

Как правильно выбирать и оптимально применять векторные анализаторы цепей

Семинар-практикум «Основы измерений»

Ю. Ковалевский



21 марта 2023 года в Москве состоялся семинар-практикум «Основы измерений», организованный ООО «Планар» – российским производителем контрольно-измерительного оборудования. На мероприятии рассматривались как основы проведения измерений в сфере СВЧ-электроники, так и более специализированные темы, связанные с применением векторных анализаторов цепей и подходами к автоматизации измерений.

Максим Афанасьев, управляющий директор Московского представительства ООО «Планар», в начале мероприятия обратил внимание на то, что среди присутствующих большую долю составляли молодые специалисты, что, по его словам, соответствовало цели семинара – предоставить информацию по основам измерений при разработке СВЧ-устройств. Он отметил, что перед предприятиями сейчас встают всё новые и новые задачи в области создания современной СВЧ-аппаратуры, а при проектировании любого СВЧ-тракта важно наличие хорошего анализатора цепей. Семинар был призван помочь разработчикам разобраться именно в том, что такое хороший анализатор цепей и какие анализаторы лучше подойдут для решения их задач.

В рамках вступительной части аудиторию мероприятия поприветствовал директор ООО «Планар» **Сергей Заостровных**, подключившись по видео-конференц-связи.

Затем **Максим Афанасьев** представил общую информацию о компании «Планар», рассказав, что в прошлом году она отметила свое 30-летие и сейчас насчитывает почти 400 специалистов. За свою историю предприятие выпустило на рынок порядка 500 типов изделий, производимых серийно. Основная площадка «Планара» площадью около 7 тыс. м² расположена в Челябинске. Еще одно подразделение находится в Томске, а в Москве и Санкт-Петербурге открыты представительства компании. В настоящий момент подходит к своему завершению реализация проекта по созданию нового завода «Планара» около Челябинска площадью около 10 тыс. м². Запуск производства на этой площадке намечен на следующий год.

Среди направлений, в которых работает компания, – разработка и производство телевизионного измерительного оборудования, систем мониторинга стационарных и подвижных объектов, оборудования для кабельных



космическую и специальную технику, промышленное оборудование, медицину и проч.

Основная часть семинара-практикума состояла из презентаций, посвященных основам теории и практики применения векторных анализаторов цепей. Эта часть была представлена руководителем инженерной группы Московского представительства ООО «Планар» **Андреем Крыловым**. Среди вопросов, рассмотренных докладчиком, были следующие:

сетей, видеонаблюдения и др. Кроме того, ООО «Планар» производит технологическое оборудование, в частности для обработки кабелей, которое изначально разрабатывалось для собственных нужд, но впоследствии нашло свою нишу и на открытом рынке.

Основное же направление деятельности предприятия, на которое приходится порядка 80% его оборота, – производство векторных анализаторов цепей. По словам Максима Афанасьева, за прошлый год «Планар» поставил на рынок около 1,5 тыс. данных приборов. Причем география поставок продукции предприятия не ограничивается Россией: «Планар» занимает около 10% мирового рынка векторных анализаторов цепей, находясь на четвертом месте среди ведущих производителей контрольно-измерительного оборудования. В то же время в связи с изменениями на рынке, случившимися в 2022 году, доля поставок измерительного оборудования компании на российский рынок сейчас существенно выросла.

Векторные анализаторы цепей, которым была посвящена основная часть семинара, представляют собой контрольно-измерительные приборы, предназначенные для определения характеристик прохождения и отражения сигнала при его подаче на тестируемое устройство. Принцип их работы заключается в формировании стимула и измерении отклика тестируемого устройства на данный стимул. Таким образом, анализатор цепей по своей сути представляет собой два прибора в одном – генератор и измеритель сигналов. В отличие от скалярных анализаторов, векторные приборы работают не только с амплитудой, но и с фазой сигнала, что крайне важно для оценки искажений, вносимых тестируемым устройством, и возможности восстановления сигнала.

Данные приборы отличаются высокой точностью и скоростью выполнения измерений и незаменимы при создании современных СВЧ-компонентов, узлов и законченных устройств. Они находят применение при разработке СВЧ-аппаратуры фактически для всех областей, где она применяется, включая телекоммуникации и связь,

- введение в теорию векторного анализа цепей;
- типы измеряемых устройств;
- основы теории линии передач;
- термины, применяемые в измерениях СВЧ-устройств;
- диаграмма Вольперта-Смита;
- линейные и нелинейные цепи;
- условие передачи сигналов без искажений в линейных цепях;
- характеристика четырехполюсников и S-параметры;
- структура и интерфейс векторных анализаторов цепей;
- коаксиальные соединители и другие измерительные принадлежности;
- виды погрешностей и калибровка анализаторов цепей, включая автоматические калибровочные модули;
- обзор измерительных возможностей векторных анализаторов цепей: преобразование во временную область, измерение параметров линий передач, активных устройств, устройств с преобразованием частоты.

Помимо презентаций Андрея Крылова, в программу семинара был включен доклад технического эксперта ООО «Планар» **Сергея Суконкина**, который рассказал об основах автоматизации измерений, принципах построения автоматизированных измерительных стендов и создания программ для них.

По окончании докладов аудитория мероприятия была приглашена к участию в викторине по основам измерений, в рамках которой в интерактивном формате можно было закрепить новые полученные знания, а также задать интересующие вопросы.

В завершение семинара-практикума присутствующие смогли попробовать поработать вживую с измерительными стендами, построенными на основе оборудования ООО «Планар», которые были представлены на мероприятии. ●