

## **Практический опыт создания трехмерной модели подземных коммуникаций в программном продукте AutoCAD Civil 3D**

*Е. Д. Подрядчикова<sup>1\*</sup>, К. В. Билак<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

<sup>2</sup> ООО «Кадастр-Т», г. Тюмень, Российская Федерация

\* e-mail: podryadchikova\_ed@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты работ по созданию трёхмерной модели подземных коммуникаций в программном продукте AutoCAD Civil 3D на основе крупномасштабного цифрового топографического плана. Выполнен сравнительный анализ возможностей двухмерного и трехмерного представления моделей подземных коммуникаций.

**Ключевые слова:** подземные коммуникации, трёхмерное моделирование, информационная модель

## **Practical experience of creating a three-dimensional model of underground communications in the AutoCAD Civil 3D software**

*E. D. Podryadchikova<sup>1\*</sup>, K. V. Bilak<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

<sup>2</sup> Cadastre-T Co Ltd, Tyumen, Russian Federation

\* e-mail: podryadchikova\_ed@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of creation of a three-dimensional model of underground communications in the AutoCAD Civil 3D software based on a large-scale digital topographic plan. Comparative analysis of the possibilities of two-dimensional and three-dimensional representation of models of underground communications is carried out.

**Keywords:** underground communications, three-dimensional modeling, building information modeling

На сегодняшний день, в городах с огромной скоростью разрастаются водопроводные, канализационные, теплофикационные и электрические сети, растёт численность населения и вместе с этим и количество коммуникации, необходимые для жизнеобеспечения городов [1]. Для эффективного управления инфраструктурой растущих городских территорий, необходимо иметь объективное представление о положении (взаимном расположении) и состоянии подземных коммуникациях города [2].

Важно учитывать, что при размещении подземных сетей следует учитывать, срок их службы колеблется от 25 (для стальных трубопроводов, размещаемых непосредственно в грунте) до 100 лет (для коллекторов, оборудованных вентиляцией и водоудалением), т. е. долговечность подземных коммуникаций, как правило, намного ниже срока службы наземных сооружений [3]. В крупных го-

родах протяженность подземных инженерных сетей в несколько раз превышает суммарную протяженность улиц и составляет десятки тысяч километров [4].

Поэтому совершенствование процессов строительства, эксплуатации и ремонта подземных сетей на основе достижений научно-технического прогресса приобретает первостепенное значение, в том числе трехмерное моделирование подземных коммуникаций.

Применение трехмерного моделирования для отображения инфраструктуры становится более востребованным, обеспечивая конечному пользователю возможность увидеть результат, максимально приближенную к реальности [5]. Основные отличия двухмерного или традиционного картографического способа представления и трехмерной модели следующие:

Во-первых, основная трасса трубопроводов или кабелей каждой сети в большинстве случаев проходит в одно и то же место, но на разной высоте, что приводит к наложению линий на плане. Чтобы избежать такого наложения, некоторые исполнители смещают линию трубопровода, повышая таким образом удобочитаемость плана. Однако такой подход может ввести в заблуждение неосведомленных пользователей.

Во-вторых, трассы различных инженерных сетей также перекрываются, из-за этого отображение нескольких трубопроводов на одном плане – задача трудоемкая и требующая значительных временных затрат.

В-третьих, большое количество отдельных частей коммуникаций (клапаны) и характеризующих их свойств (таких как глубина заложения, уклон) обозначены условными знаками, либо вообще находятся в отдельном от плана документе, это приводит к трудностям понимания и интерпретации плана специалистами и малоквалифицированными работниками на местах.

Так, перечисленные выше несовершенства двухмерных планов, а также некомпетентность работников, разрозненность имеющейся информации и другие причины, увеличивает в разы время поиска и локализации участков подземных коммуникаций, например, во время аварий (на газопроводах, теплотрассах электрических сетях).

Трехмерное информационное моделирование подземных коммуникаций способно решить многие из упомянутых выше недостатков. Оно является необходимым этапом развития городских трубопроводных и кабельных систем, поскольку может четко отобразить положение и пространственную взаимосвязь всех трубопроводов. С помощью информационного моделирования подземных коммуникаций могут быть созданы не только отображения трубопроводов любого вида и конфигурации, но и их спецификации [6].

На основе крупномасштабного цифрового топографического плана подземных коммуникаций, выполненного в программном продукте MapInfo Professional, проведена экспериментальная часть статьи, а именно создание трехмерной модели, которое осуществлялось в программном продукте AutoCAD Civil 3D.

Объектом работ являются подземные коммуникации, расположенные вблизи нежилого здания (торговое, складское), по адресу: г. Тюмень, ул. Респуб-

лики, 29, земельный участок с кадастровым номером: 72:23:0217001:208, общая площадь района работ 1548 м<sup>2</sup>.

Для трехмерного моделирования объектов местности использовались стандартные инструменты трехмерного моделирования в программном продукте AutoCAD Civil 3D, основными из которых являются «Полилиния», «Выдавливание», «Вращение», «Сдвиг».

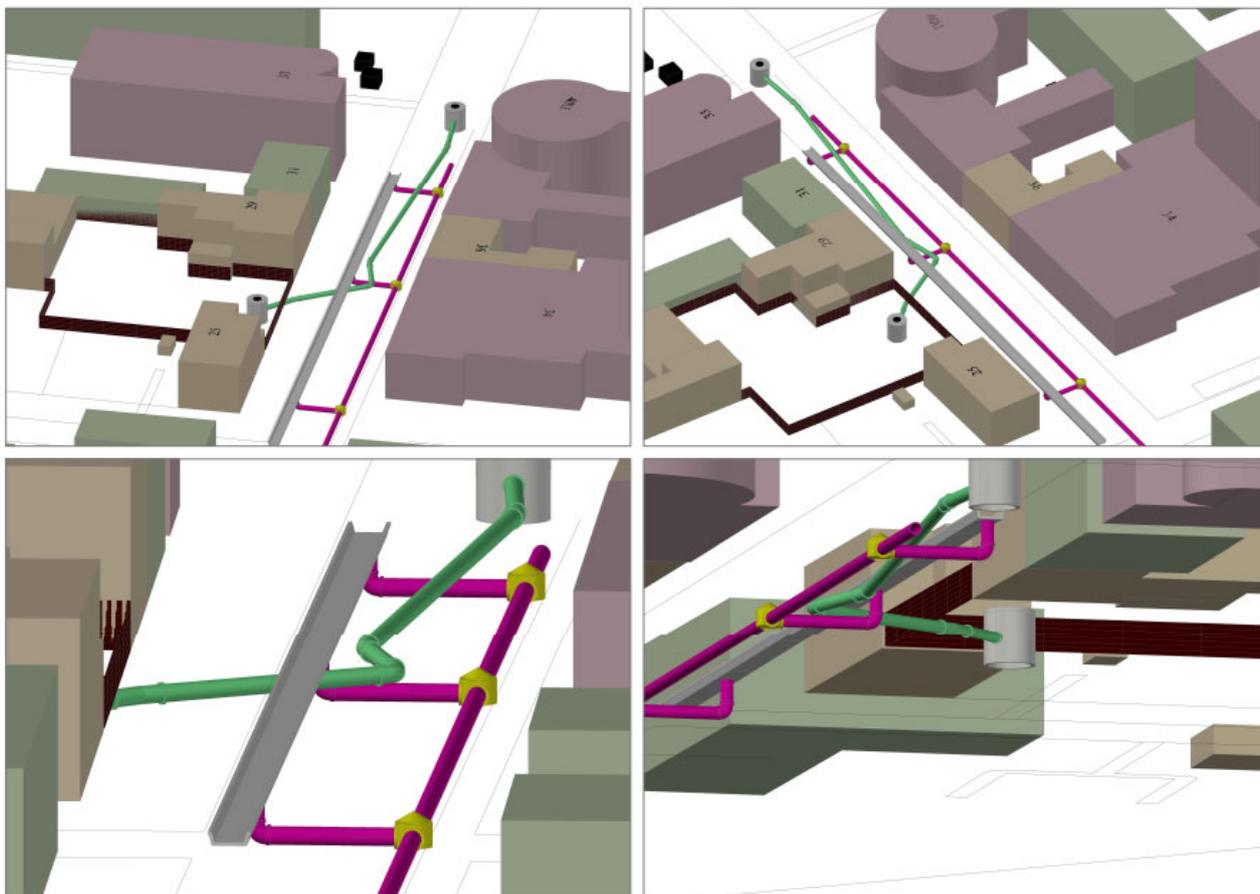
В ходе исследования среди подземных коммуникаций смоделированы следующие объекты:

1. Существующая канализационная ливневая сеть – представлена совокупностью объектов необходимого диаметра, спроектированных по информации, взятых с топографического плана масштаба 1:500. На рисунке сеть показана розовым цветом.

2. Водопровод, который на рисунке 1 показанный зеленым цветом, смоделирован с помощью 3D-полилинии путем выдавливания трехмерного тела заданного диаметра.

3. Дополнительно для ориентирования на местности были смоделированы здания и сооружения, находящиеся вблизи сети подземных коммуникаций.

Итогом выполненных работ является трехмерная модель местности, размер файла 286 Кб, общее количество объектов 235, время работы 12 часов рабочего времени, фрагмент трехмерной модели показана на рисунке.



Трехмерная модель водопровода и ливневой канализации

Итоговая трехмерная модель получена с минимальными затратами времени, без дополнительных измерений, на основе только крупномасштабного цифрового топографического плана масштаба 1:500, файл не занимает большого объема памяти. Все это говорит о высокой скорости получения результата, простоте работы и перспективности трехмерного моделирования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горилько А. С. Создание инженерно-топографических планов подземных коммуникаций с элементами визуализации / А. С. Горилько, О. Ю. Гугнина // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск: сб. материалов в 9 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 1. – С. 99-105.
2. Ершова, А. А. Применение ПО AutoCAD для создания топографических планов и дальнейшего управления инженерными данными на всех стадиях проектирования / А. А. Ершова. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апреля 2013 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 4 т. Т. 1. – Новосибирск : СГГА, 2013. – С. 148-151.
3. Nisarga, K. Geometric design of rural road using AutoCAD Civil / K. Nisarga, A. Vinoda. // International Research Journal of Engineering and Technology. – 2018. – P. 1120-1124.
4. Пронина Л. А. Современные геодезические технологии съёмки подземных инженерных коммуникаций / Л. А. Пронина, А. Г. Мадиев, Ю. С. Юсова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 2(17). – С. 9.
5. Геоинформационное обеспечение создания 3D-кадастра / Е. И. Аврунев, Л. Н. Чилингер, Е. Ю. Пасечник, Е. Н. Зайцева // Нефтегазовый комплекс: проблемы и решения : Материалы Второй национальной научно-практической конференции с Международным участием в рамках 23-ой международной конференции и выставки «Нефть и газ Сахалина 2019», Южно-Сахалинск, 24–26 сентября 2019 года / Южно-Сахалинск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2019. – С. 57-63.
6. Райкова, Л. С. 3D-визуализация как современная технология повышения качества проектных решений / Л. С. Райкова, С. С. Анисимов, Д. А. Петренко // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 1(2). – С. 20-24.

© Е. Д. Подрядчикова, К. В. Билак, 2021