12. Vielhauer C., Dittmann J. & Katzenbeisser S. (2013). Вопросы проектирования безопасных биометрических систем и биометрии в зашифрованном домене. В П. Кампизи, Безопасность и конфиденциальность в биометрии (стр. 25-43). Лондон: Спрингер.
13. Shin S., Seto Y. & Shimizu S. (2016). Исследование отменяемой биометрии в повышении безопасности системы биометрической аутентификации с использованием анализа дерева отказов. Международный журнал аффективной инженерии, 351-359.
14. Lourdes C. & Tibor K. (2016). Получение биометрической информации, вопросы конфиденциальности на рабочем месте: мониторинг и безопасность. Материалы 8-го Международного Инженерного Симпозиума в Банки.
15. Roeschlin M., Sluganovic I., Martinovic I., Tsudik G., & Rasmussen K. (2016, 24 октября). Генерация секретных ключей из биометрических измерений сопротивления тела. WPES '16 (стр. 59-69). Вена, Австрия: ACM. DOI: 10.1145 / 2994620,2994626

Прудий А.В., Соломыкин П.В., Бондаренко И.А., Прохоров А.О.
Концепция цифрового двойника процесса, бестраншейной прокладки
коммуникаций

*Шахтинский автодорожный институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического Университета (НПИ) имени М.И. Платова
(Россия, Новочеркасск)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-06-2020-05

idsp: sciencepublic-12-06-2020-05

Аннотация

В статье представлена концепция цифрового двойника процесса бестраншейной прокладки коммуникаций. В работе рассмотрены основные положения, анализ внедрения системы и её оптимизирование. Также проанализирована концепция цифровых двойников на сегодняшний день.

Ключевые слова: бестраншейная прокладка, горизонтальное направленное бурение, инженерные коммуникации, подземное строительство, городское подземное пространство, грунт, физико-механические свойства, методы прокладки, скважина, мониторинг, алгоритмы управления.

Abstract

The article presents the concept of a digital double of the process of trenchless laying of communications. The paper considers the main provisions, analysis of the implementation of the system and its optimization. The concept of digital doubles for today is also analyzed.

Keywords: trenchless pipelaying, horizontal directional drilling, infrastructure, underground development, utility structure, subgrade, soil test, pipe-jacking, pipe pushing, down hole, geotechnical monitoring, control algorithms.

Распоряжением правительства РФ от 28 июля 2017 г. №1632-р утверждена Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» в целях реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы" настоящая Программа направлена на создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

В рамках реализации данной программы планируется повсеместное внедрение цифровых двойников. Цифровой двойник (англ. *Digital Twin*) - цифровая копия

физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса. Концепция «цифрового двойника» призвана помочь предприятиям быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты. Под цифровым двойником также подразумевается комплекс цифровых технологий, которые используют подходы статистического анализа, машинного обучения, химии, физики, теории управления, теории надежности, теории массового обслуживания, численного моделирования, оптимизации.

В настоящее время существуют цифровые двойники заводов, железных дорог, электростанций и энергетических установок. Современный уровень развития строительных геотехнологий позволяет разработать цифровой двойник технологии бестраншейной прокладки коммуникаций.

В настоящее время бестраншейная прокладка коммуникаций нередко подразумевает бурение пилотной скважины «вслепую», для того чтобы снизить риски столкновения с непреодолимым препятствием и ввиду неоднородности грунта. Создание цифрового двойника позволило бы строить траекторию и алгоритм прокладки коммуникаций заранее.

Цифровой двойник бестраншейной прокладки коммуникаций объединит в себе следующие блоки:

1. Построение карты физико-механических свойств грунта на рассматриваемом участке. С помощью технических средств определяется состав грунта, скальные включения и коммуникации, проложенные ранее. Вся информация наносится на трехмерную координатную сетку. В результате получается 3D модель участка на котором планируется прокладка коммуникаций.

2. Используя информацию о состоянии грунта можно построить траекторию прокладки коммуникаций с наименьшим сопротивлением, и избегая столкновения с крупными скальными включениями, коммуникациями, проложенными ранее.

3. Чтобы реализовать построенную траекторию необходимо разработать алгоритм прокладки скважины. Следовательно следующий блок, исходя из траектории, физико-механических свойств грунта, технических характеристик оборудования и применяемой технологии прокладки рассчитывает параметры процесса прокола;

4. Следующий блок компилирует программу прокладки и передает ее на управляющее устройство процессом прокладки;

5. Далее вступает в работу блок оборудования и начинается физический процесс прокладки;

6. В процессе прокладки блок датчиков непрерывно считывает параметры процесса прокладки и передает их на сравнивающее устройство. В случае отклонения физических данных выше порогового значения эталонного данные передаются в блог расчета алгоритма и происходит корректировка параметров процесса прокладки.

Функциональная схема цифрового двойника процесса бестраншейной прокладки представлена на рисунке 1.

Применение цифрового двойника процесса бестраншейной прокладки коммуникаций позволит получить следующие преимущества:

- прокладка по заранее известной траектории позволит избежать столкновения с скальными включениями и коммуникациями, проложенными ранее;
- в каждом конкретном случае осуществлять прокладку с заранее известными и рациональными энергозатратами;
- позволит осуществлять выбор наиболее энергоэффективной и наименее времязатратной технологии для каждого конкретного случая.

Для реализации цифрового двойника бестраншейной прокладки коммуникаций необходимо решить ряд задач.

1. Разработка программно-аппаратного комплекса измерения, обработки и построения карты физико-механических свойств грунтов;
2. Разработка программы расчета траектории прокладки скважины;
3. Разработка методики расчета и выбора закона управления процессом прокладки скважины;
4. Разработка программно-аппаратного комплекса для компиляции и передачи программы на управляющее устройство;
5. Разработка и выбор технических средств слежения за процессом прокладки скважины.

Рис.1. Функциональная схема цифрового двойника процесса бестрашечной прокладки

1. Распоряжение от 28 июля 2017 г. № 1632-р об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
2. Боровков А.И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Раздел 4. Развитие отраслевой и региональной экономики в условиях цифровизации // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
3. Е.Б. Фролов, А.С. Климов, Зин Мин Хтун MES — основа для создания «цифрового двойника» производственной системы // Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
4. К.С. Пономарев, А.Н. Феофанов, Т.Г. Гришина стратегия цифрового двойника производства как метод цифровой трансформации предприятия // вестник современных технологий, 2019, №4(16) // ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация
5. Шпак П.С. Вовлечение цифровых двойников в хозяйственный оборот как важнейшая составляющая экономической эффективности работы отечественных предприятий // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, г. Санкт – Петербург, РФ
6. Цифровые двойники объектов в решении задач управления / В. А. Минаев, А. В. Мазин, К. Б. Здирук, Л. С. Куликов // Радиопромышленность. 2019. Т. 29, № 3. С. 68–78. DOI: 10.21778/2413-9599-2019-29-3-68-78
7. Цифровая железная дорога – ertms, bim, gis, plm и цифровые двойники / Куприяновский В.П. Аленков В.В. Климов А.А. Соколов И.А. Зажигалкин А.В. // Когнитивно-информационные технологии в цифровой экономике // DOI 10.25559/SITITO.2017.3.546

Сулов Г.В.

Структура объектно-ориентированной операционной системы

*Гуманитарный институт им. П.А.Столыпина
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-06-2020-06

idsp: sciencepublic-12-06-2020-06

Аннотация

В статье приведён проблемно-хронологический метод анализа развития современных операционных систем. Определены наиболее слабые стороны как в