

Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер» АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

> 127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5 тел./факс (495)926-71-85 E-mail: <u>post@actimaster.ru</u> <u>http://www.actimaster.ru</u>

УТВЕРЖДАЮ Генеральный директор ЗАО «АКТИ-Мастер» АКТИ-Мастер В.В. Федулов CTI-Master «27 » июня 2018 г. HOCKB

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки для измерения импульсных вольт-амперных характеристик АМ3200

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ АМ3200/МП-2018

Заместитель генерального директора ЗАО «АКТИ-Мастер» по метрологии

Д.Р. Васильев

г. Москва 2018 Настоящая методика поверки распространяется на установки для измерения импульсных вольт-амперных характеристик AM3200 (далее – установки) компании "Amcad Engineering", Франция, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

N₂	Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке		
		методики	первичной	периодической	
1	Внешний осмотр	6.1	да	да	
2	Подготовка к поверке	6.2	да	да	
3	Опробование, идентификация и конфигурация	7.2	да	да	
4	Определение погрешности измерения напряжения зондами затвора	7.3	да	да	
5	Определение погрешности измерения силы тока зондами затвора	7.4	да	да	
6	Определение погрешности измерения напряжения зондами стока	7.5	да	да	
7	Определение погрешности измерения силы тока зондами стока	7.6	да	да	

Таблица 1 – Операции поверки

ПРИМЕЧАНИЕ: указанные в таблице 1 операции выполняются для зондов, входящих по заказу в комплект поставки установки, по заявке пользователя установки.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки следует применять средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

Вместо указанного в таблице 2 мультиметра можно использовать также мультиметры:

- Agilent/Keysight 34401A, 34411A, L4411A;

- Tektronix DMM4040, DMM4050.

N⁰	Наименование средства поверки	Номер пункта	Требуемые характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, примечания
1	2	3	4	5
			Эталонные средства измерений	
1	Измеритель постоянного напряжения и силы постоянного тока	7.3 7.4 7.5 7.6	Относительная погрешность измерения напряжения от 0.1 до 250 V не более $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ Относительная погрешность измерения силы тока от 0.1 mA до 1 A не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ от 1 до 3 A не более $\pm 2 \cdot 10^{-3}$	Мультиметр цифровой Keysight 34410A; Госреестр № 33921-07

Таблица 2 - Средства поверки

Продолжение таблицы 2

1.	2	3	4	5
			Номинал 0.1 Ω	Мера электрического
			Относительная погрешность	сопротивления универсальная
	Mena		сопротивления не более 0.01 %	однозначная МС 3080М 0,1 Ω;
2	сопротивления	7.6	Постоянная времени	класс точности 0,01
	сопротивления		не более 0.5 µs	
			Максимальная мощность	
			рассеивания не менее 2 W	
		Вспомо	гательные средства поверки и ак	сессуары
1	Набор резисторов	7.4, 7.6	0.3 Ω / 4 W	Указания по выводным
	нагрузки		6 Ω / 4 W	соединителям – в пункте 2.4
			100 Ω / 1 W	
			1 kΩ / 0.25 W	
			120 kΩ / 0.25 W	
2	Компьютер с	все	Интерфейс USB,	
	клавиатурой и		операционная система	-
	мышью		не ниже Windows XP	
3	Конвертер	все	USB-GPIB с кабелем USB	National Instruments
	интерфейсный		длиной 1 2.5 m	GPIB-USB-HS p/n 778927-01
4	Кабель ВЧ	7.3,7.5	BNC(m)-BNC(m)	-
5	Адаптер	7.3,7.5	BNC(f)-banana	-
6	Адаптер	7.4,7.6	BNC(m)-banana	-
7	Кабель	7.4,7.6	banana(m-m)	
	соединительный			-
8	Кабель	7.6	banana(m) - тип "U"/6,4 mm	
	соединительный		3 шт.	-
			Программное обеспечение	
1	Программа	6.2	Передача команд по	National Instruments NI-MAX
	управления	7.2-7.6	интерфейсу GPIB	NI-488.2, версия 14.0 и выше

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

2.4 Резисторы нагрузки 6 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 120 k Ω должны с обеих сторон иметь соединители banana(m).

Резистор нагрузки 0.3 Ω должен иметь с одной стороны соединитель banana(m), а с другой стороны клеммный соединитель тип "U"/6,4 mm.

З ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, и имеющие практический опыт в области электрических измерений.

4 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды: - температура воздуха (23 ±3) °C;

- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;

- атмосферное давление от 84 до 106.7 kPa.

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения установки и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;

- заземление оборудования должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;

- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам оборудования или отсоединение от них, когда на входах и выходах оборудования имеется напряжение;

- запрещается работать с установкой при обнаружении ее повреждения.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов блока управления и измерительных зондов;

- отсутствие механических повреждений корпусов установки и измерительных зондов;

- комплектность установки согласно эксплуатационной документации.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации установки, ее следует направить в сервисный центр или к официальному поставщику для выполнения ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом выполнения операций необходимо изучить руководство по эксплуатации установки, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 До начала операций поверки выдержать установку и эталонный мультиметр во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева установки 30 min.

6.2.3 Если на компьютер не были установлены программа IVCAD (входит в комплект поставки установки) и программа NI-MAX NI-488.2 (доступна на сайте http://www.ni.com), выполнить их установку, следуя указаниям установщика программ.

6.2.4 Установить на выходной разъем зонда затвора адаптер D-SUB/BNC из комплекта установки.

6.2.5 Выполнить соединения:

- интерфейсного разъема LAN установки с интерфейсным разъемом LAN компьютера;

- интерфейсного разъема GPIB мультиметра с интерфейсным разъемом USB компьютера, используя кабель-конвертер USB-GPIB.

6.2.6 Используя адаптер SMB-BNC из комплекта установки, соединить кабелем BNC(m)-BNC(m) разъем "P_{TRIG} Out" на задней панели установки с разъемом "Ext Trig" на задней панели мультиметра. 6.2.7 В сетевых настройках компьютера вписать IP-адрес локальной сети, который индицируется на задней панели установки (рисунок 6.2.1):

Панель управления – Подключение по локальной сети – Свойства (рисунок 6.2.2), выбрать «Протокол Интернета версии 4 (TCI/IPv4)» и прописать считанный с установки адрес IP, а также маску подсети (рисунок 6.2.3).



Рисунок 6.2.1 – IP-адрес локальной сети

ењ	Доступ			ан сар Алган	1997 - 1997 - 1997 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 -
Подк	лючение чер	e3:			
2	Realtek PCI	e GBE Fa	mily Controlle	er	
••••••				ſ	Настроить
Отме	ченные комг	юненты і	спользуют	СЯ ЭТИМ	одключением
	🅂 Клиент д	пя сетей	Microsoft		****
\mathbf{P}	🖲 DNE Light	Weight F	ilter		
	📕 Планиров	щик пак	етов QoS		
	🗒 Служба д	оступа к	файлам и г	ринтерал	и сетей Місго.
\mathbf{P}	🔺 Протокол	Интерне	та версии	6 (TCP/IP	v6)
\checkmark	🚣 Протокол	и Интерне	та версии	4 (TCP/IF	v4)
V	🔟 Драйвер	в/в топо.	пога каналы	ьного ура	вня
	- Ответчик	обнаруж	ения топол	огии кан	эльного уровн
У	становить		Удалить		Свойства
Onk	сание		alalaha salah salahasa sala sa	alati - elektrika a si si elektrika	eren and are a transferration
Пр	отокол ТСР/	IP - стан,	артный пр	отокол гл	юбальных
ce	тей, обеспеч	ивающий	связь меж	ду разли	чными
83	вимодеиству	ющими с	етями.		

Рисунок 6.2.2 – Подключение по локальной сети – Свойства

ощие	
Тараметры IP могут назначаться а поддерживает эту возможность. Е IP можно получить у сетевого адм	автоматически, если сеть В противном случае параметры министратора.
Получить IP-адрес автоматич	чески
Оспользовать следующий ІР-	-адрес:
ІР-адрес:	10.0.0.10
Маска подсети:	255.0.0.0
Основной шлюз:	
Получить адрес DNS-сервера	автоматически
• Использовать следующие ад	дреса DNS-серверов:
Предпочитаемый DNS-сервер:	
Альтернативный DNS-сервер:	
🔲 Подтвердить параметры пр	и выходе Дополнительно

Рисунок 6.2.3 – Протокол Интернета версии 4 (TCI/IPv4)

r

7.1 Общие указания по проведению поверки

7.1.1 Операции поверки выполняются в импульсном режиме, при этом мультиметр запускается передним положительным фронтом импульсов от внутреннего триггера установки.

Для того, чтобы обеспечить измерение нормированных метрологических характеристик измерительных зондов установки, ширина импульса выбирается равной 600 µs, а скорость отсчетов мультиметра – 10000/s. Отсчеты мультиметра и установки производятся в середине импульса, формируемого измерительным зондом.

Временная диаграмма измерений представлена на рисунке 7.1.

Задержка импульса выходного напряжения относительно переднего фронта внутреннего триггера установки равна 300 µs, а длительность импульса составляет 600 µs. При этом значения задержки триггера и продолжительности временного строба для измерений выбраны равными 400 µs для того, чтобы измерительные отсчеты мультиметра и установки находились внутри импульса с запасом 100 µs относительно переднего и заднего фронтов импульса (во избежание влияния выбросов на фронтах импульса).



Рисунок 7.1 – Временная диаграмма измерений

7.1.2 Для проведения поверки необходимо иметь один зонд затвора и один зонд стока, которые должны быть подключены к блоку управления.

Программа сделана таким образом, что для каждой операции поверки необходимо производить конфигурацию параметров на обоих зондах, несмотря на то, что измерения по данной операции проводятся только на одном из них. Например, в операции 7.4 сила тока на выходе зонда затвора задается путем подачи сформированного на зонде затвора напряжения на резистор нагрузки, измеряется внутренним измерителем силы тока установки, и сравнивается со значением силы тока, измеренным мультиметром. При этом для правильной работы программы необходимо произвести также конфигурацию на зонде стока (формирователя напряжения и виртуального измерителя напряжения).

7.1.3 В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате установку следует направить в сервисный центр или поставщику для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование, идентификация и конфигурация

7.2.1 Запустить программу IVCAD на компьютере.

В процессе загрузки будет индицироваться ярлык программы, и после загрузки появится главное окно программы.

Открыть окно Help, About.

Записать индицируемые идентификационное наименование и номер версии в таблицу 7.2. Вернуться главное окно программы.

7.2.2 Выполнить определение подключенного оборудования, для чего:

- открыть вкладку Measurement system-Tools, выбрать Instrument Scanner (рисунок 7.2.1);
- кликнуть на кнопку Scan внизу справа.

r Ivcad (demo)	and the second		1990 (1990) 1990 (1990)		DEMONSTRATION AFOSIC
ile Tools Views Help					De la Distriction de Cit
😜 Plug-siss 🕴 📲 🗆 🗶	C Instrument scorner	ALC: NO.	and the second second	and the second second	*0*
🕾 🐢 Plug-ins	Click on 'Scan' to check all connected instruments	F			
Measurement system					
B Hardware control					
😔- Tools					
Driver Wizard					
MTune Characterization Wizard					
PIV 3000 Updater					
Visualization					
B- Toobox					
B- Scripting					
😸 - Other					
100 Later 100 La					
940 B.O.					
🔛 Data sources 🕴 🗕 🖬 🗙					
- 🗇 🎒 Datasources					
a a as	and the second s		setti (* 1967).		Scan
Filtering: By Default 🔹 🔹 🖧	<u> Andre Andre A</u>				••••••••

Рисунок 7.2.1 – Окно Instrument Scanner

В результате поиска должен отобразиться список в правом окне:

- мультиметр с указанием типа и адреса GPIB

- установка AM3200 с указанием типа и адреса IP.

Записать результат определения подключенного оборудования в таблицу 7.2.

7.2.3 Открыть в главном окне программы вкладку Measurement system – Measurement – Setup & measurement, в появившемся окне Setup & measurement нажать клавишу New (рисунок 7.2.2), появится окно New setup (рисунок 7.2.3), в котором нужно выбрать I-V Measurement, в результате чего окно конфигурации примет вид блок-схемы измерений, показанный на рисунке 7.2.4.

Параметры конфигурации, используемые при выполнении операций поверки, задаются в окне блок-схемы I-V Power supplies.

7.2.4 В окне блок-схемы измерений (рисунок 7.2.4) выбрать IV Power Supplies.

Далее в окне Setup> IV power supplies (рис. 7.2.5) будет производиться конфигурация приборов, участвующих в измерениях.

В окне конфигурации измерений Setup > IV power supplies (рисунок 7.2.5) снять метку Same input and output measurement instrument для того, чтобы было возможно использовать разные приборы для измерения напряжения и силы тока на входе и выходе.

При этом окно Setup & measurement, Setup > IV power supplies примет вид, показанный на рисунке 7.2.6.



Рисунок 7.2.2 – Главное окно, вкладка Setup & measurement



Рисунок 7.2.3 – Главное окно, вкладка Setup & measurement, New setup



Рисунок 7.2.4 – Окно блок-схемы измерений (Setup & Measurement)

ī

IVCAD [DEMO]						DEMOGRACION VERSI
in Process de Cix	Y Setup & measurement	1.447.7 Page 1				* 0.3
Pugins Measurement system Measurement X Consequent for (6 + 45.0)	New Open & Cose Succession Save	ne as 🕲 Involue bench 🌒 Siruhi eges [Calitration] Measurement option	am bendit b File nerager			🔮 Stat) 🌑 Pause 🌚 Stat
 Hardware control Tools 	ANCAUPIN Casy Configuration	etup > IV power supplies			a Cas	
 Pastation Tostron Prodeing 		V Breaked IV power supply	Resistve network	Measurement		
iii Scripfing ⊛⊢Other		y input: curdefined>	5331	custefned>		
() 22 3		(Auri) contribut	Estit	aussiefreefs aussiefreefs] (//Lekt-v	
👔 linta sources 🕴 🗸 🖽 🛪		Mar S. (method)	Barren and Arriver	 และรุ่มที่สารจะว่า สะสมสัตว์การกระว 	(Zanki)	
门 🎆 Datassurces		Same input and output measurement	t matrument	Power ON s	equexce (power OFF is the opposite):	
		C Power off after measurement W Wat between IV power tapples sw	tch, wait time: 100.0	Input Calbul Auxiliary 1 Auxiliary 2		
				Auxiliary 4		
					Goa »	
						1
Hervig: By Defailt + 🕉 👯						

Рисунок 7.2.5 – Окно Setup & measurement, Setup > IV power supplies

🛛 Enabled				
	IV power supply	Resistive network	Measurement	
🛛 Input:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>] 🕼 Link I-V
🔽 Output: [<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>) 🕼 Link I-V
Aux 1:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>] 🛛 Link I-4
Aux 2:	<undefined></undefined>] Edit	<undefined></undefined>] 🛛 Link I-V
Aux 3:	<undefined></undefined>] Edit	<undefined></undefined>) 🔃 Link I-V
Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>	🛛 🖉 Link I-V
Power off a	after measurement een IV power supplies s	witch, wait time: 100	Power ON se Input Output Auxiliary 1 Auxiliary 2 Auxiliary 3 Auxiliary 4	equence (power OFF is the opposite):
		n Alberton († 1994) 1997 - Alberton († 1994) 1997 - Alberton († 1994)		

Рисунок 7.2.6 – Окно Setup & measurement, Setup > IV power supplies, метка Same input and output instruments снята

В процессе конфигурации не должно появиться сообщений об ошибках. Записать результат конфигурации измерительной схемы в таблицу 7.2.

Тиолици 7.2 опросование и идентификация					
Операция	Результат проверки	Критерий проверки			
Идентификация ПО	IVCAD	IVCAD			
Проверка номера версии ПО	3.7	Номер версии 3.7 и выше			
Определение оборудования	Выполнено правильно	Мультиметр с адресом GPIB AM3200 с адресом IP			
Конфигурация	Нет сообщений об ошибках	Нет сообщений об ошибках			

Таблица 7.2 Опробование и идентифи	кация
------------------------------------	-------

7.3 Определение погрешности измерения напряжения зондом затвора

Общие указания по выполнению операции:

Сформированное на выходе зонда затвора напряжение измеряется внутренним измерителем напряжения затвора установки и сравнивается со значением напряжения, измеренным мультиметром.

7.3.1 Выполнить соединения для измерения напряжения зондом затвора по схеме, показанной на рисунке 7.3.1:

- присоединить зонды затвора (Gate Probe) и стока (Drain Probe) к соответствующим разъемам установки;

- используя кабель BNC(m)-BNC(m) и адаптер BNC(f)-banana, соединить выходной разъем зонда затвора с гнездами "Input HI", "Input LO" на передней панели мультиметра, соблюдая полярность (центральный провод BNC нужно соединить с гнездом "Input HI" мультиметра).



Рисунок 7.3.1 – Схема соединений для измерения напряжения зондом затвора

7.3.2 В окне Setup, Power supplies (рисунок 7.2.6), снять метку Link I-V справа в строке Output, при этом окно приобретет вид, показанный на рисунке 7.3.2.

В данном окне будет выполняться конфигурация параметров для измерения напряжения и силы тока зондом затвора.

7.3.3 Задать параметры формирования и измерения напряжения.

7.3.3.1 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Input (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Input generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда затвора: как указано в пункте П1 Приложения.

7.3.3.2 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Output (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Output generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда стока, как указано в пункте П2 Приложения.

[]Enabled		n an	
	IV power supply	Resistive network	Voltage measurement Current measurement
🛛 Input: 🛛	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
🛛 Output: [<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
Aux 1:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
Aux 3:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit	<undefined></undefined>
Same input	t and output measureme after measurement een IV power supplies s	ent instrument witch, wait time: 100	Power ON sequence (power OFF is the opposite): Input 0 ms
			Auxiliary 1 Auxiliary 2 Auxiliary 3 Auxiliary 4

Рисунок 7.3.2 - Oкно Setup > IV power supplies,

конфигурация для измерения напряжения и силы тока зондом затвора

7.3.3.3 Нажать клавишу Undefined на пересечении Input /Voltage measurement/Current measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения и силы тока на зонде затвора, как указано в пункте ПЗ Приложения.

7.3.3.4 Нажать клавишу Undefined на пересечении Output / Voltage measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Output voltage measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения на зонде стока как указано в пункте П4 Приложения.

7.3.3.5 Нажать клавишу Undefined на пересечении Output / Current measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Output current measurement.

Сконфигурировать измеритель силы тока на зонде стока как указано в пункте П5 Приложения.

После конфигурации окно Setup > IV power supplies примет вид, показанный на рисунке 7.3.3.

7.3.4 Выполнить измерения.

Вернуться в главное окно IVCAD, Setup&measurement (рисунок 7.2.2). Выполнить действия, указанные в пункте П6 Приложения. Диапазоны и шаги напряжения на затворе указаны в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Диапазон и шаг напряжения на затворе

Тип зонда	Диапазон напряжения, V	Шаг напряжения, V
AM3211	от –25 до +25	5.0

/j Enableo	an System in State of					
	IV power supply	Resistive netwo	rk Voltage m	easurement	Current measurement	n 1997 - Starley Starley 1997 - Starley St
🛛 Input: 🏼	AMCAD PIV 300	Edit]	AMCAD P	IV 300	🔽 Link I-V
🛛 Output: 🏼	AMCAD PIV 300	Edit	Generic	Multimeter	Virtual IV measur	Link I-V
Aux 1:	<undefined></undefined>	Edit		<undef< td=""><td>ined></td><td> Link I-V</td></undef<>	ined>	 Link I-V
🗐 Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit		<undef< td=""><td>ined></td><td>Uink 1-V</td></undef<>	ined>	Uink 1-V
Aux 3:	<undefined></undefined>	Edit		<undef< td=""><td>ined></td><td>Uink I-V</td></undef<>	ined>	Uink I-V
🕅 Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit	a da talan ang talan Talan ang talan ang ta	<undef< td=""><td>ined></td><td>⊡ Link I-V</td></undef<>	ined>	⊡ Link I-V
Same input	t and output measuremen after measurement een IV power supplies swi	t instrument tch, wait time: 1	00.0 ms	Power ON sec Input Output	uence (power OFF is the	e opposite):
		i		Auxiliary 1 Auxiliary 2 Auxiliary 3 Auxiliary 4		
anna scríochtaí Scríochtaí				1		A

Рисунок 7.3.3 – Окно Setup > IV power supplies после конфигурации

7.3.5 Записать отсчеты напряжения установкой (Vin) и мультиметром (Vout) в столбцы 2 и 3 таблицы 7.4, вычислить значения погрешности и записать их в столбец 4 таблицы 7.4.

7.3.6 Деактивировать выход установки, для чего в главном окне программы нажать на клавишу Shutdown bench.

Установленное значение, V	Измеренное установкой значение Vin, V	Измеренное мультиметром значение Vout, V	Абсолютная погрешность (Vin – Vout), V	Пределы допускаемых значений, V
1	2	3	4	5
-25				± 0.0200
-20				±0.0165
-15				±0.0130
-10				±0.0095
-5				± 0.0060
0				±0.0025
5				± 0.0060
10				±0.0095
15				±0.0130
20				±0.0165
25				±0.0200

7.4 Определение погрешности измерения силы тока зондом затвора

Общие указания по выполнению операции:

Сила тока на выходе зонда затвора задается путем подачи сформированного на зонде затвора напряжения на резистор нагрузки. Значение силы тока определяется общим сопротивлением цепи, которое равно сумме сопротивления резистора нагрузки и выходного сопротивления зонда. Значение силы тока, протекающего в цепи, измеряется внутренним измерителем силы тока установки и сравнивается со значением силы тока, измеренным мультиметром.

7.4.1 Выполнить соединения для измерения силы тока зондом затвора по схеме, показанной на рисунке 7.4.1:

- присоединить зонды затвора (Gate Probe) и стока (Drain Probe) к соответствующим разъемам установки;

- используя адаптер BNC(m)-banana и кабель banana(m-m), соединить выходной разъем зонда затвора и контакты резистора нагрузки с токовыми гнездами "Input I", "Input LO" на передней панели мультиметра, соблюдая полярность (центральный провод BNC нужно соединить с гнездом "Input I" мультиметра).



Резистор выбрать в соответствии с таблицей 7.4.

Рисунок 7.4.1 – Схема соединений для измерения силы тока зондом затвора

Таолица 7.4 – Эначения параметров папряжения на затворе и сопротивлении резнеторо	Таблица 7.4 – Значения па	раметров напряжения на затв	оре и сопротивлений резисторов
---	---------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Расчетные значения диапазонов силы тока	Диапазон установки напряжения	Шаг по напряжению	Сопротивление резистора
1	2	3	4
-80 +80 μA	-10 V +10 V	2.5 V	120 kΩ
-8 mA +8 mA	-8 V +8 V	2.0 V	1 kΩ
-720 mA +720 mA	-25 V +25 V	5.0 V	6 Ω

7.4.2 В окне Setup, Power supplies (рисунок 7.2.6) снять метку Link I-V справа в строке Output (рисунок 7.3.2).

7.4.3 Задать параметры формирования и измерения напряжения.

7.4.3.1 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Input (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Input generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда стока, как указано в пункте П2 Приложения.

7.4.3.2 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Output (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Output generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда затвора, как указано в пункте П1 Приложения.

7.4.3.3 Нажать клавишу Undefined на пересечении Output / Voltage measurement/Current measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Output measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения и силы тока на зонде затвора, как указано в пункте ПЗ Приложения.

Для диапазонов силы тока $\pm 100 \ \mu$ А и $\pm 10 \ m$ А внести в конфигурацию измерителя функцию усреднения:

1) В окне Setup>IV power supplies>Output measurement открыть вкладку PIV Advanced Configuration путем нажатия на «карандаш» справа в строке Options (рисунок 7.4.2).

В окне PIV Advanced Configuration изменить параметр Acquisition sampling count на 256, в настройке Range mode выбрать Manual, затем убрать галочку перед «Max» и указать требуемый диапазон измеряемых токов 1.0E-4.

Setup > IV power sup	pplies > Output measurement	
Enabled		Acquisition sampling count [1-1024] (32xx serie): 256
Hardware Setup		Measurement ranges Range mode: Manual
Driver: Address:	AMCAD PIV 3000 System	Channel 1: Voltage: V Max
Options: VISA library:	samplingcnt=256&rangemode=2&i1=1.0E-4	Current: LOE-4 A Max Channel 2:
Command timeout: Command delay:	10000 ms	Vortage: V V Max Current: A V Max
	Test correction	Only use safe ranges in automatic mode (and automatic once, 32xx serie) Asynchronous waveforms (for long pulses, replace normal waveforms, 32xx serie)
Voltage channel/prob Current channel/prob	e: Channel 1 v Auto-detection v e: Channel 1 v Auto-detection v	Less sampling (faster)
	Close »	OK Cancel

Рисунок 7.4.2 – Конфигурация для измерения силы тока до 100 мкА (1)

2) Во вкладке Setup>Optimization strategies изменить параметр Tolerance для Output voltage (V) на значение 0.005 (рисунок 7.4.3)

tup Measurement Swe	ep Plan		
Schematic Chronograms	Optimization str	ategies Calibration Measu	rement options File manager
Name	Tolerance	Maximum iteration count	Description
Auxiliary 1 current (A)	5.0E-4	50	Used by first auxiliary access when it uses current command
Auxiliary 1 voltage (V)	0.01	50	Used by first auxiliary access when it uses voltage command
Auxiliary 2 current (A)	5.0E-4	50	Used by second auxiliary access when it uses current command
Auxiliary 2 voltage (V)	0.01	50	Used by second auxiliary access when it uses voltage command
Auxiliary 3 current (A)	5.0E-4	50	Used by third auxiliary access when it uses current command
Auxiliary 3 voltage (V)	0.01	50	Used by third auxiliary access when it uses voltage command
Auxiliary 4 current (A)	5.0E-4	50	Used by fourth auxiliary access when it uses current command
Auxiliary 4 voltage (V)	0.01	50	Used by fourth auxiliary access when it uses voltage command
Input current (A)	5.0E-4	50	Used by input access when it uses current command
Input voltage (V)	0.001	50	Used by input access when it uses voltage command
Output current (A)	5.0E-4	50	Used by output access when it uses current command
Output voltage (V)	0.005	30	Used by output access when it uses voltage command
Power (dBm)	0.05	50	Used when a power need to be optimized (such as VNA calibration and optimization)

Рисунок 7.4.3 – Конфигурация для измерения силы тока до 100 мкА (2)

7.4.3.4 Нажать клавишу Undefined на пересечении Input / Voltage measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input voltage measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения на зонде стока, как указано в пункте П5 Приложения.

7.4.3.5 Нажать клавишу Undefined на пересечении Input / Current measurement (рисунок 7.3.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input current measurement.

Сконфигурировать измеритель силы тока на зонде стока как указано в пункте П4 Приложения.

После конфигурации окно Setup > IV power supplies примет вид, показанный на рисунке 7.4.4.

🛛 Enabled					
	IV power supply	Resistive network	Voltage measurement	Current measuremen	
💟 Input:	AMCAD PIV 300	Edit	Virtual IV measur	Generic Multimeter	🛛 🗌 Link I-V
🛛 Output:	AMCAD PIV 300	Edit	AMCAE) PIV 300	🔽 Link I-V
Aux 1:	<undefined></undefined>	Edit	<u><пи</u>	defined>	💟 Link I-V
Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit	<u n<="" td=""><td>defined></td><td>🖾 Link I-V</td></u>	defined>	🖾 Link I-V
Aux 3:	<undefined></undefined>	Edit	States Contraction	defined>	🕼 Link I-V
Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit	<uni< td=""><td>defined></td><td>🕢 Link I-V</td></uni<>	defined>	🕢 Link I-V
Same inpu	t and output measuremer after measurement een IV power supplies sw	nt instrument itch, wait time: 100.	0 ms Number 20 Number 20 N	sequence (power OFF is th	e opposite):

Рисунок 7.4.4 – Окно Setup > IV power supplies после конфигурации

7.4.4 Выполнить измерения.

Вернуться в главное окно программы Setup&measurement (рисунок 7.2.2). Выполнить действия, указанные в пункте П6 Приложения. Диапазоны и шаги напряжения на затворе указаны в таблице 7.4b.

7.4.5 Записать отсчеты силы тока установкой (lin) и мультиметром (lout) в столбцы 3 и 4 таблицы 7.4, рассчитать значения погрешности и записать их в столбец 5 таблицы 7.4.

7.4.6 Выполнить действия по пунктам 7.4.4 – 7.4.5 для остальных диапазонов силы тока в соответствии параметрами, указанными в таблицах 7.4a и 7.4b.

7.4.7 Деактивировать выход установки, для чего в главном окне программы нажать на клавишу Shutdown bench.

таолица /			и силы тока зонд	OM Salbopa ANIS	211
Установленное	Расчетное	Измеренное	Измеренное	Абсолютная	Пределы
значение	значение	установкой	мультиметром	погрешность	допускаемых
напряжения, V	силы тока	значение lin	значение lout	(lin – lout)	значений
1	2	3	4	5	6
Диапазон ±100	μА, резистор	нагрузки 120 k	Ω, усреднение 2	56	
-10	-80				±1.2 μA
-7.5	-60				±1.1 μA
-5	-40				±1.0 μA
-2.5	-20				±0.9 µA
0	0				±0.8 µA
2.5	20				±0.9 µA
5	40				$\pm 1.0 \ \mu A$
7.5	60				±1.1 μA
10	80				±1.2 μA
Диапазон ±10 г	nA, резистор і	нагрузки 1 kΩ,	усреднение 256		<u> </u>
-8	-8				±0.042 mA
-6	-6				±0.039 mA
-4	-4				±0.036 mA
-2	-2				±0.033 mA
0	0				±0.030 mA
2	2				±0.033 mA
4	4				±0.036 mA
6	6				±0.039 mA
8	8				±0.042 mA
Диапазон ±100	0 mA, резисто	р нагрузки 6 Ω	. без усреднений	Í	
-25	-720				±3.44 mA
-20	-650				±3.30 mA
-15	-570				±3.14 mA
-10	-460				±2.92 mA
-5	-230				±2.46 mA
0	0				±2.00 mA
5	230				±2.46 mA
10	460				±2.92 mA
15	570				±3.14 mA
20	650				±3.30 mA
25	720				±3.44 mA
·		L	l		

Таблица 7.4 – Погрешность измерения силы тока зондом затвора АМ3211

7.5 Определение погрешности измерения напряжения зондами стока

Общие указания по выполнению операции:

Сформированное на выходе зонда стока напряжение измеряется внутренним измерителем напряжения стока установки и сравнивается со значением напряжения, измеренным мультиметром.

7.5.1 Выполнить соединения для измерения напряжения зондом стока по схеме, показанной на рисунке 7.5.1.

Присоединить зонды затвора (Gate probe) и стока (Drain probe) к соответствующим разъемам установки;

используя кабель BNC(m)-BNC(m) и адаптер BNC(f)-banana, соединить выходной разъем зонда стока с гнездами "Input HI", "Input LO" на передней панели мультиметра, соблюдая полярность (центральный провод BNC нужно соединить с гнездом "Input HI" мультиметра).



Рисунок 7.5.1 – Схема соединений для измерения напряжения зондом стока

7.5.2 В окне Setup, Power supplies (рисунок 7.2.6), снять метку Link I-V справа в строке Input (рисунок 7.5.2).

7.5.3 Задать параметры формирования и измерения напряжения.

7.5.3.1 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Input (рисунок 7.5.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Input generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда затвора, как указано в пункте П1 Приложения.

7.5.3.2 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Output (рисунок 7.5.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Output generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда стока, как указано в пункте П2 Приложения.

Предельные значения напряжения и силы тока задавать согласно таблице 7.5а.

V Enabled						
	IV power supply	Resistive network	Voltage me	easurement	Current measuremen	nt
🛛 Input: [<undefined></undefined>	Edit	<unde< th=""><th>fined></th><th><undefined></undefined></th><th>ink I-V</th></unde<>	fined>	<undefined></undefined>	ink I-V
🛛 Output: 🛛	<undefined></undefined>	Edit		<undefin< td=""><td>ed></td><td>💟 Link I-V</td></undefin<>	ed>	💟 Link I-V
🕅 Aux 1: 🛛	<undefined></undefined>	Edit		<undefin< td=""><td>ed></td><td>📝 Link I-V</td></undefin<>	ed>	📝 Link I-V
Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit		<undefin< td=""><td>ed></td><td>🖉 Link I-V</td></undefin<>	ed>	🖉 Link I-V
🕅 Aux 3:	<undefined></undefined>	Edit		<undefin< td=""><td>ed></td><td>🔃 Link I-V</td></undefin<>	ed>	🔃 Link I-V
🔄 Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit		<undefin< td=""><td>ed></td><td>Unk I-V</td></undefin<>	ed>	Unk I-V
Power off a	and output measuremen Ifter measurement	nt instrument		Power ON sequ Input	ence (power OFF is t	ne opposite):
🔽 Wait betwe	en IV power supplies sw	itch, wait time: 100	.0 ms	Output Auxiliary 1		
				Auxiliary 2		
				Auxiliary 3 Auxiliary 4		
				Kananananananananan	······	

Рисунок 7.5.2 – Окно Setup > Power supplies, конфигурация для измерения напряжения и силы тока зондом стока

Таблица 7.5а – Предельные значения напряжения и силы тока зондов стока АМ3221

Pulse voltage limit	0 V to 5 V	0 V to 250 V	
Absolute current limit	30 A	30 A	

7.5.3.3 Нажать клавишу Undefined на пересечении Input / Voltage measurement (рисунок 7.5.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Intput voltage measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения на зонде затвора, как указано в пункте П4 Приложения.

7.5.3.4 Нажать клавишу Undefined на пересечении Intput / Current measurement (рисунок 7.5.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input current measurement.

Сконфигурировать измеритель силы тока на зонде затвора, как указано в пункте П5 Приложения.

7.5.3.5 Нажать клавишу Undefined на пересечении Output / Voltage measurement/Current measurement (рисунок 7.5.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Output measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения и силы тока на зонде стока, как указано в пункте ПЗ Приложения.

7.5.4. Выполнить измерения.

Вернуться в главное окно IVCAD, Setup&measurement (рисунок 7.2.2). Выполнить действия, указанные в пункте П6 Приложения. Диапазоны и шаги напряжения на зонде стока указаны в таблице 7.5b. Таблица 7.5b – Диапазоны и шаги установки напряжения на зонде стока AM3221

Диапазон напряжения	Шаг напряжения
от 0 до 5 V	0.5 V
от 0 до 250 V	25 V

7.5.5 Записать отсчеты напряжения установкой (Vin) и мультиметром (Vout) в столбцы 2 и 3 таблицы 7.5.1.

7.5.6 Выполнить действия по пунктам 7.5.4 – 7.5.5 для остальных диапазонов, указанных в таблицах 7.5а, 7.5b.

7.5.7 Деактивировать выход установки, для чего в главном окне IVCAD нажать на клавишу Shutdown bench.

	Измеренное	Измеренное	Абсолютная	Пределы
Установленное	установкой	мультиметром	погрешность	допускаемых
значение, V	значение Vin, V	значение Vout, V	(Vin–Vout), V	значений, V
1	2	3	4	5
Диапазон от 0 до 3	5 V			
0				±0.0007
0.5				±0.0012
1.0				±0.0017
1.5				± 0.0022
2.0				± 0.0027
2.5				± 0.0032
3.0				± 0.0037
3.5				± 0.0042
4.0				± 0.0047
4.5				± 0.0052
5.0				± 0.0057
Диапазон от 0 до 2	250 V			
0				± 0.020
25				± 0.045
50				± 0.070
75				±0.095
100				±0.120
125				±0.145
150				± 0.170
175				±0.195
200				±0.220
225				±0.245
250				± 0.270

Таблица 7.5.1 – Погрешность измерения напряжения зондом стока АМ3221

7.6 Определение погрешности измерения силы тока зондами стока

Общие указания по выполнению операции:

1) Сила тока на выходе зонда стока задается путем подачи сформированного на зонде стока напряжения на резистор нагрузки. Значение силы тока, протекающего в цепи резистора, измеряется внутренним измерителем силы тока установки и сравнивается со значением силы тока, измеренным мультиметром.

2) При значениях силы тока свыше 3 А применяется потенциометрический метод с использованием эталонной меры сопротивления, включенной последовательно в цепь резистора нагрузки. Напряжение на потенциальных выводах меры сопротивления измеряется мультиметром в режиме постоянного напряжения. Резистор нагрузки R_H следует выбирать в соответствии с таблицей 7.6а.

7.6.1 Выполнить соединения для измерения силы тока зондом стока по схеме, показанной на рисунках 7.6.1.1 и 7.6.1.2.

Резисторы нагрузки выбирать по таблице 7.6а.

Присоединить зонды затвора и стока к соответствующим разъемам установки.

При измерении силы тока до 3 А (рисунок 7.6.1.1):

Используя адаптер BNC(m)-banana и кабель banana(m-m), соединить выходной разъем "Force" зонда стока и контакты резистора нагрузки с токовыми гнездами "Input I", "Input LO" на передней панели мультиметра, соблюдая полярность (центральный провод BNC нужно соединить с гнездом "Input I" мультиметра).



Рисунок 7.6.1.1 – Схема соединений для измерения силы тока до 3 А зондом стока

При измерении силы тока свыше 3 А (рисунок 7.6.1.2):

Используя адаптер BNC(m)-banana и соединительный кабель banana(m)- тип "U"/6,4 mm, подключить к выходному разъему зонда последовательно резистор нагрузки $R_{\rm H} = 0.3 \ \Omega$ и токовые клеммы l_1 и l_2 эталонной меры сопротивления R_0 .

Используя соединительные кабели banana(m)- тип "U"/6,4 mm, подключить потенциальные клеммы U₁ и U₂ меры сопротивления соответственно к гнездам "Input HI", "Input LO" на передней панели мультиметра.



Рисунок 7.6.1.2 – Схема соединений для измерения силы тока свыше 3 А зондом стока

7.6.2 В окне Setup, Power supplies (рисунок 7.2.6), снять метку Link I-V справа в строке Input (рисунок 7.5.2).

7.6.3 Задать параметры формирования и измерения напряжения.

7.6.3.1 1 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Input (рисунок 7.6.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Input generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда затвора, как указано в пункте П1 Приложения и таблице 7.6а.

Таблица 7.6а – Значения диапазонов напряжения на стоке, сопротивления резисторов нагрузки и номинала меры сопротивления для зонда стока AM3221

Диапазон установки	Расчетные значения	Схема	Сопротивление /
напряжения	диапазонов	соелинений	мощность резистора
на стоке	силы тока	сосдинении	нагрузки
от 0 до 30 V	от 0 до 300 mA	Рисунок 7.6.1а	100 Ω / 1 W
от 0 до 20 V	от 0 до 2.9 А	Рисунок 7.6.1а	6Ω/4W
от 2 до 22 V	от 2 до 18 А	Рисунок 7.6.1b	0.3 Ω / 4 W

Z Enabled					
	IV power supply	Resistive network	Voltage meas	urement Currer	nt measurement
🛛 Input: 🛛	<undefined></undefined>	Edit	<undefin< th=""><th>ed></th><th>undefined></th></undefin<>	ed>	undefined>
🛛 Output: [<undefined></undefined>	Edit		<undefined></undefined>	🗌 🛛 🖓 Link I-V
🔲 Aux 1: 🗍	<undefined></undefined>	Edit		<undefined></undefined>	Unk 1-V
🗐 Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit	c c	<undefined></undefined>	[2] Link 1-V
Aux 3:	<undefined></undefined>	Edit	. · · · C	<undefined></undefined>	Unk I-V
Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit		<undefined></undefined>	🗍 📝 Link 1-4
Same input	and output measurement	nt instrument		wer ON sequence (; put utput	ower OFF is the opposite):
wi wait Detwo	een to power supplies so	itel, wait dine. 100	.u ms Au Au Au Au	uxiliary 1 uxiliary 2 uxiliary 3 uxiliary 4	

Рисунок 7.6.2 – Окно Setup > Power supplies, конфигурация для измерения напряжения и силы тока зондом стока

7.6.3.2 Нажать клавишу Undefind на пересечении IV power supply / Output (рисунок 7.6.2), при этом появится окно Setup>Power supplies>Output generator.

Сконфигурировать формирователь напряжения импульсного генератора зонда стока, как указано в пункте П2 Приложения.

Значения предельных напряжений зонда задать равными от 0 до 120 V для постоянных значений и от 0 до 250 V для импульсных значений,

Предельные значения силы тока задать равными 30 А.

7.6.3.3 Нажать клавишу Undefined на пересечении Intput/Voltage measurement (рисунок 7.6.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input voltage measurement.

Сконфигурировать измеритель напряжения на зонде затвора как указано в пункте П5 приложения.

7.6.3.4 Нажать клавишу Undefined на пересечении Intput / Current measurement (рисунок 7.6.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Input current measurement.

Сконфигурировать параметры измерения силы тока мультиметром, как указано в пункте П4 Приложения.

Для измерения силы тока свыше 3 А дополнительно:

В окне Setup>IV power supplies>Input current measurement в настройке Channel/Probe выбрать Channel 1/Differential-low range (рисунок 7.6.3). Это позволит мультиметру измерять напряжение, и при этом сразу пересчитывать и выдавать значение силы тока.

Enabled					
	IV power supply	Resistive network	Voltage measurement	Current measureme	ent second
🖉 Input:	AMCAD PIV 300	Edit	Virtual IV measur	Generic Multimete	r Eink I-V
V Output:	AMCAD PIV 300	Edit		V 300	🔽 Link I-V
Aux 1:	<undefined></undefined>] [Edit	<undefi< td=""><td>ned></td><td>💟 Link I-V</td></undefi<>	ned>	💟 Link I-V
Aux 2:	<undefined></undefined>	Edit	<undefi< td=""><td>ned></td><td>[] Link I-V</td></undefi<>	ned>	[] Link I-V
Aux 3:	<undefined></undefined>] Edit	<undefin< td=""><td>ned></td><td>CLink I-V</td></undefin<>	ned>	CLink I-V
🔄 Aux 4:	<undefined></undefined>	Edit	<undefi< td=""><td>ned></td><td>🛛 Link I-V</td></undefi<>	ned>	🛛 Link I-V
Same inpu Power off ☑ Wait betw	t and output measureme after measurement een IV power supplies sv	nt instrument vitch, wait time: 100.	Power ON sequences Input Output Auxiliary 1 Auxiliary 2 Auxiliary 3 Auxiliary 4	uence (power OFF is	the opposite):

] Enabled Iode:		
Hardware Setup		
Driver	· · · or of state to be state .	
Driver:	Generic M	Multimeter 👻 😧
Address:	GPIB0::22	22::INSTR P
Options:		
VISA library:	Default	
Command timeout:	5000	ms
Command delay:	0	ms
		Test connection
Channel/probe: Ch	annel 1	Differential - low range

Рисунок 7.6.3 – Окно Input current measurement

Для корректного расчета силы тока необходимо указать значение используемого эталонного сопротивления 0.1 Ω в окне Setup>IV power supplies>Input resistive network (рисунок 7.6.4).

Значение силы тока по показаниям мультиметра программа будет рассчитывать по формуле

lout = Vout /
$$R_0$$
; $R_0 = 0.1 \Omega$,
lout [A] = 10·Vout [V]



Рисунок 7.6.4 – Конфигурация сопротивления

7.6.3.5 Нажать клавишу Undefined на пересечении Output: Voltage measurement/Current measurement (рисунок 7.6.2), при этом появится окно Setup>IV power supplies>Output measurement.

Сконфигурировать параметры измерения установкой, как указано в пункте ПЗ Приложения.

Для измерения силы тока диапазонов от 0 до 3А и свыше 3А требуется указать диапазон измерений. Для этого в окне Setup>IV power supplies>Output measurement открыть вкладку PIV Advanced Configuration путем нажатия на «карандаш» справа в строке Options (рисунок 7.6.5).

В окне PIV Advanced Configuration в настройке Range mode выбрать Manual, затем в настройках Channel 2/Current убрать галочку перед «Мах» и указать требуемый диапазон измеряемых токов: 3 А или 30 А.

Setup > IV power su	oplies > Output measurement	
Enabled		PIV Advanced Configuration
Mode: Pulsed		Acquisition sampling count [1-1024] (32xx serie): 10
Hardware Setup		Measurement ranges
Driver		Range mode: Manual
Driver:	AMCAD PIV 3000 System	Channel 1:
Address:	TCPIP0:: 10.0.0.33::5025::SOCKET	Voltage: V 🛛 Max
Options:	samplingent = 10 Arangemede = 28/2 = 30.0	Current:A 🛛 Max
VISA library:	Defailt	Channel 2:
Command timeout:	10000 ms	Voltage: V V Max
Command delay:	0 ms	
		Only use safe ranges in automatic mode (and automatic once, 32xx serie)
	lest connection	Asynchronous waveforms (for long pulses, replace normal waveforms, 32xx serie)
Voltage channel/prob	e: Channel 2 - Auto-detection -	Less sampling (faster) More Sampling (slower)
Current channel/prob	e: Channel 2 🔹 Auto-detection 👻	
		OK Cancel

Рисунок 7.6.5 – Конфигурация диапазона измерения силы тока

7.6.4 Выполнить измерения.

Вернуться в главное окно IVCAD, Setup&measurement (рисунок 7.2.2). Выполнить действия, указанные в пункте П6 Приложения. Диапазоны и шаги напряжения на затворе указаны в таблице 7.6с.

7.6.5 Записать отсчеты силы тока установкой (lin) и мультиметром (lout) в столбцы 2 и 3 таблицы 7.6.

7.6.6 Выполнить действия по пунктам 7.6.4 – 7.6.5 для остальных диапазонов, указанных в таблицах 7.6а, 7.6с.

Гаолица 7.0с – Значения диапазонов и шага по напряжению, сила тока до 3 А					
Диапазон установки	Расчетные значения	Номинал	Шар да		
напряжения	диапазонов	резистора			
на стоке	силы тока	нагрузки	напряжению		
1	2	3	4		
от 0 до 30 V	от 0 до 300 mA	$100 \Omega / 1 \mathrm{W}$	3.0 V		
от 0 до 20 V	от 0 до 2.9 А	6Ω/4W	2.0 V		

Таблица 7.6с – Значения диапазонов и шага по напряжению, сила тока до 3 А

Таблица 7.6d – Значения диапазонов и шага по напряжению, сила тока свыше 3 А

Диапазон установки	Расчетные значения	Номинал	
напряжения	диапазонов	резистора	
на стоке	силы тока	нагрузки	напряжению
от 2 до 22 V	от 2 до 18 А	0.3 Ω / 4 W	2.0 V

7.6.7 Деактивировать выход установки, для чего в главном окне IVCAD нажать на клавишу Shutdown bench.

7.6.5 Записать отсчеты силы тока установкой (lin) и мультиметром (lout) в столбцы 2 и 3 таблицы 7.6.

7.6.6 Выполнить действия по пунктам 7.6.4 – 7.6.5 для остальных диапазонов, указанных в таблицах 7.6а, 7.6d.

7.6.7 Деактивировать выход установки, для чего в главном окне IVCAD нажать на клавишу Shutdown bench.

Таблица 7	.6 – Погрешно	ость измерения	силы тока зондо	м стока АМ3221	
Установленное	Расчетное	Измеренное	Измеренное	Абсолютная	Пределы
значение	значение	мультиметром	установкой	погрешность	допускаемых
напряжения, V	силы тока	значение Ііп	значение lout	(lin – lout)	значений
1	2	3	4	5	6
Прелел лиапазо		зистор нагрузк	и 100 Ω / 1 W. бе	з меры сопротив	вления
3.0	30.0			· · · ·	±0.13 mA
6.0	60.0				±0.16 mA
9.0	90.0				±0.19 mA
12.0	120.0				±0.22 mA
15.0	150.0				±0.25 mA
18.0	180.0				±0.28 mA
21.0	210.0				±0.31 mA
24.0	240.0				±0.34 mA
27.0	270.0				±0.37 mA
30.0	300.0				±0.40 mA
Предел диапазо	она 3 А, резист	гор нагрузки б 🕽	Ω / 4 W, без мерн	ы сопротивления	
0.0	0.0				±0.0025 A
2.0	0.3				±0.0031 A
4.0	0.6				±0.0037 A
6.0	0.9				±0.0033 A
8.0	1.2				±0.0049 A
10.0	1.5				±0.0055 A
12.0	1.75				±0.0060 A
14.0	2.0				±0.0065 A
16.0	2.3				±0.0071 A
18.0	2.6				±0.0077 A
20.0	2.9				±0.0083 A
Предел диапазо	она 30 А, рези	стор нагрузки 0	.3 Ω / 4 W, мера	сопротивления О	.1 Ω
2.0	2.0				±0.044 A
4.0	4.0				±0.058 A
6.0	6.0				±0.072 A
8.0	7.5				±0.083 A
10.0	9.0				±0.093 A
12.0	10.5				±0.104 A
14.0	12.5				±0.118 A
16.0	14.0				±0.128 A
18.0	15.5				±0.139 A
20.0	17.0				±0.149 A
22.0	18.0				±0.156 A

à

.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;

- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения, установленные опции;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;

- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;

- температура и влажность в помещении;
- полученные значения метрологических характеристик;
- фамилия лица, проводившего поверку.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Ведущий инженер по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»	Е.В. Маркин
--	-------------

П1 Конфигурация формирователя импульсного напряжения зонда затвора (окно Setup, Power supplies, Input generator)

П1.1 Во вкладке Hardware (рисунок П1а) выбрать в пунктах:

- Mode: Pulsed;

- Driver: из списка выбрать AMCAD PIV 3000 System;

- VISA library: из списка имя программы, установленной на компьютере; *

- Output : Channel 1;

- Command: Voltage.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки.

D Enabled		
Node:		
Hardware Setup		
Driver	nan processing to the second	
Driver:	AMCAD P	IV 3000 System 🔹 🔞
Address:	TCPIP0::	10.0.0.33::5025::SOCKET
Options:	holdlvl=0	.0
VISA library:	Default	
Command timeout:	10000	ms
Command delay:	0	ms
		Test connection
Output: Channel	1 •	
Command: Voltage	•	

Рисунок П1а – Окно Setup, Power Supplies, Input generator, вкладка Hardware

П1.2 Во вкладке Setup (рисунок П1b) задать параметры зонда затвора:

- значения предельных напряжений зонда задать равными –25 V и +25 V, предельное значение измеряемой силы тока 1.3 А;

- временные параметры импульсов в соответствии с таблицей П1.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки. Нажать Close.

Enabled							
Hardware Setup	- Alternation	na prava 1920 pos			544 1944	20- 20-	
Quiescent voltage limit:	-25.0	v	to	25.0	\ `	,	
Quiescent absolute current limit:	1.3	A					
Pulse voltage limit:	-25.0	۷	to	25.0	۱	1	
Pulse absolute current limit:	1.3	A					
Invert polarity							
Pulse delay:	300.0	μs					
Pulse width:	600.0	μs					
Pulse period:	20.0	ms					
Trigger:	Internal		Laite		•		
Transition:	Hard	an a		Walkinger,	•		

Рисунок П1b – Окно Setup, Power Supplies, Input generator, вкладка Setup

Таблица П1 – Временные парамет	ры импульсов
Параметр	Значение
Pulse delay	300 µs
Pulse width	600 μs
Pulse period	20 ms

П2 Конфигурация формирователя импульсного напряжения зонда стока (окно Setup, Power supplies, Output generator)

П2.1 Во вкладке Hardware (рисунок П2а) выбрать в пунктах:

- Mode: Pulsed;
- Driver: из списка выбрать AMCAD PIV 3000 System;
- VISA library: из списка имя программы, установленной на компьютере;
- Output : Channel 2;
- Command: Voltage.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки.

Enabled				
ode:		•		t.
Hardware Setup				<
Driver		an an an ar an ar an ar an	and a second state of the second s	
Driver:	AMCAD F	IV 3000 Syste	m 🗣 😧	
Address:	TCPIP0::	10.0.0.33::50	25::SOCKET P	
Options:				
VISA library:	Default		•	
Command timeout:	10000	ms		
Command delay:	0	ms		
			Test connection	
Output: Channel	2 -		NARONARON (T. 1997) (T. 1997) (T. 1997) (T. 1997) (T. 1997) (T. 1997)	
Command: Voltage	•			
				1

Рисунок П2а – Окно Setup, Power supplies, Output generator, вкладка Hardware

П2.2 Во вкладке Setup (П2b) задать параметры зонда стока:

- значения предельных напряжений и силы тока зонда задать, как указано в соответствующем пункте методики поверки;

- временные параметры импульсов в соответствии с таблицей П1.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки. Нажать Close.

Enabled						l n
Mode: Hardware Setup		2				1
Quiescent voltage limit:	0.0	_ v	to	100.0	v	
Quiescent absolute current limit: Pulse voltage limit:	30.0 0.0	A V	to	250.0	v	
Pulse absolute current limit:	30.0	A				
Pulse delay:	300.0	μs				
Pulse width: Pulse period:	600.0 20.0	µs ms				
Trigger:	Internal		ister	<u> </u>		
Transition:	Medium					

Рисунок П2b – Окно Setup, Power supplies, Output generator, вкладка Setup

ПЗ Конфигурация измерений на зонде затвора / стока (окно Setup, Power supplies, Input / Output measurement)

ПЗ.1 Во вкладке Hardware (рисунок ПЗа) выбрать в пунктах:

- Mode: Pulsed;

- Driver: AMCAD PIV 3000 System;

- VISA library: из списка имя программы, установленной на компьютере;

- Voltage channel: Channel 1 (Probe: Auto-detection);

- Current channel: Channel 1 (Probe: Auto-detection).

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки. Нажать Close.

setup > IV power sup	oplies > In	put measurer	nent		Setup > IV power sup	oplies > O	Dutput measurement
📝 Enabled	na an tha an tha Chairtean an tha	alan selatan Lang tahun		I management of the	Enabled		
Mode:		•		81 Å F	Mode:		
Hardware Setup			2 - 2 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -	<u>ala strin</u> ta	Hardware Setup		
Driver	n Na ta ta ta ta gananananan		ender start i de statut		Driver		and a second
Driver:	AMCAD PI	V 3000 System	1	• •	Driver:	AMCAD P	TV 3000 System 👻
Address:	TCPIPO::1	92. 168. 1. 123:	:5025::SOCKET	9	Address:	TCPIPO::1	192.168.1.123::5025::SOCKET
Options:	samplingcr	nt=10			Options:	samplingo	mt=10
VISA library:	Default				VISA library:	Default	
Command timeout:	50000	ms			Command timeout:	10000	ms
Command delay:	0	ms			Command delay:	0	ms
oree			Test a	onnection			Test connection
Voltage channel/prob	e: Chanr	rel 1 👻	Auto-detection		Voltage channel/prob	e: Chan	nel 2. 🔹 Auto-detection
Current channel/prob	e: Chanr	vel 1 🔹 👻	Auto-detection		Current channel/prob	e: Chan	nel 2 👻 Auto-detection
				Close »			Clos

Рисунок П3а – Окно Setup, Power supplies, Input / Output Measurement, вкладка Hardware

ПЗ.2 Во вкладке Setup (ПЗb) задать параметры импульсов:

- Measurement delay 400 µs, Measurement width 400 µs;

- Trace points: 2;

- Trace definition: 0.5 to 2000.0 μ s.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки. Нажать Close.

						1 ranklad					
lode: Public 	•				1	Mode:	a	🖬 tij Stoven			
Hardware Setup		dergen i			Ω N	Hardware Setup			in the station		Simuli
Averaging:	1					Averaging:	1				
Correction factor:	1.0				1	Correction factor:	1.0				
Correction offset:	0.0					Correction offset:	0.0				
Trigger:	Internal		1			Trigger:	Internal		•		
Invert polarity			*			Invert polarity					
Trace def.:	0.5	µs to 2000.0	μs			Trace def.:	0.5	µs to 2000.	0 µs		
Trace points:	2	L				Trace points:	2]			17
Measurement window:	Custom win	dow 👻	1			Measurement window:	Custom wir	Nobr	•		
Measurement delay:	400.0	μs	*			Measurement delay:	400.0	∫µs			
Measurement width:	400.0	μs				Measurement width:	400.0	μs			
	L	5									2
	an a		- 5								
				Close	»			an a		Clos	لگ

Рисунок П3b – Окно Setup, Power supplies, Input / Output Measurement, вкладка Setup

П4 Конфигурация мультиметра для измерения напряжения / силы тока (окно Setup, Power supplies, Input / Output voltage / current measurement)

П4.1 Во вкладке Hardware установить параметры, как показано на рисунке П4а: - Mode: Pulsed;

- Driver: Generic Multimeter;

- VISA library: из списка имя программы, установленной на компьютере;

- Channel/Probe: Channel 1 (Probe: Direct (выбрать Probe: Differential-low range для измерений токов в верхнем диапазоне до 30 А)

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки.

П4.2 Во вкладке Setup (П4b) задать параметры измерения:

- Measurement delay 400 µs, Measurement width 400 µs;

- Trigger: External positive edge;

- Trace points: 2;

- Trace definition: 0.0 to 2000.0 µs.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки, Нажать Close.

Setup > IV power sup	oplies > Output vol	tage measurement		Setup > IV power sup	oplies > C	Output current measurement	<u></u>	
Enabled	8 7 S. 188			Enabled			1	
Mode: Pulsed	-		n f	Mode: Publication	128. Le		n f	F.
Hardware Setup	Marke - S		0	Hardware Setup		an a	•	2
Driver				Driver			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
Driver:	Generic Multimeter	- 0		Driver:	Generic N	Multimeter	-0	
Address:	GPIB0::22::INSTR	P		Address:	GPIB0::2	2::INSTR		
Options:		\square		Options:				
VISA library:	Default			VISA library:	Default		•	
Command timeout:	5000 ms			Command timeout:	5000	ms		
Command delay:	0 ms			Command delay:	0	ms		
		Test connection				Test conne	ction	
Channel/probe: Cha	nnel 1 🚽	-		Channel/probe: Ch	annel 1.	✓ Direct		
	an a	Close] »		ada da Alexandra		Close	»

Рисунок П4а – Окно Setup, Power supplies, Input / Output voltage / current measurement, вкладка Hardware

Setup > IV power supp	ilies > Out	put volta	ige measu	rement		x	S	etup > IV power supp	lies > Ou	tput cum	ent measu	rement	-X-,
Enabled						$\Box \Box$	ſ	C Enabled				and a start where a start of the start of th	$ _{\mathcal{H}}_{\mathcal{H}}_{\mathcal{H}}}}}}}}}}$
Mode: Resso	10 Kana	•				n †		Mode: Mode:	in a start a st	•			n yn Ar Roege f
Hardware Setup		na siya Tanan da			10 - 10 	0		Hardware Setup		1997 (MA)			C.
Averaging:	1							Averaging:	1				
Correction factor:	1.0							Correction factor:	1.0				
Correction offset:	0.0	٧					N. COL	Correction offset:	0.0	A			
Trigger:	External p	ositive ec	lge 🔸				W. W	Trigger:	External	positive e	dge 👻		
Invert polarity								Invert polarity					
Trace def.:	0.5	µs to	2000.0	μs				Trace def.:	0.5	µs to	2000.0	μs	
Trace points:	2						*	Trace points:	2				
Measurement window:	Custom w	indow	is indice 💌]				Measurement window:	Custom	window	•		14
Measurement delay:	400.0	μs						Measurement delay:	400.0	μs			N S
Measurement width:	400.0	μs					No. of Concession, Name	Measurement width:	400.0	μs			
					Close	»	وليسيبين		9479 1717 -			Clos	<u>e</u>]»



à,

×.

П5 Конфигурация виртуального измерителя напряжения / силы тока (окно Setup, Power supplies, Input / Output voltage / current measurement)

П5.1 Во вкладке Hardware установить параметры, как показано на рисунке П5а: - Mode: Pulsed;

- Driver: Virtual Instrument;
- VISA library: из списка имя программы, установленной на компьютере;
- Channel/Probe : Channel 1 (Probe : Direct)

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки.

Enabled			Enabled	Ng N	See a light and	
ode: Riked*	anga menang Manangan		Mode: Puised			n an Star Star Star
Hardware Setup		<u> </u>	Hardware Setup			
Driver			Driver			
Driver:	Virtual IV	measurement 🗸 🕡	Driver:	Virtual IV	measurement	• 0
Address:		٩	Address:			9
Options:	num=08s	simmode=nocurr	Options:	num=0&s	immode=nocurr	Z
VISA library:	Default		VISA library:	Default		
Command timeout:	5000	ms	Command timeout:	5000	ms	
Command delay:	0	ms	Command delay:	0	ms	
		Test connection			Test o	onnection
hannel/probe: Cha	nnel 1	Direct	Channel/probe: Ch	annel 1		
	Ang talay					Close

Рисунок П5а – Окно Setup, Power supplies, Input / Output voltage / current measurement, вкладка Hardware

П5.2 Во вкладке Setup (рисунок П5b) задать параметры виртуального измерителя:

- Measurement delay 400 µs, Measurement width 400 µs;
- Trigger: External positive edge;
- Trace points: 2;
- Trace definition: 0.5 to 2000.0 μ s.

Остальные поля заполнены по умолчанию и не требуют специальной настройки. Нажать Close.

Setup > IV power supp	lies > Ou	tput volt	age measu	ement	x	Setup > IV power supp	lies > Out	tput cun	ent meas	urement	X
Enabled					1	🕢 Enabled					. 1
Mode: Note:	He (Laure	•			n f	Mode: Aller Mode					f
Hardware Setup	si jing				0	Hardware Setup			1899, 18 1		0
Averaging:	1	*****				Averaging:	1				
Correction factor:	1.0					Correction factor:	1.0				
Correction offset:	0.0	۷				Correction offset:	0.0	A			-
Trigger:	External	positive e	dge 👻			Trigger:	External	positive e	dge ,		
Invert polarity						Invert polarity				····	
Trace def.:	0.5	µs to	2000.0	ps		Trace def.:	0.5	us to	2000.0	μs	
Trace points:	2					Trace points:	2				
Measurement window:	Custom v	vindow				Measurement window:	Custom w	vindow			
Measurement delay:	400.0	μs				Measurement delay:	400.0	μs			
Measurement width:	400.0	μs				Measurement width:	400.0	μs			
				Close	»		n ar Sha	an a		Close) »



4

. مر

П6 Выполнение измерений

Пб.1 В главном окне IVCAD, Setup&measurement нажать клавишу «Initialize bench», при этом появится всплывающее окно IVCAD, DUT biasing с вкладкой Bench initialized, показанное на рисунке Пба.

Нажать клавишу ОК.

П6.2 Войти в окно Setup&measurement, открыть вкладку Measurement (рисунок П6b) для задания параметров измерения:

- задать имя и расположение файла с данными измерений в окне Output;

- в окне DC sweep выбрать параметр свипирования Input/Output sweep;

- выбрать Custom step для задания нужных значений напряжений;

- задать диапазон и шаг напряжения в соответствии с параметрами, указанными в соответствующем пункте методики поверки;

- убрать все флажки во вкладке DUT reference plane, как показано на рисунке П6с.

П6.3 Запустить измерения клавишей Start (в правом верхнем углу на рисунке П6b), при этом появится окно IV Sweep measurement (рисунок П6d) с вопросом о включении источников питания.

WCAD	and a second and a second and a second se	
File Tools Views Help		
😪 Plugrins 🕴 🕹 🗆 🗙 🔧	DUT biasing	
Plug-ins Measurement system Measurement	Power ON Apply levels IV Power supplies	Measurement OF
- 📯 Rospie niesowienie - 🖓 Sweep plan (multi-setup)	IV power supply: Input	TV power supply: Output
i⊉- Hardware control	Quiescent voltage: 0.0 V	Quescent current: 0.0 A
Driver Wizard	DUT reference plane	Puse currenc U.U A UU Treference plane
Tuner Characterization	Meas. quiescent voltage: - V Meas. quiescent current: - A Meas. puise voltage: - V	Meas. quiescent voltage: - V Meas. quiescent current: - A Meas. pulse voltage: - V
Toolbox Modeling Colotta	Meas. pulse current: - A	Meas. pus
es as		Bench initialized [4.07 s]
Data sources		

Нажать Yes для включения источников.

Рисунок Пба – Окно IVCAD, DUT biasing



Рисунок П6b – Установка параметров измерений (окно Setup&measurement<Measurement)

DUT reference plane Vout, until Vin = Infinity V V	DUT reference plane Vout, until Vin == Infinity V Vin, until Vin = Infinity V requency Sweep \$	ing and the second s The second seco		
Vout, until Vin = Infinity V	Vout, until Vin = Infinity V Vin, until Vin = Infinity V requency Sweep	DUT reference plane	·····	
	Vin, until Vin = Infinity V requency Sweep	Vout, until Vin =	Infinity	v
VIII, UTION VIII = LINNINCY +	requency Sweep	🗌 Vin, until Vin =	Infinity	v
ana ya ana ana ana ana ana ana ana ana a	requency Sweep 🕆	ang palan sa sa sanang palan sa	an a	

Рисунок П6с – Установка параметров измерений (фрагмент окна Setup&measurement<Measurement)



Рисунок П6d – Сообщение о включении источников напряжения после запуска измерений

П6.4 В результате измерения в окне программы Setup & measurement будет отображен показанный на рисунке П6е график. Оси для правильного отображения результатов измерений следует выбрать в соответствующих вкладках X и Y так, как обозначены величины в соответствующей таблице настоящей методики поверки.

П6.5 Файл результатов измерений в табличной форме (*.mes) можно просмотреть, выполнив следующие действия:

- открыть файл *.mes с помощью программы Блокнот;

- файл с данными можно представить и сохранить в формате Excel, для чего нужно загрузить его в ПО IVCAD (правой кнопкой мыши нажать на файл, выбрать меню «Открыть с помощью < IVCAD»), название файла появится в нижнем левом углу вкладки Data source (рисунок П6d). Нажать правой кнопкой по файлу и выбрать Export, затем выбрать нужный формат *.csv.



Рисунок П6е – Результаты измерений (Окно Setup & measurement)

W INCAD	
File Tools Views Help	
Plays tes Playse Pl	Scharp & messerionismit New Copen & Copen & Sove End Sove End Sove sum. Scharp Messerement. Soverso Men Schernitik: Coveragewee Optimasion strategies: Calibration (Mensurement options) Frietmanger
B) Vesualization ⊕ Toolbox ⊕ Modeling ⊕ Scripting ⊕ Other	Vector Network Trigger Source
.12 Dit Data contract Data sources Datasources	TV Power, Supplies
& 型録 AM241_boh current verif_2.mes	
	Prober

Рисунок П6d – Вкладка IVCAD Data source