


На правах рукописи

Ветошкин Дмитрий Николаевич 

Разработка усовершенствованной модели земельно-информационной
системы муниципального образования

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Карпик Александр Петрович.

Официальные оппоненты:

Сизов Александр Павлович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», профессор кафедры землеустройства и кадастров;

Щукина Вера Николаевна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула).

Защита диссертации состоится 28 сентября 2021 г. в 15-00 на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: <https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/vetoshkin-dmitriy-nikolaevich/>

Автореферат разослан 2 июля 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Дубровский Алексей Викторович

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 21.06.2021. Формат 60 × 84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 72.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное научное представление о городах основывается на их восприятии как сложных территориальных систем, где каждый компонент: природная среда, население, экономика, управление, инфраструктура и др., – несмотря на свою различную природу, тесно взаимосвязаны, а их состояние и изменения оказывают непосредственное влияние друг на друга.

Система управления муниципальными образованиями занимает особое место в административной системе государства, что определяется, с одной стороны, ее главной ролью – реализация прямого взаимодействия между органами власти и гражданами, а с другой стороны, возложенными на нее задачами по решению наиболее насущных проблем жителей: управление и распоряжение земельными ресурсами и муниципальным имуществом, градостроительство, социальное обеспечение, дошкольное и школьное образование, экономика и торговля, развитие инженерно-коммунальной и дорожно-транспортной инфраструктуры и т. д.

Очевидно, что в числе объективных факторов, определяющих эффективность деятельности органов местного самоуправления, на первом месте стоит качество информационного обеспечения. В данной сфере наблюдаются реализуемые государством масштабные мероприятия, такие как создание автоматизированной системы кадастрового учета и регистрации недвижимости – Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), введение механизмов обязательного информационного взаимодействия и связанные с ними положительные результаты: сокращение сроков оказания муниципальных услуг, перевод их в электронный вид. Однако современные условия реализации программы «Цифровая экономика» ставят перед используемыми органами местного самоуправления (ОМСУ) информационными системами новые задачи: интеграция со всевозможными информационными ресурсами, включая коммерческие, мониторинг реального состояния различных компонентов городской среды, а также возможность анализировать и прогнозировать развитие процессов. Наиболее системным и всеобъемлющим подходом к решению таких задач выступает концепция «Умный город», утвержденная

Минстроем России в форме «Базовых и дополнительных требований к умным городам (стандарт “Умный город”))» и реализуемая в рамках программы «Цифровая экономика» как проект цифровизации городского хозяйства «Умный город».

Используемые ОМСУ в области планирования и управления земельными ресурсами и имущественным комплексом муниципального образования (МО) земельно-информационные системы (ЗИС) не позволяют решать вышеуказанные задачи, а значит не отвечают современным запросам общества и требуют совершенствования. Поэтому тема диссертационной работы «Разработка усовершенствованной модели земельно-информационной системы муниципального образования» соответствии с концепцией «Умный город» является актуальной и своевременной.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в развитие теории и практики создания и ведения земельно-информационных систем внесли российские ученые: Варламов А. А., Волков С.Н., Гальченко С. А., Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Сизов А. П., Шаповалов Д. А., Цветков В. Я., а также зарубежные: Simpson S, Larson H., Mattsson H., Enimark S. и др.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего диссертационного исследования является разработка модели ЗИС МО, выступающей действующим компонентом в информационно-телекоммуникационной среде «Умный город».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научно-технические задачи:

– выполнить анализ современного состояния системы информационного обеспечения деятельности ОМСУ в области планирования и управления земельно-имущественным комплексом МО на предмет ее эффективности;

– выполнить исследование концепции «Умный город», условий реализации и требований стандарта «Умный город» к информационным системам, разработать систему принципов функционирования и модель ЗИС в среде «Умный город»;

– разработать архитектуру и методику создания информационной модели территории МО, выступающей информационным ресурсом ЗИС, действующей в среде «Умный город»;

– разработать прототип информационной модели территории МО на примере фрагмента территории г. Новосибирска и выполнить исследование ее применения для решения задач ОМСУ.

Объектом исследования является система планирования и управления земельными ресурсами и имущественным комплексом МО, *предметом исследования* является модель ЗИС муниципального образования.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

– разработаны принципы создания и функционирования ЗИС МО, реализация которых позволяет осуществлять управление земельно-имущественным комплексом муниципального образования в формате концепции «Умный город»;

– разработана архитектура и методика создания информационной модели территории МО, обеспечивающей интеграцию с государственными, муниципальными и негосударственными информационными ресурсами, системами мониторинга, анализа, моделирования и прогнозирования для эффективного управления земельно-имущественным комплексом МО.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в разработке научно-методических подходов к созданию новых или модернизации существующих ЗИС, выступающих действующим компонентом информационно-телекоммуникационной среды «Умный город», для решения задач по повышению эффективности планирования и управления земельно-имущественным комплексом муниципальных образований. *Практическая значимость* работы заключается в том, что результаты диссертационного исследования могут быть использованы органами государственной власти, ОМСУ и разработчиками специального программного обеспечения при создании новых и (или) модернизации существующих ЗИС в рамках реализации проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город».

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач использовались методы геодезии, дистанционного зондирования, геоинформатики, фотограмметрии, землеустройства и кадастра, системного анализа, системной инженерии и моделирования. Эмпирической базой служили материалы и резуль-

таты семи научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов, реализованных в СГУГиТ за период с 2011 по 2020 г. Апробация результатов исследований – разработанной информационной модели фрагмента территории МО – и исследование ее применения для управления муниципальным земельно-имущественным комплексом выполнены на территории МО город Новосибирск.

Положения, выносимые на защиту:

- разработанные принципы создания и функционирования ЗИС МО соответствующей стандарту «Умный город»;
- методика создания информационной модели территории МО как информационного ресурса ЗИС, действующей в среде «Умный город».

Диссертация соответствует областям исследования: 5 – Принципы сбора, документирования, накопления, обработки и хранения сведений о земельных участках. Разработка единой методики по ведению земельного кадастра; 7 – Информационное обеспечение Государственного земельного кадастра и 29 – Разработка земельно-информационной системы (ЗИС) как основной части геоинформационной системы (ГИС) на основе современных информационных и геоинформационных технологий паспорта научной специальности 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность выполненных исследований подтверждается практическими результатами научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной деятельности СГУГиТ в сфере землеустройства, кадастра, геодезии, геоинформатики, территориального планирования и информационного моделирования территорий, результаты исследований докладывались, обсуждались и нашли положительный отклик на международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (2017–2019 гг., г. Новосибирск), научных и практических семинарах. Разработанный в рамках выполненного исследования проект «Информационная модель ж/м “Восточный”» был отмечен Дипломом за 1-е место на III Всероссийском конкурсе «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ 2018» в номинации «Информационное моделирование для территориальных образований».

Диссертация подготовлена по результатам исследований, полученных в рамках выполнения гранта, предоставленного в форме субсидии на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития в рамках подпрограммы «Фундаментальные научные исследования для долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности общества и государства» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», проект «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», номер соглашения с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2020-804 (внутренний номер гранта № 13.1902.21.0016).

Публикации по теме диссертации. Основные результаты исследований представлены в 12 научных работах, семь из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, получен один патент на изобретение.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 184 страницы машинописного текста. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы, включающего 120 наименований, содержит 12 таблиц, 47 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования, научная новизна и практическая значимость, приведены сведения об апробации и реализации результатов работы, ее структура, а также научные положения, выносимые на защиту.

Первый раздел «Анализ современного состояния информационного обеспечения органов местного самоуправления» посвящен исследованию вопросов современного состояния и основных направлений развития систем информационного

обеспечения органов местного самоуправления. Выполнено исследование муниципального образования как территориальной системы, исследованы место и функции органов местного самоуправления в общегосударственной системе административного управления, их современные и перспективные задачи, в том числе в контексте реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р), стандарта «Умного города» (утвержден Минстроем России 04.03.2019) и приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды».

В результате исследования установлено, что традиционные подходы к информационному обеспечению деятельности муниципальных органов власти, в том числе в сфере земельно-имущественных отношений, не отвечают современным условиям и требованиям.

Используемые органами местного самоуправления информационные системы: системы управления земельными ресурсами и муниципальным имуществом (земельно-информационные системы), информационные системы обеспечения градостроительной деятельности – создаются и развиваются как слабо интегрированные ведомственные информационные системы. Ключевым недостатком таких систем является то, что они не учитывают взаимосвязь компонентов, не позволяют моделировать и анализировать сценарии развития МО.

В работе предложена реализация новых подходов к информационному обеспечению муниципальных органов власти – разработка и внедрение «интеллектуальных», или «умных», информационных систем, ключевым отличием которых от традиционных является их соответствие трем специальным критериям: интегрированность, измерения и контроль (мониторинг) и интеллектуальность (рисунок 1).

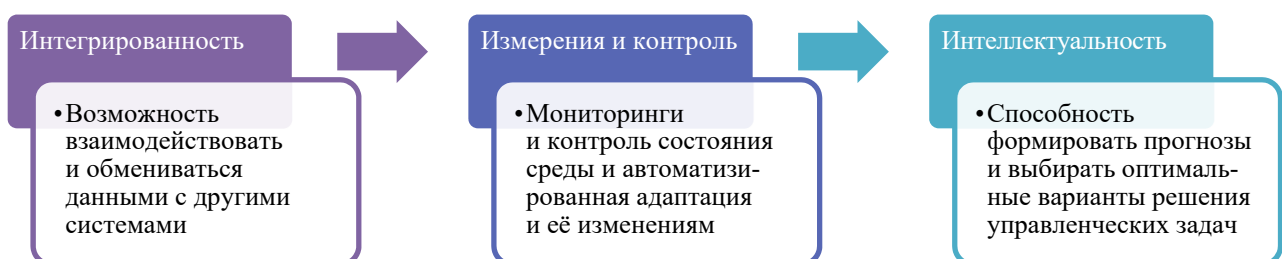


Рисунок 1 – Критерии интеллектуальных систем

Таким образом, задачи, стоящие перед органами местного самоуправления, требуют принципиального изменения подходов к созданию земельно-информационных систем, которые должны соответствовать следующим требованиям:

1 Интеграция в единое глобальное геоинформационное пространство (ЕГИП) за счет автоматизированного преобразования пространственных данных и наличия интерфейсов взаимодействия (обмена данными) с внешними информационными ресурсами, региональными, муниципальными и негосударственными системами.

2 Наличие собственных и (или) взаимодействие с внешними системами автоматизированного мониторинга актуальности, взаимного соответствия и корректности данных, в том числе с использованием систем дистанционного зондирования и автоматизированного распознавания (дешифрирования) данных.

3 Наличие внутренних или взаимодействие с внешними системами моделирования и прогнозирования состояния элементов муниципального образования как территориальной системы, учитывающих взаимосвязи между ними, т. е. как изменения одного элемента повлияют на изменения других.

Во втором разделе «Разработка принципов функционирования интеллектуальных земельно-информационных систем» представлены результаты исследования принципов и условий функционирования интеллектуальной ЗИС в современной интегрированной информационной среде муниципального образования.

Реализация современных подходов к созданию и модернизации информационных систем должна осуществляться с учетом современных технологий сбора, обработки, хранения, анализа и представления хранения пространственных цифровых данных, которые обеспечивают выполнение следующих функций:

1 «Глобальное» расширение набора инструментов и методов сбора, хранения и анализа геопрограммных данных, в том числе представленных в огромных объемах (Big data), которые агрегируются у операторов больших данных (Google, Apple, Яндекс, Сбербанк и др.).

2 Переход к многомерному представлению пространственных данных в информационных системах в традиционном двухмерном (плоском) представлении и в многомерном: 3D, 4D (3D+время), 5D (4D+стоимость).

3 Открытие широкого доступа к технологиям и материалам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в том числе космической съемки и аэросъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов для оперативного получения пространственных данных с достаточным разрешением и высокой точностью.

Для выполнения вышеуказанных условий в работе предложена модель интеграции ЗИС с программными и техническими средствами «умного города» (таблица 1).

Таблица 1 – Применение технологий «умного города» для автоматизации функций и услуг земельно-информационных систем

Функции и услуги ЗИС		Технологии «умного города»	Решаемые задачи
Планирование развития территорий	Определение назначения ЗУ и (или) ОКС	«Большие данные»	Исследование общественного мнения, фактических предпочтений и интересов жителей и (или) бизнеса
		«Геомаркетинговые исследования»	Определение локаций для размещения объектов общественного, социального и экономического назначения
			Определение «наилучших» с точки зрения решения экономических или социальных задач видов использования ЗУ и ОКС
			Инвестиционный анализ – сопоставление доходов и расходов городского бюджета в случае реализации инвестиционного проекта
	Образование земельных участков	3D-геопространственные платформы и платформа «умного города»	Предоставление полного комплекса информационных ресурсов и программных инструментов для выполнения кадастровых работ по образованию ОН
	Образование объектов капитального строительства	ВМ-системы и 3D-геопространственные платформы	Проектирование, мониторинг строительства, учет (хранение и обработка) характеристик объектов

Окончание таблицы 1

Распоряжение имуществом	Предоставление ОН	«Большие данные»	Исследование спроса и предложений
		Геопорталы	Привлечение и информационная поддержка инвесторов
		«Блокчейн» и смарт-контракты	Полностью автоматизированное проведение торгов (аукционов), заключение и исполнение договоров
	Учет и регистрация прав на ОН	Технологии распределенных реестров «Блокчейн»	Учет объектов недвижимости, регистрация прав и перехода прав, подтверждение (гарантия) характеристик и зарегистрированных прав на объекты недвижимого имущества
Учет объектов недвижимости	Определение стоимости объектов недвижимости	«Большие данные» и «искусственный интеллект» (нейронные сети)	Автоматизированное выполнение массовой рыночной и кадастровой оценки объектов недвижимости в режиме «Онлайн» на основе «Больших данных» рынка недвижимости
		Информационный обмен с другими органами власти, в том числе администрирование	Технологии распределенных реестров «Блокчейн»
	налоговых и арендных платежей		
		Контроль режима использования объектов недвижимости	Негосударственные справочно-информационные системы и web-сервисы
			Краудсорсинговые платформы

Из анализа таблицы 1 видно, что повышение эффективности принимаемых управленческих решений происходит за счет информационного взаимодействия

со внешними информационными системами, вовлечения общественности и бизнеса в подготовку и принятие таких решений, наличия инструментов моделирования и прогнозирования.

Схема интеллектуальной информационной модели, включающей в себя пространственную и информационную модель, программные системы анализа и моделирования, представлена на рисунке 2.

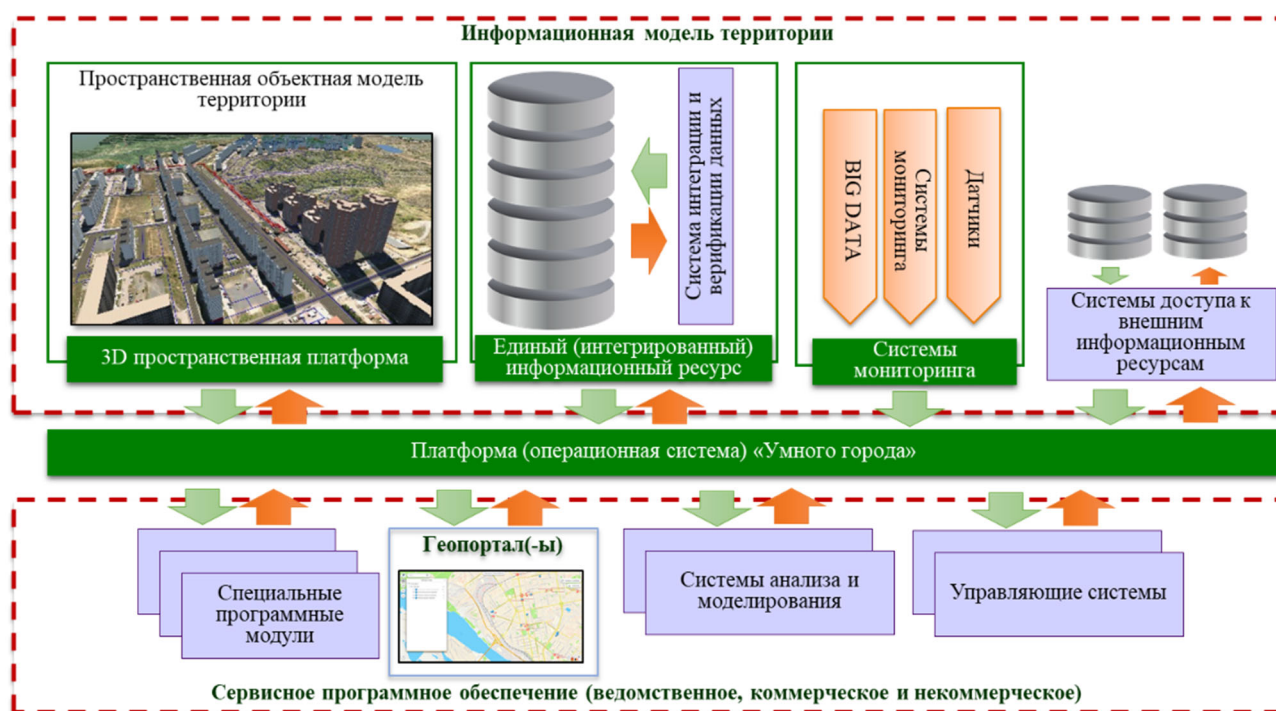


Рисунок 2 – Модель архитектуры земельно-информационной системы «умного города»

В третьем разделе «Разработка усовершенствованной модели земельно-информационной системы муниципального образования» представлены укрупненная модель архитектуры и методика создания современного информационного ресурса земельно-информационной системы МО, предусматривающая поэтапное формирование «пространственной объектной модели» городской территории, «информационной» и «интеллектуальной» моделей городской среды (рисунок 3).



Рисунок 3 – Последовательность создания модели реальности

Пространственная объектная модель территории определяется как трехмерное метрическое представление территории с выполненными кластеризацией, идентификацией и (или) моделированием объектов ситуации, представленных на базе программных 3D-платформ, например, таких как AutoDesk Infra-works, Bentley City Planner и др.

На основе результатов исследований разработана методика создания, мониторинга и обновления пространственных объектных моделей городских территорий (рисунок 4).

Согласно предложенной методике, пространственные объектные модели создаются на основе двух основных источников данных: материалов дистанционного зондирования (снимки, 3D-облака точек, фотореалистичные 3D-модели и др.) и сведений государственных, муниципальных и негосударственных информационных ресурсов с применением инструментов интеграции данных и трехмерного моделирования. В зависимости от источников исходных данных и их актуальности, временных, финансовых и технических ресурсов, трехмерные модели объектов ситуации в составе пространственной объектной модели территории могут быть представлены: трехмерными векторными объектами, описывающими внешние контуры фотореалистичных трехмерных моделей объектов

(инфоблоки), визуализационными трехмерными моделями объектов (форматы «fbx», «obj», «dvg», «skp») либо BIM-моделями (формат «IFS»).

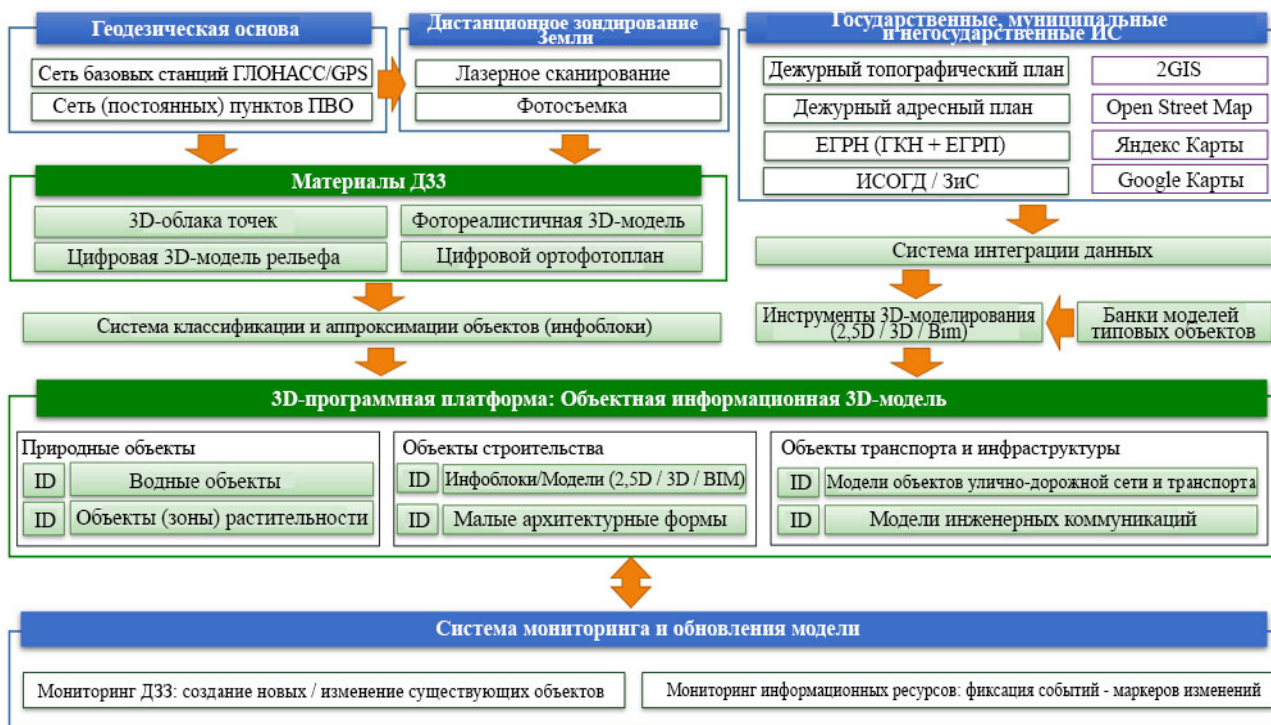


Рисунок 4 – Технологическая схема создания, мониторинга и актуализации пространственных объектных моделей

Актуальность пространственной объектной модели обеспечивается системой мониторинга, основанной на анализе материалов ДЗЗ (преимущественно космических снимков) и на анализе информации во внешних информационных ресурсах посредством отслеживания событий, выступающих «маркерами изменений» (выдача разрешений на ввод объектов в эксплуатацию, снятие с учета демонтированных объектов и т. д.). Алгоритмы обновления пространственной объектной модели предусматривают выполнение аэрофотосъемки локальных участков с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и (или) моделирование вновь созданных или измененных объектов с последующим их встраиванием в пространственную модель, как это показано на рисунке 5.



Рисунок 5 – Обновление пространственной объектной модели инструментами BIM-моделирования

Информационная модель территории представляет собой результат интеграции объектной пространственной модели с государственными, муниципальными и негосударственными информационными ресурсами, а также с системами мониторинга посредством взаимодействия 3D-платформы с программной платформой и телекоммуникационной средой «Умного города». В результате обеспечивается связь между объектами модели и семантическими данными из внешних источников, а сама модель наполняется информационными векторными слоями: земельные участки, охранные и защитные зоны, зоны сервитутов, территориальные зоны, административные границы и т. д.

Способ представления объектов в информационных слоях определяется их мерностью: двумерные объекты (земельные участки, зоны, административные границы и др.) отображаются в виде проекции на цифровую модель рельефа, трехмерные объекты (проектные решения и др.) – в виде 2.5/3D/BIM-моделей. Перечень внешних семантических данных и информационных слоев в информационной модели не должен быть ограничен и определяется только доступными источниками информации и решаемыми задачами.

Ключевой задачей на этапе создания информационной модели территории является обеспечение автоматизированной интеграции и взаимной верификации данных, полученных из различных информационных ресурсов и систем мониторинга. Юридически такая задача должна быть решена в соответствии с ГОСТ 52571–2006 на основе единого координатного описания объектов, их

на дежурном адресном плане и во внешних навигационно-справочных системах через сопоставление центроидов (адресных точек) и контуров, а на третьем этапе – структуризация адресов с целью их приведения к структуре ФИАС и получения соответствующих кодов.

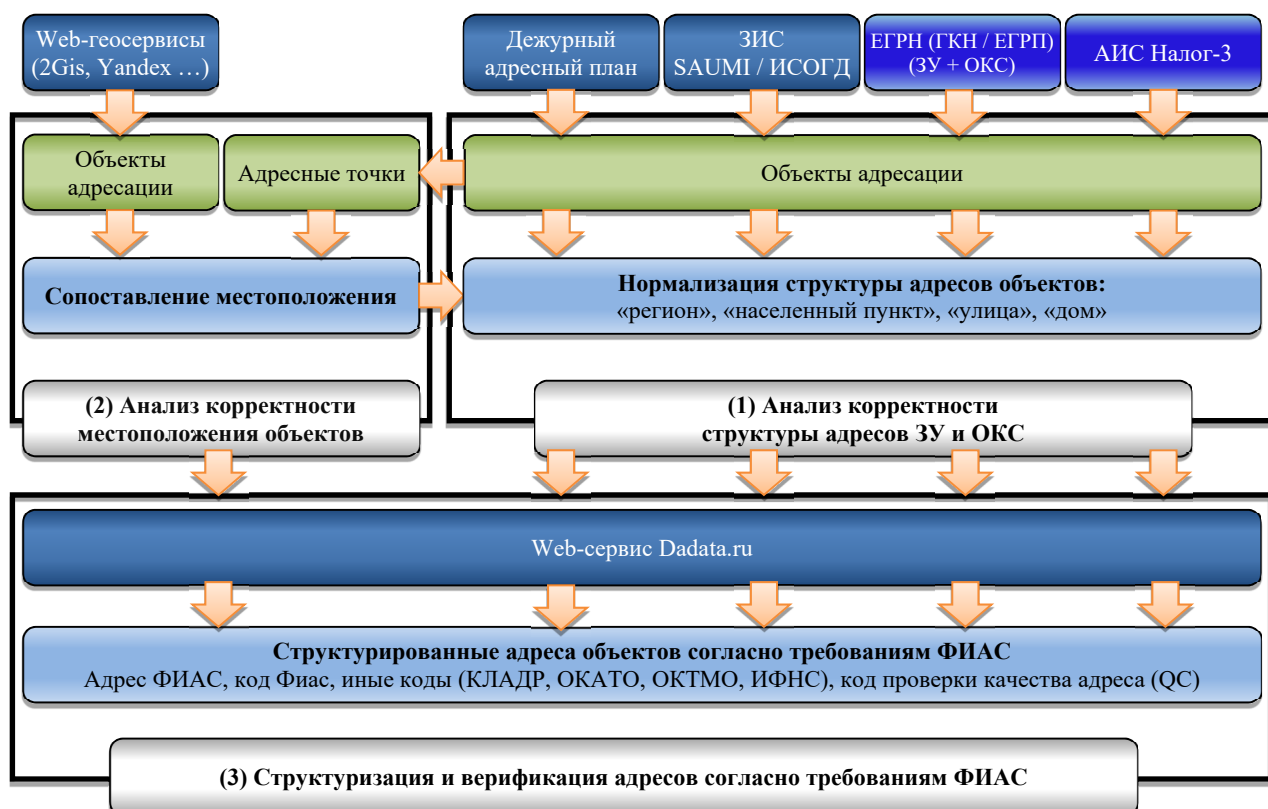


Рисунок 7 – Схема алгоритма верификации и нормализации адресного описания объектов в информационных ресурсах

Реализация алгоритма позволяет обеспечить интеграцию, верификацию и обновление данных информационной модели территории, получаемых из внешних информационных ресурсов, независимо от их принадлежности.

Интеллектуальная модель должна обеспечивать пользователей внутренними и (или) внешними инструментами анализа, моделирования и прогнозирования посредством взаимодействия с платформой «Умного города». Примерами задач для интеллектуальной модели выступают прогнозные расчеты повышения

нагрузки на инженерные коммуникации, улично-дорожную сеть, общественный транспорт, парковочные пространства, объекты социального обеспечения (детские сады, школы, больницы) в случае строительства и ввода в эксплуатацию объектов жилого, общественного или коммерческого назначения.

Важным инструментом интеллектуальной модели выступают геопорталы, обеспечивающие информационное взаимодействие и коммуникацию органов власти с представителями гражданского общества и бизнеса, а также позволяющие применять инструменты краудсорсинга для решения муниципальных задач, например, поиск дефектов дорожного покрытия.

Необходимые расчеты выполняются преимущественно внешними системами анализа и моделирования (PTV VISION, ZULU, GeoIntellect и др.) за счет интеграции пространственной объектной модели, внешних информационных ресурсов, систем мониторинга на программной платформе «умного города» либо, в определенных случаях, инструментами 3D-платформы или пользовательского программного обеспечения, такими как инструменты инфраструктурного моделирования в Autodesk InfraWorks.

Результаты моделирования и (или) прогнозирования, представленные в численном или графическом виде, позволяют спрогнозировать последствия и тем самым оценить эффективность того или иного управленческого решения, в том числе на основе показателей комфортности городской среды, экологической и техносферной безопасности и т. д.

В четвертом разделе «Опыт практического применения усовершенствованной модели земельно-информационной системы муниципального образования» представлен пример реализации разработанных методик и технологических решений на основе интеллектуальной модели жилмассива «Восточный» (г. Новосибирск).

В рамках реализации проекта выполнена апробация методики поэтапного создания пространственной объектной, информационной и интеллектуальной моделей территории, а также алгоритмов интеграции государственных, муниципальных и негосударственных информационных ресурсов и систем.

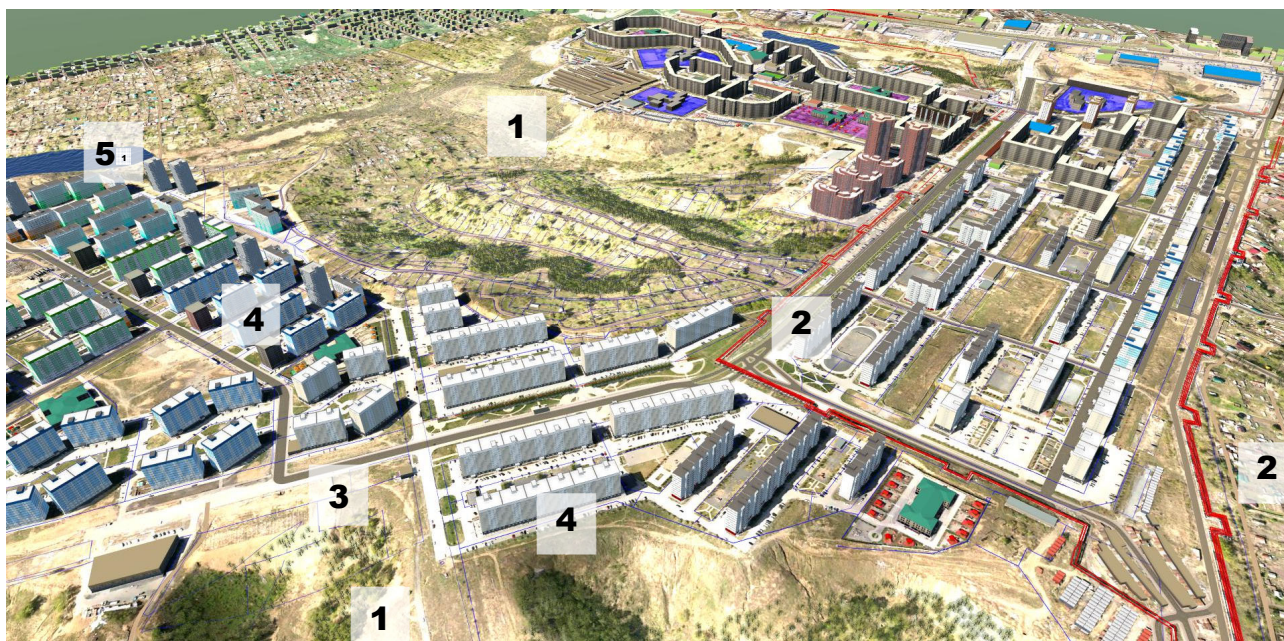
Пространственная объектная модель территории площадью 16 кв. км построена на основе материалов аэрофотосъемки, выполненной с использованием беспилотного летательного аппарата Supercam S350 (основная съемка) и Phantom 4 Professional (дополнительная съемка отдельных участков и текстур). В результате фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки подготовлены: цифровая модель рельефа (ЦММ), цифровой ортофотоплан и трехмерная метрическая фотореалистичная модель территории.

Классификация и идентификация наземных объектов (здания, объекты улично-дорожной сети и транспортной инфраструктуры, наземные коммуникации и т. д.) осуществлялись на основании комплекса исходных данных, полученных из материалов аэрофотосъемки, дежурного топографического плана масштаба 1 : 500, дежурного адресного плана, сведений ЕГРН и веб-картографического сервиса OpenStreetMap (OSM). Классификация и идентификация подземных объектов (коммуникации, подземные парковки и др.) выполнены по дежурному топографическому плану и проектам планировки и межевания территории.

В рамках трехмерного моделирования объектов ситуации применялись программные инструменты Bentley Systems (Microstation) и Autodesk (Revit, Maya, Civil 3D, Autodesk InfraWorks 360). В качестве банка готовых моделей для типовых малых архитектурных форм (детские площадки, зоны отдыха и др.) использовалась библиотека SketchUp. Модели жилых домов представлены их упрощенными BIM-моделями (только архитектурная составляющая), при этом пользователям предложена возможность перехода к полноценным моделям объектов по внешней ссылке.

В рамках решения задачи по формированию информационной модели территории (рисунок 8) была обеспечена интеграция объектов модели с данными, получаемыми из информационных систем (ЕГРН, ИСОГД, САУМИ, OSM, 2GIS и др.), модель была дополнена информационными векторными слоями, в том числе: объектов кадастрового учета (кадастровое деление земельных участков,

объекты капитального строительства, зоны с особым режимом использования земель), объектов градостроительной деятельности (территориальные зоны, красные линии, охранные и защитные зоны и др.), OSM (улично-дорожная сеть, древесно-кустарниковая растительность, остановки общественного транспорта и др.) и 2GIS (объекты коммерческого и административного назначения) и др.



1 – ортофотоплан, спроецированный на цифровую модель рельефа; 2 – модели инженерных коммуникаций; 3 – модель объектов улично-дорожной сети; 4 – BIM-модели зданий; 5 – модель водного объекта

Рисунок 8 – Пространственная объектная модель территории
жилмассива «Восточный»

Компоненты интеллектуальной информационной модели реализованы встроенными инструментами программной платформы Autodesk InfraWorks 360, которые позволяют выполнять моделирование и анализ нагрузки на улично-дорожную сеть на основе данных об интенсивности и организации дорожного движения, режиме работы светофоров, наличия пешеходных переходов и других исходных данных, а также визуализировать результаты как в форме численных показателей, так и в виде имитационной модели.

Проект информационной модели ж/м «Восточный» был отмечен Дипломом за 1-е место на III Всероссийском конкурсе «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ 2018».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований достигнута основная цель работы – разработана усовершенствованная модель земельно-информационной системы муниципального образования, являющаяся компонентом среды «умного города» и соответствующая критериям интеллектуальных информационных систем.

Основные научные и практические результаты диссертационного исследования, заключаются в следующем.

1 Выполнен анализ современного состояния информационного обеспечения деятельности органов местного самоуправления в области управления муниципальным имуществом, на основании которого определены основные направления и тенденции развития геоинформационных систем в формате внедрения стандарта «Умный город».

2 Разработана система принципов функционирования земельно-информационной системы в соответствии с критериями интеллектуальной информационной системы, на основе которой сделан вывод, что ключевой задачей земельно-информационной системы в среде «умного города» является повышение эффективности принимаемых управленческих решений за счет информационного взаимодействия с внешними информационными системами любого уровня и любой принадлежности.

3 Разработана информационная модель территории, структура ее данных, система их актуализации и схема ее интеграции с внешними государственными, муниципальными и негосударственными информационными ресурсами, а также с системами мониторинга посредством взаимодействия 3D-платформы с программной платформой и телекоммуникационной средой «умного города». Предложенная информационная модель обеспечивает связь между объектами модели

и семантическими данными из внешних источников и ее наполнение векторными слоями: земельные участки, охранные и защитные зоны, зоны сервитутов, территориальные зоны, административные границы и т. д.

4 Выполнена апробация разработанных методик и технологических решений на примере жилмассива «Восточный» г. Новосибирска. На основе результатов аэрофотосъемки с применением БПЛА создана информационная метрическая модель жилмассива «Восточный», которая включает в себя: 3D-модель рельефа; ортофотоплан; BIM-модели зданий; улично-дорожную сеть; кадастр (ЕГРН); санитарно-защитные зоны; охранные зоны; зонирование (ПЗЗ); коммуникации; элементы благоустройства и озеленения.

5 Разработанная информационная модель позволяет оперативно получать необходимую информацию об объектах инфраструктуры территории, вести мониторинг путем встраивания BIM-моделей объектов капитального строительства на основе проектной документации, выполнять трехмерный пространственный анализ и оперативное управление развитием инфраструктуры территории на основе геоаналитики.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке новых и модернизации действующих земельно-информационных систем муниципальных образований и территорий, где происходит внедрение стандарта «Умный город». Внедрение результатов исследований позволит значительно сократить расходы финансовых средств, повысить оперативность и эффективность принятия решений по управлению земельно-имущественным комплексом территорий.

Перспективы дальнейших исследований должны быть направлены на разработку архитектуры национальных цифровых платформ для обработки и интеграции больших данных на едином геопространстве территорий для решения широкого круга задач эффективного управления и развития муниципальных образований.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ
ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Карпик, А. П. Применение сведений государственного кадастра недвижимости для решения задач территориального планирования / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, О. П. Архипенко. – Текст : непосредственный // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 6. – С. 112–117.

2 Ветошкин, Д. Н. Алгоритм устранения кадастровых ошибок при описании границ муниципальных образований / Д. Н. Ветошкин, К. А. Карпик, О. П. Архипенко. Текст : непосредственный // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 157–161.

3 Байков, К. С. Модель информационного обеспечения комплексных кадастровых работ / К. С. Байков, Д. Н. Ветошкин, Н. О. Митрофанова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 161–165.

4 Карпик, А. П. Современная модель согласования и разрешения споров о местоположении границ муниципальных образований / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин. – Текст : непосредственный // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 115–121.

5 Карпик, А. П. Интеграция информационных систем государственного кадастра недвижимости, муниципальных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности и информационных ресурсов федеральной налоговой службы в целях повышения собираемости земельных платежей / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, С. Р. Горобцов. – Текст : непосредственный // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 142–149.

6 Ветошкин, Д. Н. Совершенствование механизмов информационного взаимодействия при администрировании налогов на недвижимое имущество / Д. Н. Ветошкин, Е. С. Стегниенко, А. В. Чернов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Вып. 4 (24). – С. 219–231. – doi: 10.33764/2411-1759-2019-24-4-219-231.

7 Карпик, А. П. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития / А. П. Карпик, И. А. Мусихин, Д. Н. Ветошкин. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 155–163. – doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-155-163.

8 Пат. на изобретение RU 2633642. Способ получения, обработки, отображения и интерпретации геопространственных данных для геодезического мониторинга операционной обстановки паводковой ситуации с применением технологии дистанционного зондирования / Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Арбузов С. А., Корсун В. Н. – № 2016122767; заявл. 08.06.2016; опубл. 16.10.2017. – Текст : непосредственный.

9 Ветошкин, Д. Н. Реализация принципа «Единого окна» в системе государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество на примере Новосибирской области / Д. Н. Ветошкин, Н. С. Ивчатова, И. В. Пархоменко. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 40–48.

10 Ветошкин, Д. Н. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере ведения кадастра недвижимости путем организации государственно-частного партнерства / Д. Н. Ветошкин. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 66–74.

11 Карпик, А. П. Анализ современного состояния государственного кадастра недвижимости в России / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, О. П. Архипенко. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. сб. молодых ученых СГГА (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 3–11.

12 Карпик, А. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, О. П. Архипенко. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.