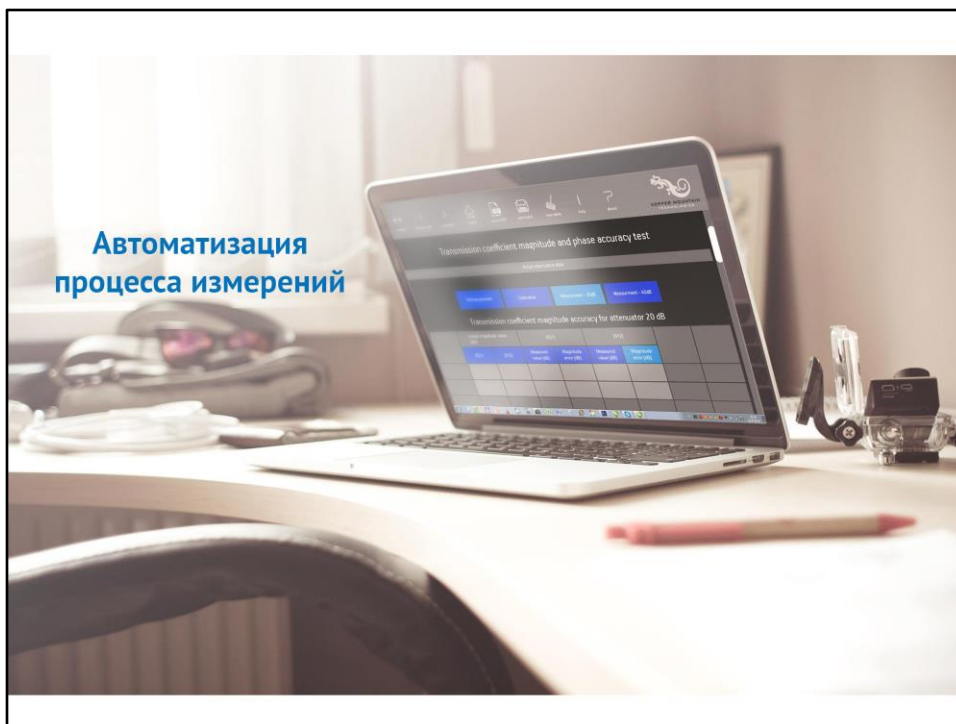


- Программное обеспечение *VNA Performance Test* позволяет проводить поверку и калибровку векторных анализаторов цепей производства компании ПЛАНАР с требуемым комплектом принадлежностей в автоматическом режиме.
- Все методы валидированы и опробованы при испытаниях с целью утверждения типа.
- Встроенные инструкции позволяют выполнить любые измерения без обращения к руководствам по эксплуатации или иным документам.
- В зависимости от выбранной операции программа автоматически устанавливает параметры прибора. Случайные действия оператора не смогут привести к сбою в работе, искажению или утрате результатов измерений.
- Заключение о соответствии формируется автоматически по результатам проведения каждой операции.
- Форма представления результатов универсальная и соответствует рекомендациям международных документов по метрологии.
- Полученные результаты могут быть сохранены в файл и/или напечатаны в форме протокола.



Векторные анализаторы цепей предназначены для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения (элементов матрицы рассеяния) многополюсников. Приборы отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот, количеством измерительных портов, наличием соединителей для прямого доступа к входам измерительных и опорных приемников, а также наличием соединителей для подключения расширителей по частоте.

Область применения анализаторов – проверка, настройка и разработка различных радиотехнических устройств в условиях промышленного производства и лабораторий, в том числе в составе автоматизированных измерительных стендов.

Подробная информация обо всех приборах приведена на сайте компании ПЛАНАР:

<http://www.planarchel.ru>

Для выполнения измерений в автоматическом режиме специально разработано программное обеспечение *VNA Performance Test*. Автоматизация измерений сокращает время верификации приборов, снижает нагрузку на оператора и уменьшает риск выполнения действий, которые могут привести к искажению или утрате результатов измерений.



Векторные анализаторы цепей производства компании ПЛАНАР разделены на четыре серии в зависимости от их назначения, технических характеристик и функциональных возможностей: КОБАЛЬТ, ОБЗОР, СОМПАКТ и САВАН.

Независимо от серии, все приборы дополнительно разделены на четыре группы: *R*, *TR*, *S2* and *S4*:

- **группа *R*** – 1-портовые векторные анализаторы цепей (рефлектометры);
- **группа *S2*** – 2-портовые приборы с прямым и обратным направлением зондирования;
- **группа *TR*** – 2-портовые приборы с прямым направлением зондирования;
- **группа *S4*** – 4-портовые приборы.

Каждая группа приборов *R*, *TR*, *S2* и *S4* управляется отдельным программным обеспечением *RVNA*, *TRVNA*, *S2VNA* и *S4VNA* соответственно. Каждое из этих приложений содержит *COM*-сервер, который позволяет другим сторонним программам получать доступ к его функциям. Для автоматизации приборов требуется, чтобы *COM*-сервер был зарегистрирован в операционной системе компьютера.



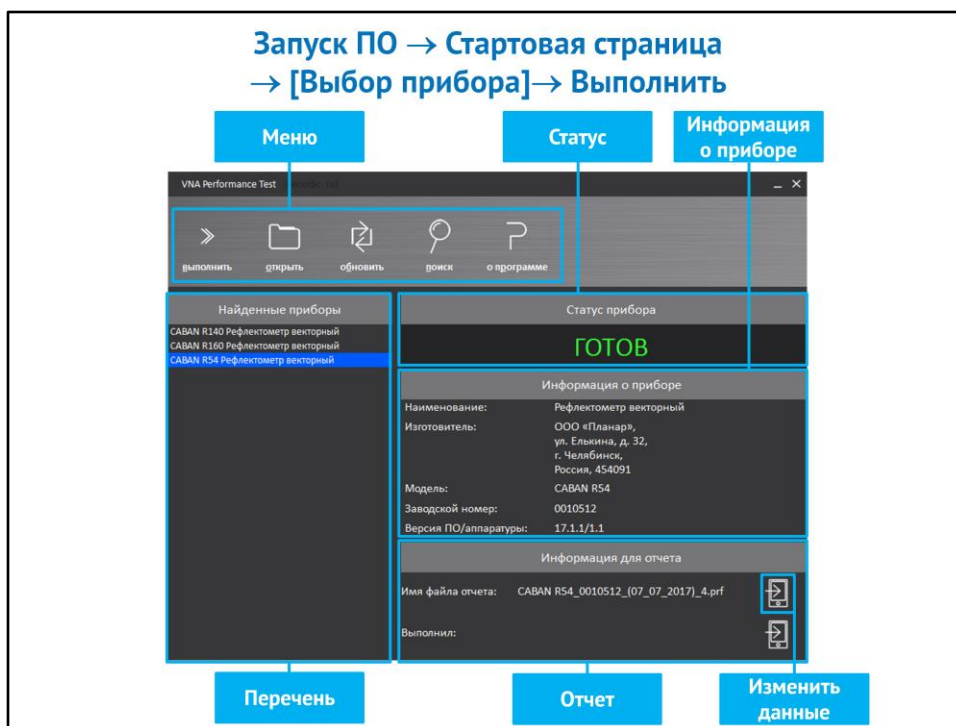
Перечень поддерживаемых проверок:

- относительная погрешность установки частоты выходного сигнала;
- относительная погрешность установки уровня выходной мощности;
- относительный уровень гармонических составляющих спектра выходного сигнала;
- относительный уровень негармонических составляющих спектра выходного сигнала;
- среднее квадратическое отклонение трассы;
- уровень собственного шума приёмников;
- нескорректированные параметры;
- абсолютная погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения (прямой метод, метод сравнения);
- абсолютная погрешность измерений модуля и фазы коэффициента передачи (прямой метод, метод сравнения).



Последовательность действий при работе с *VNA Performance Test*:

- Подключить прибор к компьютеру с помощью кабеля *USB*.
- Установить драйвер и управляющее программное обеспечение, если они не были ранее установлены, зарегистрировать *COM*-сервер.
- Запустить управляющее программное обеспечение. Проверить, чтобы через несколько секунд в строке состояния индицировалась надпись «Готов».
- Установить *VNA Performance Test*, если оно не было ранее установлено (файл [VNAPTInstall.exe](#)). При установке необходимо следовать указаниям мастера.
- Запустить *VNA Performance Test*, программа должна автоматически определить приборы, подключенные к компьютеру; при необходимости, нажать кнопку «Обновить».
- Ввести имя файла протокола и персональные данные оператора.
- Выбрать из списка прибор и нажать кнопку «Выполнить».
- Выбрать метод проверки в зависимости от применяемых средств.
- Следуя инструкциям программного обеспечения, выполнить указанные пункты проверки.
- Сохранить результаты измерений в формате *PDF* или распечатать.



Для запуска процедуры проверки необходимо выбрать прибор из числа подключенных и нажать кнопку «Выполнить».

При запуске открывается стартовая страница, которая содержит меню, список приборов, статус готовности прибора к работе и дополнительную информацию.

Меню содержит набор функциональных кнопок, позволяющих работать с файлами отчетов и выполнять поиск подключенных к компьютеру приборов.

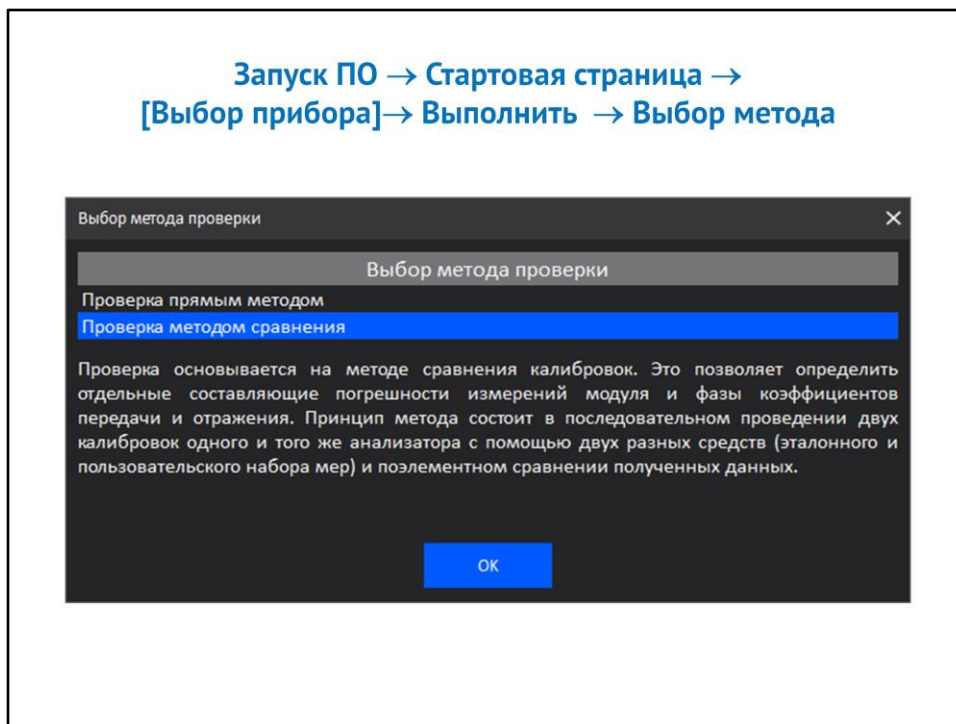
Статус отображает готовность выбранного прибора к работе.

Информация о приборе отображает идентификационные данные выбранного прибора и версию управляющего программного обеспечения.

Перечень приборов отображает все найденные подключенные к компьютеру приборы. Пользователь может выбрать тот прибор, для которого нужно выполнить проверку, или открыть ранее созданный отчет в режиме редактирования или чтения.

Информация для отчета содержит поля для редактирования наименования файла результатов проверки (файла отчета) и места его хранения, а также записи сведений об операторе. Поля можно оставить без изменения - в этом случае, файл сохранится по умолчанию в папку «...Мои документы\VNAPT\reports». Кнопки **«Изменить»** предназначены для ввода нового имя файла отчета или сведений об операторе.

Запуск ПО → Стартовая страница →
[Выбор прибора] → Выполнить → Выбор метода



Выбрать метод в зависимости от применяемых средств.

При нажатии кнопки «Выполнить» на стартовой странице появляется диалоговое окно для выбора метода определения погрешности коэффициентов передачи и отражения:

- **метод сравнения** с использованием эталонного набора калибровочных мер;
- **метод прямых измерений** с использованием верификационного набора мер.

С помощью прямого метода определяются погрешности путем сравнения измеренных и действительных значений параметров верификационных устройств. Метод сравнения «калибровок» представлен в МИ 3411. Он позволяет определять отдельные составляющие погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, включает проверку уровня собственного шума приемников и нескорректированных параметров измерительных портов. Принцип метода состоит в последовательном проведении двух «калибровок» одного и того же анализатора с помощью двух разных средств (эталонного и пользовательского наборов мер) и поэлементном сравнении полученных данных.

Метод измерений		
Метод	Метод сравнения	Прямые измерения
Основное средство	Эталонный набор калибровочных мер	Верификационный набор мер
Определение погрешности коэффициента отражения	Калибровочные меры	Отрезок коаксиального волновода 25 Ом Нагрузки рассогласованные
Определение погрешности коэффициента передачи	Калибровочные меры	Аттенюатор 20 дБ Аттенюатор 40 дБ (или 50 дБ)
Измеряемые параметры	Нескор. параметры	Погрешность модуля КО
	Погрешность модуля/фазы КО	Погрешность фазы КО
	Уровень собственного шума приёмников	Погрешность модуля КП
	Погрешность модуля/фазы КП	Погрешность фазы КП
Метод 1: Значение уровня собственного шума приёмников используется при вычислении погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи.		
Метод 2: Допускается вместо отрезка коаксиального волновода 25 Ом использовать двухпортовое устройство <i>T-check</i> . <i>VNA Performance Test</i> позволяет выбирать номинальное ослабление аттенюаторов до начала проверки.		

Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения можно проводить с помощью каждого метода.

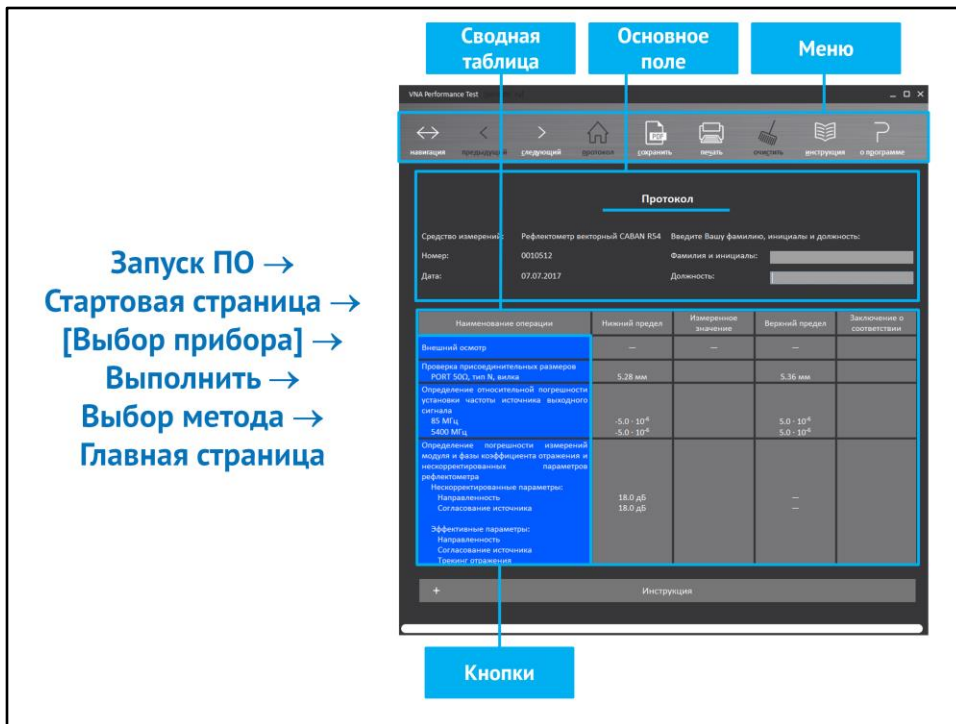
Пределы суммарной погрешности измерений рассчитываются с учетом погрешности описания используемых средств «калибровки» и верификации. Программное обеспечение *VNA Performance Test* проводит расчет в автоматическом режиме.

Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»:

калибровка средств измерений: Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

МИ 3411:

калибровка: Процесс, в результате которого определяются комплексные оценки ошибок в соответствии с моделью анализатора цепей векторного. По тексту этот термин будет отображаться в кавычках, чтобы не путать с термином калибровка средств измерений, указанным в Федеральном законе № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».



Необходимо выполнить все перечисленные проверки, предусмотренные для анализатора конкретного типа.

После выбора метода появляется главная страница, представляющая собой протокол измерений.

Для перехода к проверке определенного параметра следует нажать кнопку с ее названием.

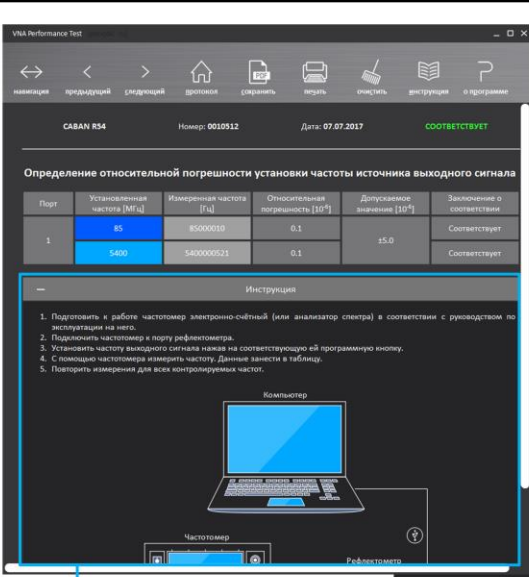
Программа автоматически заполняет сведения о модели и номере прибора, а также вносит дату создания протокола. Поля «Фамилия и инициалы» и «Должность» можно оставить незаполненным или добавить сведения об операторе, выполняющем проверку. Если сведения об операторе были внесены ранее на стартовой странице, запись появится автоматически.

В сводной таблице приведен полный перечень проверок, предусмотренных для анализатора конкретного типа. Таблица заполняется автоматически по результатам измерений. Для каждой выполненной операции отображается заключение о соответствии установленным пределам.

**Запуск ПО → Стартовая страница
→ [Выбор прибора] → Выполнить → Выбор метода →
Главная страница → [Проверка]**

Наименование операции	КОБАЛЪТ	ОБЗОР	СОМРАСТ	САВАН
Проверка внешнего вида	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Проверка присоединительных размеров	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Определение относительной погрешности установки уровня выходной мощности	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Определение относительного уровня гармонических составляющих спектра выходного сигнала	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Определение относительного уровня негармонических составляющих спектра выходного сигнала	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Определение среднего квадратического отклонения трассы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Проверка уровня собственного шума приёмников	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Определение нескорректированных параметров	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Перечень поддерживаемых проверок зависит от серии векторного анализатора цепей.



Инструкция

Проведение измерений согласно встроенной инструкции

Инструкция

Для сравнения калибровок. Это позволяет определить отдельные составляющие погрешности измерения. Принцип метода состоит в последовательном проведении двух калибровок с помощью двух разных средств (эталонного и пользовательского набора мер) и последующим сравнением результатов. Перед началом работы проверить соединения всех устройств на отсутствие разрывов и убедиться только вращением гаек. Запрещается вращать корпус подключаемого устройства. Для измерения использовать тарированный ключ с нормированным крутящим моментом, в ключах. Чтобы мера не проворачивалась, ее следует придерживать вторым ключом, например, и т.д.

При допустимом значении, повторить соответствующий шаг проверки.

При калибровке мер в соответствии с руководством по эксплуатации на него. Рекомендуется использовать мер (всех используемых мер из состава), внесенные в программное обеспечение рефлектометра, с описанием в программном обеспечении отсутствует, его необходимо внести в пользовательский набор мер и перейти в программное обеспечение рефлектометра, в соответствии с руководством по эксплуатации на рефлектометр. Калибровка осуществляется путем измерения мер и иммерсионной порту.

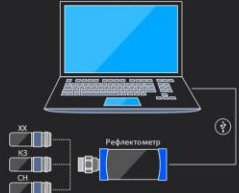


Схема калибровки

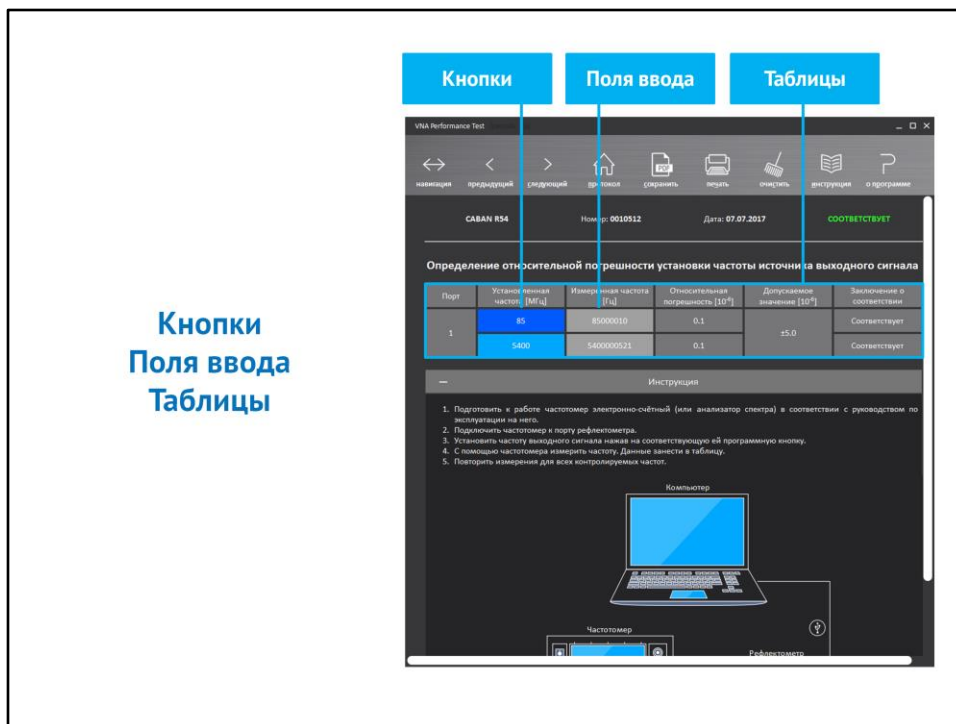
4. Когда калибровка выполнена, проверить, что полученные несокорректированные параметры не превышают допустимых значений.
5. Нажать кнопку Калибровка эталонным набором и перейти в программное обеспечение рефлектометра.
6. Выполнить калибровку в соответствии с руководством по эксплуатации на рефлектометр. Калибровка осуществляется путем измерения мер и иммерсионной порту.

При проведении измерений следуйте указаниям встроенной инструкции.

Программное обеспечение VNA Performance Test содержит все необходимые инструкции и схемы измерений.

В зависимости от выполняемой проверки VNA Performance Test автоматически устанавливает параметры анализатора, такие как частотный диапазон, количество точек по частоте, уровень выходной мощности, полоса пропускания фильтра промежуточной частоты.

Случайные действия пользователя не смогут привести к сбою в работе, искажению или утрате результатов измерений.

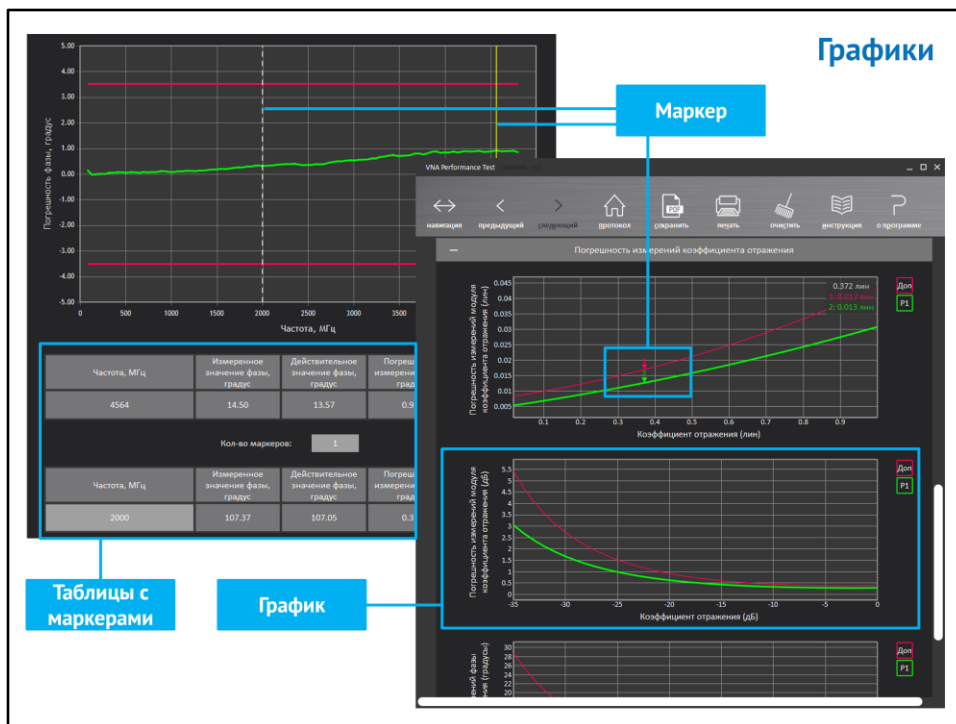


В программном обеспечении *VNA Performance Test* использованы - кнопки, поля для ввода, таблицы и графики.

Кнопки бывают двух видов: с фиксацией нажатия и без фиксации. Кнопки, расположенные в меню, без фиксации. Они имеют темно-серый цвет, если не активны, и белый - если активны. Кнопки, расположенные в протоколе, имеют синий цвет и могут быть, как с фиксацией нажатия, так и без фиксации. При наведении курсором мыши на кнопку без фиксации она меняет цвет на голубой, после нажатий становится синей. Кнопки с фиксацией остаются голубыми, указывая на то, что функция кнопки включена.

Поля для ввода используются там, где требуется ввод информации или результатов измерений вручную. Поля выделены светло серым цветом.

Таблицы содержат заголовок с текстом, поля, которые заполняются автоматически, и поля с заключением о соответствии.



Результаты измерений могут быть представлены в виде **графиков**. Данные с графиков можно считывать при помощи маркеров, визуально по сетке с делениями или относительно расположения линии допуска. Все графики можно масштабировать.

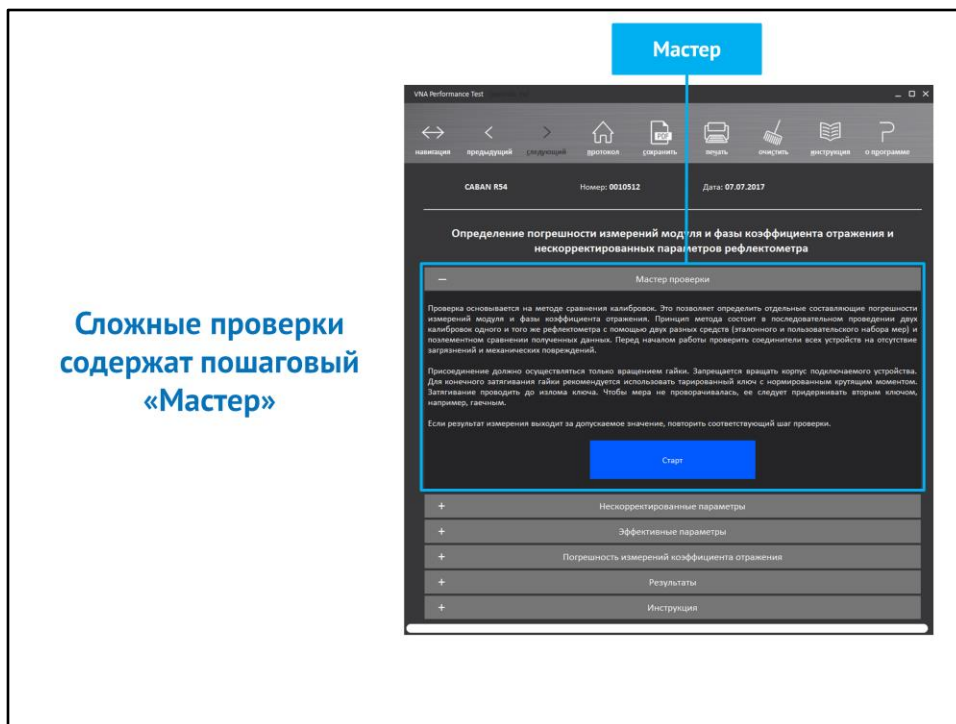
Предусмотрены два вида **маркеров**: "точка" и "линия".

Маркер "точка" появляется при наведении курсора в область построения графика и отображает значения всех трасс, присутствующих на графике.

Желтая линия появляется автоматически в частотной точке, где измеряемый параметр наиболее близок к допусжаемому пределу.

Белая пунктирная линия устанавливаются оператором на интересующих частотах.

Значения маркеров "линия" отображаются в таблицах, расположенных под графиком.



**Сложные проверки
содержат пошаговый
«Мастер»**

Мастер содержит описание каждого шага проверки.

Помимо текста с подробной инструкцией в мастере могут находиться схемы измерений, таблицы и кнопки.

Работа мастера ориентирована на помощь оператору и гарантирует правильную последовательность действий при выполнении проверки.

По завершению каждого измерения, предусмотренного мастером, на графиках или в таблицах появляются новые данные. Рекомендуется их просматривать, чтобы своевременно выявить результаты, несоответствующие заданным нормам.

Мастер позволяет возвращаться к предыдущим шагам проверки, чтобы повторить измерения или скорректировать введённые данные.



Проверки с большим объемом данных, как правило, содержат сводную таблицу.

В этой таблице отображены результаты измерений, приведены допускаемые пределы для каждого параметра и заключение о соответствии.

По завершению проверки рекомендуется просматривать данные этой таблицы, чтобы оценить результаты и их запас относительно пределов.

Программное обеспечение принимает окончательное решение о соответствии, отображающееся в верхней части протокола, после полного заполнения таблицы результатов.

По окончании проверки, сохраните данные в файл PDF или распечатайте

Сохранить PDF

Печать

Заполненный протокол

Наименование операции	Нижний предел	Измеренное значение	Верхний предел	Заключение о соответствии
Внешний осмотр	—	—	—	Соответствует
Проверка присоединительных размеров ZOH7 S002 тип N, мм	5.28 мм	5.29 мм	5.36 мм	Соответствует
Определение эмпирической погрешности установки частоты источника выходного сигнала 80 МГц	$-5.0 \cdot 10^4$	$0.1 \cdot 10^4$	$5.0 \cdot 10^4$	Соответствует
Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и рассеиваемых параметров рефлектометра				
Направленность	18.0 дБ	22.6 дБ	—	Соответствует
Согласование источника	18.0 дБ	19.8 дБ	—	Соответствует
Эффективные параметры:				
Направленность	42.0 дБ	46.1 дБ	—	Соответствует
Согласование источника	35.0 дБ	41.7 дБ	—	Соответствует
Тренинг отражения	-0.15 дБ	0.08 дБ	0.15 дБ	Соответствует

Результаты проверки можно сохранить в файл PDF или распечатать.

При нажатии кнопки «Сохранить» или «Печать» появится диалоговое окно, которое предложит ввести имя файла и выбрать место хранения или задать настройки печати.

При переходе между проверками или при возвращении на главную страницу происходит сохранение данных в текстовый файл с расширением *PRF*. Файлы по умолчанию находятся в папке: «...Мои документы\VNAPT\reports». Имя файла формируется автоматически и содержит модель, заводской номер прибора, дату выполнения проверки и порядковый номер. Порядковый номер добавляется, если для одного и того же прибора в один и тот же день проверка запускалась несколько раз.

Впоследствии этот файл можно открыть в **режиме чтения** для просмотра данных. Если в это же время подключён прибор с совпадающим номером, файл откроется в **режиме редактирования** и позволит повторить измерения.

CABAN R54	Номер: 0010512	Дата: 07.07.2017	СООТВЕТСТВУЕТ		
				Страница 1 из 7	
Протокол					
Средство измерений:	Рефлектометр векторный CABAN R54	Проверку выполнил:			
Номер:	0010512	Фамилия и инициалы:			
Дата:	07.07.2017	Должность:			
Наименование операции	Нижний предел	Измеренное значение	Верхний предел	Заключение о соответствии	
Внешний осмотр	—	—	—	Соответствует	
Проверка присоединительных размеров PORT 50Ω, тип N, вила	5.28 мм	5.29 мм	5.36 мм	Соответствует	
Определение относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	85 МГц	0.1 · 10 ⁻⁶	5.0 · 10 ⁻⁶	Соответствует	
	5400 МГц	0.1 · 10 ⁻⁶	5.0 · 10 ⁻⁶	Соответствует	
Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра	Нескорректированные параметры:				
	Направленность	18.0 дБ	22.6 дБ	—	Соответствует
Согласование источника	18.0 дБ	19.8 дБ	—	Соответствует	
Эффективные параметры:	Направленность				
	Направленность	42.0 дБ	46.1 дБ	—	Соответствует
	Согласование источника	35.0 дБ	41.7 дБ	—	Соответствует
	Трекинг отражения	-0.15 дБ	0.08 дБ	0.15 дБ	Соответствует

Протокол в формате PDF

Пример оформления протокола.

Форма представления результатов универсальная и соответствует рекомендациям международных документов по метрологии.

Протокол

Средство измерений: Рефлектометр векторный CABAN RS4 Проверка выполнена:
 Номер: 0010512 Фамилия и инициалы:
 Дата: 07.07.2017 Должность:

Наименование операции	Наимый предел	Измеренное значение	Верное
Внешний осмотр	—	—	—
Проверка присоединительных размеров PORT 50Ω, тип N, вила	5,28 мм	5,29 мм	5,3
Определение относительной погрешности установки частоты источника возбуждения сигнала 85 МГц, 5400 МГц	-5,0 · 10 ⁻⁴	0,1 · 10 ⁻⁴	5,0
	-5,0 · 10 ⁻⁴	0,1 · 10 ⁻⁴	5,0
Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра	Нескорректированные параметры:		
	Направленность		
	18,0 дБ	22,8 дБ	
	Согласование источника		
	18,0 дБ	19,7 дБ	
	Эффективные параметры:		
	Направленность		
42,0 дБ	77,2 дБ		
Согласование источника			
35,0 дБ	61,8 дБ		
Тренинг отражения			
-0,15 дБ	-0,03 дБ	0,0	

Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра

Нескорректированные параметры

Эффективные параметры

Погрешность измерений коэффициента отражения

График 1: Погрешность измерений модуля коэффициента отражения (лн) vs Коэффициент отражения (лн). Ось X: 0,1 - 0,9. Ось Y: 0 - 0,045. Красная линия показывает линейный рост погрешности от ~0,005 до ~0,04. Зеленая линия на уровне 0. Маркер P1.

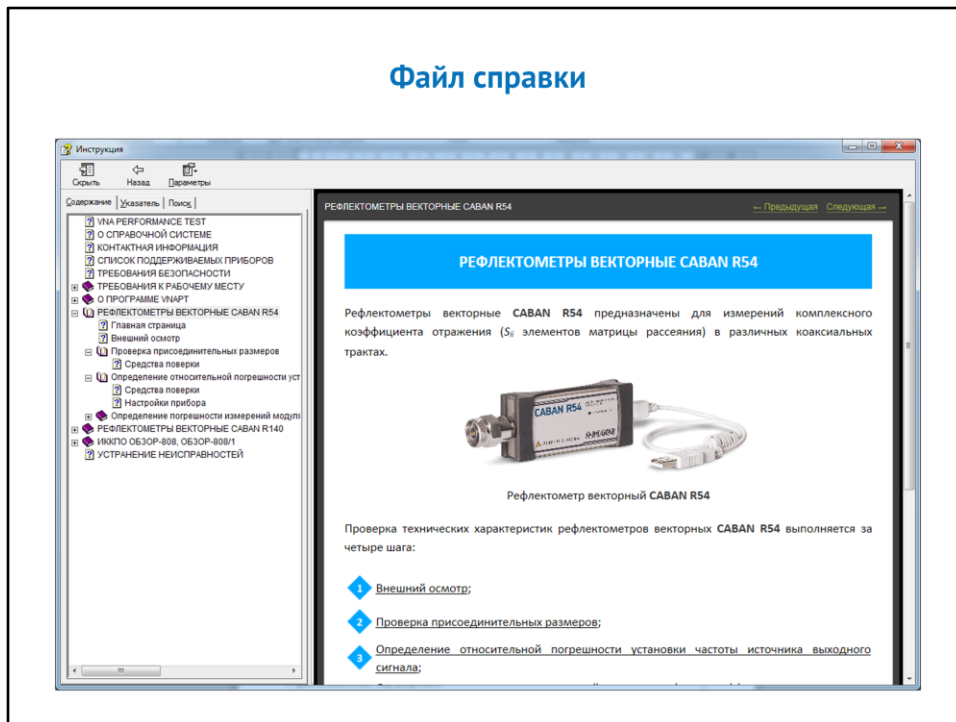
График 2: Измеренный модуль отражения (дБ) vs Коэффициент отражения (лн). Ось X: 0,1 - 0,9. Ось Y: -1 - 5,5. Красная линия показывает экспоненциальный спад от ~5,5 до ~-1. Маркер P1.

Режим чтения позволяет:

- открывать файлы *PRF* без подключения к прибору;
- просматривать результаты измерений;
- анализировать графики с применением маркеров и масштабирования;
- сохранять результаты в *PDF* или выводить их на печать.

Редактирование данных в режиме чтения не предусмотрено. Все внесённые измерения (например, вновь установленные пользовательские маркеры) не будут сохранены в файле.

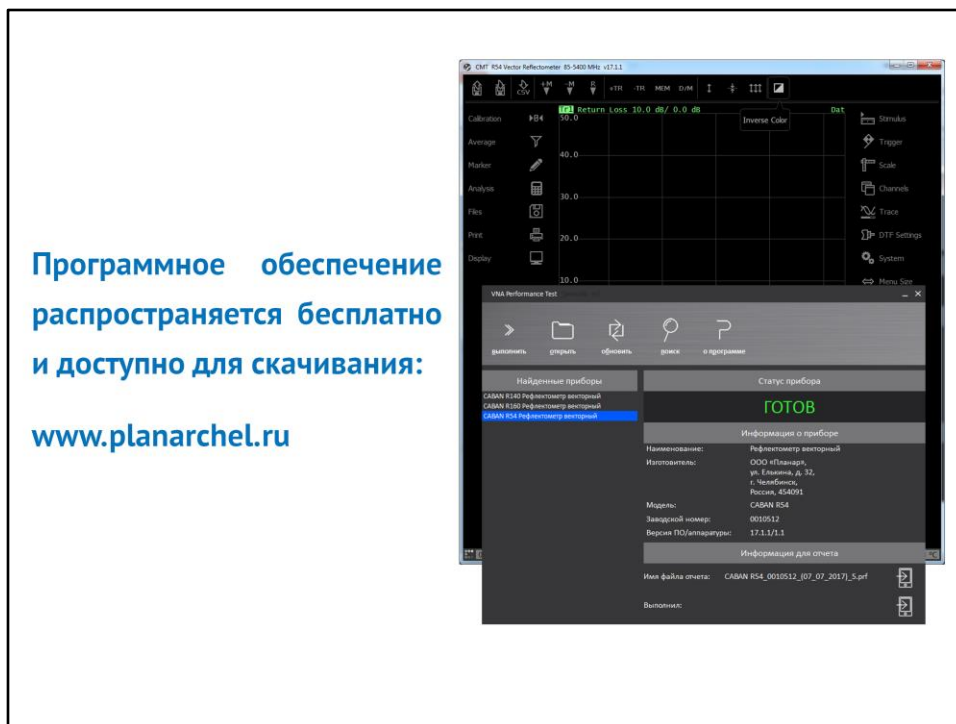
Файл справки



Для программы предусмотрен файл справки. Этот файл открывается стандартными инструментами *Windows*.

Справка содержит:

- описание пользовательского интерфейса;
- системные требования;
- инструкции для каждого прибора;
- справочную информацию о применяемых средствах поверки или калибровки, вспомогательном оборудовании и требуемых условиях измерений.

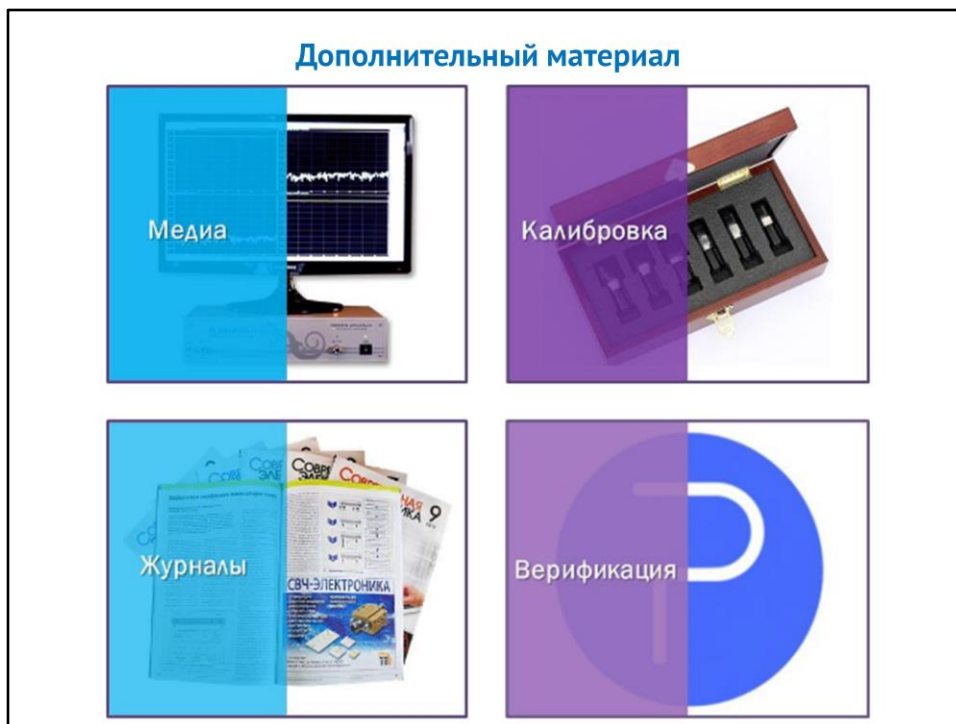


Программное обеспечение *VNA Performance Test* распространяется бесплатно и доступно для скачивания на сайте компании ПЛАНАР.

Программа поддерживает два языка интерфейса: русский и английский. Для скачивания англоязычной версии нужно перейти на сайт компании *Copper Mountain Technologies*.

Для ознакомления с работой *VNA Performance Test* можно использовать ДЕМО-версию программного обеспечения.

В случае возникновения вопросов, связанных с работоспособностью программного обеспечения, или при появлении сомнений в качестве полученных результатов, следует обратиться в службу поддержки по электронному адресу support@planarchel.ru



Теоретические основы векторного анализа цепей

Документ составлен в соответствии с МИ 3411. В нем представлены структурные схемы и модели векторных анализаторов цепей с одним и двумя измерительными портами, описана «калибровка» и коррекция результатов измерений, приведен порядок вычисления систематической погрешности:

http://www.npktair.com/sites/default/files/vna_ver2.pdf

Наборы калибровочных мер

Предложена методология создания и редактирования описания наборов калибровочных мер. Приводится описание модели анализаторов цепей, роли «калибровки», связи метода «калибровки» с набором мер. Подробно описан процесс управления наборами - как просматривать и редактировать штатные описания наборов и создавать новые:

http://www.npktair.com/sites/default/files/vac_nabory_mer_final.pdf

Полная двухпортовая SOLT калибровка

Показано, как выполнить полную двухпортовую SOLT калибровку векторного анализатора цепей при помощи механического калибровочного набора:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sl2yykPWqww>

И другие материалы, посвященные векторным анализаторам цепей:

<http://www.npktair.com/ru/publication>

<http://www.planarchel.ru/publikacii>