects. It provides an information support for adoption of managerial decisions in the course of the territory development. Therefore, increasing visibility, systemacy and information value of such documentation is an important task in improving regulation of town-planning activity which is of great application importance. Classification of town-planning conditions and land limits was made taking into account their possible spatial location. It was suggested to allocate two categories for modeling urban development conditions and limits: 2D and 3D. For the experimental object there was created a computer 3D model of town-planning conditions and limits which makes it possible to visually identify potential options for using the land plot in accordance with established norms and requirements. The stages of creating the model are as follows: simulation of land surface; simulation of urban development conditions; simulation of underground communications; formation of summary model of town-planning conditions and land limits.*

*Urban land development plan; 3D simulation; urban development conditions; town-planning restrictions; information support of town-planning activity.*

#### References

1. **Rychkov A.V.** Novye podhody informatsionnogo obespecheniya gradostroitelnoj deyatel'nosti. // *Mezhdunar. nauch. konf. «SibOptika-2013»*: sb. Mayerialov v 2 t. T. 2. – Novosibirsk: SGGA, 2013. S. 171-175.

2. **Romanov O.A.** Novatsii v sfere okazaniya gosydarstvennyh uslug po vydache GPZU i razresheniya na stroitelstvo. // *Natsionalnaya*

*Assotsiatsiya Uchenyh.* – 2015. – № 6-2 (11). – S. 131-133.

3. **Skachkova M.E.** Informatsionnaya sistema obespecheniya gradostroitelnoj deyatel'nosti na base PTK SOTO. // *Zapiski Gornogo instituta.* – 2013. – T.204. – S. 181-186.

4. **Zaalishvili V.B., Kanukov A.S.** Algoritm sozdaniyainformatsionnyhsystemobespecheniya gradostroitelnoj deyatel'nosti. // *Seismostoikoe*

stroitel'srvo. Bezopasnost sooruzhenij. – 2013. – № 6. – S. 19-22.

5. **Husnullin M.Sh., Nigmatullina K.R., Piskunov M.B.** Informatsionnoe obespechenie gradostroitelnoj deyatel'nosti goroda Moskvy. // Gradostroitel'stvo. – 2014. – № 4 (32). – S. 6-10.

6. **Kanukov A.S.** Razrabotka modeli i algoritma postroeniya informatsionnyh sistem obespecheniya gradostroitelnoj deyatel'nosti: dissertatsiya ...kandidata tehnikeskikh nauk: 05.25.05 // Kanukov Alexandr Sergeevich; [Mesto zashchity: Yuzhny federalny universitet]. – Taganrog: 2015. 148 s.

7. **Yakushev N.M., Maximova N.A.** Informatsionnoe obespechenie gradostroitelnoj deyatel'nosti. / Fotinskie chteniya. – 2016. – № 1 (5). – S. 316-321.

8. Avtomatizatsiya deyatel'nosti organov arhitektury i gradostroitel'stva – osnova strategicheskogo planirovaniya / Spirin P.P., Bezhaeva E.B., Kovyazin V.F., Asetskaya E.D. // Zapiski Gornogo instituta. – 2013. – T. 204. – S. 154-162.

9. **Chistyuhin M.O.** Perspektivnye napravleniya razvitiya gradostroitelnoj dokumentatsii. // Privolzhskiy nauchny zhurnal. – 2015. – № 4 (36). – S. 108-112.

10. **Tyurin A.S., Litvina D.B.** Osobennosti polucheniya razresheniya na stroitel'stvo dlya gradostroitel'nogo plana zemelnogo uchastka. / Aktualnye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzheniya i energoobespecheniya. Mat-ly VII ochnoj Mezhdun. Nauchno-prak. konferentsii. Saratovskiy gosudarstvenny agrarny universitet imeni N.I. Vavilova. – Saratov: SGAU, 2018. – S. 292-294.

11. **V.K. Popov, K.V. Studenova, M.V. Kozina.** Issues of planning and forming engineering infrastructure within the territory of Tomsk in terms of reforming land legislation. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2018. 329 (5). Pp. 99-107

12. **O. Marina, E. Masala, S. Pensa and M. Stavric.** Interactive model of urban development in residential areas in Skopje. Usage, Usability, and Utility of 3D City Models, 02004 (2012) (doi: 10.1051/3u3d/201202004)

13. **A. Nutkiewicz, R.K. Jain, R. Bardhan.** Energy modeling of urban informal settlement redevelopment: Exploring design parameters for optimal thermal comfort in Dhara-avi, Mumbai, India. Applied Energy. 2018. 231. Pp. 433-445.

14. **S.J. Price, R.L. Terrington, J. Busby, S. Bricker, T. Berry.** 3D ground-use optimisation for sustainable urban development planning: A case-study from Earls Court, London, UK. Tunnelling and Underground Space Technology. 2018. 81. Pp. 144-164.

15. **M. Dong H. Hu, R. Xu, X. Gong.** A GIS-based quantitative geo-environmental evaluation for land-use development in an urban area: Shunyi New City, Beijing, China. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 77 (3). Pp. 1203-1215.

16. **M. Zivkovic, O. Oliynyk, V.A. Murgul.** Reconstruction of urban areas: sustainable strategy of obsolete building conversion to residential uses. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. Vol.1. Pp. 102-111.

17. **J.A. Barbosa, L. Bragança, R. Mateus.** New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. 2014. Vol. 5 (4). Pp. 297-305 (doi: 10.1080/2093761X.2014.948528).

18. **M.E. Skachkova, O.Y. Lepihina, V.V. Ignatova.** Information support of monitoring of technical condition of buildings in construction risk area. Journal of Physics: Conference Series. 2018. 1015(4),042056.

19. **Nikolaeva T.V., Nikitin V.N.** Kadas-tr v formate 3D // Interexpo Geo-Sibir. 2014. T. 3. № 2. S. 219-225.

20. Gradostroitel'stvo i planirovka naselennykh mest. / A.V. Sevostyanov N.G. Konokotina L.A. Krants i dr. / pod red. A.V. Sevostyanova N.G. Konokotina. – M.: KolosS, 2012. – 398 s. [Elektronny resurs] Rezhim dostupa: <http://books.totalarch.com/n/2375>

The material was received at the editorial office  
19.11.2018 g.

#### Information about the authors

**Skachkova Marya Evgenjevna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of engineering geodesy FSBEI HE SPSU; 199106, Saint-Petersburg, 21-ya liniya, d.2; e-mail: warlock900082@mail.ru

**Chudova Kseniya Alexandrovna**, undergraduate of the 1st year studying of the speciality «Land management and cadastres» FSBEI HE SPSU; 199106, Saint-Petersburg, 21-ya liniya, d.2; e-mail: chudovaksusha@mail.ru