

Московский экономический журнал 3/2020



УДК 528.7+004.94

DOI 10.24411/2413-046X-2020-10158

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (ИТИПГТ)

PREREQUISITES FOR CREATING A TECHNOLOGY FOR AN INTELLIGENT THREE-DIMENSIONAL INFORMATION PLATFORM FOR AN URBAN AREA

Щукина Вера Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (625000 Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.38), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4706-0671>, schukinavn@tyuiu.ru

Антипова Алена Николаевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры Автомобильного транспорта строительных и дорожных машин, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (625000 Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.38), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5934-3364>, antipovaan@tyuiu.ru

Голякова Юлия Евгеньевна, ассистентка кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (625000 Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.38), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8600-8529>, goljakovaje@tyuiu.ru

Vera N. Shchukina, candidate of technical Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of Geodesy and cadastral activity, Industrial University of Tyumen, Ph.D., (2 Lunacharsky st., Tyumen, 625000 Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4706-0671>, schukinavn@tyuiu.ru

Alena N. Antipova, candidate of geological and mineralogical Sciences, associate Professor of the Department of Motor transport of construction and road vehicles, Tyumen industrial University (2 Lunacharsky st., Tyumen, 625000 Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5934-3364>, antipovaan@tyuiu.ru

Yuliya E. Golyakova, assistant of the Department of Geodesy and cadastral activity, Industrial University of Tyumen, (2 Lunacharsky st., Tyumen, 625000 Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8600-8529> , goljakovaje@tyuiu.ru

Аннотация. В статье рассматривается необходимость внедрения цифровых интеллектуальных технологий в области управления и развития городскими территориями посредством создания интеллектуальной трехмерной информационной платформы на примере г. Тюмень. Приведено описание отечественного и зарубежного опыта по теме статьи, а также представлена предлагаемая технологическая схема реализации интеллектуальной платформы и ее основные характеристики. Внедрение цифровых интеллектуальных технологий в управление и развитие городских территорий обусловлено ускорением темпов строительства, возрастающей сложностью технологий застройки, подземной и надземной инфраструктур, увеличением числа операций с недвижимостью. Значительно расширяет возможности трехмерное отображение местности и расположенных на ней объектов. В качестве исходных данных для точного трехмерного моделирования городской территории предлагается использовать материалы аэрофотосъемки,

полученные при помощи беспилотного воздушного судна. Информационное наполнение зависит от направления использования платформы. Для хранения геоданных, фотоснимков местности, необходимой документации предлагается использование облачных хранилищ, которые являются наиболее защищенными и позволяют обеспечивать высокую скорость доступа к информации по многокритериальному запросу. Предлагаемая технология формирования комплексной единой интеллектуальной информационной платформы хранения и обработки трехмерных моделей, позволит: хранить все геоданные и документацию о модели в едином хранилище данных, обладающем высокой производительностью доступа к данным; осуществлять многомерность запроса данных модели и построения модели по большому количеству критериев; формировать личный кабинет пользователя с учетом индивидуальных прав доступа к материалам и документам; оперативно обновлять информацию об изменениях параметров местности; осуществлять статистическую и аналитическую обработку данных с учетом всех изменений на территории. Разработка технологии ведется с использованием исходных материалов и данных применительно к г. Тюмень, но в тоже время является универсальной и может быть внедрена для иных населенных пунктов.

Summary.

The article considers the need to introduce digital intelligent

technologies in the field of management and development of urban areas by creating an intelligent three-dimensional information platform on the example of Tyumen. A description of domestic and foreign experience on the topic of the article is given, as well as the proposed technological scheme for implementing the intelligent platform and its main characteristics. The introduction of digital intelligent technologies in the management and development of urban areas is due to the accelerated pace of construction, the increasing complexity of building technologies, underground and above-ground infrastructures, and an increase in the number of real estate operations. Significantly expands the possibilities of a three-dimensional display of the terrain and the objects located on it. It is proposed to use aerial photographs obtained using an unmanned aerial vehicle as initial data for accurate three-dimensional modeling of an urban area. The content depends on the direction of use of the platform. For storing geodata, photographs of the area, the necessary documentation, the use of cloud storage is proposed, which are the most protected and can provide high speed access to information on a multi-criteria request. The proposed technology for the formation of a comprehensive unified intellectual information platform for storing and processing three-dimensional models will allow: to store all

geodata and model documentation in a single data warehouse with high data access performance; implement multidimensionality of requesting model data and building a model according to a large number of criteria; to form a personal account of the user taking into account individual access rights to materials and documents; promptly update information on changes in terrain parameters; carry out statistical and analytical data processing taking into account all changes in the territory. The development of the technology is carried out using source materials and data in relation to the city of Tyumen, but at the same time it is universal and can be implemented for other settlements.

Ключевые

слова: трехмерная модель (3D модель), беспилотное воздушное судно (БВС), технологии «Умный город», виртуальная и дополненная реальность, большие данные.

Keywords: three-dimensional model (3d-model), unmanned aircraft, Smart City technologies, virtual and augmented reality, Big Data.

Введение

Одним из направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации является необходимость перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым

материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта [1].

Актуальность

внедрения цифровых интеллектуальных технологий в области управления и развития территориями обусловлена ускорением темпов строительства, возрастающей сложностью технологий застройки, подземной и надземной инфраструктуры, увеличением числа операций с недвижимостью, возникновением потребностей в интеллектуальных трехмерных цифровых моделях территорий и рельефа.

Цифровые модели

территорий, рельефа используются в решении различных прикладных задач, таких как: определение геометрических параметров рельефа; мониторинг динамики рельефа при проведении проектно-изыскательских работ; вычисление геометрических характеристик зданий и сооружений (площади, протяженности, периметра) для нужд архитектуры и городского планирования; мониторинг и прогнозирование геологических и гидрологических процессов; расчет освещенности и ветрового режима для архитектуры и городского планирования, инженерных изысканий, экологического мониторинга; построение зон видимости для телекоммуникационных и сотовых компаний, определение зон водоотведения и водоснабжения; формирования туристических маршрутов с применением дополненной реальности.

Трёхмерное

отображение местности и расположенных на ней объектов значительно расширит

возможности проектно-изыскательских и других видов работ за счет точности

измерений и постоянного мониторинга изменений параметров, а так же обеспечит

устойчивость и экологическую защищенность инфраструктуры городской территории.

В настоящее время

осуществляется переход на принципиально

новый технологический уровень в части информационно-аналитической поддержки

функционирования социально-экономического комплекса территориального

образования РФ – геопространственное моделирование.

Исследования в

данной области ведутся рядом российских ученых, к которым относятся А.П. Карпик,

Д.В. Лисицкий, А.Г. Осипов, В.Н. Савиных, и др. [2,3].

Основная цель

геоинформационного моделирования пространства – увеличение круга

исследовательских задач в сфере рационального использования территории и оценки

негативного воздействия человеческой деятельности на объекты окружающей среды,

поиск более эффективных экономических решений, и, как результат, внедрение технологий «умного города» и развитие

цифровой реальности.

Отечественный и зарубежный опыт

Зарубежные

исследователи Дикин и Аль-Уэар предлагают следующие

характеристики технологии «умный город» [4]:

- применение большого набора электронных и цифровых технологий;
- использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для трансформации жизни и рабочей среды в пределах региона и внедрение их в государственные системы;
- объединение возможностей ИКТ в соответствии с потребностями общества.

Существует

ряд городов, активно использующих стратегии «умного города»: Амстердам,

Барселона, Киев, Манчестер, Милтон-Кинс, Москва, Сочи и др. [5-9]. Стратегии развития «умного города»

включают умное развитие всех социально-экономических сфер города: транспорт,

ЖКХ, туризм, образование, здравоохранение, экологию и т.д. При этом развитие

одной сферы влечет за собой

развитие всех других направлений

жизнедеятельности. Как

следствие, для обоснованного принятия решения в

каждой сфере необходимо оперировать большим объемом информации, выполнять ее

всесторонний многомерный и интеллектуальный анализ.

На смену

привычному представлению объектов местности в виде топографических карт и

планов, ГИС приходят трехмерные геометрически точные модели местности, рельефа

и отдельных зданий и сооружений.

На сегодняшний

день вопросам создания и дальнейшего применения 3D – моделей

городов

уделяется много внимания со стороны отечественных и зарубежных ученых и

производственников [10-19]. Ее

применение рассматривается в следующих направлениях:

- точная и оперативная реализация проектно-исследовательских работ инженерно-геологических изысканий;
- создание площадки электронного взаимодействия застройщиков, банков и органов власти в рамках реализации строительного проекта;
- создание комплексной информационной системы экологического мониторинга;
- формирование оптимальных туристических маршрутов с применением виртуальной и дополненной реальности;
- оптимизации транспортных потоков больших городов;
- применение голографических проекций при презентации архитектурных проектов;
- реализация проектов в рамках «Умный город».

В России

успешным примером реализации 3D моделирования городской территории является

работа ГК «Геоскан» для территории города Томска [20].

За рубежом

первую трехмерную карту создали в 1980-х в столице Финляндии – Хельсинки. Также

наиболее ярким является опыт Сингапура при составлении трехмерной карты страны.

Методология проведения исследования

Существующие методы и подходы для

создания трёхмерных моделей объектов и местности по результатам аэрофотосъемки

с беспилотных летательных аппаратов позволяют получать

актуальную информацию о местности и строить геометрически точные трехмерные модели с привязкой к геодезической сети.

Анализ

имеющихся технологий создания цифровой модели городской среды показал

наличие ряда недостатков:

- типизация строений приводит к упрощению создаваемой модели городов;
- недостаточная фотореалистичность конечной модели;
- отсутствие актуального обновления информации при изменении рельефа или объекта местности;
- недостаточная производительность используемых устройств хранения и обработки данных.

Однако построение только трехмерной модели местности недостаточно для комплексного выполнения работ различных направлений, связанных с обработкой 3D модели.

Предлагаемая технология формирования комплексной единой интеллектуальной информационной платформы хранения и обработки трехмерных моделей, позволит:

- хранить все геоданные и документацию о модели в едином хранилище данных, обладающем высокой производительностью доступа к данным;
- осуществлять многомерность запроса данных модели и построения модели по большому количеству критериев;
- формировать личный кабинет пользователя с учетом индивидуальных прав доступа к материалам и документам;
- оперативно обновлять информацию об изменениях параметров местности;
- осуществлять статистическую и аналитическую обработку

данных с учетом всех изменений на территории.

Технологическая схема реализации интеллектуальной платформы представлена на Рисунке 1.

Разработка интеллектуальной информационной платформы в зависимости от уровня доступа предлагается по трем направлениям:

- разработка веб-интерфейса;
- локальное приложение;
- мобильное приложение для работы с планшетом. Хранение трехмерной модели местности на основе аэрокосмических снимков требует большого объема хранилища данных. Для высокопроизводительного доступа к данным и их оперативной обработки предусматривается использование мощных технических средств. Для хранения геоданных, фотоснимков местности, необходимой документации предлагается использование облачных данных, которые являются наиболее защищенными и позволяют обеспечивать высокую скорость доступа к информации по многокритериальному запросу.

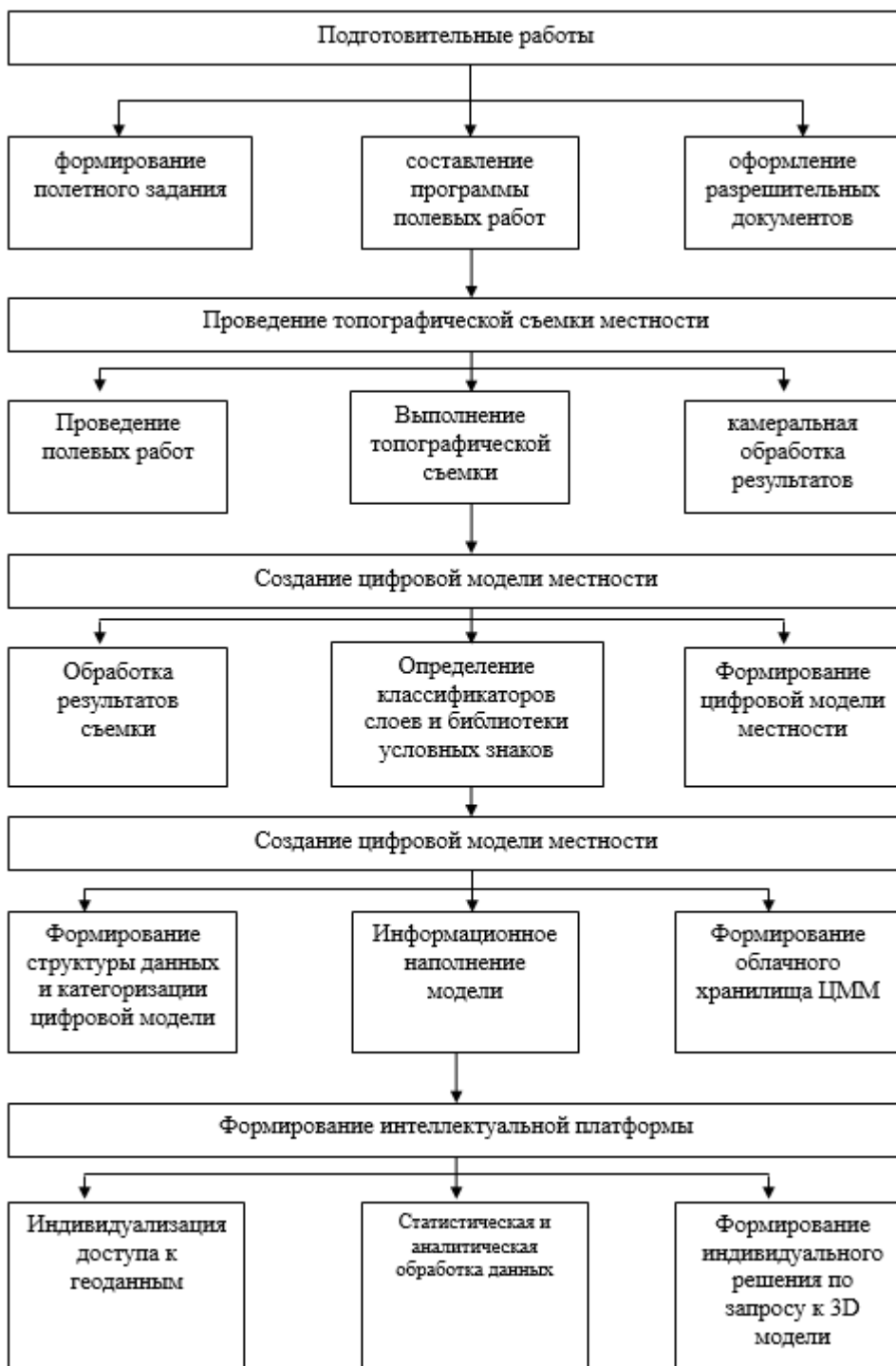


Рисунок 1. Технологическая схема создания ИТИПГ

Для создания 3D модели г. Тюмени по результатам аэрофотосъемки применяется программное обеспечение (ПО) для создания ортофотопланов и 3D-моделей Agisoft Metashape Professional. Данное ПО достаточно полно раскрывает возможности фотограмметрии, а также включает в себя технологии машинного обучения для анализа и

пост-обработки, что позволяет получать максимально точные результаты.

Структуру интеллектуальной платформы и ее компоненты предполагается хранить в облачной БД Firebase, которая в дальнейшем послужит платформой для создания мобильного приложения и технологий виртуальной и дополненной реальности.

Осуществление взаимодействия пользователя с параметрами и компонентами модели будет осуществляться через WEB ресурс, позволяющий обеспечивать индивидуальный доступ для определенных категорий пользователей.

Формирование личного кабинета пользователя предусматривает доступ с учетом индивидуальных прав к геоданным, трехмерным моделям и документации отдельным категориям пользователей:

- гостевой доступ – в ознакомительных целях для просмотра справочной информации о местности;
- доступ для органов власти – с целью отслеживания, ведения статистики и аналитики по выполняемым строительным, геодезическим и проектным работам;
- доступ для специалистов и организаций, осуществляющих администрирование и выполнение работ, связанных с соответствующим видом деятельности.

Многокритериальный запрос предусматривает выборку данных по различным параметрам, необходимым для получения достоверной и достаточной информации в зависимости от направления деятельности.

Например, для благоустройства и нового строительства: рельеф местности; площадь застройки; степень заселенности района; расположение коммуникаций (водоотведение, теплоотведение, газоотведение и т.д.); план района и др.

В дальнейшем планируется расширение категорий данных в таких направлениях деятельности как оптимизация транспортных потоков; осуществление земельного контроля; прогнозирование чрезвычайных ситуаций и оценка ущерба, мониторинговые обследования и т. д.

Статистическая и аналитическая обработка данных подразумевает вывод статистических обработанных геоданных в зависимости от вида запроса. Например, это может быть журнал изменений объектов на соответствующей территории. Применение метода экспликации (метод развёртывания (раскрытия) сущности того или иного предмета (явления) через некоторое многообразие иных предметов и явлений) позволит предоставить статистическую информацию об объектах выделяемой области.

Результаты и обсуждение

Ожидаемые результаты теоретических и экспериментальных работ разрабатываемой технологии:

1. Материалы, полученные после обработки полевых работ: цифровая модель рельефа (ЦМР), ортофотопланы, 3D – модель тестового участка;
2. Интеллектуальная трехмерная информационная платформа городской территории на тестовый

участок;

3. Техническая и пользовательская документация по работе с платформой;

4. Структура данных, информационное наполнение 3D -модели, подтвержденные свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ и БД;

5. Экспериментальная апробация.

Реализация данного проекта обеспечит:

- электронное взаимодействие органов власти, жителей города, строительных предприятий, организаций, занимающихся благоустройством территории и др.;
- планирование туристических маршрутов с применением виртуальной и дополненной реальности;
- оптимизацию транспортных потоков;
- выполнение земельного контроля;
- прогнозирование чрезвычайных ситуаций, оценку ущерба и др.

Предлагаемая интеллектуальная платформа представляет собой систему, позволяющую решать комплекс задач, обеспечивающих реализацию всего жизненного цикла градостроительных работ (начиная с этапа изысканий и до вывода из эксплуатации с сопровождением всей технической и аналитической документации) с применением таких технологий как облачное хранение данных, виртуальная и дополненная реальность, Big Data, дистанционное зондирование территории и т.д.

Литература

1. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии

научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс]. –
Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. Карпик, А.П. Геопространственный дискурс опережающего и прорывного мышления [Текст] / А.П. Карпик, Д.В. Лисицкий, К.С. Байков, А.Г. Осипов, В.Н. Савиных // Вестник СГУГиТ. – 2017. – №4. – С.53-67.

3. Карпик А.П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе / А.П. Карпик, А.Г. Осипов, П.П. Мурзинцев. – Новосибирск.: СГГА, 2010. – 280 с.

4. Deakin M. From Intelligent to Smart Cities / M. Deakin, H. Al Waer // Intelligent Buildings International. – 2011. – vol. 3. – Issue 3. – pp. 140-152.

5. Администрация города Сочи – Документы [Электронный ресурс]. – URL: [http:// www.sochi.ru](http://www.sochi.ru). – (Дата обращения: 03.09.2019).

6. В Сочи приступили к разработке системы «Умный город» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// www.sochi.ru](http://www.sochi.ru). – (Дата обращения: 03.09.2019).

7. «Умные города» могут появиться в Коммунарке и Троицке [Электронный ресурс]. – URL: [http:// moscowbig.ru](http://moscowbig.ru). – (Дата обращения: 03.09.2019).

8. Smart Cities [Electronic resource]. – URL: <https://www.futurelearn.com/courses/smart-cities>. – (accessed 03 September 2019).

9. The MK: Smart Project
[Electronic resource]. – URL: <http://www.mksmart.org>. –
(accessed 03 September
2019).

10. Харченко В.И. Требования к геоинформационному моделированию трехмерных объектов /В.И. Харченко // Конструкторское бюро. – Москва: Издательский дом «Панорама». – 2018. – №4. – С.29-36.

11. Буй Тхе Чуен Разработка методов и технологии обработки трехмерных изображений с применением шейдерной графики / Буй Тхе Чуен // автореферат дисс. канд. техн. наук 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям). – Москва: Вычислительный центр Российской академии наук. – 2008. – 19 С.

12. Осоргин Ю.В. Применение 3D моделей в программе MAPINFO PROFESSIONAL 11.5 для землеустройства / Ю.В. Осоргин // сборник трудов конференции «Инновационное развитие землеустройства». – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – 2017. – С. 152-154.

13. Борисов Д.С. Создание 3D-карты при помощи современных ГИС-технологий / Д.С. Борисов, Ю.В. Осоргин // сборник трудов конференции «Современные проблемы агропромышленного комплекса». – Кинель: Самарская ГСХА. – 2016. – С. 212-215.

14. Раклов В.П. К вопросу повышения эффективности использования 3D-моделей при решении задач информационного обеспечения городского территориального планирования и кадастра

недвижимости / В.П. Раклов,
Л.Г. Евстратова // Землеустройство, кадастр и мониторинг
земель. – Москва:
Издательский дом «Панорама». – 2019. – №6. – С.21-29.

15. Еремин И.Е. Реалистичная электронная карта
муниципального образования с элементами городской
инфраструктуры / И.Е. Еремин,
К.Г. Мишаченко, А.О. Мищенко, П.И. Пузанов // Ученые заметки
ТОГУ. – Хабаровск:
Тихоокеанский государственный университет. – 2016. – №3-1. –
С. 117-122.

16. Гречищев А.В. О современных технологиях
многомерного моделирования объектов и местности по данным
дистанционного
зондирования: аэро- и космическим. Часть 1 / А.В. Гречищев,
В.Ю. Савинский,
Е.В. Стоволосов // сборник статей «Экология. Экономика.
Информатика». –
Ростов-на-Дону: Южный научный центр РАН. – 2016. – С. 222-234

17. Герасимова С.Г., Ибрагимов М.Б., Петров М.В. Перспективы
создания 3D кадастра в России [Текст] / С.Г.Герасимова,
М.Б.Ибрагимов,
М.В.Петров // Геопрофи. – 2013. – Т.2500, N 3.-С. 5-8.

18. Дышленко, С.Г. Трехмерное моделирование в ГИС
[Текст] / С.Г. Дышленко // Перспективы науки и образования. –
2014. – N8. – С.
28-33.

19. Архипова О.Е., Магаева А.А. Разработка
веб-приложения для мониторинга несанкционированных свалок на
территории
Ростовской области / Экология. Экономика. Информатика. Сборник
статей: в 2-х
т. Т. 2: Геоинформационные технологии и космический мониторинг

Выпуск 1. –

Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. – С. 204-215.

20. Инновационный проект трехмерной карты Томска для профессионалов и жителей города [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomsk3da.admtomsk.ru/>

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 01.12.2016 № 642 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the President of the Russian Federation dated 01.12.2016 No. 642 «On the Strategy for the Scientific and Technological Development of the Russian Federation»] [Electronic resource]. – Available at: <http://www.consultant.ru>.
2. Karpik, A., Lisitskii, D., Baikov, K., Osipov, A. & Savinykh V. Geoprostranstvennyi diskurs operezhayushchego i proryvnogo myshleniya [Geospatial Discourse of Advanced and Breakthrough Thinking]. *Vestnik SSUGT*, vol. 22, no 4, pp. 53-67.
3. Karpik, A., Osipov, A. & Murzintsev, P. (2010) *Upravlenie territoriei v geoinformatsionnom diskurse* [Territory management in geoinformation discourse]. Novosibirsk: SGGA.
4. Deakin, M. & Al Waer, H. (2011). From Intelligent to Smart Cities *Intelligent Buildings International*, vol. 3, no 3, pp. 140-152.
5. Administratsiya goroda Sochi – Dokumenty [Administration of Sochi – Documents] [Electronic resource]. Available at: <http://www.sochi.ru>. (accessed 03 September 2019).

6. V Sochi pristupili k razrabotke sistemy «Umnyi gorod» [In Sochi, began to develop a system of «Smart City»] [Electronic resource]. Available at: [http:// www.sochi.ru](http://www.sochi.ru). (accessed 03 September 2019).

7. «Umnye goroda» mogut poyavit'sya v Kommunarke i Troitske [Smart cities may appear in Kommunark and Troitsk] [Electronic resource]. Available at: [http:// moscowbig.ru](http://moscowbig.ru). – (Data obrashcheniya: 03.09.2019).

8. Smart Cities [Electronic resource]. – Available at: <https://www.futurelearn.com/courses/smart-cities>. (accessed 03 September 2019).

9. The MK: Smart Project [Electronic resource]. – Available at: <http://www.mksmart.org>. – (accessed 03 September 2019).

10. Kharchenko, V. (2018). Trebovaniya k geoinformatsionnomu modelirovaniyu trekhmernykh ob»ektov [Requirements for geoinformation modeling of three-dimensional objects]. *Konstruktorskoe byuro*. no 4. pp 29-36.

11. Bui Tkhe Chuen (2008). *Development of methods and technologies for processing three-dimensional images using shader graphics* (PhD Thesis). Moscow: Computing Center of the Russian Academy of Sciences.

12. Osorgin, Yu. (2017). *Application of 3D models in the MAPINFO PROFESSIONAL 11.5 program for land management*. Paper presented at Conference «Innovative development of land management», Kinel, 2017.

13. Borisov, D. (2016) Creating a 3D map using modern GIS technologies. Paper presented at Conference « Modern problems of agriculture». – Kinel', 2016.
14. Raklov, V.P. & Evstratova L.G. (2019). K voprosu povysheniya ehffektivnosti ispol'zovaniya 3D-modelei pri reshenii zadach informatsionnogo obespecheniya gorodskogo territorial'nogo planirovaniya i kadastra nedvizhimosti [On the issue of improving the efficiency of using 3D models in solving the problems of information support of urban spatial planning and real estate cadastre]. *Land management, cadastre and land monitoring*, no 6, pp. 21-29.
15. Eremin, I.E., Mishachenko, K.G., Mishchenko, A.O. & Puzanov, P.I. (2016). Realistichnaya ehlektronnaya karta munitsipal'nogo obrazovaniya s ehlementami gorodskoi infrastruktury [Realistic electronic map of the municipality with elements of urban infrastructure]. *Scientific notes Pacific State University*, no 3-1, pp. 117-122.
16. Grechishchev, A.V., Savinskii, V. Yu. & Stovolosov E.V. (2016). O sovremennykh tekhnologiyakh mnogomernogo modelirovaniya ob»ektov i mestnosti po dannym distantsionnogo zondirovaniya: aehro- i kosmicheskim. Chast' 1 [About modern technologies for multidimensional modeling of objects and terrain based on remote sensing data: aerospace and space. Part 1]. *Ecology. Economy. Computer science*, pp. 222-234.
17. Gerasimova, S.G., Ibragimov, M.B. & Petrov M.V.

(2013). Perspektivy sozdaniya 3D kadastra v Rossii [Prospects for creating a 3D cadastre in Russia. *Geoprofi*, no 3, pp. 5-8.

18. Dyshlenko, S.G. (2014). Trekhmernoe modelirovanie v GIS [3D modeling in GIS]. *Prospects for Science and Education*, no 8, pp. 28-33.

19. Arkhipova, O.E. & Magaeva, A.A. (2016). Razrabotka veb-prilozheniya dlya monitoringa nesanktsionirovannykh svalok na territorii Rostovskoi oblasti [Development of a web application for monitoring unauthorized landfills in the Rostov region]. *Ecology. Economy. Computer science*, pp. 204-215.

20. Innovatsionnyi proekt trekhmernoï karty Tomska dlya professionalov i zhitelei goroda [An innovative project of a three-dimensional map of Tomsk for professionals and residents] [Electronic resource]. – Available at: <https://tomsk3da.admtomsk.ru/>. (accessed 03 September 2019).