

# Единая среда проектирования ВЧ- и СВЧ-устройств Cadence AWR Design Environment

**В Украине одной из первых компаний, которая начала использовать единую среду проектирования ВЧ- и СВЧ-устройств Cadence AWR Design Environment (AWR DE) для решения своих задач, стала компания AG RF-Engineering & Consulting. О том, почему была выбрана именно AWR DE и каковы ее основные преимущества по сравнению с другими решениями, мы попросили рассказать читателям нашего журнала директора украинско-немецкого предприятия AG RF-Engineering & Consulting Андрея Гордиенко (andriy@ag-rf-engineering.de).**

**Андрей, добрый день! Расскажите, пожалуйста, немного о своей компании: как давно она на рынке, сколько человек в команде, какие услуги предоставляете?**

Добрый день! Наша фирма была создана в 2010 году, когда мы решили предоставлять услуги разработки ВЧ-оборудования, а также помогать компаниям в автоматизации процессов проектирования. Наши клиенты — в основном крупные фирмы из Германии и других стран Европы, которые обращаются по вопросам моделирования разрабатываемых устройств, создания и проверки моделей, позволяющих предсказывать характеристики новых изделий. Также мы работаем с небольшими компаниями, которые заказывают у нас разработку конкретных ВЧ-устройств — усилителей, фильтров, антенн, а также пользуются нашими рекомендациями по

наладке и корректной электромагнитной совместимости этих устройств внутри конечного устройства. В последние несколько лет к европейским заказчикам добавилось много украинских предприятий. Команда отдела разработки сейчас состоит из 5 человек.

**Скажите, а как давно Вы используете программную среду AWR DE?**

Фактически, с первых дней основания компании. Как тогда, так и сегодня, практически невозможно представить серьезную ВЧ-разработку без моделирования и создания схем в СВЧ-трассировщиках. Поскольку моделирование устройств стало одним из наиболее приоритетных направлений в нашей работе, да и в целом это одна из наиболее ответственных фаз в процессе разработки и залог удачного проектирования, проектная среда AWR DE оказалась для нас оптимальным вари-

антом, и вот уже 10 лет как мы работаем с ее инструментами.

**Вы сразу выбрали AWR DE или тестирували еще какие-то решения?**

Да, практически сразу. На то было несколько причин. Во-первых, проектная среда AWR DE довольно известна в мире среди инженеров по радиоэлектронике, во-вторых, программа быстро продемонстрировала удобство в проектировании и хорошую сходимость моделирования и измерений.

За десять лет своей деятельности мы работали с разными отраслевыми инструментами, и даже сейчас иногда используем их при дополнительных запросах клиентов, однако основная среда проектирования у нас — AWR DE. Почему? При выборе программ для моделирования у нас очень высокие требования: точность моделирования, спектр поддерживаемых симуляторов, количество и качество доступных моделей, легкость использования, а также интегрированность различных модулей друг с другом. По всем этим критериям AWR DE оптимальна для наших задач, а по интегрированности симуляторов и инновационности процесса разработки, по нашему мнению, она опережает другие программы. Кроме того, важно отметить, что почти все крупные заказчики тоже используют эту проектную среду в рабочем процессе, что очень удобно для взаимодействия и позволяет AWR DE иметь большое количество библиотек для моделирования от различных производителей.

**Чем, по Вашему мнению, AWR DE выгодно отличается от других сред проектирования?**

Типичные среды проектирования используют промежуточные схемотехнические файлы (netlist) для передачи данных между схемотехническим интерфейсом, симулятором, трассировщиком плат и т.д. Список соединений создается для каждой симуляции отдельно, и так после любых изменений в схеме. Этот процесс вызывает

развитие технологий нового поколения, таких как IoT, инфраструктура сетей LTE-A/5G и электронные системы аэрокосмического назначения, требует новых подходов и методов разработки радиочастотных (РЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств. Довольно давно и успешно для решения этих задач известные мировые корпорации уровня Infineon, Ericsson, Toshiba, Rohde & Schwarz, а также небольшие предприятия и стартапы используют программную среду AWR Design Environment (AWR DE). Это открытая интегрированная платформа для совместного моделирования на системном, схемном и электромагнитном уровнях, которая позволяет ускорить процесс разработки устройств, повысить производительность продуктов и скорость их вывода на рынок. На системном уровне моделирование трактов передачи и обработки сигналов РЧ-систем выполняется в пакете Visual System Simulator (VSS), а на физическом уровне — в Microwave Office (MWO).

вычислительные издержки и замедляют работу, особенно во время оптимизации и настройки схемы. Другой важный аспект — удобство создания ВЧ-топологии из схемотехнического редактора схемы. В большинстве сред эти действия разделены, и даже после небольших изменений могут быть рассинхронизированы и требовать перегенерации. Такая процедура занимает много времени и может вызвать проблемы с синхронизацией: если геометрия платы не сгенерирована после последнего редактирования, то схема и геометрия не будут соответствовать друг другу. Это особенно критично для изменений на уровне геометрии. В этом случае используется процедура, именуемая «back-annotation», которая переносит изменения с геометрии в принципиальную схему. Однако этот процесс не всегда проходит гладко. Такой подход типичен для систем разводки печатных плат, однако совсем не эффективен для программ ВЧ-проектирования из-за более тесной и сложной взаимосвязи схематики и геометрии. В AWR DE эта проблема решена.

**Скажите, а какое из преимуществ AWR DE Вы считаете ключевым?**

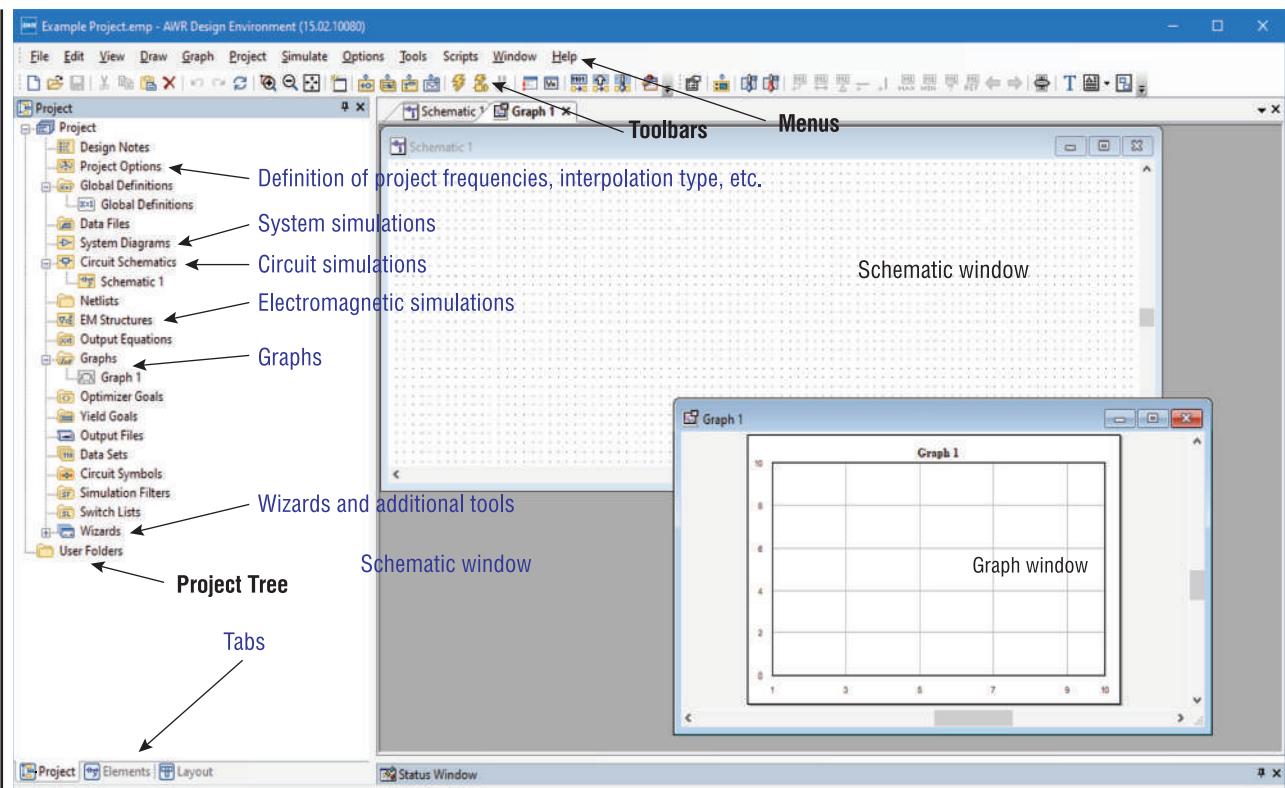
Думаю, основное преимущество AWR DE — это использование единой модели данных, которая устраниет не-

обходимость в создании списка соединений и дополнительной синхронизации между идеальной схемой и геометрией платы. Это связано с тем, что среда AWR DE уже написана с использованием объектно-ориентированного программирования, в котором элементы схемы имеют в базе данных несколько различных представлений одного и того же объекта — схематический символ, геометрия в физической топологии и математическая модель для симулятора. Логически все они относятся к одному и тому же объекту. Соответственно, к примеру, микрополосковая линия в схеме и геометрической топологии всегда будет иметь одинаковую длину, поскольку длина — это один и тот же параметр в описании объекта программы для этого элемента. Microwave Office (MWO) не создает список соединений для моделирования цепи, он напрямую использует элементы схемы для создания математической модели и затем просчитывает ее. А если некоторые элементы изменены, симулятор не воссоздает всю схему и не моделирует ее заново, он повторно моделирует только измененный элемент и его взаимодействие со всей схемой. Это делает линейное моделирование и повторное моделирование в MWO чрезвычайно быстрыми, а также обеспечивает под-

стройку и оптимизацию схемы в режиме реального времени.

Кроме того, наличие единой модели данных устраниет необходимость каждый раз вручную генерировать геометрическую топологию схемы. Для каждой схемы в MWO автоматически создается макет топологии, т.к. физическое представление (layout) — это просто еще одно представление схемы и тех же элементов схематика. Это исключает возможность ошибки и необходимость создания топологии геометрии после каждого изменения. Кроме того, нет необходимости в обратной аннотации, т.е. пересчета геометрии обратно в схематик, потому что каждое изменение компоновки будет одновременно отражаться в схеме. Это следствие того, что существует только один объект, отраженный в топологии, схеме и моделировании одновременно. Соответственно, унифицированная модель данных в MWO сокращает время моделирования и значительно уменьшает количество ошибок при создании макета топологии.

**Для читателей, которые впервые слышат о проектной среде AWR DE, не могли бы Вы на простом примере проиллюстрировать, как проходит процесс проектирования? Насколько это действительно быстро и удобно?**



**Рис. 1. Окно AWR Design Environment**

Конечно. Для иллюстрации можем рассмотреть создание простой схемы в MWO, например, микрополоскового шлейфа.

На рисунке 1 показано окно среды проектирования AWR DE.

Чтобы добавить новую электрическую схему, нажимаем правой кнопкой на *Circuit Schematics*, выбираем *New Schematic* и даем ей название. После этого будет создано новое окно схемы. Вид геометрической компоновки схемы можно получить из пункта меню *View* → *New Layout View*. Как вариант, можно также нажать кнопку макета на панели инструментов. 3D-вид для этого макета может быть создан в меню *View* → *New 3D View*. Чтобы вывести результаты, добавляем *Graph*, щелкнув правой кнопкой мыши элемент *Graph* в дереве проекта и выбираем *Window* → *Tile Vertical*, чтобы разместить все четыре окна на экране. Чтобы добавить элементы, выбираем вкладку *Elements* в нижнем левом углу, и разворачиваем *Microstrip\Lines*. Перед нами появляется список микрополосковых элементов вместе с кратким описанием (если описание не отображается, щелкаем правой кнопкой мыши рядом со списком элементов и выбираем *Show details*). Перетаскиваем элемент *MLIN* на схему. Теперь наш новый элемент виден одновременно в схеме, в редакторе компоновки и в 3D-виде. Можно изменить

некоторые параметры линии: нажав *Enter* мы сразу увидим эти изменения в макете платы. Если дважды щелкнуть по этой линии в редакторе компоновки и изменить ее длину, то значение длины в редакторе схематика также будет изменено. Как можно видеть, эта линия имеет разные представления одного и того же объекта в различных частях программы.

Добавим еще две микрополосковые линии в схему (можно использовать *copy/paste* уже имеющихся). Элементы схемы можно вращать, щелкнув правой кнопкой мыши. В редакторе физической топологии линии изначально располагаются друг над другом. Далее добавим т-переход между микрополосковыми линиями (*Microstrip\Junctions\MTEE\$*), а также линию шлейфа. Имеет смысл использовать интеллектуальное соединение (*MTEE\$*) вместо обычного, так как оно автоматически подстраивается под ширину линий (рис. 2). Затем добавим *MOPEN\$* из *Microstrip\Other* для моделирования открытого эффекта шлейфа микрополоска (знак \$ в конце имени означает, что элемент подстраивает ширину автоматически).

Соединим элементы между собой. Далее, перейдем в редактор макета, выберем все элементы (*ctrl-A*) и нажмем кнопку *Snap Together*. Теперь все элементы правильно расположены в редакторе топологий. Здесь мы можем

подобрать вид, нажав кнопку *Home* на клавиатуре. Попробовав изменить что-нибудь в физической топологии или схеме, мы увидим взаимодействие параметров вживую, которое всегда происходит синхронно. Как я отмечал ранее, это происходит потому, что MWO не создает промежуточных данных, а просто предоставляет разные представления одних и тех же объектов в разных окнах.

Затем добавим порты в эту структуру (кнопка *Port* на панели инструментов) и *Substrate from Substrates\MSUB*. Каждой структуре нужны порты для подключения источников. Типичным видом моделирования являются S-параметры схемы. Измерения связаны с определенными графиками (например, «график» также может быть таблицей). Чтобы добавить измерение, щелкнем правой кнопкой мыши график в дереве проекта и нажмем *Add Measurement*. В поле *Data Source Name* мы можем выбрать, к какой схеме относится измерение. Таким образом, очень просто охарактеризовать различные уровни иерархии проекта, поскольку можно выбрать любую возможную подмодель.

Выберем измерение *S11*, установив флажок *dB* и нажав *Apply*. Зададим правильный частотный диапазон в разделе *Project Options* в дереве проекта (например, от 0.1 до 40 Гц с шагом 0.1 Гц) и смоделируем эту структуру

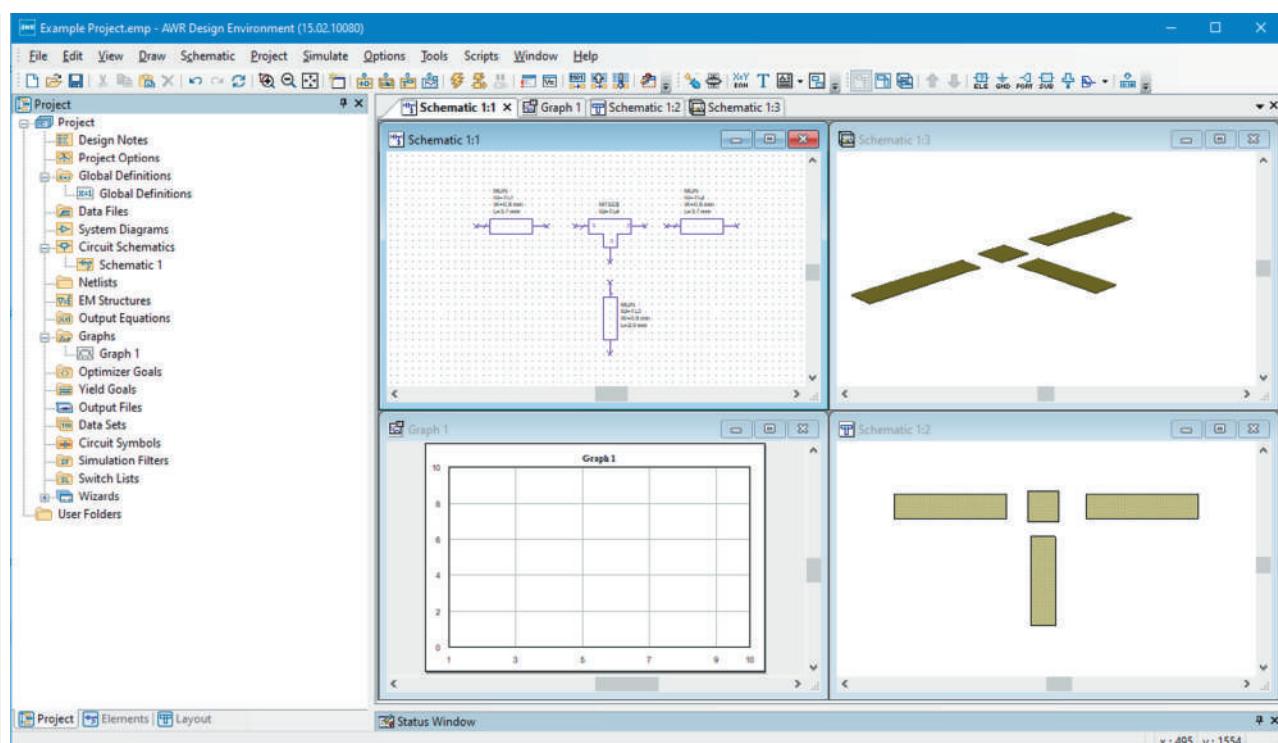


Рис. 2. Вставка элемента MTEE в схему MWO

(*Simulate* → *Analyze* или кнопку с молнией). Отклик этой структуры можно сразу посмотреть на графике.

Здесь мы можем увидеть еще одно из преимуществ работы в MWO: программа не рассчитывает данные, которые мы не будем просматривать или использовать в дальнейшем. Запускаем ползунок подстройки (*tuner*) на панели инструментов и выбираем настраиваемые параметры, нажав кнопку отвертки и выбрав, к примеру, значение длины шлейфа в схеме. Если сдвинем тюнер настройки, симуляция будет происходить в реальном времени. Программа работает быстро и не требует от ПК больших ресурсов. Такая высокая скорость возможна потому, что MWO не генерирует каждый раз файл для передачи соединений для всей схемы, а просто повторно моделирует один элемент и соединяет его с остальной схемой.

Кроме того, можно видеть, что все изменения, которые мы производим с тюнером, отражаются как на схеме, так и на топологии и 3D-виде. Без этой функции нам пришлось бы генерировать макет каждый раз после подстройки, чтобы синхронизировать схему и геометрическую топологию. В заключение, нам по-

требуется лишь минимальная верификация дизайна, и проект готов (рис. 3).

На этом простом примере можно наглядно увидеть основное преимущество AWR DE — за счет интеграции технологий системного, схемотехнического и электромагнитного моделирования в одной платформе обеспечивается тесная взаимосвязь между электрическими схемами и их топологическим представлением. Это отлично работает как для простых проектов, так и для многоуровневых иерархических проектов и виртуальных тестовых стендов (рис. 4).

**Хорошо, а кроме единой модели данных, какие еще преимущества AWR DE Вы для себя выделяете?**

Конечно же, это детально проработанная среда проектирования, которая существенно упрощает даже самые сложные задачи, в том числе ввиду отсутствия необходимости в ручном вводе параметров проекта и обработке данных. Также для нас очень важно наличие полностью интегрированного в среду разработки AWR DE полноценного инструмента для электромагнитного 3D-анализа на основе метода конечных элементов Analyst. Он обеспечивает мгновенный переход от схемной реализации СВЧ-системы к

электромагнитному 3D-анализу и верификации, в результате этого высвобождается время для наших инженеров, и они могут больше времени уделить проектированию, оптимизации и настройке разрабатываемого изделия. Кроме того, в AWR DE имеется статистический анализ и учет производственных факторов, включая контроль проектных норм и проверку соответствия топологии электрической схеме (DRC/LVS). Также проектная среда AWR DE поддерживает широкий набор библиотек компонентов производителей и предоставляет возможность экспорта и импорта данных топологии в форматах GDSII, DFX, а также IPC-2581 или ODB++ для совместимости с инструментами работы с топологией, используемых на большинстве предприятий.

**Какие перспективы для украинских компаний Вы видите в использовании среды проектирования AWR DE?**

Сегодня для эффективной работы со сложными высокочастотными схемами (печатными платами, интегральными схемами, корпусами и т.д.) однозначно нужно использовать решения с высокой степенью интеграции и автоматизации инструментов системного, схемотехнического и электромагнитного анализа.

**cadence®**

## Проектуй професійно з AWR Design Environment

**Переконайся!** Наскільки легко та ефективно можна оптимізувати процес розробки ВЧ і НВЧ друкованих плат, монолітних інтегральних схем, одно- та багатокристальніх модулів, антен, радарних систем і систем зв'язку.

**Спробуй!** Безкоштовно trial версію продукту.

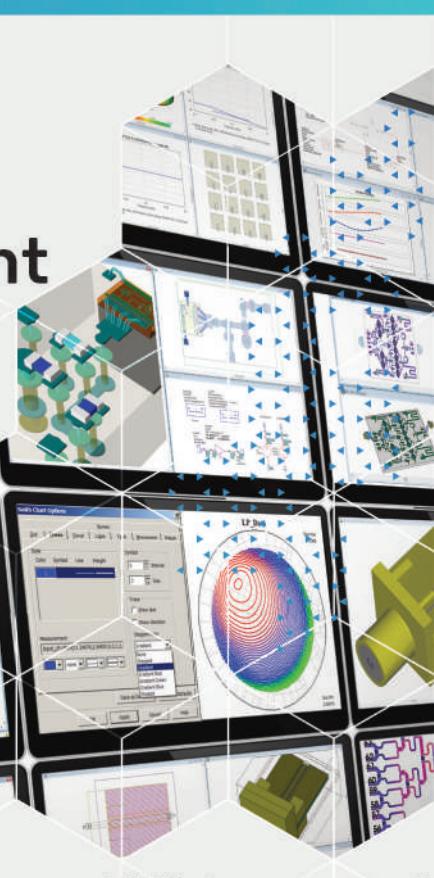
**Отримай!** Персональну консультацію.

**Скористайся!** Акційними пропозиціями\*

**SOFTPROM**

дистрибутор Cadence  
cadence@softprom.com

\*до 31.12.2020 діє знижка 60% на окремі бандл модулів AWR DE



ТОВ "Софтпром Солюшнз"

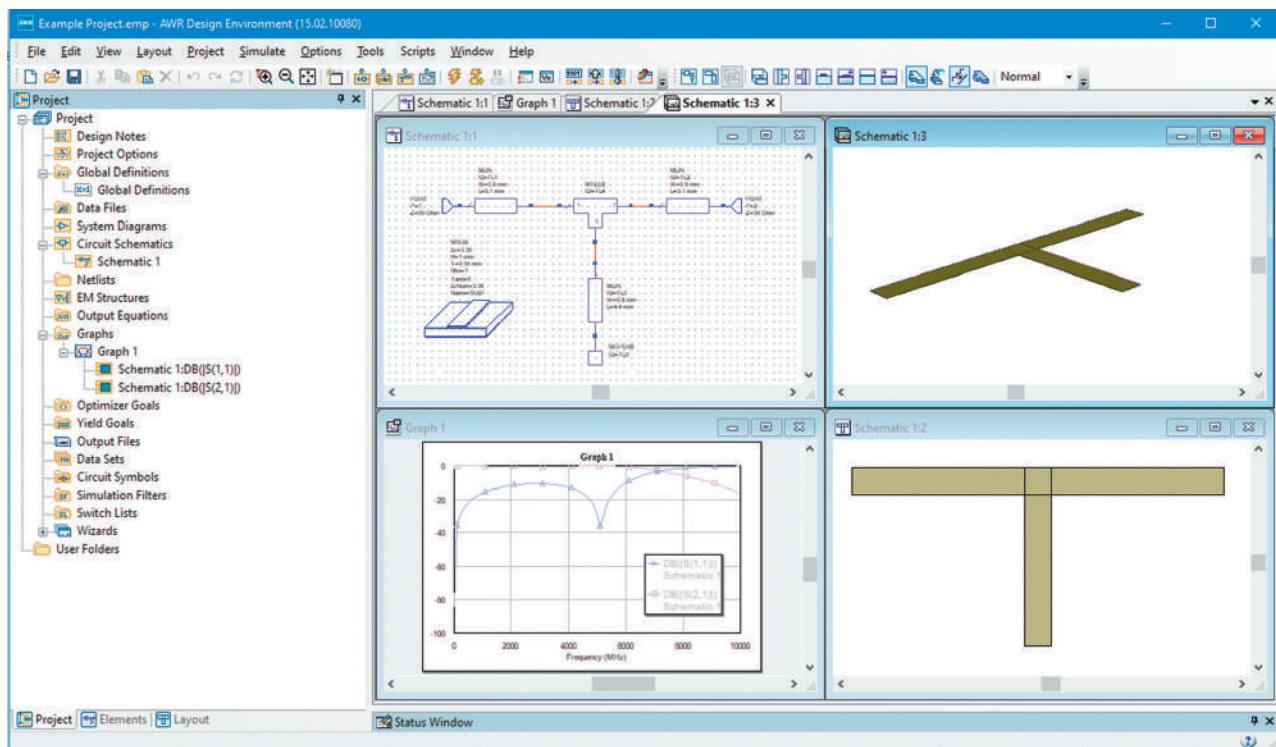


Рис. 3. Окно AWR Design Environment – промоделированная схема

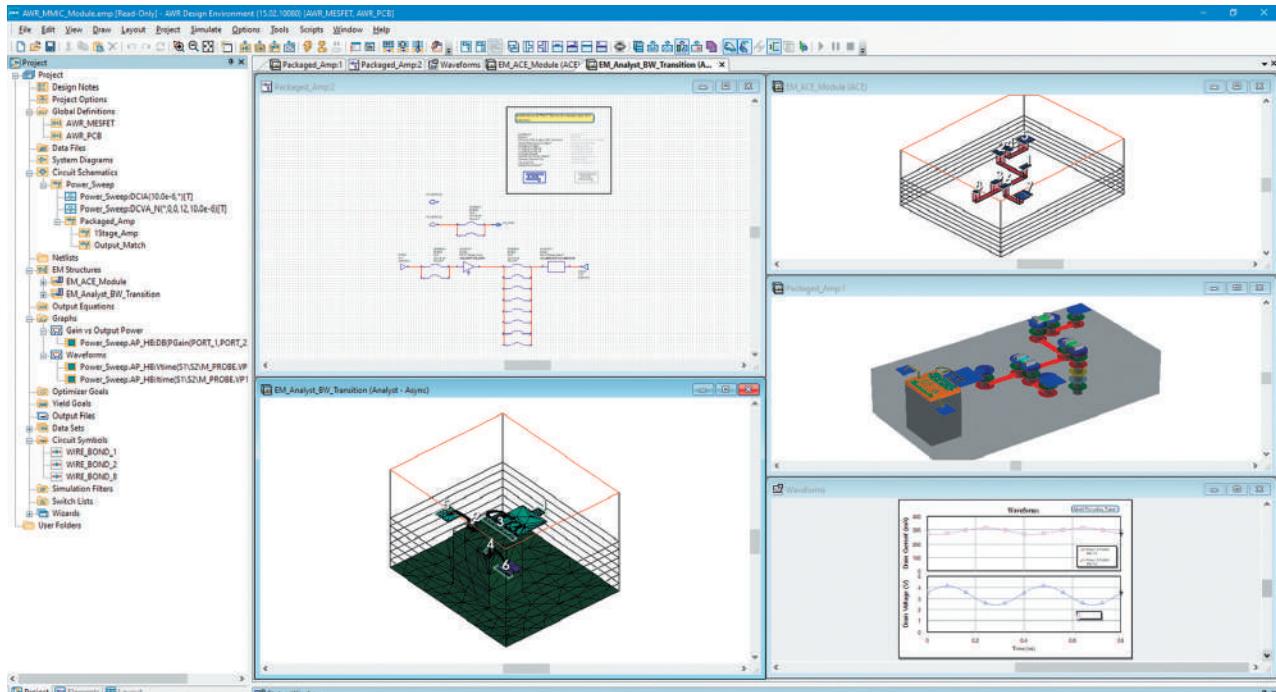


Рис. 4. Пример моделирования усилителя в среде MWO

Компании, которые еще не имеют в своем арсенале таких инструментов, лишают себя возможности не только конкурировать на мировых рынках, но и в целом быстро и качественно создавать продукты. Последние несколько лет ситуация в Украине начала меняться, более заметными стали инвестиции предприятий в научно-исследователь-

ские разработки и увеличилось применение современных программных сред для проектирования радиочастотных и сверхвысокочастотных устройств. Это очень радует и вселяет надежды в будущее отечественной электроники.

Андрей, спасибо огромное за интервью! Желаю успехов Вам и Вашей компании!

**Персональную консультацию и поддержку по AWR Design Environment можно получить у официального дистрибутора Cadence в Азербайджане, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстане, Молдове, Узбекистане и Украине – ООО «Софтпром Солюшнз»:**

**+38 (044) 594-52-52.**

**CNY**