

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА УЧЕТА 3D-МОДЕЛЕЙ В КАДАСТРЕ

Мария Сергеевна Жадан

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (961)221-69-02, e-mail: masha.molodyh@mail.com

Александр Викторович Чернов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (913)743-09-79, e-mail: avch-1011@mail.ru

Дмитрий Владимирович Гоголев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (962)840-47-40, e-mail: GogolevDV96@mail.com

В статье приведены результаты анализа передового зарубежного опыта создания и внедрения 3D-кадастров недвижимости. Рассмотрена структура таких систем, базовые понятия и направления их развития. На основании полученных результатов, дана оценка возможности применения различных зарубежных технологических решений в едином государственном реестре недвижимости.

Ключевые слова: 3D-модель, 3D-кадастр, объект недвижимости, модель, топологическая связь.

ANALYTICAL REVIEW OF FOREIGN EXPERIENCE IN 3D MODELS IN CADASTRE

Maria S. Zhadan

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (961)221-69-02, e-mail: masha.molodyh@mail.com

Aleksandr V. Chernov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Assistant, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (913)743-09-79, e-mail: avch-1011@mail.ru

Dmitry V. Gogolev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (962)840-47-40, e-mail: GogolevDV96@mail.com

The article presents the results of the analysis of advanced foreign experience in the creation and implementation of 3D real estate cadastres. The structure of such systems, basic concepts and directions of their development are considered. Based on the results obtained, an assessment was made of the possibility of using various foreign technological solutions in the unified state register of real estate.

Key words: 3D-model, 3D-cadastre, real estate object, model, topological connection.

В настоящее время в нашей стране стремительно развивается система единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), которая основана на применении информационных технологий и предоставлении электронных услуг. Для всех пользователей сети интернет доступна публичная кадастровая карта [6], с помощью которой пользователь может получить справочную информацию о кадастровом номере, адресе, площади и других характеристиках земельных участков и объектов капитального строительства. Местоположение объектов недвижимости фиксируется посредством внесения в кадастр координат характерных точек границ этих объектов в плоской прямоугольной системе координат. Следовательно, современный кадастр является плоским, двумерным (2D). В это же время ряд объектов капитального строительства (например, здания) представляют собой объемные строительные системы, которые включают в себя надземные и подземные части, другие самостоятельные объекты недвижимости (помещения) [7], которые невозможно корректно отобразить в 2D. Также, ввиду высокой мобильности населения и ограниченности земельных ресурсов огромную роль играет строительство мостов, тоннелей, многоуровневых комплексов с нависающими этажами и т. д., которым необходимо описание 3D-моделями (рис. 1).



Рис. 1. Объекты недвижимости, требующие описания 3D-моделями

Исходя из этого, актуальным направлением развития ЕГРН является внедрение трехмерного описания объектов капитального строительства [2]. Стоит

отметить, что на сегодняшний день принят ряд нормативно-правовых документов [5, 7], регламентирующих понятие и содержание 3D-моделей объектов недвижимости, однако фактически их учёт не ведется. Это связано с отсутствием единой методики выполнения работ по формированию 3D-моделей, недостаточной информированностью профессионального сообщества, слабой адаптацией программных продуктов трехмерного моделирования для кадастра и других факторов. Наиболее значимой научно-технической задачей, на наш взгляд, является разработка методики формирования 3D-моделей объектов недвижимости, которая должна базироваться на успешном зарубежном опыте создания и внедрения 3D-кадастра [1, 4, 9 – 11].

Целью исследования является выполнение аналитического обзора основных характеристик 3D-кадастров передовых зарубежных стран для их возможного внедрения при переходе Российской Федерации на 3D-кадастр.

В рамках исследования проанализированы кадастровые системы Швеции, Канады, Нидерландов, Китая, Чешской республики.

Швеция. Данная страна является одним из родоначальников развития и применения 3D-кадастра. Возможность формирования 3D-моделей объектов недвижимости и их учета в кадастре существует с 2004 года. Базовой единицей кадастрового учета является земельный участок. Сведения об объектах капитального строительства формируются на основании цифровых строительных планов, в том числе, представленных в виде 3D и BIM-моделей, однако, в кадастр вносятся в виде двумерных (плоских) объектов.

Таким образом, цифровая информация о границах объектов капитального строительства существует, но эта информация не сохраняется в базе данных национального органа государственного кадастрового учета и регистрации (Lantmateriet) и не является частью правовой документации, используемой при образовании объекта недвижимости [9].

Для исправления сложившейся ситуации, в 2019 году была запущена программа «Умная искусственная среда» (Smart Built Environment, SBE). Она предусматривает учет 3D-модели ОКС как фигуру из вертикальных ребер, включающую пространства для учета выступающих конструктивных элементов объектов и его обслуживания, ограниченную горизонтальными гранями, соответствующую строительному проекту. В случае несоответствия модели проектным данным (например, на позднем этапе строительства принято решение о надстройке еще одного этажа), должна быть выполнена специальная кадастровая процедура (перераспределение).

В случае, если объект 3D-кадастра предназначен для проживания людей, его 3D-модель должна включать модели не менее трех жилых помещений [14] и содержать текстовое и графическое описание (пример приведен на рис. 2).

Для идентификации 3D-моделей предлагается использовать уникальный номер, с указанием топологической связи с земельным участком, на котором расположен ОКС.

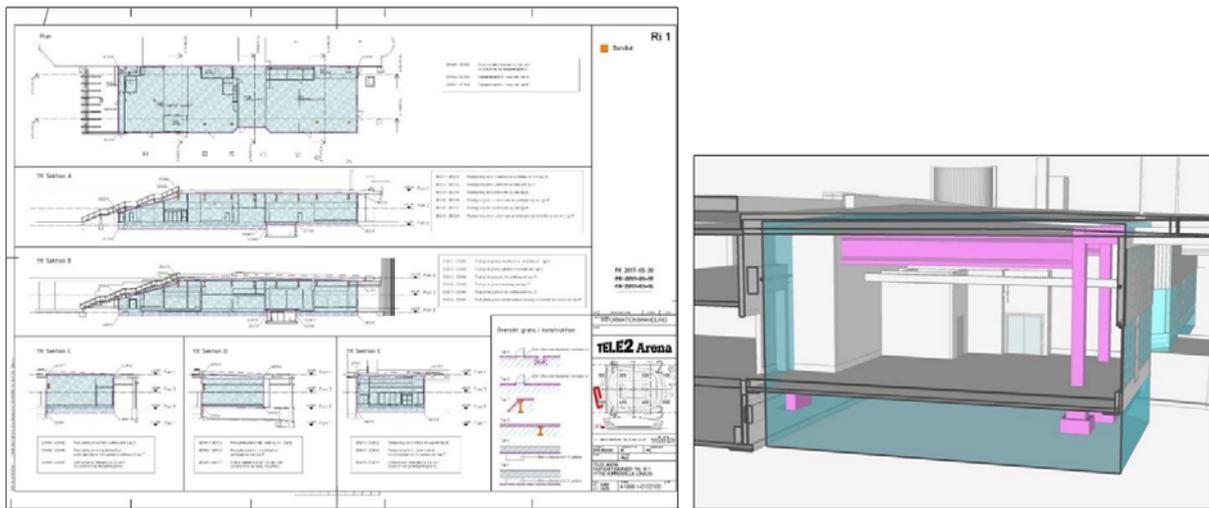


Рис. 2. Текстовое и графическое представление в 3D-кадастре Швеции

Канада. Базовым объектом недвижимости в Канаде является земельный участок, регистрация которого осуществляется правительством соответствующего муниципального образования путем внесения соответствующей информации в систему земельного регистрирования (например, для Квебека такая система носит название *Foncier Quebec*) [16]. В соответствии с законодательством Канады, права собственника на земельный участок распространяются на «пирамиду, вершина которой совпадает с центром Земли, а грани проходят через границы земельного участка и распространяются до солнечного зенита» [16]. Однако, инженерные сети, расположенные под или над поверхностью земли, являются собственностью государства, соответственно, необходима юридическая регистрация ограничений и обязанностей, связанных с обслуживанием и с использованием таких объектов (сервитут), с указанием глубины залегания сети.

По состоянию на 2018 год, в Канаде существовало два отдельных кадастра: кадастр земельных участков (земельный реестр) – каждый земельный участок связан с соответствующим электронным фалом в базе данных и кадастровой карте, а также кадастр инженерных сетей (реестр сетей коммунального обслуживания), в котором аналогично земельному реестру каждой инженерной сети присваивается уникальный номер и обеспечивается связь с базой данных, содержащих информацию о ее владельце, однако, отсутствует описание ее местоположения на кадастровой карте ввиду сложных геометрических конструкций сетей и топологических отношений между ними.

В 2019 году, в Канаде начат переход на 3D-кадастр, призванный объединить два реестра и дополнить необходимой семантической и графической информацией. По данным, представленным в работе [15], основными проблемами при внедрении трехмерного кадастра стали нормативно-правовые особенности, среди них можно выделить:

- в Гражданском кодексе Канады не прописана необходимость учета ни длины, ни местоположения, ни внутреннего устройства инженерных сетей;

– одна физически существующая сеть, расположенная под несколькими земельными участками регистрируется отдельными записями в соответствии с количеством земельных участков;

– законодательно не обеспечена необходимость наличия связи между земельным участком и инженерной сетью.

На сегодняшний день, приняты соответствующие поправки в Гражданский кодекс, что позволит завершить полный переход на 3D-кадастр в Канаде к 2021 году [16].

Нидерланды. В основе 3D-кадастра Нидерландов лежит международный стандарт ISO 19152 (LADM) [11]. Внедрение трехмерного описания объектов недвижимости происходило в два этапа: на первом этапе в 3D описывались уникальные и социально-значимые объекты (без изменения правовой и технической составляющей кадастра), на втором, с 2016 года начались учет и регистрация 3D-участков (с расширением перечня сведений об объектах недвижимости).

Под 3D-участком понимается общая трехмерная модель [3, 8], включающая многоуровневую конфигурацию горизонтальных и вертикальных ограничивающих поверхностей. Кроме очевидных преимуществ 3D-моделирования, такой вид модели позволяет рассматривать объект недвижимости, расположенный на нескольких земельных участках, в качестве единой модели. Такая модель вносится в кадастр Нидерландов в виде приложения в формате 3D PDF [11]. Пример приведен на рис. 3.

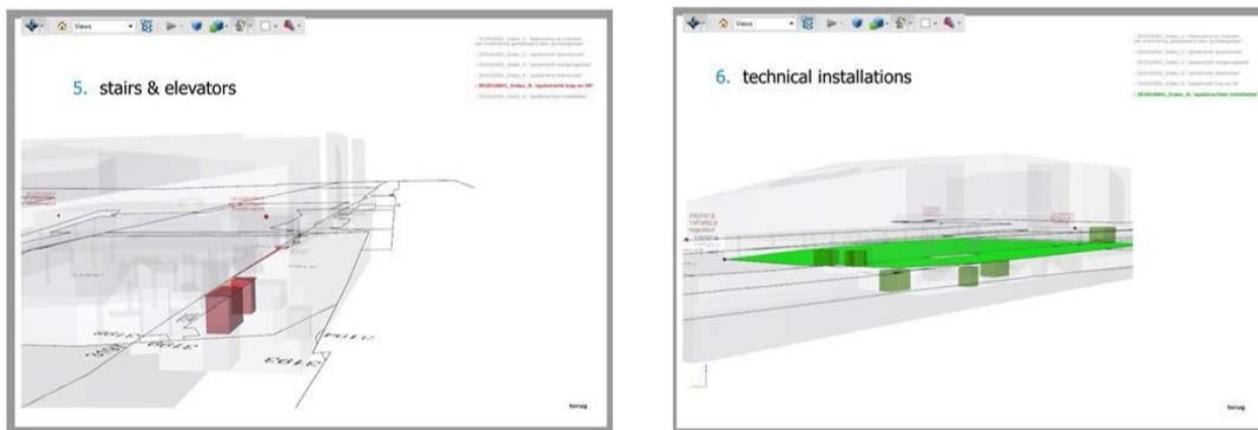


Рис. 3. Часть 3D-описания железнодорожного вокзала, г. Делфт

В базе данных кадастра Нидерландов относительно объектов недвижимости, дополненных 3D-моделью, содержится следующий состав сведений:

- топологическая связь объекта с 2D-участком/участками;
- трехмерная модель;
- 2D-сечения с сопроводительными аннотациями (в основном, применяется при описании квартир/апартаментов);

– описание топографической привязки к местности, к границам земельного участка/участков;

– каталог координат характерных точек и высот в национальной системе.

На сегодняшний день, ведутся работы по добавлению в указанный перечень сведений о топологической связи смежных 3D-моделей и возможности их проверки на пустоты и перекрытия.

Китай. В данной стране применяется единый режим регистрации недвижимости (объекты капитального строительства не рассматриваются в качестве отдельных объектов кадастрового учета, а являются составной частью земельных участков, на которых они расположены). В свою очередь, под земельным участком может пониматься как многоугольник в 2D-плоскости (в провинциях, не перешедших на 3D-кадастр), так и пространственная фигура, ограниченная вертикальными ребрами (3D-участок) [13]. Независимо от вида земельного участка, все земельные ресурсы принадлежат государству.

На сегодняшний день, полностью говорить о единой базе 3D-кадастра в Китае не представляется возможным. Наибольших успехов в данном вопросе достигло Шеньженьское муниципальное образование, благодаря наличию единого органа, ответственного за кадастровый учет объектов недвижимости, планирования и развития городских территорий, геодезическое и картографическое и геологическое обеспечение, что позволяет избегать юридических препятствий при реализации концепции 3D-кадастра, затрагивающего каждую из указанных сфер.

Основной целью внедрения 3D-кадастра в Шеньжэне является учет и последующая продажа/аренда подземных пространств для размещения инфраструктурных объектов и коммерческой недвижимости (магазины, торговые центры и пр.) [17, 18], а также описание объектов, находящихся на границе муниципалитетов, на которые действуют сразу несколько юрисдикций (в качестве примера на рис. 4. приведена 3D-модель порта на границе Шеньжэня и Гонконга).



Рис. 4. 3D-модель порта, г. Шеньжень

Чешская республика. Начало работы над внедрением 3D-кадастра в Чешской республике началось в 2014 году с принятием нового гражданского кодекса. В качестве основного объекта недвижимости рассматривается земельный участок, под которым понимается пространство над и под поверхностью земли, в т. ч. здания, строения (допускается наличие различных правообладателей), расположенные в границах земельного участка. Кроме того, если подземное строительство не является недвижимым имуществом, то оно является частью земельного участка, даже если оно затрагивает (снизу) другой земельный участок.

Создание 3D-кадастра является частью национальной стратегии развития инфраструктуры пространственной информации в Чешской Республике до 2020 года (GeoInfoStrategy) [12], в рамках которой также особое внимание уделено получению достоверных 3D-геоданных на максимально возможном уровне детализации для выбранных объектов реального мира (здания и сооружения), которые впоследствии должны быть интегрированы в 3D-кадастр. Пример 3D-моделирования подземного объекта недвижимости в соответствии с требованиями указанной концепции приведен на рис. 5.



Рис. 5. 3D-модель археологического парка в г. Павлов, Чешская республика

Проанализировав опыт формирования и учета 3D-моделей объектов недвижимости за рубежом на примере рассмотренных стран, можно сделать следующие выводы относительно его применения в России:

1 Объектом кадастрового учета в 3D-кадастре является земельный участок, включающий пространство над и под его поверхностью (включая расположенные на нем здания, сооружения, и т.д.). В России существует семь отдельных видов объектов недвижимости, согласно действующему законодательству земельный участок рассматривается как 2D-объект.

2 Наибольшие трудности для внедрения 3D-кадастра связаны с юридической составляющей учета и регистрации 3D-моделей в кадастре, для чего в ряде стран принимаются комплексные программы развития, включающие большое количество нормативно-правовых актов и законодательных инициатив. В Рос-

сии принята дорожная карта по развитию ЕГРН, предусматривающая переход на 3D-кадастр, на сегодняшний день законодательно закреплено определение 3D-модели объекта недвижимости и требования к ее созданию.

3 3D-модели объектов недвижимости принято принимать как совокупность пересекающихся ограничивающих поверхностей: в большинстве случаев – ортогонально, в ряде стран – не ортогонально (например, в Нидерландах). В России отсутствует четкая методика формирования 3D-моделей, существующее определение недостаточно конкретизировано.

4 Во всех рассмотренных зарубежных практиках достаточно слабо проработан вопрос 3D-моделирования и учета инженерных коммуникаций, что является наиболее вероятным направлением развития 3D-кадастров. В России часть инженерных коммуникаций отображена на топографических планах, в кадастре данные об инженерных коммуникациях фактически отсутствуют.

5 Структура функционирующих 3D-кадастров основана на международном стандарте ISO 19152, поддерживающим пространственный профиль. В России применяется аналогичный стандарт.

Следовательно, можно сделать вывод, что технически, единый государственный реестр недвижимости способен учитывать 3D-модели объектов недвижимости, однако, фактически, для успешного внедрения 3D-кадастра необходимо принять ряд стратегических нормативно-правовых актов, определиться с местом 3D-моделей в структуре ЕГРН, утвердить единую методику формирования 3D-моделей и провести обучение всех заинтересованных сторон (Росреестр, кадастровые инженеры, органы архитектуры, градостроительства и пр.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горобцов С. Р. Применение 3D технологий для корректного учета объектов недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 3. – С. 127–134.

2. Кроненброк Д., Лазерко М. М. Новые перспективы и проблемы 3D ГИС. От автоматического построения здания до виртуальных городов. Способна ли n-пространственная ГИС представлять пространство пользователя? // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. научн. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 33–47.

3. Лисицкий Д. В., Чернов А. В. Теоретические основы трехмерного кадастра объектов недвижимости // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 153–170.

4. Малыгина, О. И. Трехмерный кадастр – основа развития современного мегаполиса // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 129–133.

5. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений [Электронный ресурс]: приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 № 953 // СПС «КонсультантПлюс».

6. Публичная кадастровая карта. (2019) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pkk5.gosreestr.ru/>.
7. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
8. Чернов А. В., Окунева М. И. Основные этапы становления и развития 3D кадастра в странах-членах FIG // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч.-технолог. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 35–43.
9. Andrée M. Virtual 3D Models as a Basis for Property Formation. [Электронный ресурс] / M. Andrée, S. Seipel, G. Milutinovic // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, 2016. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_04.pdf.
10. Athanasiou K. Management of Marine Rights, Restrictions and Responsibilities according to International Standards. [Электронный ресурс] / K. Athanasiou, E. Dimopoulou, C. Kastrisios, L. Tsoulos // FIG 3D Cadastre Workshop 2016, Athens, Greece. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_15.pdf.
11. Dimopoulou E. 3D Cadastres Best Practices, Chapter 2: Initial Registration of 3D Parcels [Электронный ресурс] / E. Dimopoulou, S. Karki, M. Roic, J. Almeida and C. Griffith-Charles // FIG Congress 2018, May 6–11, 2018, Istanbul, Turkey. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2018_47.pdf.
12. Janečka K. Country Profile for the Cadastre of the Czech Republic Based on LADM. [Электронный ресурс] / K. Janečka, P. Souček // FIG 3D Cadastre Workshop 2016, Athens, Greece. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_24.pdf.
13. Kitsakis D. Possibilities of Integrating Public Law Restrictions to 3D Cadastres. [Электронный ресурс] / D.Kitsakis, E. Dimopoulou // FIG 3D Cadastre Workshop 2016, Athens, Greece. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_12.pdf.
14. Larsson C. Conversion of 2D Analogue Cadastral Boundary Plans into 3D Digital Information – problems and challenges illustrated by a Swedish case [Электронный ресурс] / C. Larsson, J. Paasch and J. Paulsson // 6th International FIG 3D Cadastre Workshop, 2-4 October 2018, Delft, The Netherlands. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2018_05.pdf.
15. Pouliot J. Subsurface Utility Network Registration and the Publication of Real Rights: Pending for a Full 3D Cadastre. [Электронный ресурс] / J. Pouliot, P. Girard // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, 2016. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_01.pdf – Загл. с экрана.
16. Pouliot J. 3D Cadastre: With or Without Subsurface Utility Network [Электронный ресурс] / J. Pouliot, P. Girard. // FIG 3D Cadastre Workshop 2016, Athens, Greece. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_13.pdf.
17. Ying S. Visualization for the Coherent Set of 3D Property Units. [Электронный ресурс] / S.Ying, R. Guo, W.Li, J.Yang, Zh. Zhao, L. Li // FIG 3D Cadastre Workshop 2016, Athens, Greece. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_29.pdf.
18. Zhang J. A New Method for 3D Cadastral Parcel Merging Based on Conformal Geometry Algebra. [Электронный ресурс] / J. Zhang, P. Yin, G.Li, H. Gu // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, 2016. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_05.pdf.

© М. С. Жадан, А. В. Чернов, Д. В. Гоголев, 2019