

УДК 004.77

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Э. И. ЯСЮКОВИЧ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Современная промышленная индустрия содержит технологии, основанные на развивающихся в настоящее время облачных вычислениях, искусственном интеллекте и киберфизических системах. Основной концепцией киберфизических систем является взаимодействие их физических и вычислительных процессов.

Киберфизическая система (КФС) представляет собой систему, основанную на интеграции физических и вычислительных процессов. Концептуальная модель КФС состоит из пяти уровней: физического, сетевого, хранилища данных, обработки и аналитики, а также уровня приложений [1–3].

На физическом уровне к КФС можно отнести датчики, вычислительные элементы и отслеживающие устройства.

На сетевом уровне выполняется доступ к киберпространству по различным сетевым протоколам, среди которых:

- Wi-Fi (Wireless Fidelity) – работает по беспроводной технологии с использованием смартфонов, компьютеров, планшетов и других устройств, обменивающихся данными на ультракоротких радиоволнах;
- WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – выполняет построение беспроводных сетей с радиусом действия 50 км и более;
- GPRS (General Packet Radio Service) – предоставляет возможность получать доступ мобильным устройствам к глобальной сети.

Кроме этого, на сетевом уровне обеспечивается доступ к киберфизическим технологиям 3G/4G/LTE, в которых поколения беспроводной телефонной связи 3G (3-Generation) характеризуются беспроводными технологиями, обеспечивающими доступ к мультимедийным услугам. Стандарт LTE (Long Term Evolution) относится к технологии 4G.

Киберфизические системы обмениваются данными, хранящимися в облаке и на локальном сервере.

Уровень обработки и аналитики концептуальной модели КФС используется для обработки данных с помощью имитационных моделей. Например, использование запросов SQL (Structured Query Language) позволяет генерировать отчеты и графики в режиме реального времени, а методы интеллектуального анализа данных используются для классификации и регрессии прогнозов.

Приложения формируют пользовательские интерфейсы для клиентов, поставщиков услуг, операторов и производителей. Указанные интерфейсы

позволяют взаимодействовать с КФС на основе приоритета и привилегированного доступа.

Для создания более эффективных и надежных киберфизических систем можно использовать интеграцию технологий облачных вычислений, которые позволяют выполнять обработку данных с помощью сложных вычислительных алгоритмов и их хранение.

Киберфизические системы генерируют данные с такими свойствами, как объем в терабайтах (10^{12} байт) и петабайтах (10^{15} байт), а также их многообразие и скорость, которая зависит от частоты их генерации. Многообразие данных характеризуется форматами их генерации.

Кроме этого, киберфизические системы находят применение в концепциях: умный город, умное производство, умный дом, умное электроснабжение. Также активно развиваются концепции умного общества, умного офиса, умного транспорта и др.

Однако современные КФС содержат и проблемы, к одной из которых относится проблема отсутствия в них возможности сбора информации о местоположении производимых операций. Кроме этого, существующие КФС еще не совсем совершенны, поэтому требуется решить множество задач по устранению существующих в них проблем, таких как разнородность данных, надежность, конфиденциальность, безопасность и др. Устранив неполадки в указанных аспектах, киберфизические системы смогут выйти на новый уровень полезности и эффективности.

Таким образом, киберфизические системы охватывают различные отрасли, позволяют решить важные проблемы и превосходят такие критерии систем интеграции физических и вычислительных процессов, как надежность, эффективность, производительность, безопасность и др.

Для повышения универсальности КФС необходимо решить задачи, связанные с устранением существующих в них проблем, например таких, как надежность, конфиденциальность и безопасность.

Определены основные проблемы, разрешение которых позволит перейти на новый уровень развития киберфизических систем, таких как их полезность и эффективность проблем, а также разработан алгоритм их реализации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Горбачев, Я. Г.** Киберфизические системы. Методы высокоуровневого проектирования / Я. Г. Горбачев. – СПб. : Университет ИТМО, 2022. – 48 с.
2. **Куприяновский, В. П.** Киберфизические системы как основа цифровой экономики / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Синягов // International Journal of Open Information Technologies. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2016. – Т. 2. – С. 18–25.
3. **Платунов, А. Е.** Создание киберфизических систем: проблемы подготовки ИТ-специалистов / А. Е. Платунов, В. Ю. Пинкевич // Control Engineering Россия. – 2021. – № 3 (93). – С. 64–70.