



Инструменты моделирования сложного телекоммуникационного оборудования

Е.А. КУЧЕРЯВЫЙ, профессор МИЭМ НИУ ВШЭ доктор технических наук,
Д.В. ОСИПОВ, генеральный директор ООО «ЮБИТЕЛ», **И.Г. АФОНИН**, технический директор ООО «ЮБИТЕЛ», **В.А. ПРОСВИРОВ**, эксперт-исследователь, научный сотрудник МИЭМ НИУ ВШЭ, **Э.М. ХАЙРОВ**, эксперт-исследователь, научный сотрудник МИЭМ НИУ ВШЭ

Проведенный в течение нескольких лет анализ результатов создания отечественного оборудования связи 4G/5G показывает, что, помимо проблем с доступностью компонентной базы и логистических сложностей, возникла необходимость решения комплекса задач выстраивания с нуля процессов организации промышленной разработки и контроля над этапами жизненного цикла изделий.

В данной ситуации компании-производители телекоммуникационного оборудования столкнулись с проблемами, связанными с недоступностью специализированного программного

обеспечения, необходимого для прототипирования, разработки и тестирования оборудования. Относящиеся к данному классу системы моделирования и прототипирования востребованы как на этапе создания и доводки прототипа (алгоритмов, протоколов, оборудования) до целевых технологических показателей (фаза разработки), так и на этапах модернизации и развития оборудования (эксплуатационная фаза).

В данной статье делается попытка дать сравнительный обзор ведущих систем моделирования и прототипирования и представить к рассмотрению отечественную разработку.

Network simulator version 3 (NS3).

Универсальный сетевой симулятор с открытым исходным кодом, поддерживаемый исследовательским сообществом и предназначенный для моделирования сетей с дискретными событиями. Используется в научных исследованиях и промышленной разработке.

Преимущества:

открытый исходный код — возможность адаптации и изменения;

поддержка искусственного интеллекта (ИИ) — возможна интеграция со сторонними модулями машинного обучения и искусственного интеллекта за счет открытого исходного кода;

разнообразие технологий — поддержка Wi-Fi, LTE, IPv6, TCP/IP, UDP и других;

активное сообщество и обширная документация;

модульная структура — режим эмуляции реальных сетей.

Недостатки:

сложности визуализации — отсутствуют встроенные инструменты для визуализации мобильности и диаграмм направленности;

ограничения в ИИ — сложность интеграции методов ИИ из-за языка C++ и необходимости сторонних библиотек;

статистика и анализ — сбор данных ограничен стандартными пара-

метрами, для анализа требуются сторонние инструменты;

поддержка 5G — модуль 5G ограничен, отсутствуют ключевые функции, такие как многоручевое распространение и нарезка сети;

гибкость сценариев — создание собственных модулей осложняется ограничениями C++;

интерфейс — сложный для освоения синтаксис C++;

высокий порог вхождения — требуется опыт в C++ и понимание сетевых технологий;

распределенное моделирование — отсутствует полная поддержка;

точность моделирования — упрощенные модели сетевых технологий.

OMNET++. Объектно-ориентированная модульная среда для моделирования сетей дискретных событий. Применяется для моделирования проводных и беспроводных сетей, сетей массового обслуживания, мультипроцессоров и других распределенных систем.

Преимущества:

графический интерфейс — поддержка визуального моделирования и отладки;

поддержка протоколов — работа с MAC-протоколами и протоколами для беспроводных сенсорных сетей;

методы машинного обучения (ML) — возможность интеграции с ML-фреймворками на Python;

VANET — специализированная среда для моделирования сетей транспортных средств;

распределенное моделирование — полная поддержка для экспериментов в больших масштабах.

Недостатки:

сложность интеграции с ИИ — требуется настройка сторонних библиотек и инструментов;

сбор статистики — базовые инструменты без поддержки больших данных, возможны проблемы с производительностью;

поддержка 5G — ограниченное количество модулей протоколов и функций;

гибкость сценариев — сложности с созданием и адаптацией модулей из-за ограничений C++;

пользовательский интерфейс — сложный для освоения, недостаточно гибкий для модификаций;

мобильные сети — слабая поддержка сетей с подвижными объектами;

интегрированная среда — отсутствие полноценной интегрированной среды разработки;

доступность — ограниченный доступ для российских пользователей.

QualNet Network Simulator.

Коммерческий симулятор сетей, поддерживающий моделирование проводных, беспроводных, подводных, спутниковых и других сетей с тысячами узлов. Обеспечивает высокую точность и масштабируемость, предоставляет графический интерфейс и обширную библиотеку моделей устройств, протоколов и приложений.

Преимущества:

библиотека модулей — готовые модули протоколов значительно упрощают разработку;

моделирование мобильных сетей — поддержка подвижных участников и мобильных сценариев;

инструменты анализа — сбор данных о производительности, задержках, пропускной способности и других параметрах;

интегрированная среда разработки — графический интерфейс, инструменты визуализации и отладки;

сообщество и поддержка — активное сообщество пользователей и регулярные обновления от разработчиков.

Недостатки:

отсутствие ИИ-библиотек — не поддерживает встроенную работу с методами машинного обучения;

ограниченная визуализация — нет реального времени для отображения мобильности объектов и ограничены возможности визуализации направленных антенн;

сбор статистики — требуется заранее задавать метрики, данные доступны только после завершения моделирования;

поддержка 5G — отсутствует полноценная поддержка 5G и SDN;

гибкость сценариев — ограничен в создании нестандартных решений, сложен в настройке;

интерфейс — встроенный графический интерфейс может быть сложным для новичков;

коммерческая модель — требует лицензирования, закрытый исходный код ограничивает модификацию;

доступ — недоступен для российских пользователей (нужно покупать лицензию).

OPNET Network Simulator.

Высокоуровневый симулятор сетей, разработанный на C/C++, с поддержкой моделирования сетей на уровне пакетов. Подходит для фиксированных сетей и включает обширную библиотеку моделей оборудования и протоколов.

Преимущества:

гибкость и функциональность — поддержка различных сетей, протоколов (Ethernet, TCP/IP, Wi-Fi, LTE) и масштабов — от локальных до глобальных;

графический интерфейс — интуитивно понятный и удобный для анализа;

библиотека стандартов и протоколов — широкий выбор готовых решений;

разработка собственных приложений — возможность создания пользовательских сценариев и моделей.

Недостатки:

отсутствие встроенных инструментов ИИ — нет поддержки машинного обучения и интеграции с внешними библиотеками;

ограниченная визуализация — базовые инструменты для мобильности и направленности антенн, недостаточные для сложных сценариев;

статистика и анализ — ограниченные возможности сбора и анализа данных требуют сторонних инструментов;

новые технологии — ограниченная поддержка 5G, SDN и экспериментальных технологий, сложность модификации;

закрытый код — ограничивает гибкость и возможности расширения;

сложность использования — требует высокого уровня знаний;

доступность — продукт недоступен в РФ на сегодняшний день.

“ЮбиСим”. Многоцелевая платформа моделирования телекоммуникационных систем с интегрированными библиотеками искусственного интеллекта.

Преимущества:

расширенные средства визуализации — визуализация моделей мобильности пользователей и 2D/3D диаграмм направленности антенн, настройка разрешения и графиков зависимости параметров, использование Python для конфигурации визуализации без сторонних инструментов, увеличение точности и эффективности анализа сети благодаря современным методам визуализации;

улучшенный сбор и анализ статистики — настраиваемый сбор данных (задержки, потери пакетов, пропускная способность), возможность добавления кастомных параметров и изменения методов сбора, генерация детализированных отчетов для анализа и оптимизации;

поддержка новых технологий (5G/6G) — моделирование современных и перспективных технологий связи, поддержка пользовательских реализаций протоколов и технологий машинного обучения, гибкость в настройке сценариев и параметров для эффективной разработки и тестирования;

Таблица сравнения симуляторов

Симулятор	Открытый код	Поддержка ИИ	Поддержка 5G	Графический интерфейс	Сложность освоения	Гибкость и модификация
NS-3	Да	Возможна интеграция с ML-модулями	Ограничена, базовые функции	Нет встроенного интерфейса	Высокая, нужен опыт в C++	Ограничена, требуется знание C++
OMNET++	Да	Возможна интеграция с ML-“фреймворками”	Ограничена, недостаточно модулей	Есть, поддерживает визуализацию	Средняя, требуется опыт	Средняя, ограничение на уровне C++
QualNet	Нет	Не поддерживает	Отсутствует полноценная поддержка	Есть, интуитивный интерфейс	Средняя, сложен для новичков	Ограничена, закрытый исходный код
OPNET	Нет	Не поддерживает	Ограничена, сложность модификации	Есть, удобный для анализа	Высокая, требуется опыт	Ограничена, закрытый исходный код
Ubism	Да	Полная поддержка	Поддерживается	В разработке	Низкая	Не ограничена



высокая гибкость в реализации сетевых сценариев — легкость настройки сложных сценариев благодаря использованию Python, возможность адаптации существующих технологий и протоколов, полная конфигурируемость параметров устройств, протоколов и взаимодействий, открытость и высокая степень настройки для уникальных задач.

Недостатки (временные):

ограниченный функционал графического интерфейса;
ограниченная документация.

Таким образом, для российских пользователей главный риск применения зарубежных платформ заключается в отсутствии гарантий доступности и обновления инструментов, а также в ограниченных возможностях влияния на адаптацию их функциональности и разработку применимых на практике и востребованных в российских разработках сценариев моделирования, анализа и оптимизации сетей.

Отечественная разработка «ЮбиСим» стремится решить эти проблемы, предоставляя мощные и гибкие инструменты для моделирования и оптимизации сетей.

Основным фокусом развития проекта «ЮбиСим» является достижения уровня функциональности и возможностей в моделировании и прототипировании, превышающие индустриальные аналоги с одновременной поддержкой удобного и интуитивно понятного графического интерфейса и широкими возможностями статистики.

Также в рамках проекта разрабатываются библиотеки промышленных моделей объектов (цифровые двойники), применяемые для прототипирования функциональности сложного электронного оборудования связи, и механизмов портирования системного кода разрабатываемого изделия.

Среди моделей объектов включены наиболее распространенные и применяемые в промышленных разработках наших партнеров типы модулей антенн, базовых модулей (BBU), радио модулей (RRU), модулей синхронизации и дополнительного оборудования.

Модели объектов можно структурировать по различным критериям, например по типам их использования в различных базовых станциях (макросота, микросота, пикосота и другие). В базе представлены модели для построения сетевого окружения, модели радиоканалов и абонентской нагрузки.

В результате платформа «ЮбиСим» позволяет создавать и конфигурировать узлы с множеством сетевых интерфейсов, моделировать передачу пакетов, мобильность узлов, диаграммы направленности антенн, собирать и сохранять статистику, а также обеспечивать возможность визуализации и анализа данных. Платформа решает задачи эффективного и всестороннего анализа, тестирования, проектирования и моделирования работы сетевого оборудования на всех этапах разработки и внедрения.

В результате ряда работ в интересах отечественных производителей телекоммуникационного оборудования доказано, что многоцелевая платформа прототипирования «ЮбиСим» позволяет качественно улучшить эффективность работы инженеров-разработчиков, снизить затраты на натурные испытания и обеспечить высокую точность в результате моделирования.

Это ключевые преимущества, которые делают представленный продукт предпочтительным по сравнению с зарубежными решениями.

Обезличенные данные для улучшения качества жизни

Летом 2024 года был принят закон об обезличенных данных, который предусматривает создание государственной защищенной платформы для их обработки. Она позволит лучше и быстрее учитывать реальные потребности граждан и бизнеса. В феврале опубликованы подзаконные акты к этому закону.

Данные на платформе обезличены, таким образом они не содержат информацию, позволяющую идентифицировать конкретного человека. Выбранный механизм — самый безопасный с точки зрения защиты прав граждан. Доступ к наборам данных будет происходить исключительно в рамках закрытого контура платформы, «вынести» их из нее невозможно. Персональные данные передаваться не будут. Это строго закреплено в действующем законодательстве.

Доступ получают госорганы, а также российские компании, прошедшие при регистрации проверку. Она будет крайне строгой, чтобы обеспечить дополнительную безопасность хранящихся обезличенных данных. Сама платформа должна соответствовать всем необходимым правилам информационной безопасности. За этим будет внимательно смотреть команда специалистов.

Для регистрации организации будут подавать запрос в Минцифры. При несоответствии требованиям компания не сможет получить доступ к системе.

Все подзаконные акты находятся на общественном обсуждении.

На одной волне с Солнцем

С 18 февраля по 15 марта т.г. в регионах России возможны кратковременные помехи телеприему, вызванные сезонной солнечной интерференцией.

Два раза в год, весной и осенью, Солнце пересекает экватор, над которым на геостационарной орбите работают спутники связи. Мощное солнечное излучение накладывает на телесигнал со спутника и может ослабить его. Передовые цифровые технологии РТРС позволяют свести воздействие интерференции к минимуму и делают ее незаметной для подавляющего большинства телезрителей.

График влияния интерференции на телеприем опубликован на сайте rtrc.rf в разделе «Временные отключения телерадиоканалов» и в кабинете телезрителя («Работа объектов вещания»), в мобильном приложении «Телегид» («Вещание»).