

*С. Р. Горобцов<sup>1\*</sup>*

## **Анализ отечественного программного обеспечения для обработки данных лазерного сканирования**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\*e-mail: sergey@gorobtsov.com

**Аннотация.** Быстрое развитие и доступность высокоточного геодезического оборудования и специализированного программного обеспечения создают возможности и перспективы применения лазерных сканеров в различных сферах человеческой деятельности. Полученные данные лазерного сканирования (облака точек) затем используются для создания точных трехмерных моделей объектов. В статье сделан обзор современного отечественного программного обеспечения для обработки данных лазерного сканирования, рассмотрены преимущества применения программ, а также сделаны соответствующие выводы. Рассмотрены следующие программные продукты: nanoCAD Облака точек (компания «Нанософт разработка»), ReClouds (компания «CSoft») и КРЕДО 3D СКАН (компания «Кредо-Диалог»). Данные программные продукты в нашей стране являются востребованными для обработки облаков точек при создании, проектировании, мониторинге, анализе и визуализации сканируемого объекта или поверхности.

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, программное обеспечение, геопространственные данные, облако точек, nanoCAD Облака точек, ReClouds, КРЕДО 3D СКАН

*S. R. Gorobtsov<sup>1\*</sup>*

## **Analysis of domestic software for processing laser scanning data**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation,  
\*e-mail: sergey@gorobtsov.com

**Abstract.** The rapid development and availability of high-precision geodetic equipment and specialized software create opportunities and prospects for the use of laser scanners in various fields of human activity. The resulting laser scanning data (point clouds) are then used to create accurate 3D models of objects. The article provides an overview of modern domestic software for processing laser scanning data, considers the advantages of the application, and draws the appropriate conclusions. The following software products are considered: nanoCAD Point Clouds (Nanosoft Development company), ReClouds (CSoft company) and CREDO 3D SCAN (Credo-Dialog company). These software products in our country are in demand for processing point clouds when creating, designing, monitoring, analyzing and visualizing a scanned object or surface.

**Keywords:** laser scanning, software, geospatial data, point cloud, nanoCAD Point clouds, ReClouds, CREDO 3D SCAN

### ***Введение***

Быстрое развитие и доступность высокоточного геодезического оборудования и специализированного программного обеспечения создают возможности и

перспективы применения лазерных сканеров в различных сферах человеческой деятельности.

Лазерное сканирование используется для создания точной трехмерной модели объекта или поверхности. Лазерные сканеры используют технологию LiDAR. Эта технология работает на основе принципа отражения лазерного луча от поверхности объекта. Лазерный луч излучается в направлении объекта, а затем отражается обратно к датчику, который измеряет время, за которое луч прошел туда и обратно. Измерение времени позволяет определить расстояние до объекта. Благодаря различным видам лазерного сканирования (наземное, воздушное и мобильное), возможно сканирование объектов и поверхностей различного уровня сложности.

Полученные геопространственные данные (облака точек) затем используются для создания точной трехмерной модели объекта, которая может быть использована в различных областях, таких как геодезия, архитектура, горнодобывающая и нефтегазовая промышленность, а также для формирования единого геопространства территорий [1–5]. Также облака точек могут использоваться для проектирования, мониторинга, анализа и визуализации сканируемого объекта [6].

Для работы с облаками точек существует ряд специализированного программного обеспечения. Самыми востребованными были программные продукты от компаний Autodesk (Revit, ReCap, InfraWorks, AutoCAD, Civil 3D), Leica (Cyclone, CloudWorx, Leica Geo Office), Bentley (Microstation, Pointools), Trimble (RealWorks) и др. Также существуют различные плагины и модули для расширения возможностей вышеперечисленных программных продуктов. В свою очередь, в России также существует несколько компаний, занимающихся разработкой программного обеспечения для обработки данных лазерного сканирования.

Так как из-за введения санкций и ухода с российского рынка почти всех западных компаний, занимающихся разработкой и поставкой специализированного программного обеспечения, российские пользователи начали переходить на отечественные аналоги, которые, в настоящее время, активно развиваются и дорабатываются. Автором было решено сравнить несколько отечественных программных продуктов для обработки данных лазерного сканирования.

### *Методы и материалы*

Первым рассматриваемым программным продуктом для обработки данных лазерного сканирования является nanoCAD Облака точек.

nanoCAD Облака точек – это специализированное программное приложение, предназначенное для работы с данными 3D-сканирования (рис. 1). В первую очередь программа ориентирована на работу с данными трехмерного лазерного сканирования (LiDAR) [7]. Данное программное приложение является модулем к САПР-платформе nanoCAD [8].

С помощью nanoCAD Облака точек возможен импорт облаков точек из различных источников, включая лазерное сканирование, фотограмметрию и другие методы сбора данных. Программа позволяет обрабатывать большие объемы данных и создавать 3D-модели объектов.

Одной из главных особенностей nanoCAD Облака точек является возможность работы в облачной среде. Это означает, что вы можете работать с данными из любого места, где есть доступ к интернету, а также совместно работать с другими пользователями. Кроме того, программа позволяет использовать мощные вычислительные ресурсы для обработки больших объемов данных.

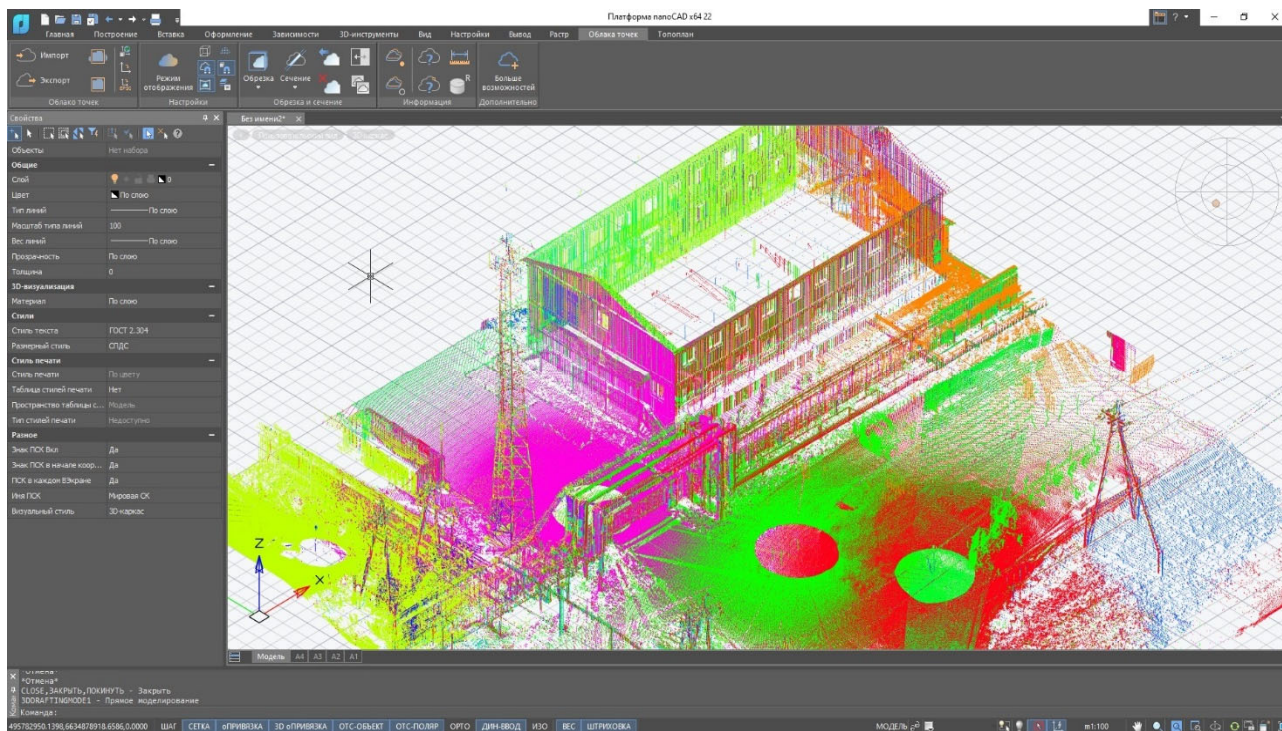


Рис. 1. Интерфейс программы nanoCAD Облака точек

В nanoCAD Облака точек возможен импорт нескольких облаков точек разных форматов (LAS, BIN, PTS, PTX, PCD, XYZ). Также возможен пересчет системы координат загруженного облака точек из одной системы координат в другую, а также по EPSG-кодам.

Для хранения неограниченного количества облаков точек используется хранилище на базе СУБД PostgreSQL.

Программа также поддерживает экспорт данных в различные форматы, включая форматы ПО AutoCAD, MicroStation и др.

В целом, nanoCAD Облака точек – это удобное решение для работы с облаками точек, которое позволяет обрабатывать большие объемы геопространственных данных объектов и поверхностей.

Также существует расширенный набор функций для работы с облаками точек, который уже доступен в отдельном приложении ReClouds, работающем на платформе nanoCAD (обязателен модуль nanoCAD «3D»), и рассмотренный далее.

ReClouds – цифровая модульная платформа для обработки данных 3D-сканирования (рис. 2).

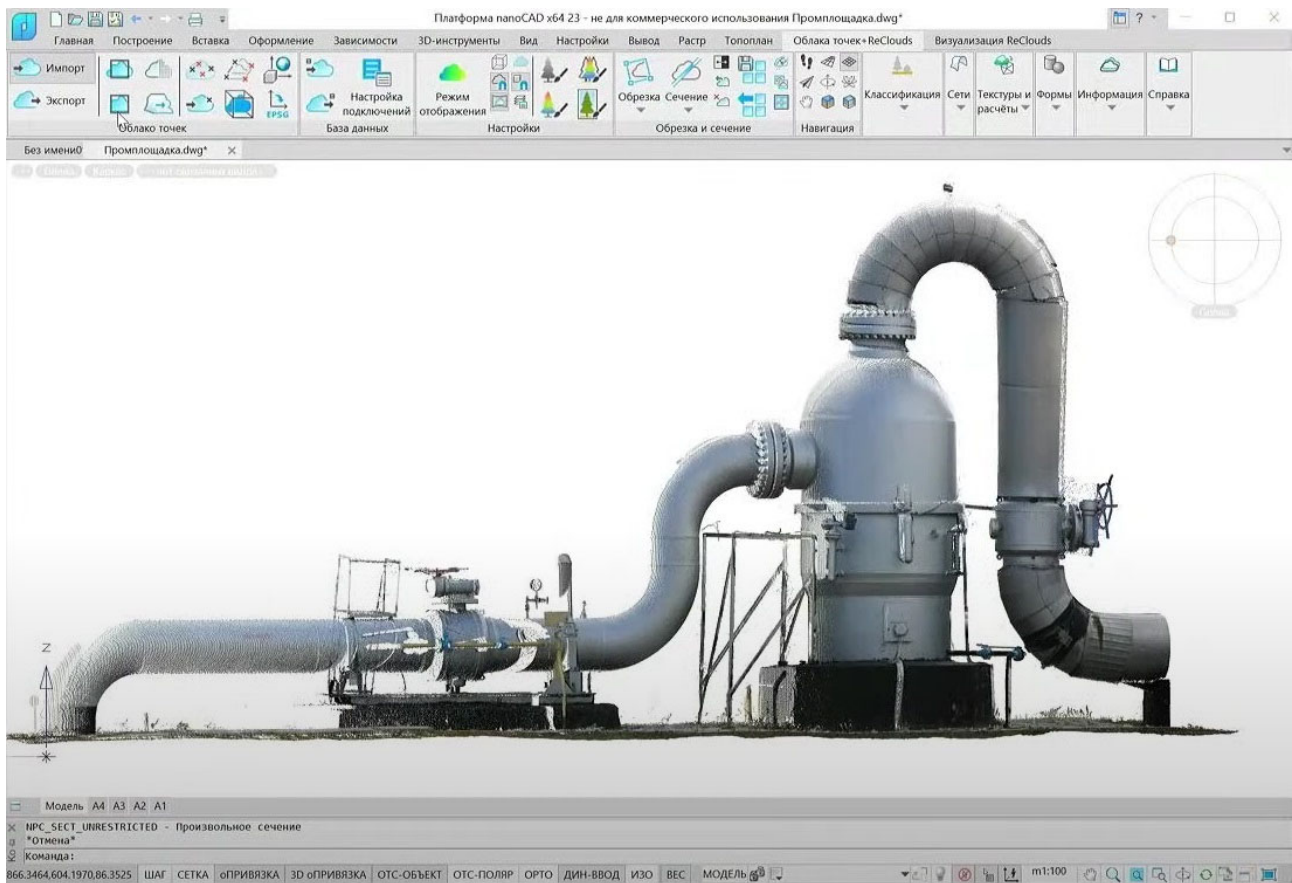


Рис. 2. Интерфейс программы ReClouds

ReClouds ориентирован на решение инженерных и информационных задач в областях геодезии, строительства, машиностроения, инфраструктурного и метрологического мониторинга. Цифровая модульная платформа ReClouds основана на открытой отечественной архитектуре, предназначенной для разработки инженерных систем и приложений, которые могут обрабатывать данные, полученные с помощью лазерного сканирования.

ReClouds обладает широким набором инструментов для обработки данных а также открытый программный интерфейс приложения (API – Application Programming Interface), который позволяет сторонним разработчикам расширить на его основе базовый функционал программы.

Программа имеет удобную модульную схему использования, где каждый модуль отвечает за свою область задач. Он состоит из следующих модулей:

- модуль «Регистрация». Данный модуль позволяет сшивать, уравнивать и регистрировать единичные сканы в единые облака точек для дальнейшей работы с ними, а также выполнять контроль невязок и качества сшивки, идентификацию точек по плоским, сферическим и другим типам марок;
- модуль «Предобработка». Позволяет производить предварительную обработку, фильтрацию, устранение шумов измерений, а также устранять проблемы с резкими скачками плотности в загружаемых облаках точек;

– модуль «Сегментация». Позволяет выполнять классификацию и сегментацию облаков точек (автоматически и полуавтоматически), а также автоматически определять и выделять землю и растительность в облаке точек;

– модуль «Сечения». Данный модуль позволяет анализировать сечения облаков точек, строить контуры поэтажных планов, производить автоматическую векторизацию сечений, а также создавать геометрическую основу для поэтажных планов в автоматическом режиме;

– модуль «Поверхности». Позволяет производить поверхностное моделирование по данным облаков точек, в том числе: строить полигональные модели ЦМР/ЦММ и трехмерные объекты, редактировать полигональные модели (в том числе с учетом раскраски и текстурирования), производить текстурирование векторных моделей растрами, а также создавать растровые атласы по данным облаков точек с цветом;

– модуль «Топология». Модуль предназначен для поиска и анализа поверхностей и геометрических форм, заданных облаками точек, в том числе: вписывание геометрических форм, глобальный поиск элементарных геометрических форм с учетом их сопряжений и взаимного расположения, а также поиск логически сложных трубопроводных систем;

– модуль «Измерение». Данный модуль позволяет выполнять оперативные расчеты и измерения по данным облаков точек, в том числе производить сравнение облаков точек между собой и с моделями.

На базе своих модулей и модулей nanoCAD, ReClouds позволяет создать единую инженерную экосистему.

Из недостатков ReClouds можно отметить невозможность сшивки облаков точек с разных станций в единое облако без помощи марок, а также отсутствие прямого импорта облака точек с лазерных сканеров фирмы Leica.

Последним рассматриваемым программным продуктом для обработки данных лазерного сканирования является КРЕДО 3D СКАН.

КРЕДО 3D СКАН – это система, которая автоматизирует процесс обработки данных фотограмметрических и лазерных облаков точек, чтобы создать цифровую модель местности, включая модель рельефа и ситуации. Эти модели могут использоваться для решения различных инженерных задач, таких как оценка дороги, создание модели дорожной инфраструктуры и средств организации дорожного движения и т.д. (рис. 3).

С помощью программы КРЕДО 3D СКАН можно осуществлять импорт и экспорт облаков точек в различных форматах, включая LAS, LAZ и текстовые файлы с настройкой формата, а также импортировать облака точек в формате E57. Также возможно загружать и просматривать фотоизображения в различных форматах, включая Riegl, Leica Pegasus, АГМ-МС, СНС Alpha 3D, GreenValley, Teledyne Optech, kml и E57. Облака точек могут быть отображены в трехмерном виде, на плоскости и в вертикальных сечениях, а также трансформированы по абсолютным и относительным опорным точкам. Программа также позволяет выполнять измерения по облакам точек в плане, в 3D и в поперечных разрезах, со-

здавать и редактировать топографические объекты, фильтровать облака точек по порогу различных значений (измеренных или вычисленных) и производить расчет нормалей и высоты над рельефом для точек облака. Кроме того, программа может автоматически находить линии электропередачи и дорожные знаки по фотоизображениям с геопространственной привязкой, а также импортировать и визуализировать 3D- и BIM-модели в различных форматах, включая Industry Foundation Classes (IFC). Также КРЕДО 3D СКАН может производить экспорт данных цифровой модели местности или цифровой модели рельефа в САПР и ГИС форматы: DXF, DWG, ТороXML (LandXML), MIF/MID и текстовых файлов с настройкой формата и многое другое [9].

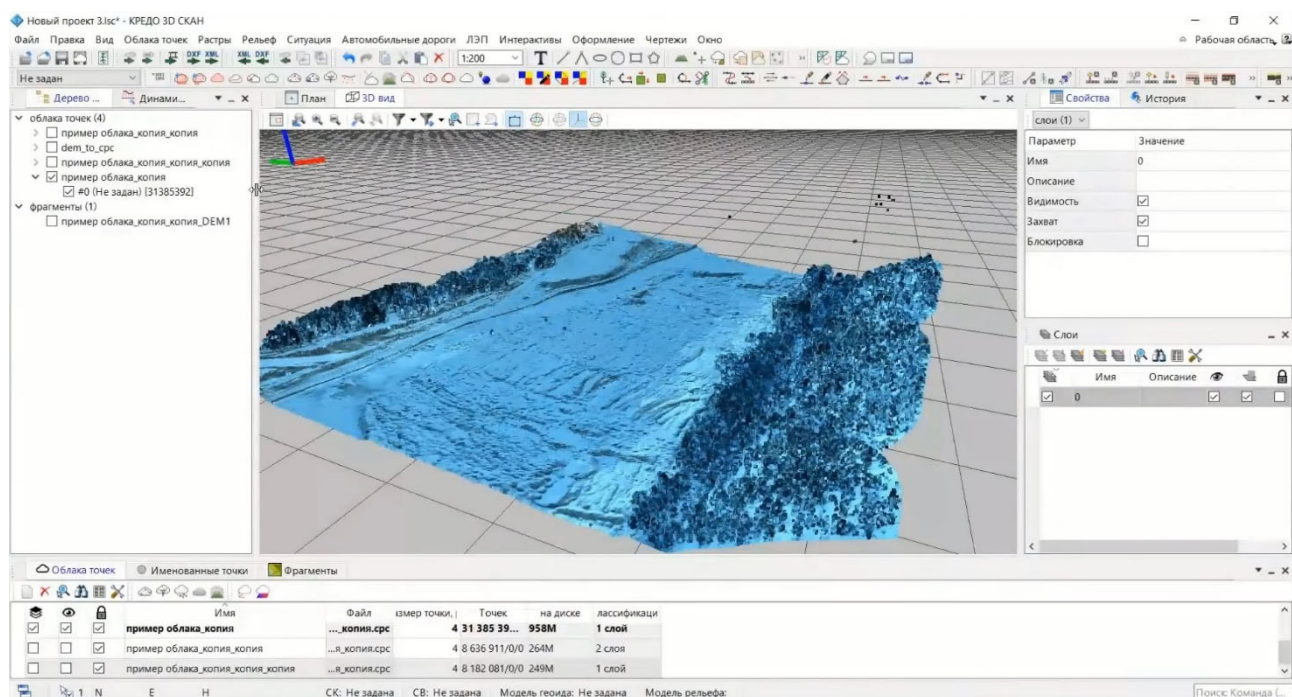


Рис. 3. Интерфейс программы КРЕДО 3D СКАН

КРЕДО 3D СКАН позволяет работать с различными форматами растровых карт, включая CRF, BMP, TIFF, JPEG, PNG, TMD и другие, а также с веб-картами Google Maps и Bing. Кроме того, пользователи могут добавлять свои файловые серверы для работы с программой.

Программа способна автоматически распознавать различные элементы дорожной инфраструктуры, такие как разметка (на основе интенсивности), столбы дорожных знаков, сигнальные столбики, бровки и подошвы земляного полотна, кромки покрытия (если есть явный перепад высот по отношению к обочине) и бордюры. Для упрощения процесса распознавания объектов можно импортировать траекторию мобильного сканера и приблизительно определить положение автомобильной дороги по этой траектории.

КРЕДО 3D СКАН также позволяет распознавать и классифицировать дорожные знаки в соответствии с ГОСТ Р 52290-2004. Для этого производится по-

иск на фотоизображениях, полученных при сканировании с помощью каскадного детектора. Области, где находятся знаки, проходят классификацию с помощью нейронной сети. Полученные координаты знаков на фото используются для определения местоположения плоскостей знаков на облаке точек.

В программе применяется метод автоматического обнаружения изгибов рельефа с последующим созданием векторных линий на них. Поиск осуществляется в несколько этапов, на каждом из которых можно оценить эффективность и точность работы алгоритма, а также настроить параметры для достижения наилучшего результата.

КРЕДО 3D СКАН является частью геодезического направления комплекса КРЕДО. Благодаря объединению данных инженерно-геодезических изысканий в единой информационной среде, полученных разными методами, достигается максимальная эффективность.

Важно отметить, что все рассмотренные программные продукты включены в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных Минкомсвязи РФ.

### *Заключение*

В целом, российское программное обеспечение для обработки данных лазерного сканирования имеет широкий спектр функций и может использоваться в различных отраслях. Однако, несмотря на это, некоторые отечественные программные продукты не всегда могут конкурировать с зарубежными аналогами по удобству и функционалу. Самым передовым программным продуктом является ReClouds, который имеет широкий функционал для обработки данных лазерного сканирования, работает на самой популярной отечественной САПР-платформе nanoCAD и может заменить зарубежные аналоги. КРЕДО 3D СКАН также является мощной системой для работы с облаками точек лазерного сканирования и фотограмметрических данных, которая отлично работает в связке с остальными системами программного комплекса КРЕДО.

Также важно отметить, что разработка ПО для обработки данных лазерного сканирования является сложным и трудоемким процессом, который требует высокой квалификации и опыта разработчиков, но, в настоящее время, в России идет импортозамещение западных программных продуктов, что регулируется законодательными нормативными актами Российской Федерации, согласно которым к 2024 году доля отечественного ПО в госструктурах должна превышать 90%, а в госкомпаниях – 70%. Данные законодательные нормативные акты должны помочь быстро и качественно заменить импортное программное обеспечение, что позволит не зависеть от него в дальнейшем. Поэтому разработчики такого ПО сейчас активно занимаются разработкой и доработкой своих программных продуктов, а пользователям стали доступны курсы для обучения работы с ними.

Кроме того, использование отечественного ПО может способствовать развитию отечественной IT-индустрии и созданию новых рабочих мест.

Рассмотренное отечественное ПО для обработки данных лазерного сканирования показало, что с ним пользователь может эффективно работать с обла-

ками точек, что в свою очередь может повысить качество полученных геопространственных данных для решения задач в различных сферах деятельности человека.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горобцов С. Р., Обиденко В. И. Геодезические методы для создания единого геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2019. XV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 9 т. (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. Т. 1. – С. 173–183.
2. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
3. Карпик А. П., Обиденко В. И. Формирование единого геопространства территорий для повышения качества геодезического обеспечения государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр.: Пленарное заседание: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 3–11.
4. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Основные принципы формирования единого геоинформационного пространства территорий // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. научн. конгр.: Пленарное заседание: сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 19–24.
5. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
6. Сальников В. Г., Горобцов С. Р. Применение дополненной реальности при визуализации готовых инженерных решений // Российский форум изыскателей: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Москва, 2022. – С. 107–110.
7. Официальный сайт компании «Нанософт разработка». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nanocad.ru/> (дата обращения: 03.05.2023).
8. Горобцов С. Р., Сальников В. Г. Анализ программного обеспечения для составления генерального плана строительных площадок // Российский форум изыскателей: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Москва, 2022. – С. 53–58.
9. Официальный сайт компании «Кредо-Диалог». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://credo-dialogue.ru/> (дата обращения: 03.05.2023).

© С. Р. Горобцов, 2023