



Цифровой полигон для систем и сетей с моделями искусственного интеллекта

И.Г. АФОНИН, технический директор ООО “ЮБИТЕЛ”, Е.А. КУЧЕРЯВЫЙ, профессор МИЭМ НИУ ВШЭ доктор технических наук, Д.В. ОСИПОВ, генеральный директор ООО “ЮБИТЕЛ”

Технология “Цифровой двойник”

Термин “цифровой двойник”, возникший в 70-х годах прошлого века, сегодня стал одним из ключевых понятий и фундаментальной технологией цифровой трансформации сферы промышленности, финансов и социума.

Принятый в 2021 г. Национальный стандарт ГОСТ Р 57700.37-2021 “Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий” определил необходимый набор понятий и сформировал требования к разработке и применению цифровых двойников.

Важно отметить, что понятие “цифровой двойник” включает не только цифровую модель объекта, но и содержит двусторонние информационные связи с изделием или его компонентами. Цифровой двойник создается и решает определенные задачи на любой фазе жизненного цикла оборудования: от разработки и производства до эксплуатации и утилизации.

Применение технологии цифровых двойников на стадии проектирования сложных телекоммуникационных систем существенно экономит время разработки, сокращает затраты и обеспечивает всестороннюю проверку, формируя механизмы контроля, действующие на протяжении всего срока жизни изделия.

Платформа “ЮБИТВИН” — цифровой полигон и цифровой двойник

Многолетний опыт компании “ЮБИТЕЛ” в области разработки сложных телекоммуникационных систем при-

вел к пониманию необходимости создания нового класса инструментов, решающего комплекс задач верификации целевых технических показателей оборудования, традиционно реализуемых при помощи стендовых и полевых испытаний.

Разработанная платформа цифрового полигона “ЮБИТВИН” позволяет решать полный комплекс задач создания как цифровых двойников, так и тестового окружения, интегрированного со средствами контроля на базе технологий искусственного интеллекта (машинного обучения и нейросетей).

Прикладные задачи, решаемые на базе цифрового полигона “ЮБИТВИН” на этапах разработки и опытной эксплуатации оборудования, включают в себя:

выявление на ранней стадии скрытых проблем совместимости программного обеспечения и случаев деградации целевых характеристик и работоспособности кода;

обеспечение возможности реконструкции проблемных сценариев в режиме эмуляции при возникновении ошибок в процессе эксплуатации.

При помощи библиотек моделей искусственного интеллекта, интегрированных с платформой моделирования, был разработан модуль аналитики, решающий следующие задачи:

корреляцию и аналитику данных, получаемых от цифрового двойника и модельной системы;

реализацию предиктивной аналитики и обнаружение скрытых проблем на ранней стадии;

обработку больших объемов данных и построение жизненного цикла поведения цифрового объекта;

верификацию работоспособности модели с применением различных шаблонов и сценариев, созданных на стадии обучения.

Рассмотрим алгоритм создания цифрового двойника на примере реализации проекта базовой станции LTE (см. рисунок). Для успеха проекта, в котором задействовано несколько коллективов, был необходим инструментарий, позволяющий обнаруживать критические проблемы с ПО, вносить и анализировать изменения на всех этапах и обеспечивать разносторонний контроль процесса разработки и верификации.

Таким образом, был разработан следующий алгоритм действий:

1) декомпозиция уже разработанного программного кода на локализованные функционально законченные блоки;

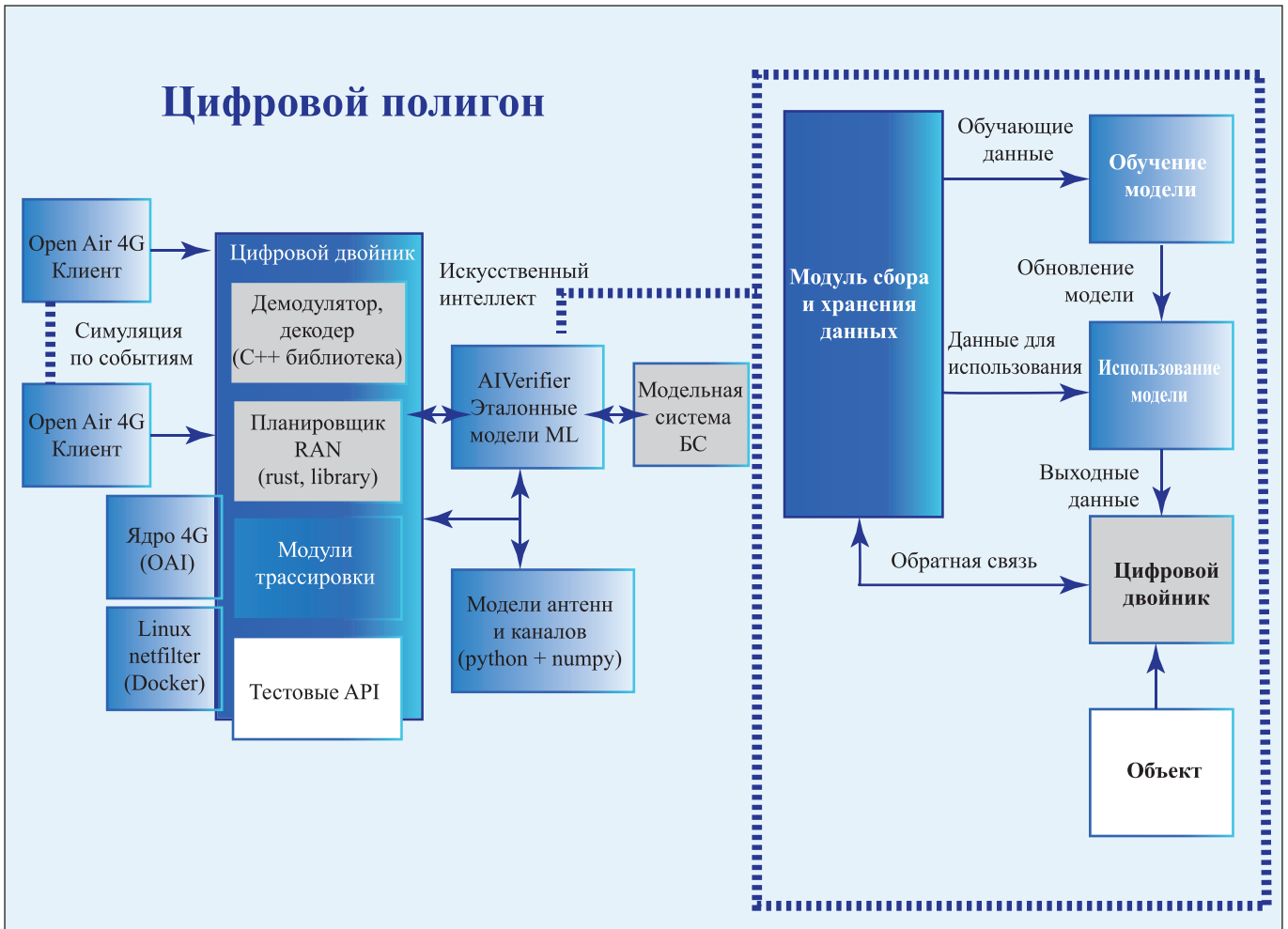
2) разработка универсального технологического API для каждого функционального блока и сборка программной модели оборудования. При помощи технологического API взаимодействуют все разработанные и новые программные модули ПО как в процессе тестирования, так и в готовом макете оборудования;

3) сборка прототипа оборудования на базе симулятора “ЮБИСИМ”;

4) интеграция моделей физического и канального уровня из библиотек моделей “ЮБИСИМ”;

5) сборка и отладка макета (прототипа цифрового двойника) оборудования;

6) создание и подключение эмуляции клиентов для проведения функциональных тестов;



Пример цифрового двойника базовой станции LTE

7) определение правил верификации каждого нового разрабатываемого программного модуля путем его моделирования и интеграции с существующим стендом;

8) разработка или адаптация модуля аналитики на базе объектов библиотек ИИ “ЮБИСИМ” и обучение соответствующих моделей;

9) интеграция цифрового двойника с прототипом с применением модуля аналитики ИИ (планируется реализовать в 2025 г.).

Применение технологий искусственного интеллекта в телекоммуникационном оборудовании 5G/6G

В ближайшей перспективе для разрабатываемого оборудования 5G на основе стандартов 3GPP версии 17 и выше технологии искусственного интеллекта будут использоваться для решения таких задач, как:

контроль и оптимизации радио-ресурсов;

повышение энергоэффективности и улучшение позиционирования;

оптимизация механизмов мобильности;

управление лучом. Последующее развитие стандартов мобильной связи и переход к архитектуре 6G предполагает, что каждый физический объект или система, подключенные к инфокоммуникационным ресурсам, будут взаимодействовать через собственных цифровых двойников.

Анализ данных факторов и тенденций выявляет огромный спектр задач, требующих совместных усилий и координации работ российского инженерного сообщества, начиная от создания прикладных методик и отечественного инструментария промышленной разработки цифровых двойников до обеспечения безопасности

применения алгоритмов ИИ и создания доступного репозитория доверенных моделей и сигнатур трафика.

Компания “ЮБИТЕЛ” рассматривает вывод на рынок платформ “ЮБИСИМ” (платформа моделирования и прототипирования системного уровня) и “ЮБИТВИН” (цифровой полигон и инструментарий создания цифровых двойников) как посильный вклад в решение обозначенных задач, а именно:

для обеспечения российских разработчиков инновационными средствами производства;

для создания единых библиотек доверенных и безопасных объектов (включая объекты нейросетей) для моделирования прототипов телекоммуникационного оборудования;

для внедрения единых отраслевых инструментов и алгоритмов промышленного проектирования телекоммуникационных систем.