



**Agilent Technologies**

**Электронные нагрузки для постоянного тока  
серии N3300**

**Модели N3300A, N3301A, N3302A, N3303A,  
N3304A, N3305A, N3306A и N3307A**

**Руководство для пользователя**

Номер для заказа: 5964-8196



## Уведомления

Сведения, содержащиеся в настоящем Руководстве, носят исключительно информационный и рекомендательный характер. Ответственность за эксплуатацию оборудования и использование программного обеспечения Agilent Technologies несет пользователь в соответствии с применимым законодательством. Компания Agilent Technologies в настоящем Руководстве не предоставляет каких-либо юридических гарантий относительно оборудования и программного обеспечения Agilent Technologies, включая гарантии использования данного оборудования для определенных целей. При наличии ошибок в настоящем Руководстве необходимо обратиться к поставщику оборудования для избежания возможных убытков в связи с ненадлежащей эксплуатацией оборудования Agilent Technologies.

## Сертификация

Компания Agilent Technologies удостоверяет, что это изделие соответствует опубликованным техническим спецификациям в момент отгрузки с предприятия. Кроме того, компания Agilent Technologies удостоверяет, что калибровочные измерения имеют привязку к эталонам Национального института стандартов и технологий США в той степени, в какой это допускается средствами калибровки упомянутого Института или средствами калибровки других членов Международной организации по стандартизации (ISO).

## Характеристики акустического шума

### Декларация изготовителя

Эта информация приводится в соответствии с требованиями Положения об излучении звука от 18 января 1991 г. (ФРГ).

Звуковое давление  $L_p < 70$  дБ(А) на рабочем месте при нормальной эксплуатации, согласно стандарту EN 27779 (испытание типового образца).

## Издательская информация

Ниже приведены хронологические данные, относящиеся к изданию данного Руководства. Повторные издания этого документа, содержащие малозначительные поправки и изменения, могут быть обозначены одинаковой датой издания. Пересмотренные редакции документа обозначаются новой датой издания. Пересмотренное издание включает в себя весь новый или исправленный материал с момента предыдущей даты издания.

Этот документ содержит информацию, которая является собственностью компании Agilent Technologies и защищена авторским правом. Все права сохраняются. Без предварительного согласования и письменного разрешения компании Agilent Technologies не допускается воспроизведение данного Руководства или его частей в любой форме и любыми средствами, а также перевод на другой язык.

Содержащаяся в этом документе информация может быть изменена без уведомления.

Первое издание	август 2000 г.
Обновленный вариант 1	ноябрь 2000 г.
Обновленный вариант 2	июнь 2001 г.
Второе издание	март 2004 г.
Обновленный вариант 1	июль 2004 г.
Обновленный вариант 2	апрель 2006 г.

© Agilent Technologies, Inc., 2000, 2001, 2002, 2004 г.

# Сервис и техническая поддержка от Agilent Technologies в России

Компания Agilent предлагает широкий спектр услуг по обслуживанию измерительного оборудования:

- Ремонт (гарантийный и после гарантии)
- Расширение гарантии (на 3 и 5 лет)
- Договор на сервисное обслуживание
- Калибровка
- Поверка
- Инсталляция
- Модернизация

Эти услуги могут быть приобретены как вместе с заказом прибора, так и отдельно после его покупки (за исключением Расширения Гарантии, которая может быть приобретена только вместе с прибором).

## Сервисный центр Agilent

Официальное открытие Сервисного Центра Agilent в Москве состоялось в 2007 году. Он является составной частью мировой системы Agilent по техническому обслуживанию контрольно-измерительного оборудования.

**Квалификация и компетентность персонала и техническое оснащение** сервисного центра Agilent являются решающим фактором успеха компании на мировом рынке и в России.

**Тесное взаимодействие с мировой системой сервиса Agilent** позволяет проводить регулярное обучение инженеров на заводах и сервисных центрах компании по всему миру, напрямую получать необходимую техническую консультацию от разработчиков приборов.

**Сервисный центр Agilent в Москве оснащен самым современным оборудованием** для проведения разных видов технического обслуживания, в том числе ремонта, калибровки и поверки оборудования, с возможностью выдачи детальных отчетов.

Для ремонта оборудования **используются только оригинальные запасные части и комплектующие**. Имеется **локальный склад запасных частей**.

Высокий уровень качества услуг позволил компании Agilent получить **лицензию на ПОВЕРКУ систем измерения до 40 ГГц**, которая будет расширяться по частоте и модельному ряду оборудования Agilent, продаваемого в России.

## Наиболее востребованные сервисные услуги от Agilent:

### ➤ **РАСШИРЕНИЕ ГАРАНТИИ**

Включается как сервисная опция при покупке вместе с оборудованием. Ее цена фиксируется на весь срок действия (3 или 5 лет), что существенно экономит бюджет и сокращает время на процедуры согласования при каждом сервисном случае. Работы проводятся быстро благодаря наличию локального склада запасных частей и всех необходимых средств для проведения калибровки и поверки оборудования. Это позволяет сократить время простоя оборудования пользователя до минимума.

### ➤ **ДОГОВОР НА СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Предлагается для сервисного обслуживания различного типа оборудования в любом количестве, гарантийные сроки которого закончились, или Заказчику требуются дополнительные сервисные услуги и/или условия их предоставления, не вошедшие в стандартную гарантию. В договор могут быть включены любые услуги, предоставляемые сервисным центром. Заключение договора на сервисное обслуживание позволяет планировать необходимый запас запчастей на складе и составлять календарные планы проведения работ (по поверке и калибровке), что существенно сокращает время простоя оборудования. Предмет и условия договора определяются индивидуально, исходя из потребностей каждого Заказчика.

### ➤ **ПОВЕРКА**

Предлагаются услуги по проведению **первичной и периодической** поверки.

**Преимущества Поверки от Agilent являются:**

- Первичная поверка вместе с покупкой нового оборудования или после ремонта
- Периодическая поверка
- Составление графиков поверки (при покупке Планов Поверки на 3 и 5 лет)
- Информирование заказчика о приближении срока окончания действия поверки
- Согласование новых сроков проведения поверок
- Скорость проведения поверки (в среднем 5 рабочих дней)

Поверка приборов проводится в строгом соответствии с установленными методиками поверки.

Для приборов, прошедших успешно процедуру поверки, выписывается **сертификат установленного образца**.

## ➤ КАЛИБРОВКА

Оборудование Agilent обладает высокоточными и стабильными характеристиками. Для поддержания стабильных показателей измерений завод-производитель рекомендует с определенной регулярностью проводить калибровку оборудования согласно типу прибора. Интервалы между калибровками могут увеличиваться, если статистика измерений за длительный промежуток времени показывает стабильные измерения прибора.

Калибровка в Сервисном центре Agilent проводится согласно требованиям технической документации завода-изготовителя. В случае отклонения измерений от нормы при проведении калибровки сервисная служба Agilent проводит их настройку бесплатно (за исключением случаев, требующих проведения ремонта).

По результатам калибровки выдается сертификат стандарта Agilent и полный протокол результатов измерений.

Сервисный центр Agilent предлагает следующие виды калибровок:

- Стандартная заводская калибровка Agilent – полная калибровка прибора согласно спецификации и стандартам качества Agilent
- Калибровка по специальным требованиям заказчика

### **Пункты «Приема и Выдачи» оборудования Agilent**

Для удобства проведения сервисных услуг в удаленных регионах России компания Agilent разработала программу «Приемных пунктов» оборудования торговой марки Agilent для заказчиков, чьи офисы расположены за пределами Москвы и Московской области. В такие «пункты» заказчики могут сдать оборудование, требующее сервисного обслуживания, и там же получить обратно уже обслуженное оборудование.

Адреса таких пунктов можно узнать на официальном сайте компании Agilent или в Сервисном Центре Agilent в Москве.

### **Доступность к информации по интернет 24x7 “Infoline”**

#### **Информационная система INFOLINE**

Компания Agilent предоставляет своим заказчикам широкий спектр информации и сервисов через информационную систему “Infoline”, которая успешно прошла полную локализацию на русский язык в 2011 году (<http://www.agilent.com/find/service>).

Вы можете легко и удобно:

- Проверить гарантийные условия и сроки для вашего оборудования
- Скачать сертификаты по калибровке
- Узнать дату окончания технической поддержки (end of support)
- И многое другое ...

### **«Запрос-заявка» на сервисное обслуживание**

Для сервисного обслуживания приборов в Сервисном Центре Agilent в Москве необходимо подать заявку:

- Либо по телефону +7 (495) 797-39-30 (с 09:00 до 18:00, кроме субботы и воскресенья);
- Либо по электронной почте: [tmo-russia@agilent.com](mailto:tmo-russia@agilent.com).

### **Контактная информация Сервисного Центра Agilent в России**

#### **Адрес:**

Космодамианская наб. 52, строение 1

г. Москва, 115054, Россия

**Телефон:** +7 (495) 797-39-30

**Эл.адрес:** [tmo\\_russia@agilent.com](mailto:tmo_russia@agilent.com)

**Часы работы:** с 09:00 до 18:00 (кроме субботы, воскресенья и праздничных дней)

# Содержание

---

Общие указания мер безопасности .....	5
Символы техники безопасности .....	6
Декларация соответствия .....	7
<b>1 Введение .....</b>	<b>8</b>
1.1 Компоненты на передней панели .....	8
1.2 Компоненты на задней панели .....	9
1.3 Конфигурирование прибора .....	9
1.4 Ввод численных значений с передней панели .....	10
1.5 Вспомогательные индикаторы на передней панели .....	11
1.6 Клавиши прямого действия .....	11
1.7 Обзор системы меню на передней панели .....	12
1.8 Обзор команд программирования SCPI .....	15
<b>2 Общая информация .....</b>	<b>17</b>
2.1 Содержание документации .....	17
2.2 Меры безопасности .....	18
2.3 Опции и принадлежности .....	18
2.4 Техническое описание .....	19
2.4.1 Функции и возможности .....	19
2.4.2 Органы управления на передней панели .....	19
2.4.3 Дистанционное программирование .....	20
2.5 Режимы работы .....	20
2.5.1 Режим стабилизации тока (CC) .....	20
2.5.2 Режим стабилизации сопротивления (CR) .....	22
2.5.3 Режим стабилизации напряжения (CV) .....	23
2.6 Режим формирования перепадов нагрузки .....	24
2.7 Режим управления по списку .....	25
2.8 Режимы запуска .....	26
2.9 Управление входом .....	29
2.10 Защитные функции .....	29
2.11 Сохранение и вызов наборов параметров .....	32
2.12 Сигналы внешнего управления .....	32
2.13 Измерение входных параметров .....	33
<b>3 Установка .....</b>	<b>35</b>
3.1 Обследование состояния прибора .....	35
3.2 Установка модулей .....	36
3.2.1 Процедура установки .....	36
3.2.2 Номер канала .....	37
3.3 Место установки блока .....	37
3.3.1 Установка на столе .....	37
3.3.2 Монтаж в стойку .....	39
3.4 Входные соединения .....	40
3.4.1 Сетевой шнур .....	40
3.4.2 Клеммы с рифленой головкой .....	41
3.4.3 Винтовые 8-миллиметровые клеммы (опция UJ1) .....	41
3.4.4 Выбор сечения и длины проводов .....	42
3.4.5 Соединитель управления .....	44
3.4.6 Переключатель SENSE .....	45
3.4.7 Соединитель для цифровых сигналов и сигналов запуска .....	45

3.5	Соединения с компьютером .....	46
3.5.1	Интерфейс GPIB .....	46
3.5.2	Интерфейс RS-232 .....	46
3.6	Соединения с объектами испытаний .....	47
3.6.1	Соединения при локальном измерении напряжения .....	47
3.6.2	Соединения при дистанционном измерении напряжения .....	47
3.6.3	Параллельное соединение модулей .....	47
3.6.4	Работа модулей нагрузки при низком напряжении .....	49
<b>4</b>	<b>Проверка после включения .....</b>	<b>50</b>
4.1	Процедура проверки .....	50
4.2	Ваши действия при возникновении неполадок .....	51
<b>5</b>	<b>Управление прибором с передней панели .....</b>	<b>52</b>
5.1	Описание передней панели .....	52
5.2	Системные клавиши .....	53
5.3	Функциональные клавиши .....	55
5.3.1	Клавиши прямого действия .....	55
5.3.2	Клавиши прокрутки .....	55
5.3.3	Измерительные клавиши .....	56
5.3.4	Клавиши управления входом .....	57
5.3.5	Клавиши управления формированием перепадов нагрузки .....	58
5.3.6	Клавиши управления запуском .....	58
5.3.7	Клавиши управления списками .....	59
5.4	Клавиши ввода .....	60
5.5	Примеры программирования с передней панели .....	61
5.5.1	Как пользоваться дисплеем на передней панели .....	61
5.5.2	Программирование режимов стабилизации тока, напряжения и сопротивления .....	61
5.5.3	Программирование формирования перепадов нагрузки .....	63
5.5.4	Списки программирования .....	66
5.5.5	Вызов и сброс состояний срабатывания защиты и сообщений об ошибках .....	68
5.5.6	Выполнение основных измерений с передней панели .....	69
5.5.7	Установка адреса GPIB .....	69
5.5.8	Сохранение и вызов наборов параметров состояния прибора .....	70
<b>6</b>	<b>Технические характеристики .....</b>	<b>71</b>

## Сокращения и условные обозначения

<b>CC</b>	стабилизация тока
<b>CR</b>	стабилизация сопротивления
<b>CV</b>	стабилизация напряжения
<b>EOL</b>	конец списка
<b>GPIB</b>	интерфейсная шина общего назначения (для связи с измерительными приборами)
<b>OC</b>	токовая перегрузка
<b>OP</b>	превышение допустимой мощности
<b>OT</b>	перегрев
<b>OV</b>	перенапряжение
<b>ppm</b>	миллионная доля (промилль); $1 \text{ ppm} = 1 \times 10^{-6} = 0,0001\%$
<b>PS</b>	защитное отключение
<b>RMS</b>	среднеквадратическое (эффективное) значение (с.к.з.)
<b>XX</b>	режим холостого хода (разомкнутое состояние)

## Общие указания мер безопасности

*Изложенные ниже общие указания мер безопасности необходимо соблюдать на всех этапах работы с данным прибором. Несоблюдение этих указаний наряду с другими содержащимися в тексте предупредительными указаниями вступает в противоречие со стандартами безопасности, поддерживаемыми при разработке, изготовлении и применении прибора по назначению. Компания Agilent Technologies не несет ответственности за последствия несоблюдения пользователями этих мер предосторожности.*

### Общая информация

Этот прибор относится к классу 1 безопасности (он снабжен клеммой защитного заземления). Применение этого прибора иными способами, помимо описанных в данном Руководстве, может привести к ухудшению защитных функций прибора.

Все применяемые в приборе светодиоды относятся к классу 1 согласно стандарту IEC 825-1.

Этот прибор соответствует требованиям канадского стандарта ICES-001.

### Условия эксплуатации

Этот прибор предназначен для применения в помещениях с электрооборудованием категории II при степени загрязненности 2 окружающей среды. Он рассчитан на эксплуатацию при относительной влажности не более 95% и на высоте до 2000 метров над уровнем моря. Рабочий диапазон температур окружающей среды и требования к сетевому электропитанию указаны в таблицах технических характеристик.

### Меры предосторожности перед включением прибора

Проследите за соблюдением всех мер предосторожности. Обратите внимание на нанесенные на прибор символы техники безопасности (см. следующий раздел).

### Заземлите прибор

Этот прибор относится к классу 1 безопасности (он снабжен клеммой защитного заземления). Для минимизации риска поражения электрическим током шасси прибора и его кожух должны быть соединены с контуром заземления. Прибор должен подключаться к сети переменного напряжения только через заземленный сетевой кабель, защитный провод которого должен иметь надежное соединение с землей через сетевую розетку, оборудованную контактом защитного заземления. Обрыв в цепи этого защитного провода или отсоединение его от клеммы защитного заземления может привести к опасности поражения электрическим током.

### Не работайте с прибором во взрывоопасной атмосфере

Не работайте с прибором при наличии в атмосфере воспламеняющихся газов или паров.

### Остерегайтесь цепей, находящихся под напряжением

Оператор не должен снимать крышки прибора, за исключением тех случаев, когда необходимо установить или снять электронные модули нагрузки, как это описано в настоящем Руководстве. Замену компонентов и внутренние регулировки должен выполнять только квалифицированный персонал технического сервиса. Не заменяйте компоненты, не отсоединив сетевой кабель. При определенных условиях в приборе может сохраняться опасное напряжение даже после отсоединения сетевого кабеля. Во избежание травм, прежде чем прикасаться к компонентам, обязательно отсоедините сетевой кабель и внешние источники напряжения, затем разрядите конденсаторы.

### Не пытайтесь манипулировать с внутренними компонентами или производить настройку прибора в одиночку

Такого рода операции следует выполнять в присутствии напарника, способного оказать первую помощь при несчастном случае и сделать пострадавшему искусственное дыхание.




















## Следите за соблюдением номинальных параметров сетевого питания

Этот прибор может быть оборудован сетевым фильтром для подавления электромагнитных помех. Для минимизации риска поражения электрическим током прибор должен быть подключен к заземленной сетевой розетке. Превышение номинальных значений сетевого напряжения и частоты, указанных на фирменной табличке, может привести к появлению тока утечки с пиковым значением свыше 5,0 мА.

*Приборы, которые выглядят поврежденными или неисправными, необходимо вывести из эксплуатации и принять меры, исключающие возможность их применения, пока они не будут отремонтированы квалифицированным персоналом технического сервиса.*

## Символы техники безопасности

	Постоянное напряжение (DC)		Включение питания
	Переменное напряжение (AC)		Выключение питания
	Постоянное и переменное напряжение		Символ переключения прибора в режим дежурного питания (Stand-by). Прибор не отсоединен полностью от сети переменного тока, когда нажат этот выключатель. Чтобы полностью отсоединить прибор от сети, следует вынуть из розетки вилку сетевого шнура или установить внешний выключатель.
	Трехфазное переменное напряжение		
	Клемма заземления		
	Клемма провода защитного заземления		Кнопка бистабильного переключателя находится в утопленном положении
	Клемма рамы или шасси		Кнопка бистабильного переключателя находится в выступающем положении
	Контактный вывод при потенциале земли. Используется для схем измерения и управления, рассчитанных на эксплуатацию с одним выводом при потенциале земли.		Предостережение: опасность поражения электрическим током
	Клемма для нейтрального провода у стационарного электрооборудования		Предостережение: горячая поверхность
	Клемма для фазного провода у стационарного электрооборудования		Предостережение. Этот символ указывает на необходимость обращения к технической документации.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода. Не переходите к выполнению действий, описанных после предупреждения, пока не поймете и не выполните указанные условия.

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Не переходите к выполнению действий, описанных после предостережения, пока не поймете и не выполните указанные условия.





Agilent Technologies

## ДЕКЛАРАЦИЯ СООТВЕТСТВИЯ

согласно ISO/IEC Guide 22 и CEN/CENELEC EN 45014



### Изготовитель

#### Ответственная сторона

Agilent Technologies, Inc.  
550 Clark Drive, Suite 101  
Budd Lake, New Jersey 07828  
USA

#### Альтернативное предприятие

Agilent Technologies (Malaysia) Sdn. Bhd  
Malaysia Manufacturing  
Bayan Lepas Free Industrial Zone, PH III  
11900 Penang  
Malaysia

Заявляет под свою исключительную ответственность, что в исходном состоянии поставки изделие:

- Наименование изделия:** а) Базовые блоки электронной нагрузки для постоянного тока  
б) Модули электронной нагрузки для базовых блоков
- Номера моделей:** а) N3300A, N3301A  
б) N3302A, N33003A, N3304A, N3305A, N3306A и N3307A
- Опции изделий:** Эта Декларация охватывает все опции и заказные изделия, основанные на указанных выше изделиях

соответствует существенным требованиям Директивы для низковольтного оборудования 73/23/ЕЕС и Директивы по электромагнитной совместимости 89/336/ЕЕС (включая 93/68/ЕЕС) и снабжено маркировкой CE

### Электромагнитная совместимость

Подавление излучения помех – группа 1, класс А

как описано в документации:

Электромагнитная совместимость (ЭМС), Сертификат соответствия № СС/ТСF/02/19 на основании технической документации конструкции (ТСF) ANJ10 от 14 июня 2002 г.

по заключению компетентного органа:

Celectica Ltd., аккредитованный компетентный орган  
Westfields House, West Avenue  
Kidsgrove, Stoke-on-Trent  
Staffordshire, ST7 1TL  
United Kingdom

### Безопасность

и соответствует требованиям следующих стандартов:  
IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001  
Канада: CSA-C22.2 No. 1010.1:1992  
UL 61010B-1:2003

Эта Декларация соответствия относится к перечисленным выше изделиям, поступающим на рынок ЕС после указанной ниже даты.

01 января 2004 г.

Дата

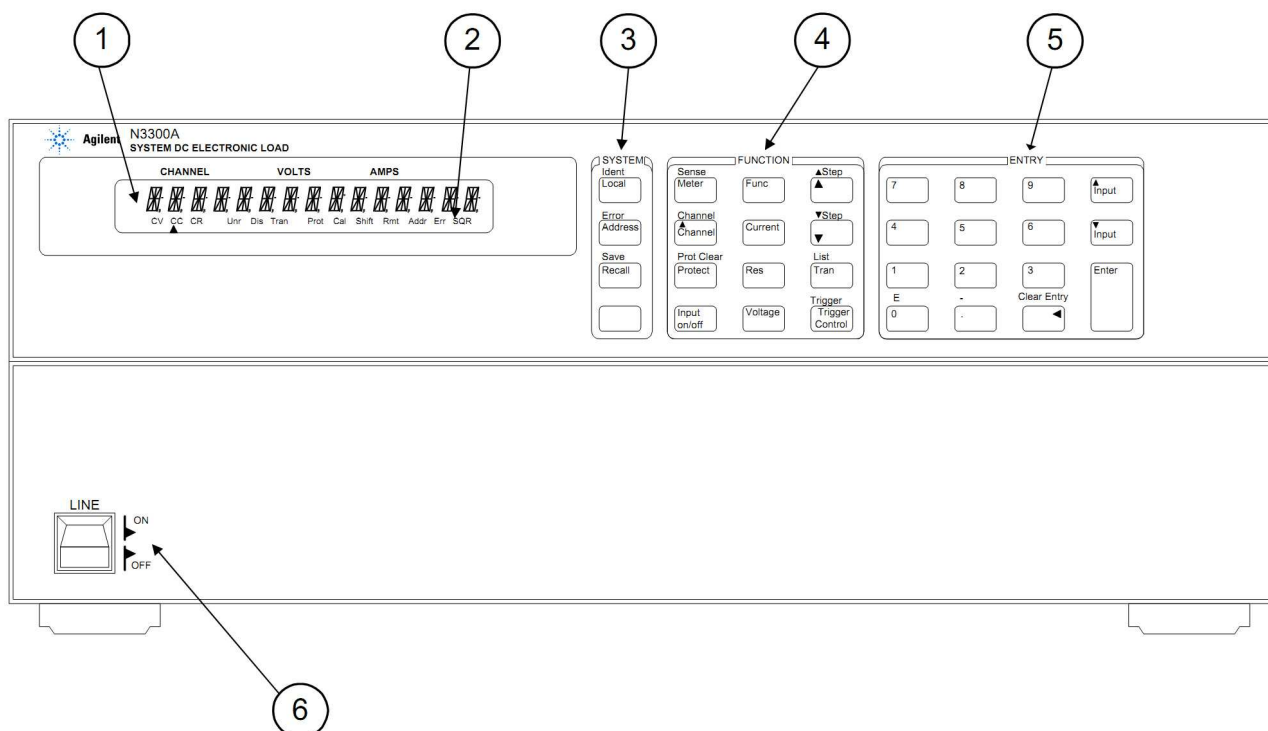
Bill Darcy / Regulations Manager

За дополнительной информацией обращайтесь в ближайшее представительство компании Agilent Technologies.

Чтобы получить новейшую Декларацию соответствия, зайдите на сайт <http://regulations.corporate.agilent.com> и щелкните мышью на "Declarations of Conformity".

# 1 Введение

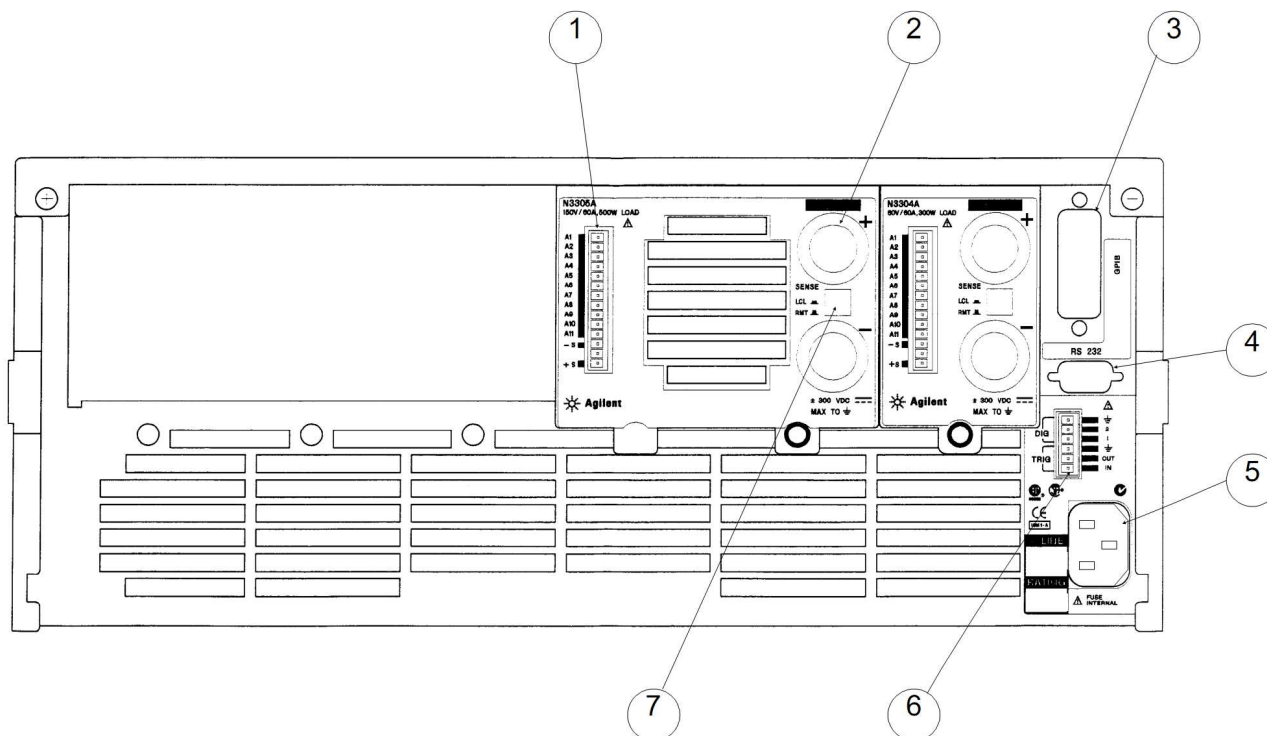
## 1.1 Компоненты на передней панели



- 1 15-позиционный символьный дисплей индицирует канал, а также результаты измерений напряжения и тока.
- 2 Вспомогательные индикаторы указывают режимы работы и состояния прибора.
- 3 **Системные клавиши:**
  - Возврат в режим локального управления
  - Установка адреса GPIB
  - Установка параметров интерфейса RS-232
  - Вывод на индикацию кодов ошибок SCPI
  - Сохранение в памяти и вызов из памяти наборов параметров состояний прибора
- 4 **Функциональные клавиши:**
  - Выбор измерительных функций
  - Включение и выключение входа
  - Режимы программирования тока, сопротивления и напряжения
  - Установка и сброс защитных функций
  - Прокрутка команд меню на передней панели
- 5 **Клавиши ввода:**
  - Ввод численных значений
  - Ступенчатое увеличение и уменьшение численных значений
- 6 Включение и выключение электронной нагрузки

## 1.2 Компоненты на задней панели

Подробное описание соединителей на задней панели приведено в главе 3.



- 1 14-контактный соединитель управления
- 2 Входная клемма
- 3 Стандартный 24-контактный соединитель GPIB
- 4 9-контактный соединитель интерфейса RS-232
- 5 Трехконтактное гнездо для подключения трехпроводного сетевого шнура (с проводом защитного заземления)
- 6 6-контактный соединитель для цифровых сигналов и сигналов запуска
- 7 Переключатель SENSE

## 1.3 Конфигурирование прибора

Пользуйтесь меню Address на передней панели для выполнения следующих операций:

- Выбор интерфейса GPIB или RS-232 (см. главу 5)
- Выбор адреса шины GPIB (см. главу 5)
- Конфигурирование интерфейса RS-232 (см. главу 5)

## 1.4 Ввод численных значений с передней панели

При вводе численных значений с передней панели действуйте следующим образом:

### Применение клавиш ступенчатого увеличения и уменьшения численных значений для изменения установки входных параметров в режиме Meter



Когда светится вспомогательный индикатор **CS**, вы можете изменять входной ток.

Когда светится вспомогательный индикатор **CV**, вы можете изменять входное напряжение.


Когда светится вспомогательный индикатор **CR**, вы можете изменять входное сопротивление.

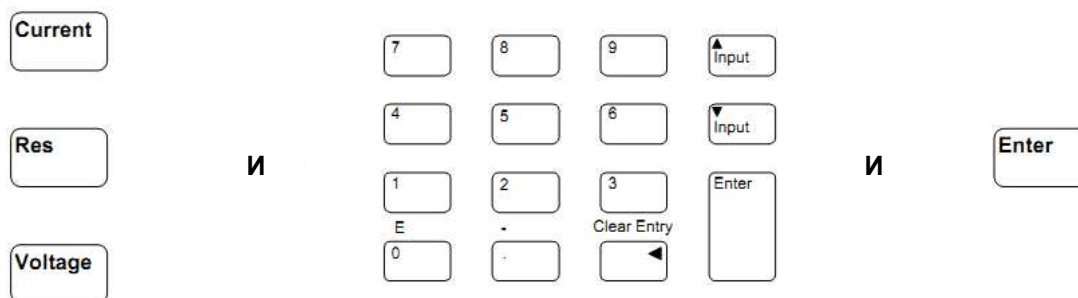
#### ПРИМЕЧАНИЕ

Вход должен быть включен, чтобы можно было изменять входные значения.

### Применение клавиш функций и клавиш ввода для ввода нового значения

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы сделаете ошибку при вводе, нажмите клавишу  для удаления последней цифры, или нажмите клавишу **Meter**, чтобы вернуться в режим Meter.



## 1.5 Вспомогательные индикаторы на передней панели



Ø 1	Иницирован или выполняется список.	<b>Prot</b>	Указывает на срабатывание защитной функции в каком-то канале. Чтобы выйти из состояния защиты, нажмите клавишу <b>Prot Clear</b> .
<b>CV</b>	Выбранный входной канал находится в режиме стабилизации напряжения.	<b>Cal</b>	Включен режим калибровки. Калибровку можно выполнять только через интерфейс компьютера.
<b>CC</b>	Выбранный входной канал находится в режиме стабилизации тока.	<b>Shift</b>	Указывает на то, что нажата клавиша <b>Shift</b> .
<b>CR</b>	Выбранный входной канал находится в режиме стабилизации сопротивления.	<b>Rmt</b>	Указывает на то, что электронная нагрузка находится в состоянии дистанционного управления (GPIB или RS-232). Единственной активной клавишей в состоянии дистанционного управления является клавиша <b>Local</b> .
<b>Unr</b>	Выбранный входной канал находится в нерегулируемом режиме.	<b>Addr</b>	Электронная нагрузка адресована на передачу или прием
<b>Dis</b>	Вход выключен. Чтобы включить вход, нажмите клавишу <b>Input on/off</b> .	<b>Err</b>	Возникла ошибка дистанционного программирования.
<b>Tran</b>	Выбранный входной канал задействован для работы в режиме формирования перепадов нагрузки.	<b>SQR</b>	Электронная нагрузка делает запрос на обслуживание.

## 1.6 Клавиши прямого действия

	Это клавиша поочередного действия, которая служит для включения и выключения входа электронной нагрузки.
	Эта клавиша служит для разблокировки органов управления на передней панели, когда прибор находится в режиме дистанционного управления.
	Эта клавиша служит для увеличения входного тока (CC), напряжения (CV) или сопротивления (CR) в режиме Meter.
	Эта клавиша служит для уменьшения входного тока (CC), напряжения (CV) или сопротивления (CR) в режиме Meter.
	Эта клавиша служит для выбора другого канала.
	Вызывает иницирование и запуск. Используется с подсистемой формирования перепадов нагрузки или со списком.
	Вывод на индикацию функций защиты в случае их срабатывания.
	Сброс схемы защиты с возвратом прибора в его последнее запрограммированное состояние.
	Эта комбинация клавиш служит для идентификации модуля, установленного в месте выбранного канала (не действует).
	Возврат в режим Meter из любого другого режима.

## 1.7 Обзор системы меню на передней панели

<b>Address</b>	<i>ADDRESS 5</i>	Установка адреса GPIB
▼	<i>INTF GPIB</i>	Выбор интерфейса (GPIB или RS232)
▼	<i>BAUDRATE 300</i>	Выбор скорости передачи данных (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600) *
▼	<i>PARITY NONE</i>	Выбор сообщения контроля четности (NONE, EVEN, ODD, MARK, SPACE) *
▼	<i>FLOW NONE</i>	Выбор способа управления потоками данных (XON-XOFF, RTS-CTS, DTR-DSR, NONE)
<b>Recall</b>	<i>*RCL 0</i>	Вызов набора параметров состояния прибора
▼	<i>*RST</i>	Переустановка прибора в состояние, действующее после включения питания
<b>Shift</b> <b>Save</b>	<i>*SAV 0</i>	Сохранение в памяти текущего состояния прибора
<b>Shift</b> <b>Error</b>	<i>ERROR 0</i>	Вывод на индикацию номеров ошибок в очереди ошибок SCPI
<b>Shift</b> <b>Channel</b>	<i>CHANNEL 1</i>	Выбор канала для управления с передней панели
<b>Shift</b> <b>Sense</b>	<i>S:PNT</i>	Задание количества точек данных в измерении
▼	<i>S:TIN</i>	Установка интервала выборок у дискретизатора
▼	<i>S:WIN</i>	Установка функции окна цифровой фильтрации (RECT, HANN)
▼	<i>S:OFF</i>	Задание смещения данных в измерении
▼	<i>S:C:RNG</i>	Выбор предела измерения тока
▼	<i>S:V:RNG</i>	Выбор предела измерения напряжения
<b>Func</b>	<i>FUNC</i>	Установка режима стабилизации (CURR, RES, VOLT)
▼	<i>FNC:MODE</i>	Выбор способа управления режимом стабилизации (FIX, LIST)
▼	<i>INP:SHOR</i>	Включение и выключение короткого замыкания входа (OFF/ON)
<b>Protect</b>	<i>OC --- --</i>	Общее состояние защиты (индицируется неполадка от токовой перегрузки)
▼	<i>RRV --- --</i>	Состояние защиты от неправильного напряжения (индицируется неполадка от напряжения в обратной полярности)
<b>Meter</b>	<i>XXXX XXXX</i>	Вывод на индикацию значений входного напряжения и тока
▼	<i>XXXX V MAX</i>	Вывод на индикацию максимального значения напряжения
▼	<i>XXXX V MIN</i>	Вывод на индикацию минимального значения напряжения
▼	<i>XXXX V RMS</i>	Вывод на индикацию среднеквадратического (эффективного) значения напряжения
▼	<i>XXXX A MAX</i>	Вывод на индикацию максимального значения тока
▼	<i>XXXX A MIN</i>	Вывод на индикацию минимального значения тока
▼	<i>XXXX A RMS</i>	Вывод на индикацию среднеквадратического (эффективного) значения тока
▼	<i>XXXX WATTS</i>	Вывод на индикацию значения мощности
▼	<i>XXXX W MAX</i>	Вывод на индикацию максимального значения мощности
▼	<i>XXXX W MIN</i>	Вывод на индикацию минимального значения мощности

\* Применимо только при работе с интерфейсом RS-232

(продолжение на след. стр.)

## Обзор системы меню на передней панели (продолжение)

<b>Current</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<i>CURR</i> <i>C:MODE</i> <i>C:RANG</i> <i>C:SLEW</i> <i>C:SLW:N</i> <i>C:SLW:P</i> <i>C:TLEV</i> <i>C:TRIG</i>	Установка входного тока Установка режима регулирования тока (FIXED, LIST) Установка диапазона входного тока Установка скорости изменения тока Установка скорости изменения тока для отрицательных перепадов Установка скорости изменения тока для положительных перепадов Установка альтернативного уровня входного тока в режиме формирования перепадов нагрузки Установка ждущего альтернативного уровня входного тока
<b>Res</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<i>RES</i> <i>R:MODE</i> <i>R:RANG</i> <i>R:SLEW</i> <i>R:SLW:N</i> <i>R:SLW:P</i> <i>R:TLEV</i> <i>R:TRIG</i>	Установка входного сопротивления Установка режима регулирования сопротивления (FIXED, LIST) Установка диапазона входного сопротивления Установка скорости изменения сопротивления Установка скорости изменения сопротивления для отрицательных перепадов Установка скорости изменения сопротивления для положительных перепадов Установка альтернативного уровня входного сопротивления в режиме формирования перепадов нагрузки Установка ждущего альтернативного уровня входного сопротивления
<b>Voltage</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<i>VOLT</i> <i>V:MODE</i> <i>V:RANG</i> <i>V:SLEW</i> <i>V:SLW:N</i> <i>V:SLW:P</i> <i>V:TLEV</i> <i>V:TRIG</i>	Установка входного напряжения Установка режима регулирования напряжения (FIXED, LIST) Установка диапазона входного напряжения Установка скорости изменения напряжения Установка скорости изменения напряжения для отрицательных перепадов Установка скорости изменения напряжения для положительных перепадов Установка альтернативного уровня входного напряжения в режиме формирования перепадов нагрузки Установка ждущего альтернативного уровня входного напряжения
<b>Tran</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<i>TRAN</i> <i>T:DCYC</i> <i>T:FREQ</i> <i>T:MODE</i> <i>T:TWID</i>	Включение и выключение генератора перепадов уровня Установка коэффициента заполнения импульсной последовательности в режиме периодического формирования перепадов нагрузки Установка частоты в режиме периодического формирования перепадов нагрузки Установка режима формирования перепадов нагрузки (CONT, PULSE, TOGGLE) Установка длительности импульсов в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки
<b>Trigger</b> <input type="text"/>	<i>INIT:IMMED</i> <i>ABORT</i>	Инициирование системы запуска Выход из инициированного запуска

(продолжение на след. стр.)



## Обзор системы меню на передней панели (продолжение)

List	<i>LST:STEP</i>	Установка метода приращения этапов (ONCE, AUTO)
▼	<i>LST:CNT</i>	Задание количества циклов выполнения списка
▼	<i>DWEL:0 EOL</i>	Задание длительности временного интервала для каждого этапа
▼	<i>CURR:0 EOL</i>	Задание установки тока для каждого этапа
▼	<i>C:RANG:0 EO</i>	Задание диапазона тока для каждого этапа
▼	<i>C:SLEW:0 EOL</i>	Установка скорости изменения тока для каждого этапа
▼	<i>C:SLW:N:0 EOL</i>	Установка скорости изменения отрицательных перепадов тока для каждого этапа
▼	<i>C:SLW:P:0 EOL</i>	Установка скорости изменения положительных перепадов тока для каждого этапа
▼	<i>C:TLEV:0 EOL</i>	Установка альтернативного уровня входного тока в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
▼	<i>FUNC:0 EOL</i>	Установка режима регулирования по списку (CURR, RES, VOLT)
▼	<i>RES:0 EOL</i>	Задание установки сопротивления для каждого этапа
▼	<i>R:RANG:0 EOL</i>	Задание диапазона сопротивления для каждого этапа
▼	<i>R:SLEW:0 EOL</i>	Установка скорости изменения сопротивления для каждого этапа
▼	<i>R:SLW:N:0 EOL</i>	Установка скорости изменения отрицательных перепадов сопротивления для каждого этапа
▼	<i>R:SLW:P:0 EOL</i>	Установка скорости изменения положительных перепадов сопротивления для каждого этапа
▼	<i>R:TLEV:0 EOL</i>	Установка альтернативного уровня входного сопротивления в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
▼	<i>TRAN:0 EOL</i>	Включение и выключение уровня перепада для каждого этапа
▼	<i>T:DCYC:0 EOL</i>	Установка коэффициента заполнения в режиме периодического формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
▼	<i>T:FREQ:0 EOL</i>	Установка частоты формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
▼	<i>T:MODE:0 EOL</i>	Установка режима формирования перепадов нагрузки (CONT, PULSE)
▼	<i>T:TWID:0 EOL</i>	Установка длительности импульсов в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
▼	<i>VOLT:0 EOL</i>	Задание установки напряжения для каждого этапа
▼	<i>V:RANG:0 EOL</i>	Задание диапазона напряжения для каждого этапа
▼	<i>V:SLEW:0 EOL</i>	Установка скорости изменения напряжения для каждого этапа
▼	<i>V:SLW:N:0 EOL</i>	Установка скорости изменения отрицательных перепадов напряжения для каждого этапа
▼	<i>V:SLW:P:0 EOL</i>	Установка скорости изменения положительных перепадов напряжения для каждого этапа
▼	<i>V:TLEV:0 EOL</i>	Установка альтернативного уровня входного напряжения в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа

## 1.8 Обзор команд программирования SCPI

### ПРИМЕЧАНИЕ

Многие дополнительные или необязательные команды здесь опущены ради ясности. Полное описание всех команд программирования содержится в Руководстве по программированию (Programming Guide).

ABORt	[SOURce:]CURRent	
CALibrate		[:LEVel] <n>
:DATA <n> [, <n>]		:TRIG <n>
:IMON:LEVel <points>		:MODE <mode>
:IPROg:LEVel <points>		:PROTection
:LEVel <points>		[:LEVel] <n>
:PASSword <n>		:DELay <n>
:SAVE		:STATe <bool>
:STATE <bool> [, <n>]		:RANGe <n>
CHANnel   INSTrument		:SLEW
[:LOAD] <n>		[:BOTH] <n>
INITiate		:NEGative <n>
[:IMMediate]		:POSitive <n>
:SEquence[1]   :SEquence2		:TLEVel <n>
:NAME LIST   ACQUIRE	FUNctIon   MODE	:MODE <mode>
CONTInuous	LIST	:COUNT <n>
:SEquence1 <bool>		:CURRent
:NAME LIST <bool>		[:LEVel] <n> {, <n>}
INPut   OUTput		:POINts?
[:STATe] <bool>		:RANGe <n> {, <n>}
:PROTection		:POINts?
:CLEar		:SLEW
:SHORT		[:BOTH] <n> {, <n>}
[:STATe] <bool>		:POINts?
MEASure   FETCH		:NEGative <n> {, <n>}
:ARRay		:POSitive <n> {, <n>}
:CURRent?		:TLEVel <n> {, <n>}
:POWer?		:POINts?
:VOLTagE?		:DWELI <n> {, <n>}
[:SCALar]		:POINts?
:CURRent?		:FUNctIon   MODE <mode>
:ACDC?		:RESistance
:MAX?		[:LEVel] <n> {, <n>}
:MIN?		:POINts?
:POWer?		:RANGe <n> {, <n>}
:MAX?		:POINts?
:MIN?		:SLEW
:VOLTagE?		[:BOTH] <n> {, <n>}
:ACDC?		:POINts?
:MAX?		:NEGative <n> {, <n>}
:MIN?		:POSitive <n> {, <n>}
PORT0[:STATe] <bool>		:TLEVel <n> {, <n>}
PORT1[:LEVel] <n>		:POINts?
SENSe		:STEP <step>
:CURRent		:TRANsient
:RANGe <n>		[:STATe] <bool> {, <bool>}
:SWEEp		:POINts?
:OFFSet		:DCYCLE <n> {, <n>}
:POINts <n>		:POINts?
:TINterval <n>		:FREQuency <n> {, <n>}
:WINDow <type>		:POINts?
:VOLTagE		:MODE <mode> {, <mode>}
:RANGe <n>		:POINts?
		:TWIDth <n> {, <n>}
		:POINts?

## Команды SCPI (продолжение)

[SOURce:]LIST (continued)

```

:VOLTage
    [:LEVel] <n> {,<n>}
    :POINts?
    :RANGe <n> {,<n>}
    :POINts?
    :SLEW
        [:BOTH] <n> {,<n>}
        :POINts?
        :NEGative <n> {,<n>}
        :POSitive <n> {,<n>}
    :TLEVel <n> {,<n>}
    :POINts?
RESistance
    [:LEVel] <n>
    :TRIG <n>
    :MODE <mode>
    :RANGe <n>
    :SLEW
        [:BOTH] <n>
        :NEGative <n>
        :POSitive <n>
    :TLEVel <n>
TRANSient
    [:STATe] <bool>
    :DCYClE <n>
    :FREQuency <n>
    :MODE <mode>
    :TWIDth <n>
VOLTage
    [:LEVel] <n>
    :TRIG <n>
    :MODE <mode>
    :RANGe <n>
    :SLEW
        [:BOTH] <n>
        :NEGative <n>
        :POSitive <n>
    :TLEVel <n>

```

STATus

```

:CHANnel
    [:EVENT]?
    :CONDition?
    :ENABle <n>
:CSUMmary
    [:EVENT]?
    :ENABle <n>
:OPERation
    [:EVENT]?
    :CONDition?
    :ENABle <n>
    :NTRansition <n>
    :PTRansition <n>
:QUESTionable
    [:EVENT]?
    :CONDition?
    :ENABle <n>

```

SYSTem

```

:ERRor?
:VERSion?
:LOCal
:REMote
:RWLock

```

TRIGger

```

[:IMMediate]
:DELay
:SOURce <source>
:TIMer
:SEQuence2 | ACQuire
:COUNT

```

## 2 Общая информация

### 2.1 Содержание документации

В данном Руководстве описана работа с приборами Agilent N3300A, N3301A, N3302A, N3303A, N3304A, N3305A, N3306A и N3307A, представляющими собой блоки электронной нагрузки для постоянного тока. В тексте эти приборы называются просто "электронными нагрузками", если не требуются дополнительные уточнения. К вашей электронной нагрузке прилагается следующая документация и программное обеспечение:

- Руководство для пользователя (User's Guide) – данный документ, в котором содержится информация по установке и проверке прибора, а также описаны операции управления прибором с передней панели.
- Руководство по программированию (Programming Guide) – в этом документе изложены подробные сведения о программировании GPIB.

Следующая таблица поможет вам найти информацию, необходимую для выполнения определенных задач. Для поиска конкретной информации обращайтесь к оглавлению соответствующего документа.

Задача	Где найти информацию
<b>Установка прибора</b> Присоединение к сети Установка модулей Присоединение нагрузки	Руководство для пользователя
<b>Проверка прибора</b> Проверка правильности функционирования Операции на передней панели Калибровка прибора	Руководство для пользователя
<b>Управление прибором с передней панели</b> Клавиши на передней панели Примеры программирования с передней панели	Руководство для пользователя
<b>Применение интерфейсов</b> Интерфейс GPIB Интерфейс RS-232	Руководство для пользователя Руководство по программированию
<b>Программирование прибора с помощью команд SCPI</b> Команды SCPI Примеры программирования SCPI	Руководство по программированию
<b>Программирование прибора с помощью приборного драйвера VXIplug&amp;play</b> Установка приборного драйвера Функции приборного драйвера Примеры программ на языке C/C++ Примеры программ на языке Visual BASIC Примеры программ на языке Lab VIEW Примеры программ на языке Agilent VEE	Онлайн-справочная система VXIplug&play <b>Примечание:</b> Для обеспечения доступа к онлайн-информации должен быть установлен драйвер на вашем компьютере. Драйверы для приборов Agilent можно найти на сайте <a href="http://www.agilent.com/find/drivers">www.agilent.com/find/drivers</a>

## 2.2 Меры безопасности

Эта электронная нагрузка представляет собой прибор, который относится к классу 1 безопасности (он снабжен клеммой защитного заземления). Эта клемма должна быть заземлена через сетевой кабель, подключенный к сетевой розетке, снабженной защитным контактом. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу "Общие указания мер безопасности" на стр. 5. Прежде чем приступить к установке и эксплуатации электронной нагрузки, проверьте ее состояние и прочитайте предупредительные указания в данном Руководстве, которые приводятся в соответствующих местах текста.

## 2.3 Опции и принадлежности

Таблица 2-1 Опции

Опция	Описание
800	Комплект для монтажа в стойку двух блоков N3301A (половинной ширины) бок-о-бок* В состав комплекта входит крепежно-соединительный набор (номер для заказа 5061-9694) и фланцевый набор (номер для заказа 5062-3978)
908	Комплект для монтажа в стойку*. В состав комплекта входит: Фланцевый набор для блока N3300A (номер для заказа 5062-3974; требуется 2 набора) Фланцевый набор для одного блока N3301A с холостой панелью (номер для заказа 5062-3960)
909	Комплект для монтажа в стойку с ручками для блока N3300A* (номер для заказа 5062-3975; требуется два комплекта)
UJ1	Винтовые клеммы 8 мм входных соединителей (см. главу 3)

\* Требуются опорные рельсы (номер для заказа E3663AC)

Таблица 2-2 Принадлежности

Кабели GPIB 1,0 метр 2,0 метра 4,0 метра 0,5 метра	Номер для заказа Agilent 10833A 10833B 10833C 10833D
Кабель RS-232 9-контактные гнездовые соединители на обоих концах с адаптером "9-конт. штыревой соединитель – 25-конт. гнездовой соединитель"	34398A
Комплект адаптеров RS-232 (содержит 4 адаптера) 9-конт. штыревой соединитель – 25-конт. штыревой соединитель для компьютера или принтера 9-конт. штыревой соединитель – 25-конт. штыревой соединитель для компьютера или принтера 9-конт. штыревой соединитель – 25-конт. штыревой соединитель для модема 9-конт. штыревой соединитель – 9-конт. штыревой соединитель для модема	34399A

## 2.4 Техническое описание

Базовый блок электронной нагрузки для постоянного тока N3300A применяется при разработке, изготовлении и измерении характеристик источников питания постоянного тока, батарей, аккумуляторов и компонентов электропитания. Его можно также применять в качестве силового выключателя или закорачивающей перемычки, сильноточного генератора импульсов или генератора сигналов сложной формы, для испытаний топливных элементов и элементов солнечных батарей, а также для обесточивания сверхпроводящих магнитов.

Базовый блок содержит шесть посадочных мест для модулей нагрузки. Модули нагрузки занимают одно или два посадочных места в зависимости от номинальной мощности модуля. Максимально допустимая мощность рассеяния для базового блока составляет до 300 Вт на каждое посадочное гнездо или суммарно 1800 Вт для полностью загруженного базового блока. Базовый блок содержит клавиатуру и дисплей, процессор, соединитель GPIB, соединитель RS-232, интерфейсные схемы, схемы запуска и другие схемы, общие для всех модулей нагрузки.

Базовый блок электронной нагрузки для постоянного тока N3301A функционально идентичен базовому блоку N3300A, однако он имеет ширину в половину стойки и располагает лишь двумя посадочными местами для модулей нагрузки. Максимально допустимая мощность рассеяния составляет до 300 Вт на каждое посадочное место или суммарно 600 Вт для полностью загруженного базового блока.

Модули электронной нагрузки N3302A, N3303A, N3304A, N3305A, N3306A и N33007A предназначены для установки в базовые блоки N3300A и N3301A. Технические характеристики этих модулей приведены в главе 6. Каждый модуль может работать независимым образом в режиме стабилизации тока (CC), в режиме стабилизации напряжения (CV) или в режиме стабилизации сопротивления (CR). Кроме того, можно включать и выключать каждый вход (переводить в разомкнутое состояние) или замыкать накоротко.

### 2.4.1 Функции и возможности

- Режимы стабилизации тока (CC), напряжения (CV) и сопротивления (CR)
- Встроенные интерфейсы GPIB и RS-232 для программирования с помощью команд SCPI
- Возможности запуска входа и измерительные функции
- Управление с передней панели с помощью клавиатуры
- Независимая работа каналов
- Встроенный генератор импульсов для работы в режимах периодического, импульсного и синхронизированного формирования перепадов нагрузки
- Защита от перенапряжения, токовой перегрузки, перегрузки по мощности и от перегрева
- Обширная самопроверка, индикация состояния и программная калибровка
- Регулировка частоты оборотов вентилятора для снижения акустического шума при небольшой нагрузке

### 2.4.2 Органы управления на передней панели

На передней панели расположена клавиатура с клавишами для установки значений входного тока, напряжения и сопротивления. Дисплей на передней панели обеспечивает индикацию цифровых показаний для ряда функций, включая входные параметры. Вспомогательные индикаторы на дисплее служат для индикации рабочего состояния электронной нагрузки. Системные клавиши позволяют вам выполнять такие системные функции, как установка адреса GPIB и вызов наборов параметров рабочих состояний прибора. Клавиши функций обеспечивают доступ к меню функций электронной нагрузки. Клавиши группы ENTRY позволяют вам выбирать и вводить значения параметров.

Полное описание органов управления на передней панели приведено в главе 5.



### 2.4.3 Дистанционное программирование

Электронная нагрузка допускает дистанционное программирование через шину GPIB и/или через порт последовательной связи RS-232. Программирование через шину GPIB осуществляется с помощью команд SCPI (стандартные команды для программируемых приборов), которые обеспечивают совместимость программ электронной нагрузки с командами других приборов GPIB, которые также совместимы с набором команд SCPI.

Локальное управление (с передней панели) вводится в действие сразу же после включения прибора. Клавиатура и дисплей на передней панели обеспечивают ручное управление каждым отдельным модулем, когда электронная нагрузка применяется, например, при стендовых испытаниях. Дистанционное управление (через компьютер) вводится в действие, как только базовый блок получит команду через шину GPIB (при этом загорается вспомогательный индикатор Rmt). Встроенный интерфейс GPIB и команды SCPI обеспечивают управление всеми функциями и их обратное считывание, когда электронная нагрузка применяется в системах с компьютерным управлением.

Когда действует дистанционное управление, электронной нагрузкой можно управлять только через компьютер; при этом не действует клавиатура на передней панели. Однако вы можете пользоваться дисплеем на передней панели для наблюдения показаний входного напряжения и тока. Чтобы вернуться в режим локального управления электронной нагрузкой, нажмите клавишу **Local**. Теперь прибор будет работать в режиме локального управления, пока не получит команду блокировки локального управления от контроллера GPIB.

Большинство функций, которые могут выполняться дистанционно через интерфейс GPIB или RS-232, могут также выполняться и при управлении прибором с передней панели. Везде, где это возможно, команды меню функций дублируют соответствующие команды SCPI. Таким образом, освоение управления электронной нагрузкой с передней панели поможет вам в составлении компьютерных программ.

## 2.5 Режимы работы

Существует три основных режима работы электронной нагрузки:

- Стабилизация тока (CC) (Constant Current)
- Стабилизация напряжения (CV) (Constant Voltage)
- Стабилизация сопротивления (CR) (Constant Resistance)

Когда модуль запрограммирован на определенный режим работы, он остается в этом режиме, пока не будет изменен режим или пока не возникнет состояние неполадки, например, перегрев или превышение допустимой мощности.

Описанные в следующих подразделах параметры режимов стабилизации тока, напряжения или сопротивления можно программировать независимо от того, выбран ли в данный момент этот режим. Когда выбирается некоторый режим с передней панели либо через интерфейс GPIB или RS-232, большинство ассоциированных с ним параметров вводится в действие на входе (исключения из этого правила описываются особо при описании соответствующего режима).

### 2.5.1 Режим стабилизации тока (CC)

В этом режиме модуль отводит ток в соответствии с запрограммированным значением тока независимо от входного напряжения (см. рис. 2-1). Режим стабилизации тока можно задать как с передней панели, так и через интерфейс GPIB или RS-232. Ниже описаны параметры режима стабилизации тока.

#### Диапазоны

Ток можно программировать в одном из двух перекрывающихся диапазонов: в слаботочном диапазоне (Low) и сильноточном диапазоне (High). Слаботочный диапазон обеспечивает более высокую разрешающую способность при установке малых значений тока. Диапазон можно установить на передней панели или через интерфейс GPIB (команда **CURR:RANG**). Электронная нагрузка выбирает диапазон, соответствующий запрограммированному вами значению диапазона. Если это значение попадает в область перекрывания диапазонов, то электронная нагрузка выбирает диапазон Low.



Если текущая установка входа выходит за пределы диапазона Low, то электронная нагрузка автоматически подстраивает установку входа на максимальное значение, доступное в диапазоне Low. Если вы последовательно программируете входное значение, которое выходит за пределы диапазона Low, то на дисплее прибора появляется сообщение **OUT OF RANGE**.



Рис. 2-1 Вольт-амперная характеристика в режиме стабилизации тока

### Непосредственная установка уровня тока

Уровень тока можно установить с передней панели или через интерфейс GPIB (команда **CURR**). Когда активным режимом является режим стабилизации тока, то новая установка немедленно изменяет значение входного тока со скоростью, определяемой установкой скорости изменения тока (описана ниже). Если модуль находится в режиме стабилизации напряжения или сопротивления, то новая установка сохраняется в памяти и вводится в действие при переключении в режим стабилизации тока.

### Ждущий альтернативный уровень тока

Это значение уровня тока можно занести в память прибора с тем, чтобы вход обновлялся при приеме сигнала запуска вместо того, чтобы вводиться в действие незамедлительно, как описано выше.

Когда активным режимом является режим стабилизации тока, то предустановленный уровень тока вводится в действие и обновляется вход, когда поступает сигнал запуска. Если модуль находится в режиме стабилизации напряжения или сопротивления, то предустановленный уровень тока становится действительным значением, когда возникает событие запуска, однако не вводится в действие на входе, пока не станет активным режим стабилизации тока. После запуска этого уровня тока следующие сигналы запуска не влияют на вход, пока не будет подана другая команда **CURR:TRIG**. Возможные источники запуска описаны далее. Электронная нагрузка обладает способностью вывода сообщений о своем состоянии для отслеживания отложенных сигналов запуска и других рабочих состояний. Это подробно описано в Руководстве по программированию.

### Альтернативный уровень тока в режиме формирования перепадов нагрузки

Альтернативный уровень тока в режиме формирования перепадов нагрузки можно установить как с передней панели, так и через шину GPIB. Этот альтернативный уровень может быть выше или ниже основного уровня тока. Когда включен режим формирования перепадов нагрузки, производится переключение входного тока с основного уровня на альтернативный и обратно.

### Программная установка предельного значения тока

Через шину GPIB пользователь может установить командой **CURR:PROT** предельное значение тока (от 0 до 102% от полной шкалы), при превышении которого в течение запрограммированного времени задержки отключается вход. Имейте в виду, что запрограммированное предельное значение тока действует в любом режиме работы (не только в режиме стабилизации тока). Функция программного ограничения тока описана далее в разделе 2.10.

### Скорость изменения тока

Скорость изменения тока (slew rate) характеризует скорость, с которой происходит изменение входного тока до нового запрограммированного значения. Значение этого параметра программируется в амперах в секунду (A/c) и может задаваться как с передней панели, так и через шину GPIB (команда **CURR:SLEW**).

Запрограммированное значение скорости изменения тока действует при всех описанных выше способах изменения входного тока (непосредственная установка, установка по сигналу запуска и установка альтернативного уровня в режиме формирования перепадов нагрузки).

Здесь можно запрограммировать любое значение скорости изменения тока, которое находится в интервале между максимальными и минимальными значениями, как показано на рис. 2-8А. Если вы попытаетесь запрограммировать значение, выходящее за пределы этого интервала, модуль автоматически выполнит подстройку этого значения до максимального или минимального значения согласно графикам на этом рисунке.

## 2.5.2 Режим стабилизации сопротивления (CR)

В этом режиме модуль отводит ток, пропорциональный входному напряжению, в соответствии с запрограммированным сопротивлением (см. рис. 2-2). Режим стабилизации сопротивления можно задать как с передней панели, так и через интерфейс GPIB (команда **MODE:RES**). Ниже описаны параметры режима стабилизации сопротивления.



Рис. 2-2 Вольт-амперная характеристика в режиме стабилизации сопротивления

### Диапазоны

Сопротивление можно программировать в любом из четырех перекрывающихся диапазонов. Диапазон можно установить на передней панели или через интерфейс GPIB (команда **RES:RANG**). Электронная нагрузка выбирает диапазон, соответствующий запрограммированному вами значению диапазона. Если это значение попадает в область перекрывания диапазонов, то электронная нагрузка выбирает диапазон с более высокой разрешающей способностью. Если текущая установка входа выходит за пределы выбранного вами диапазона, то электронная нагрузка автоматически подстраивает установку входа на ближайшее доступное значение в пределах заново выбранного диапазона. Если вы последовательно программируете входное значение, которое выходит за пределы заново выбранного диапазона, то на дисплее прибора появляется сообщение **OUT OF RANGE**.

### Непосредственная установка уровня сопротивления

Уровень сопротивления можно установить с передней панели или через интерфейс GPIB (команда **RES**). Когда активным режимом является режим стабилизации сопротивления, то новая установка немедленно изменяет вход со скоростью, определяемой установкой скорости изменения сопротивления (описана ниже). Если модуль находится в режиме стабилизации напряжения или тока, то новая установка сохраняется в памяти и вводится в действие только при переключении в режим стабилизации сопротивления.

### Ждущий альтернативный уровень сопротивления

Это значение уровня сопротивления можно занести в память прибора с тем, чтобы вход обновлялся при приеме сигнала запуска вместо того, чтобы вводиться в действие незамедлительно, как описано выше.

Когда активным режимом является режим стабилизации сопротивления, то предустановленный уровень сопротивления вводится в действие и обновляется вход, когда поступает сигнал запуска. Если модуль находится в режиме стабилизации напряжения или тока, то предустановленный уровень сопротивления становится действительным значением, когда возникает событие запуска, однако не вводится в действие на входе, пока не станет активным режим стабилизации сопротивления. После запуска этого уровня следующие сигналы запуска не влияют на вход, пока не будет подана другая команда **RES:TRIG**.

### Альтернативный уровень сопротивления в режиме формирования перепадов нагрузки

Альтернативный уровень сопротивления в режиме формирования перепадов нагрузки можно установить как с передней панели, так и через шину GPIB (команда **RES:TLEV**). Этот альтернативный уровень и основной уровень используются в режиме формирования перепадов нагрузки, который описан далее в разделе 2.6.

### Скорость изменения сопротивления

Скорость изменения сопротивления (slew rate) характеризует скорость, с которой происходит изменение входного сопротивления до нового запрограммированного значения. Значение этого параметра программируется в омах в секунду (Ом/с) и может задаваться как с передней панели, так и через шину GPIB (команда **RES:SLEW**). Запрограммированное значение скорости изменения сопротивления действует при всех описанных выше способах изменения входного сопротивления (непосредственная установка, установка по сигналу запуска и установка альтернативного уровня в режиме формирования перепадов нагрузки).

## 2.5.3 Режим стабилизации напряжения (CV)

В этом режиме модуль отводит ток, необходимый для поддержания запрограммированного значения напряжения источника (см. рис. 2-3). В режиме стабилизации напряжения модуль действует как параллельный стабилизатор напряжения. Режим стабилизации напряжения можно задать как с передней панели, так и через интерфейс GPIB (команда **MODE:VOLT**). Ниже описаны параметры режима стабилизации напряжения.

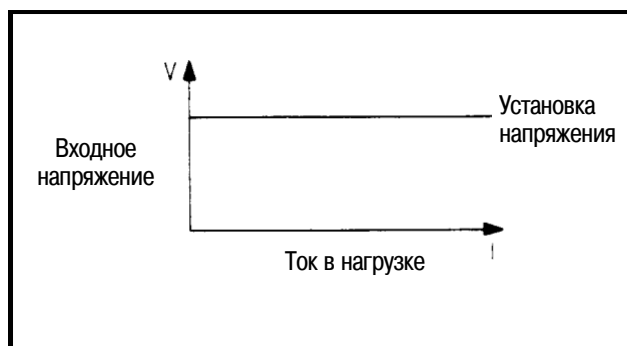


Рис. 2-3 Вольт-амперная характеристика в режиме стабилизации напряжения

### Диапазоны

Напряжение можно запрограммировать в одном из двух перекрывающихся диапазонов: в низковольтном диапазоне (Low) и высоковольтном диапазоне (High). Низковольтный диапазон обеспечивает более высокую разрешающую способность при установке малых значений напряжения. Диапазон можно установить на передней панели или через интерфейс GPIB (команда **VOLT:RANG**). Электронная нагрузка выбирает диапазон, соответствующий запрограммированному вами значению диапазона. Если это значение попадает в область перекрывания диапазонов, то электронная нагрузка выбирает диапазон Low. Если текущая установка входа выходит за пределы диапазона Low, то электронная нагрузка автоматически подстраивает установку входа на максимальное значение, доступное в диапазоне Low. Если вы последовательно программируете входное значение, которое выходит за пределы диапазона Low, то на дисплее прибора появляется сообщение **OUT OF RANGE**.

### Непосредственная установка уровня напряжения

Уровень напряжения можно установить с передней панели или через интерфейс GPIB (команда **VOLT**). Когда активным режимом является режим стабилизации напряжения, то новая установка немедленно изменяет вход со скоростью, определяемой установкой скорости изменения напряжения (описана ниже). Если модуль находится в режиме стабилизации тока или сопротивления, то новая установка сохраняется в памяти и вводится в действие при переключении в режим стабилизации напряжения.

### Ждущий альтернативный уровень напряжения

Это значение уровня напряжения можно занести в память прибора с тем, чтобы вход обновлялся при приеме сигнала запуска вместо того, чтобы вводиться в действие незамедлительно, как описано выше.

Когда активным режимом является режим стабилизации напряжения, то предустановленный уровень напряжения вводится в действие и обновляется вход, когда поступает сигнал запуска. Если модуль находится в режиме стабилизации тока или сопротивления, то предустановленный уровень напряжения становится действительным значением, когда возникает событие запуска, однако не вводится в действие на входе, пока не станет активным режим стабилизации напряжения. После запуска этого уровня напряжения следующие сигналы запуска не влияют на вход, пока не будет подана другая команда **VOLT:TRIG**.

### Альтернативный уровень напряжения в режиме формирования перепадов нагрузки

Альтернативный уровень напряжения в режиме формирования перепадов нагрузки можно установить как с передней панели, так и через шину GPIB (команда **VOLT:TLEV**). Когда включен режим формирования перепадов нагрузки, производится переключение напряжения с основного уровня на альтернативный и обратно. Альтернативным уровнем является более высокий уровень напряжения.

### Скорость изменения напряжения

Скорость изменения напряжения (slew rate) характеризует скорость, с которой происходит изменение входного напряжения модуля до нового запрограммированного значения. Значение этого параметра программируется в вольтах в секунду (В/с) и может задаваться как с передней панели, так и через шину GPIB (команда **VOLT:SLEW**). Запрограммированное значение скорости изменения напряжения действует при всех описанных выше способах изменения уровня напряжения (непосредственная установка, установка по сигналу запуска и установка альтернативного уровня в режиме формирования перепадов нагрузки).

Здесь можно запрограммировать любое значение скорости изменения напряжения, которое находится в интервале между максимальными и минимальными значениями, как показано на рис. 2-8В. Если вы попытаетесь запрограммировать значение, выходящее за пределы этого интервала, модуль автоматически выполнит подстройку этого значения до максимального или минимального значения согласно графикам на этом рисунке.

## 2.6 Режим формирования перепадов нагрузки

В этом режиме модуль периодически переключает два уровня нагрузки, как это может потребоваться при испытаниях источников питания. При этом можно измерять характеристики регулирования и динамические характеристики источника питания путем контроля выходного напряжения источника питания при различных сочетаниях уровней нагрузки, частоты переключения, коэффициента заполнения и скорости изменения нагрузки. Режим формирования перепадов нагрузки можно включать и выключать как с передней панели, так и через интерфейс GPIB (команды **TRAN ON** и **TRAN OFF**). Прежде чем включать этот режим, вы должны установить нужный режим стабилизации, а также все параметры, связанные с режимом формирования перепадов нагрузки. Формирование перепадов нагрузки можно применять в сочетании с режимами стабилизации тока, напряжения или сопротивления. При этом можно выбрать один из трех режимов формирования перепадов нагрузки: периодический (Continuous), импульсный (Pulse) или синхронизированный (Toggled).

#### Периодическое формирование перепадов нагрузки

Генерируется последовательность импульсов, переключающих нагрузку с одного уровня на другой.

#### Импульсное формирование перепадов нагрузки

Генерируется изменение нагрузки на время, задаваемое длительностью импульса, после чего восстанавливается исходный уровень нагрузки.

#### Синхронизированное формирование перепадов нагрузки

Генерируется последовательность импульсов, переключающих нагрузку с одного уровня на другой, однако (в отличие от периодического формирования) моменты переключения нагрузки здесь управляются сигналами явного запуска вместо внутреннего генератора перепадов уровня.

### Периодическое формирование перепадов нагрузки

В режиме периодического формирования перепадов нагрузки генерируется последовательность импульсов, переключающих нагрузку с одного уровня на другой. На передней панели команды формирования перепадов нагрузки находятся под клавишей **Tran**. Для выбора периодического формирования перепадов нагрузки через шину GPIB применяется команда **TRAN:MODE CONT**.

При формировании перепадов нагрузки используются два уровня нагрузки: описанный ранее основной уровень (установленный непосредственно или по сигналу запуска) и альтернативный уровень тока, сопротивления или напряжения. Скорость изменения уровня нагрузки определяется скоростью изменения соответствующего параметра, как описано выше для режимов стабилизации тока, сопротивления и напряжения. Здесь можно также запрограммировать частоту повторения и коэффициент заполнения непрерывной импульсной последовательности. Частоту можно устанавливать в диапазоне от 0,25 Гц до 10000 Гц с передней панели или через шину GPIB (команда **TRAN:FREQ**). Коэффициент заполнения можно устанавливать в диапазоне 3% ÷ 97% (при частоте 0,25 Гц ÷ 1 кГц) или в диапазоне 6% ÷ 94% (при частоте > 1 кГц) с передней панели или через шину GPIB (команда **TRAN:DCYC**).

### Импульсное формирование перепадов нагрузки

Импульсное формирование перепадов нагрузки производится аналогично периодическому формированию за исключением следующих моментов:

- а) Чтобы получить импульс, необходим явный запуск. Источником запуска может быть внешний сигнал запуска, принимаемый через вход TRIGGER на задней панели, функция **TRIG:SOUR**, команды **\*TRG** или **TRIG**, сеть переменного тока, сигнал внутреннего таймера или клавиша **Trigger** на передней панели.
- б) Каждый сигнал запуска инициирует один импульс. Поэтому здесь невозможно запрограммировать частоту повторения импульсов. Программирование основного уровня, альтернативного уровня и скорости изменения осуществляется так же, как описано выше для периодического формирования перепадов нагрузки. Длительность импульсов можно запрограммировать в интервале 0,00005 с ÷ 4,0 с через шину GPIB (команда **TRAN:TWID**).

### Синхронизированное формирование перепадов нагрузки

В этом режиме вход модуля переключается с одного заданного уровня нагрузки на другой, как и в режиме периодического формирования перепадов нагрузки, с тем отличием, что моменты переключения уровня нагрузки здесь управляются сигналами явного запуска вместо внутреннего генератора перепадов уровня. Как и в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки, источником запуска здесь может быть внешний сигнал запуска, функция **GET** шины GPIB, команда **\*TRG**, команда **TRIG**, сеть переменного тока или сигнал внутреннего таймера.

## 2.7 Режим управления по списку

Режим управления по списку позволяет вам генерировать сложные последовательности изменений параметров входа с быстрым и прецизионным хронированием. Эти последовательности могут синхронизироваться внутренними или внешними сигналами. Это полезно при прогоне тестовых последовательностей с минимальными затратами времени на программирование.

Вы можете запрограммировать до 50 установок (или этапов) в списке, временной интервал (выдержку), в течение которого поддерживается каждая установка, количество циклов выполнения списка и характер изменения установок в результате сигналов запуска. Все данные в списке заносятся в энергонезависимую (долговременную) память, когда выполняется команда **\*SAV**. Это означает, что запрограммированные данные для любого списка сохраняются и после выключения прибора. Имейте в виду, что данные списков можно сохранять только в ячейках энергонезависимой памяти с номерами 0, 7, 8 или 9. В других ячейках памяти данные списков не сохраняются. Для вызова хранящегося в памяти состояния пользуйтесь командой **\*RCL**.

Этапы списка могут запускаться индивидуально или с определенными интервалами согласно отдельному списку интервалов выдержки, определяющих длительность каждого этапа. Таким образом, каждый из 50 (максимум) этапов имеет собственное время выдержки (в секундах), в течение которого вход остается на этом этапе, прежде чем перейти к следующему этапу. Подробное описание программирования списков с передней панели приведено в подразделе 5.5.4.



## 2.8 Режимы запуска

В этом приборе используются разнообразные режимы запуска для обеспечения синхронизации с другим испытательным оборудованием или с определенными событиями. Схемы запуска находятся в базовом блоке, и все модули получают сигнал запуска одновременно (несмотря на то, что каждый модуль запрограммирован индивидуально в отношении той операции, которая подлежит запуску). Как описано выше, запуск может использоваться для следующих применений:

### Запуск предустановленного уровня

Перенос всех отложенных предустановленных уровней на реальный уровень. Новый уровень появляется на входе для активного в данный момент режима работы. Для режимов работы, которые не являются активными в данный момент, предустановленные уровни не оказывают влияния на вход, пока не станет активным соответствующий режим работы.

### Запуск импульса формирования перепадов нагрузки

Генерирование импульса заданной длительности, когда действует режим импульсного формирования перепадов нагрузки.

### Синхронизированный запуск

Переключение входа с основного уровня на альтернативный и обратно, когда задействован режим синхронизированного формирования перепадов нагрузки.

Сигналы запуска могут подаваться с передней панели при нажатии клавиши **Trigger**. Однако вы должны сначала инициировать функцию запуска путем выполнения команды TRIG:IMMED в меню Trigger Control.

Через шину GPIB можно реализовать три метода запуска: функция **GET**, общая команда **\*TRG** набора SCPI и команда **TRIG** подсистемы команд SCPI (см. *Руководство по программированию*). Подсистема SCPI **TRIG** позволяет вам выбрать в качестве источника запуска частоту сети переменного тока, внутренний таймер или команду **TRIG**. Кроме того, на задней панели имеется соединитель **TRIGGER** для внешнего сигнала запуска.

Команды **\*TRG** и **TRIG** синхронны с другими командами. Это означает, что модули не запускаются, пока не завершатся отложенные операции.

Команда **GET**, внешние сигналы запуска, сигналы запуска от сети переменного тока (AC) и сигналы внутренних таймеров являются асинхронными. Это означает, что модули запускаются в момент поступления сигнала запуска.

Когда в качестве источника запуска выбрана через шину GPIB сеть переменного тока (AC), сигналы запуска генерируются однократно для каждого периода сетевого напряжения. Таким образом, при частоте сетевого напряжения 60 Гц период запуска равен 16,67 мс, а при частоте сетевого напряжения 50 Гц период запуска равен 20 мс.

Соединитель **TRIGGER** на задней панели обеспечивает также выход сигнала запуска. Этот сигнал генерируется синхронно с сигналом запуска, который подается базовым блоком на модули. Выход сигнала запуска можно использовать для запуска внешнего устройства, например, осциллографа, цифрового вольтметра или другого базового блока электронной нагрузки.

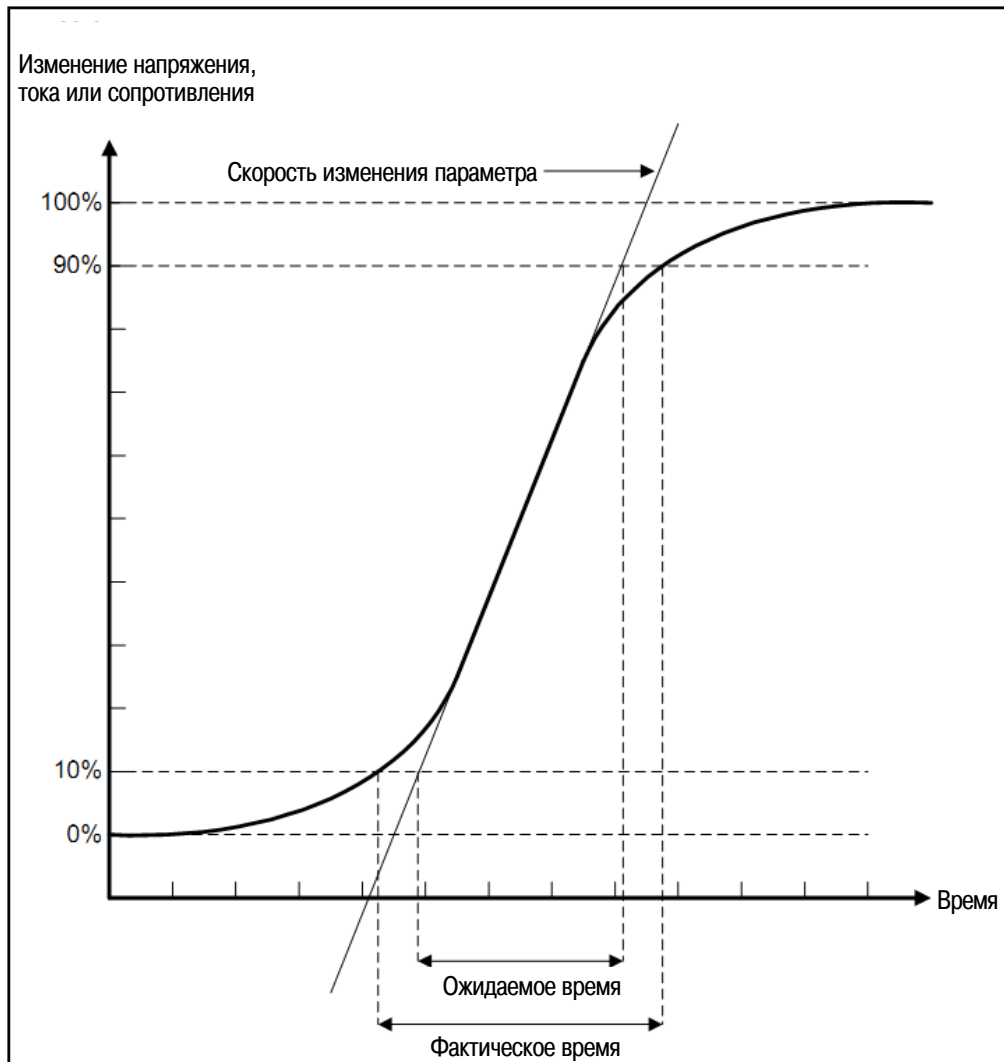
Электронная нагрузка обладает способностью вывода сообщений о своем состоянии для отслеживания операций запуска. Это описано в разделе "Status Reporting" Руководства по программированию (*Programming Guide*).

### Скорость изменения нагрузки и время переходного процесса

Здесь речь идет о скорости изменения тока, сопротивления или напряжения. Запрограммированное значение скорости изменения какого-либо параметра обеспечивает регулируемый переход от одной установки уровня нагрузки к другой и позволяет минимизировать динамическое падение напряжения на индуктивной силовой проводке или регулировать индуцированные переходные процессы в испытываемом устройстве (например, при измерении динамических характеристик источников питания).

В случаях значительного перепада нагрузки от одной установки уровня к другой можно вычислить фактическое время переходного процесса путем деления значения перепада напряжения или тока на скорость изменения соответствующего параметра. Фактическое время переходного процесса определяется как время, необходимое для изменения входного параметра от 10% до 90% или от 90% до 10% от запрограммированного перепада уровня.

В случаях небольшого перепада уровня минимальное время переходного процесса ограничивается малосигнальной шириной полосы частот нагрузки для всех программируемых значений скорости изменения соответствующего параметра. Вследствие этого фактическое время переходного процесса превышает ожидаемое значение, основанное на скорости изменения соответствующего параметра, как показано на рис. 2-7.



**Рис. 2-7** Ограничение времени нарастания переходного процесса

Таким образом, при определении фактического времени переходного процесса необходимо учитывать как минимальное время переходного процесса, так и скорость изменения соответствующего параметра. Это проиллюстрировано на рис. 2-8, где показано минимальное время переходного процесса в виде горизонтальной линии для данной скорости изменения параметра, а при изменении нагрузки примерно на 13,3% и выше влияние скорости изменения параметра приводит к увеличению времени переходного процесса от минимального значения до максимального значения, которое достигается при изменении нагрузки на 100%.

Фактическое время переходного процесса будет равным либо минимальному значению, либо результату деления перепада нагрузки на скорость изменения нагрузки (действительным является большее из этих двух значений).

Для вычисления минимального времени переходного процесса (MinTT) при заданном значении скорости изменения тока применяется следующая формула:

$$\text{MinTT (в секундах)} = 8 / \text{скорость изменения тока (в амперах за секунду)}$$

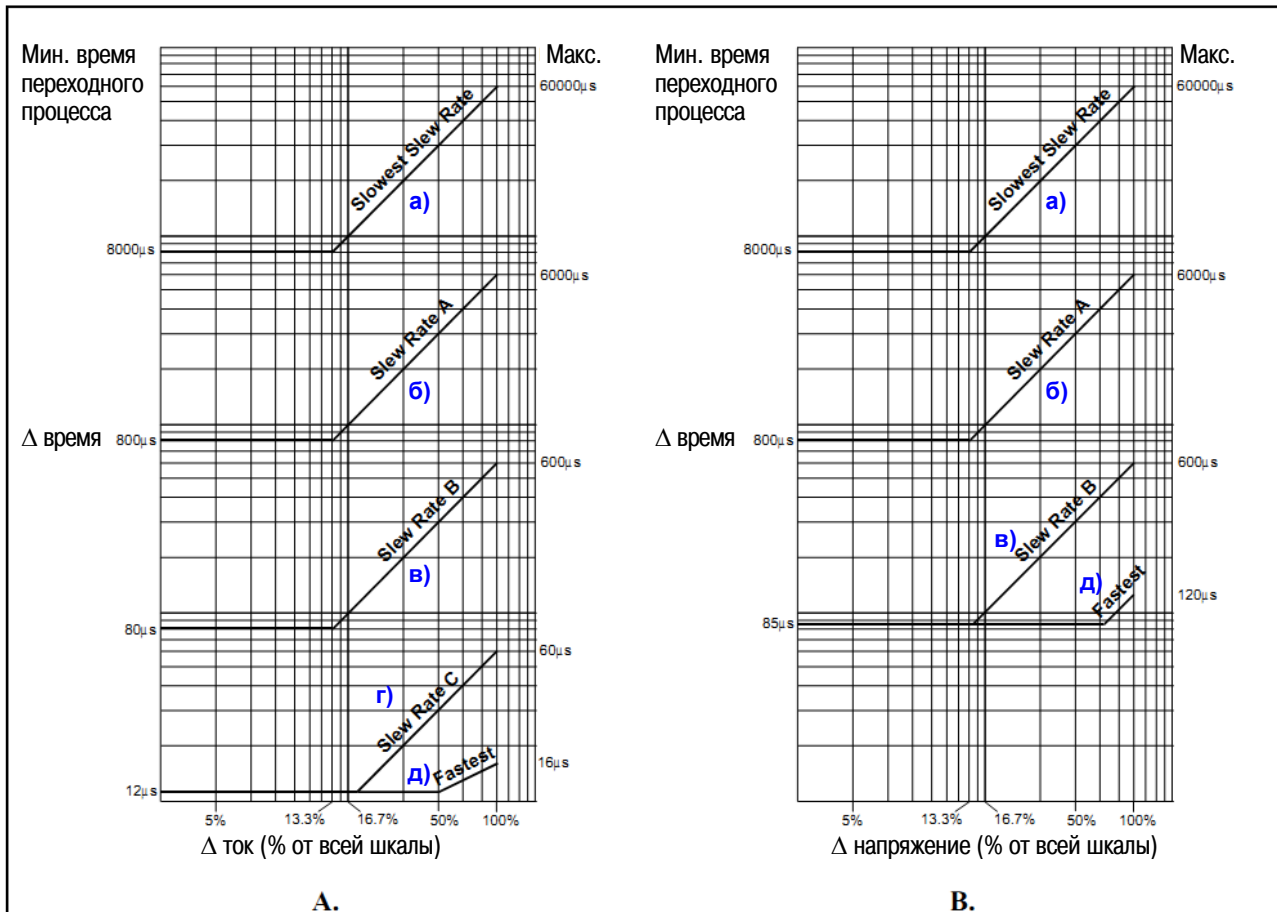


Для вычисления максимального времени переходного процесса (MaxTT) при заданном значении скорости изменения тока применяется следующая формула:

$$\text{MaxTT (в секундах)} = 60 / \text{скорость изменения тока (в амперах за секунду)}$$

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В режиме стабилизации напряжения все значения минимального времени переходного процесса относятся к источнику тока с малой емкостью. Емкостная нагрузка входов приводит к увеличению времени переходного процесса. Например, емкость 2,2 мкФ вызывает увеличение минимального времени переходного процесса с 85 мкс (как указано в таблице) до 110 мкс.



**Рис. 2-8** Примеры графиков зависимости времени переходного процесса от скорости изменения параметра

- а) Наименьшая скорость изменения параметра
- б) Скорость изменения А
- в) Скорость изменения В
- г) Скорость изменения С
- д) Наибольшая скорость изменения параметра

## 2.9 Управление входом

### Включение и выключение короткого замыкания

Модуль может моделировать короткое замыкание на его входе путем включения нагрузки на максимальный ток. Режим короткого замыкания можно включать и выключать с передней панели с помощью команды **SHORT** в меню **Func** или через шину GPIB (команда **INPUT: SHORT ON|OFF**). При включении и выключении короткого замыкания используется установка скорости изменения соответствующего параметра в активном режиме и диапазоне.

Фактическое значение электронного короткого замыкания зависит от активного режима и диапазона при включении короткого замыкания. В режиме стабилизации напряжения (CV) это эквивалентно программированию нулевого напряжения. В режиме стабилизации тока (CC) это эквивалентно программированию максимального тока для заданного диапазона тока. В режиме стабилизации сопротивления (CR) это эквивалентно программированию минимального сопротивления для заданного диапазона сопротивления.

Имейте в виду, что включение короткого замыкания в режиме стабилизации напряжения (CV) может привести к превышению программного предела тока, в результате чего может отключиться вход.

Включение короткого замыкания не влияет на запрограммированные установки параметров. После выключения короткого замыкания вход электронной нагрузки возвращается к ранее запрограммированным значениям параметров.

### Включение и выключение входа

Вход модуля можно включать и выключать с передней панели или через шину GPIB (команда **INPUT ON|OFF**). Включение-выключение входа не использует установку скорости изменения нагрузки, поэтому состояние входа изменяется с максимальной скоростью изменения нагрузки.

Выключение входа (нулевой ток) не влияет на запрограммированные установки параметров. После включения входа восстанавливаются ранее запрограммированные значения параметров. Имейте в виду, что команда включения-выключения входа имеет приоритет над командами выбора режима работы и командой включения-выключения короткого замыкания.

## 2.10 Защитные функции

Каждый модуль нагрузки обладает следующими защитными функциями:

- Защита от перенапряжения
- Защита от токовой перегрузки (аппаратная и программная)
- Защита от превышения допустимой мощности
- Защита от перегрева
- Защита от обратного напряжения

В случае срабатывания любой из указанных выше функций защиты устанавливаются в состояние лог. 1 соответствующие биты в регистрах состояния базового блока. Кроме того, зажигается вспомогательный индикатор **Prot**, и буквенно-цифровой дисплей на передней панели индицирует обнаруженное состояние неполадки. Например, в случае обнаружения состояния перегрева (OT), приводящего к выключению входа модуля (защитное отключение, PS), на дисплее появляется сообщение "**PS OT**".

### Восстановление защитных функций после их срабатывания

Все защитные функции защелкиваются после срабатывания. Исключением являются функции аппаратной защиты от токовой перегрузки и защиты от обратного напряжения. Восстановление (приведение в исходное состояние) защитных функций возможно как с передней панели, так и через шину GPIB (команды **\*RST** или **INP:PROT:CLE**). Разумеется, предварительно необходимо устранить состояние, которое привело к срабатыванию защиты, иначе защитная функция снова сработает после ее восстановления.

#### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Для защиты электронной нагрузки от возможного повреждения не допускается превышение максимально допустимого входного напряжения, указанного в бюллетене технических данных, который прилагается к каждому модулю. Ни в коем случае не подавайте переменное сетевое напряжение на входные клеммы модуля.

## Защита от перенапряжения

В схеме защиты от перенапряжения установлен определенный предельный уровень напряжения, который не допускает изменения. После срабатывания защиты от перенапряжения модуль пытается ограничить уровень напряжения путем отвода тока от источника. Модуль ограничивает значение отводимого тока таким образом, чтобы не допустить превышения номинальной мощности. При возникновении состояния перенапряжения устанавливаются в состояние лог. 1 биты регистра состояния перенапряжения (OV) и неполадки с напряжением (VF). Они остаются в этом состоянии, пока не будет восстановлена защитная функция, как описано выше.

Состояние перенапряжения не приводит к выключению входа модуля. Однако на соединитель управления на задней панели модуля (конт. А6) выводится сигнал **Fault**, который указывает на то, что возникло состояние перенапряжения или обратного напряжения. Сигнал **Fault** фиксируется в состоянии лог. 1 (высокий уровень TTL), когда переходит в состояние лог. 1 бит VF в регистре состояния. Выходной сигнал неполадки (Fault) можно использовать для управления внешним защитным выключателем или реле для отключения входа электронной нагрузки от тестируемого источника, когда возникает состояние перенапряжения или обратного напряжения.

## Защита от токовой перегрузки

Электронная нагрузка снабжена функциями аппаратной и программной защиты от токовой перегрузки.

### Аппаратная защита

При работе в режиме стабилизации сопротивления или напряжения может случиться так, что модуль попытается отводить более высокий ток, чем тот, на который он рассчитан. В этом случае ток нагрузки ограничивается схемой ограничения тока, причем уровень ограничения установлен на значение тока, слегка превышающее предельно допустимый ток модуля. Это защищает электронную нагрузку и объект испытаний от превышения допустимых пределов. Схема аппаратного ограничения тока не выключает вход модуля. При возникновении состояния токовой перегрузки (OC) устанавливается в состояние лог. 1 бит OC в регистре состояния. Он возвращается в состояние лог. 0, когда будет устранено состояние токовой перегрузки.

### Программная защита

В дополнение к аппаратной защите от токовой перегрузки электронная нагрузка дает пользователю возможность задать предельное значение тока в программе, которая отключает вход модуля в случае превышения этого предельного значения. Эту функцию можно запрограммировать только через шину GPIB. Ее включают и выключают с помощью команды **CURR:PROT:STATE ON|OFF**. Программный уровень предельного тока (в амперах) устанавливают с помощью команды **CURR:PROT**. С помощью команды **CURR:PROT:DEL** задается программируемая задержка (в секундах) срабатывания защиты от токовой перегрузки. Модуль выключается, если будет превышен программный предел тока в течение времени, превышающего запрограммированное значение задержки. При этих условиях устанавливаются в состояние лог. 1 биты OC и PS (защитное отключение) в регистре состояния, которые остаются в этом состоянии, пока не будет устранено состояние токовой перегрузки, как описано выше.

## Защита от превышения допустимой мощности

Граница предельно допустимой мощности устанавливается программой, которая контролирует входной ток и входное напряжение. Когда входная мощность превысит предельно допустимое значение, модуль нагрузки устанавливает в состояние лог. 1 бит OP в регистре состояния, который возвращается в состояние лог. 0 при исчезновении состояния превышения допустимой мощности. Если состояние превышения допустимой мощности сохраняется в течение 3 секунд, то отключается входная цепь модуля нагрузки; при этом фиксируются в состоянии лог. 1 биты OP и PS. Входная цепь остается отключенной, и биты OP и PS остаются в состоянии лог. 1, пока не будет восстановлена функция защиты. Разумеется, если не будет устранено состояние превышения допустимой мощности, нагрузка снова автоматически выключится.

## Защита от перегрева

Каждый модуль снабжен схемой защиты от перегрева (OT), которая отключает вход, если внутренняя температура превысит безопасные пределы. Когда срабатывает схема защиты от перегрева, устанавливаются в состояние лог. 1 биты OT и PS в регистре состояния, которые остаются в этом состоянии до момента их сброса. Если в момент сброса продолжает сохраняться состояние перегрева, вход модуля остается отключенным. Поэтому вам следует подождать, пока не остынет модуль, прежде чем восстанавливать функцию защиты от перегрева. Вентиляторы продолжают работать, чтобы как можно быстрее устранить перегрев блока.

## Защита от обратного напряжения

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Эта функция защищает модуль нагрузки в случае присоединения входных проводов в обратной полярности постоянного напряжения. Если будет обнаружено состояние обратного напряжения (LRV или RRV), выключите питание источника постоянного напряжения и присоедините входные провода в правильной полярности.

Электронная нагрузка проводит обратный ток, когда источник постоянного напряжения присоединен в неправильной полярности. Когда на вход подается обратное напряжение, устанавливаются в состояние лог. 1 биты LRV (локальное обратное напряжение), RRV (дистанционное обратное напряжение) и VF (неполадка с напряжением) в регистре состояния. При устранении состояния обратного напряжения возвращаются в состояние лог. 0 биты LRV и RRV. Однако бит VF остается в состоянии лог. 1 до момента его сброса. Как описано выше, выходной сигнал **Fault** на соединителе управления отслеживает состояние бита VF. Сигнал **Fault** можно использовать для управления внешним реле, чтобы отключать модуль от источника постоянного напряжения при возникновении состояния обратного напряжения. Эта функция обнаруживает также обратное напряжение на измерительных выводах SENSE.

### Считывание ошибок дистанционного программирования

Ошибки дистанционного программирования можно считывать через шину GPIB (запрос **SYST:ERR?**) или с передней панели. При возникновении ошибок дистанционного программирования загорается вспомогательный индикатор **Err**. Ошибки обозначаются отрицательными номерами, сгруппированными в блоки по 100 следующим образом:

- 1xx Командные ошибки
- 2xx Ошибки исполнения команд
- 3xx Ошибки, относящиеся к устройствам
- 4xx Ошибки в запросах

Запрос **SYST:ERR?** считывает ошибки в порядке их возникновения (очередь ошибок может содержать до 30 пунктов). После того, как будет считана ошибка, она удаляется из списка. Значение 0 указывает на отсутствие ошибки, поэтому после того, как будут считаны все ошибки в списке, результатом считывания будет 0. При нажатии клавиши **Error** индицируется лишь номер ошибки. Запрос **SYST:ERR?** выводит на компьютер номер ошибки и краткое ее описание. Обращайтесь к Приложению В в *Руководстве по программированию*.

Ошибки локального программирования, возникающие при операциях на передней панели, не вносятся в список ошибок, однако сразу же индицируются на дисплее блока, например, "OUT OF RANGE".

### Сообщения о состояниях

Электронная нагрузка обладает способностью вывода сообщений о своем состоянии. Пользователь определяет, какие именно состояния подлежат выводу в виде сообщений. В главе 5 *Руководства по программированию* описаны все регистры состояния в электронной нагрузке. (Все эти регистры, в том числе регистры состояния каналов, поддерживаются в базовом блоке). Имейте в виду, что одна и та же информация содержится в регистрах состояния каналов и регистрах сомнительных состояний, однако регистры каналов организованы по каналам, а регистры сомнительных состояний организованы по неполадкам. Таким образом, в зависимости от того, какие каналы и/или неполадки являются наиболее критичными в вашем применении, вы можете использовать одну ветвь для быстрой локализации выбранных неполадок, а другую ветвь для вывода более широких сообщений о неполадках. Зная, что только конкретная неполадка (ветвь сомнительных состояний) или конкретный канал (ветвь каналов) имеет разрешение для инициирования запроса на обслуживание, вы можете устранить необходимость считывания одного или нескольких регистров для локализации неполадки.

## 2.11 Сохранение и вызов наборов параметров

Электронная нагрузка содержит внутренние регистры памяти, в которые можно занести установки параметров для каждого модуля (режим работы, ток, напряжение, сопротивление, скорость изменения параметра, альтернативный уровень и т.д.). Впоследствии вы можете вызывать эти наборы параметров из памяти, благодаря чему экономится время на программирование.

Текущие наборы параметров для всех каналов заносят в определенный регистр (0 ÷ 9) с передней панели или через шину GPIB (команда **\*SAV**). Все параметры сохраняются в определенной ячейке памяти базового блока. Наборы параметров, занесенные в ячейки памяти с номерами 1 ÷ 6, не сохраняются после выключения питания блока. Однако команда **\*SAVE 0** заносит параметры в энергонезависимую (долговременную) память, и при следующем включении электронной нагрузки они вводятся в действие. Кроме того, в энергонезависимую память заносится также содержание ячеек памяти 7 ÷ 9. Эти ячейки памяти используются для хранения списков.

Вы можете вызвать сохраненные установки параметров из определенного регистра (0 ÷ 9) с передней панели или через шину GPIB (команда **\*RCL**). У всех параметров для каждого модуля, которые были занесены в память командой **\*SAV**, устанавливаются занесенные в память значения. При включении питания электронной нагрузки автоматически выполняется команда **\*RCL 0**, которая вызывает значения параметров, занесенные в ячейку 0 энергонезависимой памяти.

Вы можете вызвать принятые по умолчанию заводские установки параметров с передней панели или через шину GPIB (команда **\*RST**).

Помните о том, что операции сохранения (Save) и вызова (Recall) параметров действуют для всех каналов, а не только для выбранного в данный момент канала.

## 2.12 Сигналы внешнего управления

На задней панели каждого модуля имеется 14-контактный соединитель. Ниже описаны сигналы, передаваемые через этот соединитель. За информацией по присоединению обращайтесь к главе 3.

### Входы дистанционного измерения

Входы дистанционного измерения **+S** и **-S** можно использовать в режимах стабилизации напряжения и сопротивления. Благодаря устранению влияния неизбежного падения напряжения на проводах присоединения нагрузки дистанционное измерение обеспечивает более высокую точность измерения и регулирования, поскольку электронная нагрузка при этом осуществляет регулирование (стабилизацию) непосредственно на выходных клеммах источника.

### Контрольные выходы

Сигналы контроля тока (конт. A11) и контроля напряжения (конт. A10) индицируют входной ток и напряжение. Сигнал 0 ÷ +10 В на соответствующем выходе индицирует входной ток или напряжение от нуля до верхнего предела. Для контроля входного напряжения или тока можно подключить внешний цифровой вольтметр или осциллограф.

### Вход внешнего программирования

Для программирования режимов стабилизации тока и напряжения можно использовать сигнал (переменного или постоянного напряжения), подаваемый на вход внешнего программирования (конт. A8). Внешний сигнал 0 ÷ 10 В соответствует диапазону входного параметра от нуля до верхнего предела в режиме стабилизации тока или напряжения. Внешний сигнал программирования комбинируется со значением, запрограммированным через шину GPIB или с передней панели. Например, если запрограммировано значение, равное половине верхнего предела, и подается 5-вольтовый внешний сигнал программирования, то на входе получается значение, равное верхнему пределу.

На рис. 2-9 показана осциллограмма входного тока, полученная при следующих установках параметров:

- Режим стабилизации тока (CC)
- Верхний предел 60 А
- Входной ток 20 А (запрограммирован через шину GPIB или с передней панели)
- Внешний сигнал программирования – синусоидальное напряжение  $\pm 1$  В (размах 2 В) с частотой 1 кГц



Внешний сигнал программирования  $\pm 1$  В соответствует  $\pm 6$  А изменения входного тока (1 В внешнего сигнала программирования = 1/10 верхнего предела). Таким образом, входной ток изменяется на  $\pm 6$  А на уровне 20 А.

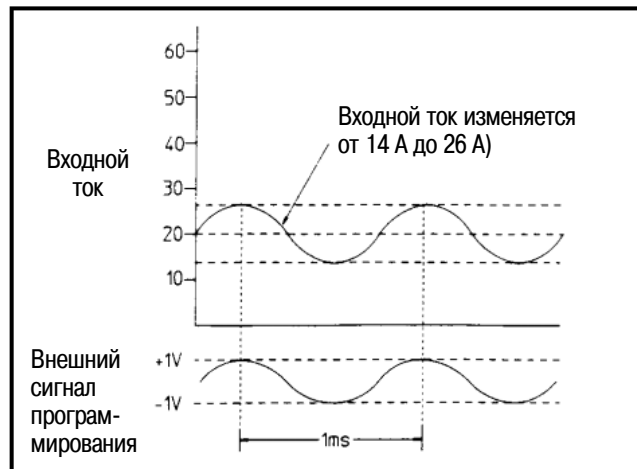


Рис. 2-8 Пример внешнего программирования

### Сигнал индикации неполадки (Fault)

Сигнал индикации неполадки становится активным (переключается в состояние лог. 1), когда на входе возникает перенапряжение или обратное напряжение, как описано в разделе 2.10.

### Включение и выключение порта

Выходной порт общего назначения можно использовать для управления таким внешним устройством, как реле, для целей тестирования источников питания. Выход включается и выключается через шину GPIB (команда **PORT0 ON|OFF**). Этот порт невозможно включать и выключать с передней панели.

На выходе порта действует выходной сигнал в стандарте TTL, который становится активным (переключается в состояние лог. 1; т.е. на высокий уровень), когда команда **PORT** запрограммирована на **ON**, и переключается в состояние лог. 0 (низкий уровень), когда команда **PORT** запрограммирована на **OFF**.

## 2.13 Измерение входных параметров

На передней панели индицируются результаты измерений входного тока, напряжения и мощности у каждого модуля.

Когда действует дистанционное управление, можно проинструктировать модуль на измерение входного напряжения, тока или мощности путем отправки соответствующей команды запроса (например, **MEAS:CURR**). Результат считывается, когда электронная нагрузка адресована на передачу (talk). Измерения напряжения и тока производятся с разрешением около 16 битов от верхнего предела. На основе этих данных вычисляется мощность. Напряжение и ток измеряются одновременно, поэтому результат вычисления мощности является корректным.

Все измерения выполняются путем оцифровки мгновенных значений входного напряжения и тока при определенном количестве выборок и определенном интервале между выборками. Эти данные заносятся в буфер, затем вычисляется результат измерения. Многие параметры измерений допускают программирование. К ним относится количество выборок, интервал между выборками и метод запуска. Имейте в виду, что существует компромисс между этими параметрами и быстродействием измерений, точностью и стабильностью измерений в присутствии шумов. Это описано в *Руководстве по программированию*.

В состоянии поставки с завода индицируемые на передней панели результаты измерений входного напряжения и тока вычисляются из 1000 отсчетов, снятых с интервалом дискретизации 10 мкс. На передней панели нет органов управления запуском измерений. Однако вы можете запрограммировать с помощью команд в меню SENSE интервал дискретизации и количество точек данных в каждом виде измерений, индицируемых на передней панели. Это позволяет повысить точность измерений для сигналов с частотой в несколько герц.

Размер буфера выборок можно выбрать от 1 до 4096 точек данных. Интервал дискретизации можно установить в пределах от 0,00001 с до 0,032 с. Эти значения округляются с точностью до 10 мкс.

### Измерение постоянного напряжения и тока

Измерение постоянного напряжения и тока производится путем сбора ряда отсчетов с выбранным временным интервалом и с применением к отсчетам функции цифровой фильтрации в окне, а также с усреднением показаний. Цифровая фильтрация представляет собой процесс обработки сигнала, который снижает погрешность измерений постоянного напряжения и тока в присутствии таких периодических сигналов, как сетевые пульсации и наводки. При включении питания и после команды **\*RST** устанавливается интервал и количество точек выборок для сбора измерительных данных. Степень подавления пульсаций и наводок зависит от количества периодов этих паразитных сигналов, попадающих в окно сбора данных. Чем больше это количество периодов, тем лучше подавляются паразитные сигналы. Быстродействие измерений можно повысить путем уменьшения количества точек выборок.

Для измерения входного постоянного напряжения или тока с помощью органов управления на передней панели следует нажать клавишу **Meter**. На дисплее индицируются текущие показания напряжения и тока. Выберите интересующий вас вид измерения. Чтобы измерить напряжение или ток через шину GPIB, пользуйтесь командой **MEAS:VOLT?** или **MEAS:CURR?**.

### Измерение среднеквадратического значения

Чтобы измерить среднеквадратическое (эффективное) значение входного напряжения или тока, нажмите клавишу **Meter** и перейдите к командам меню V RMS или A RMS. Чтобы измерить среднеквадратическое (эффективное) значение входного напряжения или тока через шину GPIB, пользуйтесь командами **MEAS:VOLT:ACDC?** и **MEAS:CURR:ACDC?**.

Это выводит полный результат измерения среднеквадратического значения, включая постоянную составляющую.

### Измерение максимальных и минимальных значений

Чтобы измерить максимальное или минимальное значение напряжения или тока, нажмите клавишу **Meter** и перейдите к командам меню V MAX, V MIN, A MAX или A MIN. Минимумом является наименьшее значение в наборе данных, максимумом является наибольшее значение в наборе данных. Чтобы измерить максимальное или минимальное значение напряжения или тока через шину GPIB, пользуйтесь командами **MEAS:VOLT:MAX?** / **MEAS:VOLT:MIN?** или **MEAS:CURR:MAX?** / **MEAS:CURR:MIN?**.

### Измерение мощности

Чтобы измерить среднюю, максимальную или минимальную мощность, нажмите клавишу **Meter** и перейдите к командам меню WATTS, W MAX или W MIN. Мощность вычисляется на основе результатов последних измерений напряжения и тока. Чтобы измерить мощность через шину GPIB, пользуйтесь командой **MEASure:POWer?**.

### Измерительные диапазоны

Электронная нагрузка имеет два измерительных диапазона. Команды, которые управляют измерительными диапазонами с передней панели, находятся в меню **Sense**. Чтобы изменить измерительные диапазоны, перейдите к командам S:C:RNG или S:V:RNG и введите значение, которое попадает в диапазон, который вы хотите установить. Электронная нагрузка выбирает диапазон, обеспечивающий наилучшую разрешающую способность для этого значения. Соответствующие команды SCPI для установки диапазона: **SENS:CURR:RANG** и **SENS:VOLT:RANG**.



## 3 Установка

### 3.1 Обследование состояния прибора

При получении прибора обследуйте его состояние на предмет выявления возможных транспортных повреждений. При обнаружении повреждений незамедлительно сообщите об этом экспедитору и в ближайший сервисный центр компании Agilent Technologies.

#### Упаковочные материалы

Пока вы не проверите функционирование электронной нагрузки, не выбрасывайте коробку и упаковочные материалы, которые могут пригодиться вам в случае возможного возврата прибора изготовителю. При возврате прибора для технического обслуживания (ремонта) прикрепите к нему этикетку с указанием номера модели и владельца прибора. Приложите также краткое описание неисправности или неполадки.

#### Состав комплекта поставки

К электронной нагрузке прилагаются перечисленные ниже изделия. Некоторые из них установлены в блок.

Таблица 3-1 Прилагаемые изделия

Изделие	Номер для заказа	Описание
Сетевой шнур	Обращайтесь в ближайший сервисный центр компании Agilent Technologies	Сетевой шнур, рассчитанный на подключение к вашей электросети
Соединитель для цифровых сигналов и запуска	0360-2693	6-контактный соединитель для входа и выхода сигналов запуска и цифровых сигналов
Соединитель управления	0360-2870	14-контактный соединитель управления для подключения проводов дистанционных измерений
Опорные ножки	5041-8801	Опорные ножки для установки на столе
Руководство для пользователя	5964-8196	Содержит описание установки и проверки прибора, а также описание операций на передней панели
Руководство по программированию	5964-8198	Содержит подробную информацию по программированию GPIB

#### Очистка от загрязнений

Для чистки внешних частей кожуха пользуйтесь сухой или слегка увлажненной водой тряпкой. Не пытайтесь чистить прибор внутри.

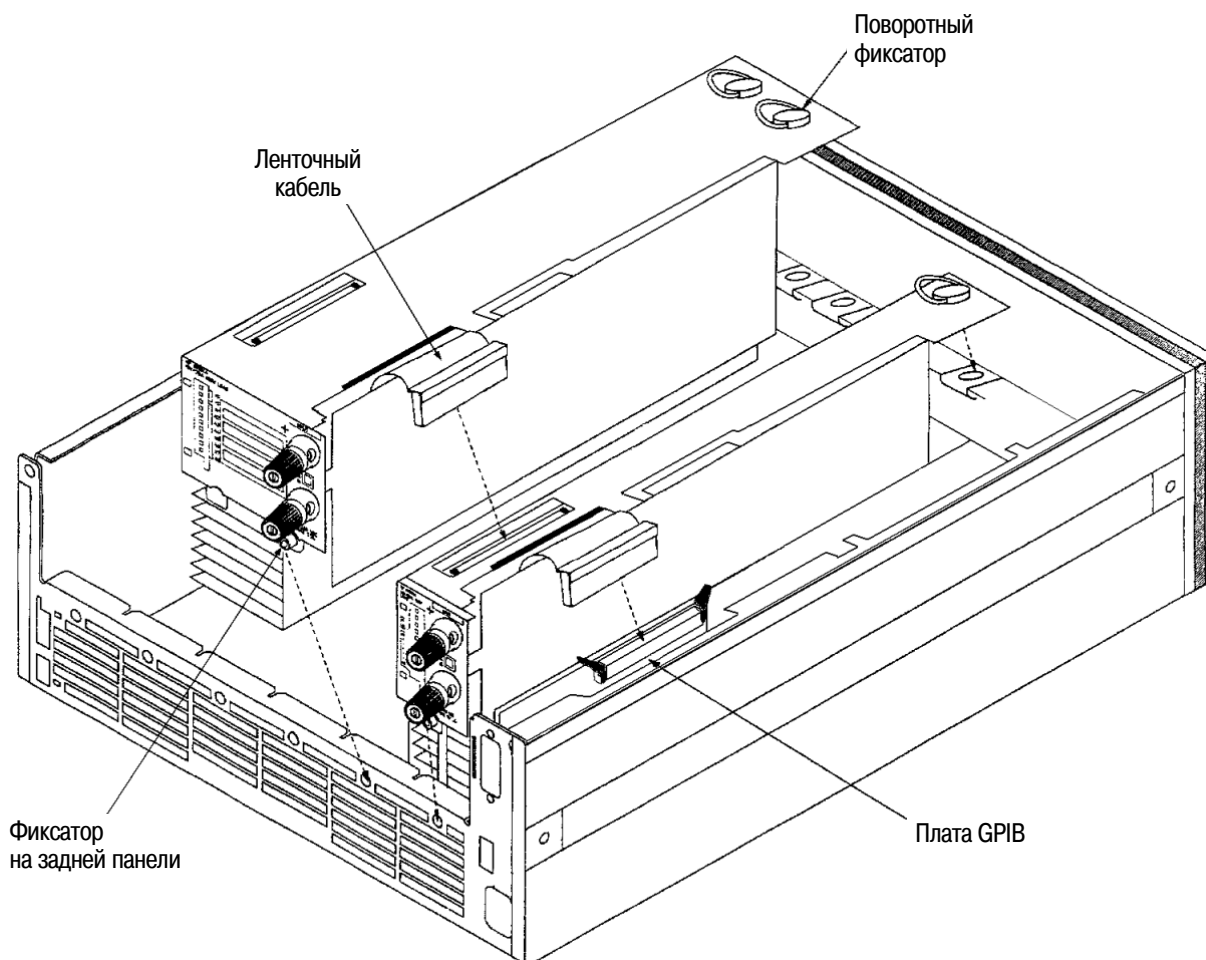
#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Во избежание поражения электрическим током отсоединяйте прибор от электросети, прежде чем приступать к очистке от загрязнений.

## 3.2 Установка модулей

### 3.2.1 Процедура установки

1. Выключите питание базового блока, отсоедините сетевой шнур и снимите верхнюю крышку; для этого выверните крепежные винты отверткой с плоским лезвием.
2. Удалите из базового блока всякие упаковочные материалы.
3. Возьмите модуль за поворотный фиксатор и входные соединители. Это уменьшает вероятность повреждения компонентов на печатной плате, чувствительных к статическому электричеству.
4. Начинайте установку модулей с посадочного места, ближайшего к плате GPIB (см. рис. 3-1).



**Рис. 3-1** Иллюстрация процедуры установки модуля

5. Закрепите модуль на месте с помощью поворотного (на четверть оборота) фиксатора и винта с рифленой головкой на задней панели. Затяните этот винт вручную.
6. Присоедините ленточный кабель к ближайшему штыревому соединителю на плате GPIB (или на соседнем модуле). Проследите за обеспечением плотной посадки соединителя.
7. Если нужно, устанавливайте каждый модуль в посадочное место рядом с предыдущим модулем. Действуйте при этом, как описано выше (пункты 3 ÷ 6).
8. После установки всех модулей установите на место верхнюю крышку.
9. Присоедините сетевой шнур.

### 3.2.2 Номер канала

Номер канала у определенного модуля определяется положением этого модуля относительно платы GPIB. Например, модуль, установленный рядом с платой GPIB, всегда является каналом № 1. Нумерация продолжается последовательно, поэтому максимальный номер канала в вашей системе имеет модуль, установленный дальше всех от платы GPIB.

На рис. 3-2 показана нумерация каналов у базового блока электронной нагрузки Agilent N3300A, содержащего модуль одинарной ширины N3304A и модуль двойной ширины N3305A. Каждому модулю автоматически присваивается один номер канала в соответствии с порядком его установки в базовом блоке. Максимальное количество каналов равно шести для базовых блоков N3300A или двум для базовых блоков N3301A.

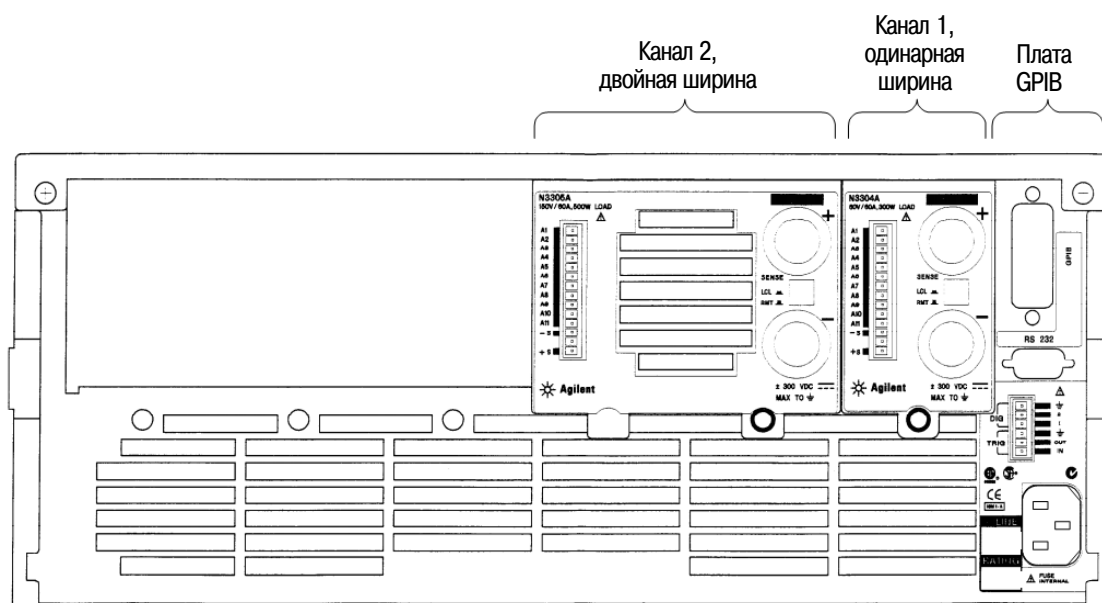


Рис. 3-2 Пример нумерации каналов

### 3.3 Место установки блока

Размерные эскизы блоков приведены на рис. 3-3А и 3-3В. Блок электронной нагрузки должен быть установлен в таком месте, где обеспечивается свободное пространство по бокам и с задней стороны блока, достаточное для надлежащей циркуляции воздуха (см. подраздел 3.3.1).

#### 3.3.1 Установка на столе

Для принудительного охлаждения блока служат вентиляторы, которые всасывают воздух через верхнюю крышку и боковины, а отводят воздух сзади. При установке блока на столе следует обеспечить зазоры до соседних объектов не менее 25 мм со всех сторон.

**Не загромождайте выпускные вентиляционные отверстия в задней части блока.**

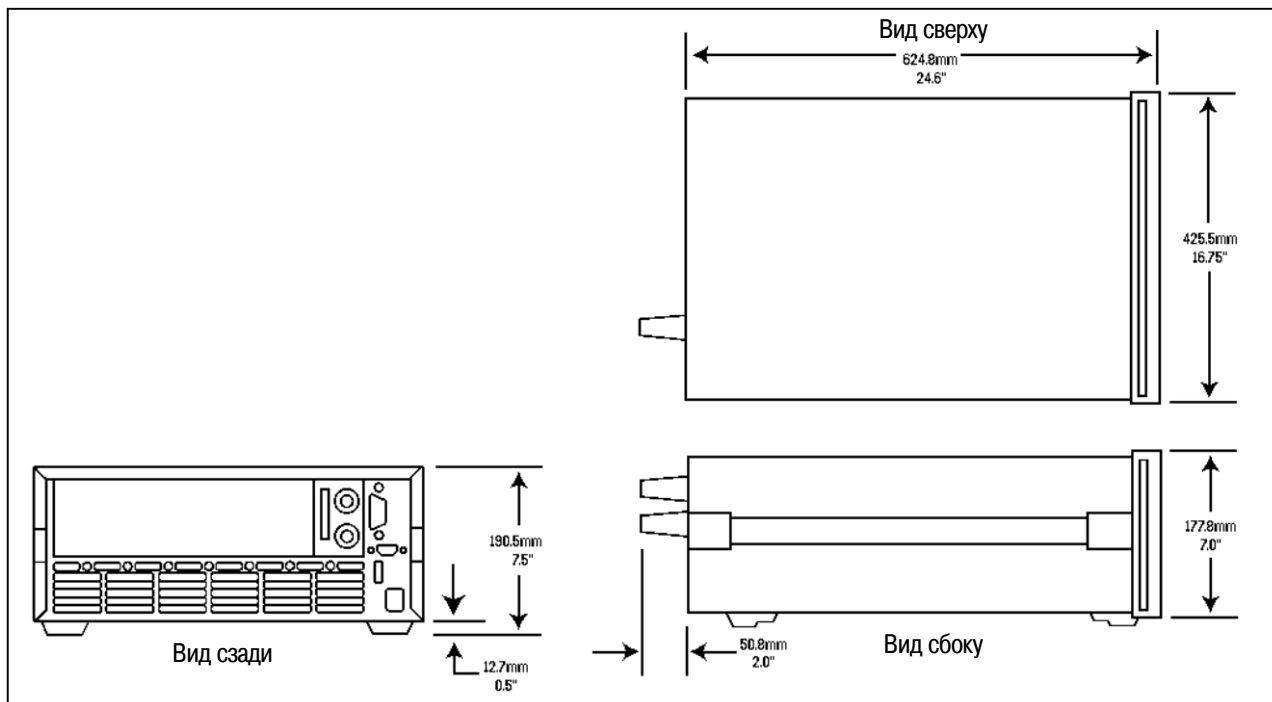


Рис. 3-3А Размерный эскиз блока N3300A

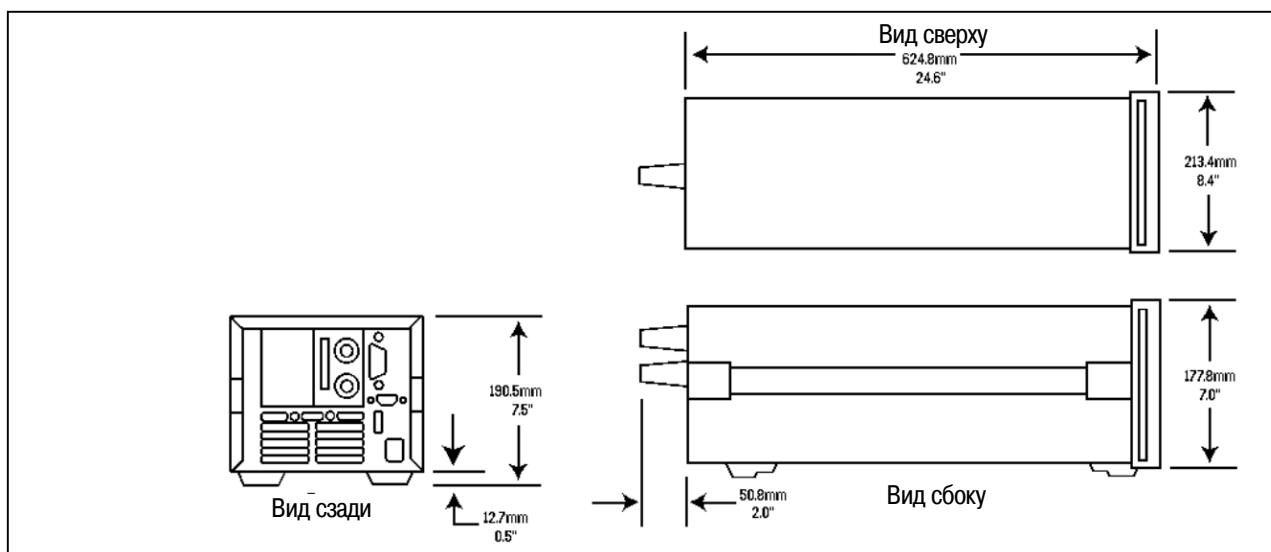


Рис. 3-3В Размерный эскиз блока N3301A

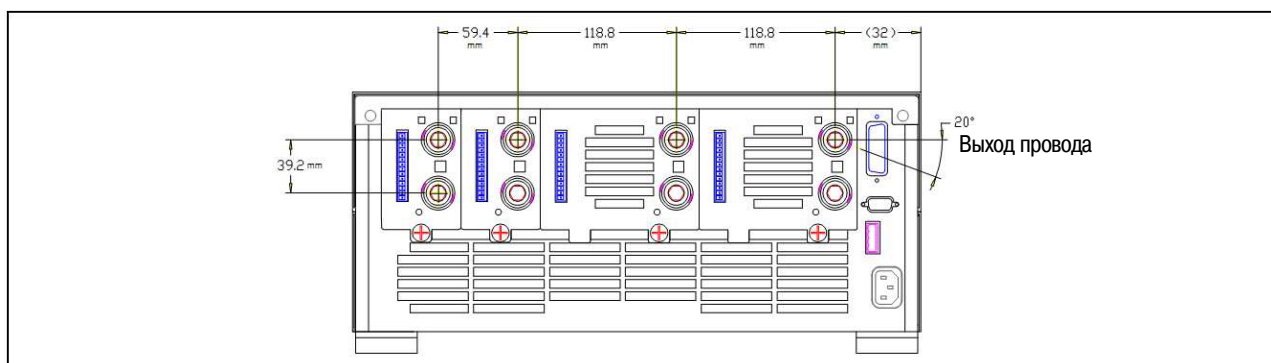


Рис. 3-3С Расположение соединителей у блока N3300A

### 3.3.2 Монтаж в стойку

Базовый блок электронной нагрузки N3300A можно установить в стандартную 19-дюймовую стойку или в шкаф. Существуют комплекты для монтажа в стойку в виде опций 908 и 909 (с ручками). Для монтажа в стойку нужны также опорные рельсы. Они обычно поставляются со шкафом и *не входят* в состав комплектов для монтажа в стойку.

Блок электронной нагрузки N3301A можно также установить в стандартную 19-дюймовую панель стойки с использованием комплекта для монтажа в стойку, опция 908 (см. рис. 3-4). В виде опции 800 существует монтажный комплект для соединения в стойке двух блоков половинной ширины. Опцию 800 следует также применять, когда вы устанавливаете другие приборы рядом с блоком электронной нагрузки N3301A. Для монтажа в стойку нужны также опорные рельсы. Они обычно поставляются со шкафом и не входят в состав комплектов для монтажа в стойку.

Если вы устанавливаете оборудование выше блока электронной нагрузки в шкафу, установите холостую панель над блоком, чтобы обеспечить достаточное пространство для циркуляции воздуха. Здесь достаточно панели единичной (1U) высоты (стандарт EIA RS-310-C), как показано на рис. 3-4. Если в шкафу имеется вентилятор для циркуляции воздуха, избегайте установки блока электронной нагрузки слишком близко к вентилятору шкафа, который может ограничивать поток воздуха через кожух блока электронной нагрузки.

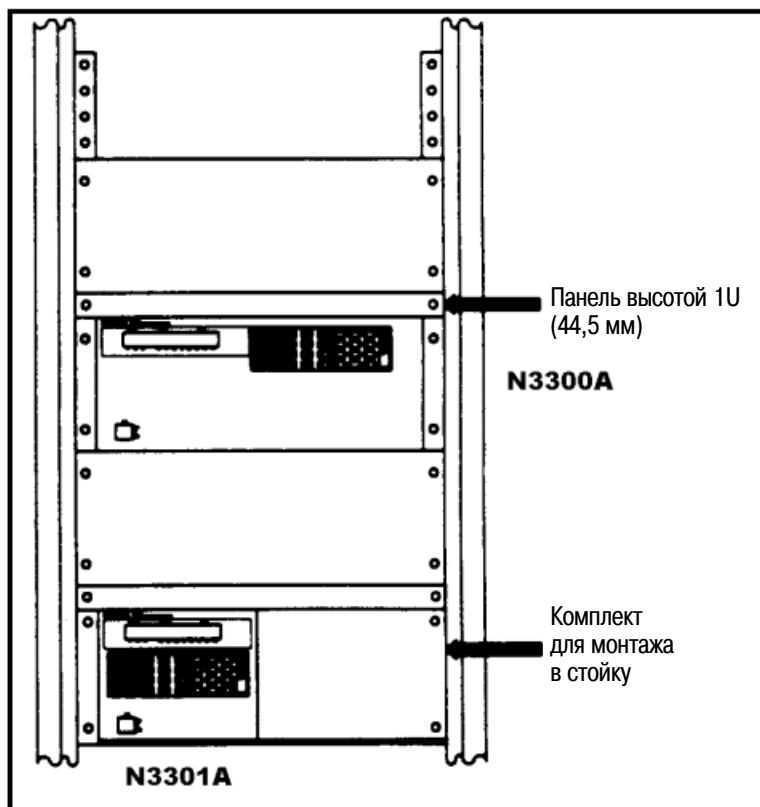


Рис. 3-4 Установка блоков в стойку

## 3.4 Входные соединения

### 3.4.1 Сетевой шнур

Присоедините сетевой шнур к соединителю IEC 320 на задней панели блока. Если вы получите с вашим блоком неподходящий сетевой шнур, обращайтесь в ближайший сервисный центр компании Agilent Technologies, чтобы получить подходящий сетевой шнур. На рис. 3-5 показаны варианты исполнения и номера для заказа разных сетевых шнуров.

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

**Опасность поражения электрическим током!** Сетевой шнур обеспечивает заземление шасси через третий провод защитного заземления. Вилка сетевого шнура должна подключаться к сетевой розетке, снабженной контактом защитного заземления.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Отсоединяемый сетевой шнур можно использовать в качестве средства экстренного отсоединения прибора от сети. Если вынуть сетевой шнур из соединителя на задней панели, то прибор будет полностью отсоединен от сети.






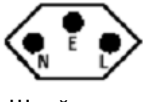





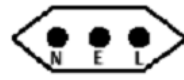

<b>Номер опции</b> <b>Номер для заказа</b>	<b>900</b> 8120 - 1351  Великобритания	<b>901</b> 8120 - 1369  Австралия и Новая Зеландия	<b>902</b> 8120 - 1689  Европа	<b>903</b> 8120 - 4383  США, Канада
<b>Номер опции</b> <b>Номер для заказа</b>	<b>904</b> 8120 - 0698  США, Канада	<b>906</b> 8120 - 2104  Швейцария	<b>912</b> 8120 - 2956  Дания	<b>917</b> 8120 - 4211  Южная Африка, Индия
<b>Номер опции</b> <b>Номер для заказа</b>	<b>918</b> 8120 - 4753  Япония	<b>919</b> 8120 - 6800  Израиль	<b>920</b> 8120 - 6869  Аргентина	<b>921</b> 8120 - 6980  Чили
<b>Номер опции</b> <b>Номер для заказа</b>	<b>922</b> 8120 - 8376  Китай	L – фазный провод N – нейтральный провод E – провод защитного заземления		

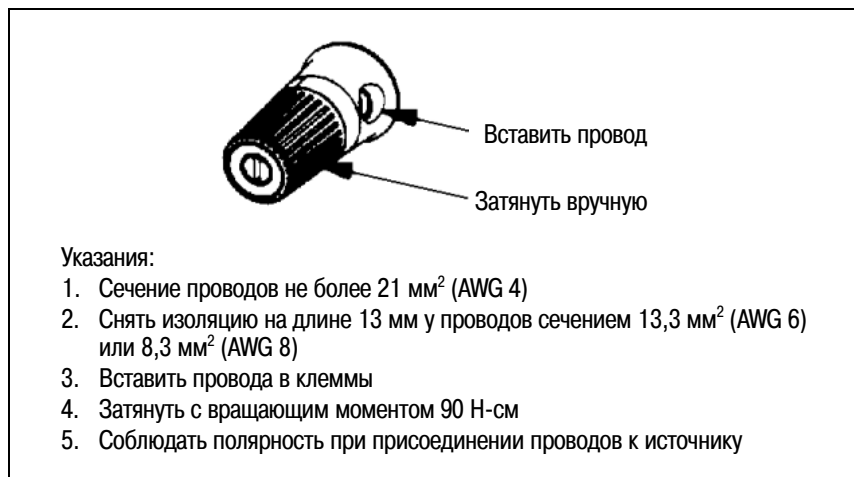
Рис. 3-5 Конфигурации сетевых шнуров



### 3.4.2 Клеммы с рифленой головкой

На задней панели расположены стандартные клеммы с рифленой головкой, которые используются для присоединения проводов непосредственно к задней части модулей.

У каждого модуля предусмотрены две клеммы ("+" и "-") для присоединения к электронной нагрузке входных проводов без наконечников (см. рис. 3.6а). Соединения выполняют следующим образом:



**Рис. 3-6а** Клемма с рифленой головкой

1. Снимите у проводов изоляцию на длине:
  - 16 мм у проводов сечением AWG 4 (21 мм<sup>2</sup>)
  - 13 мм у проводов сечением AWG 6 (13,3 мм<sup>2</sup>) или AWG 8 (8,3 мм<sup>2</sup>)
  - 10 мм у проводов сечением AWG 10 (5,3 мм<sup>2</sup>) и ниже
2. Сечение проводов не должно превышать 21 мм<sup>2</sup> (AWG 4). Рекомендуется применять многожильный медный провод AWG 6 или AWG 8. Если вы присоединяете к клемме несколько проводов, скрутите их, чтобы обеспечить хороший контакт при затяжке клеммы.
3. Вставьте провод в отверстие клеммы.

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание случайного контакта с опасным напряжением следите за тем, чтобы зачищенные концы проводов не выступали из клемм.

4. Вручную затяните рифленую головку, чтобы зажать провод в клемме. Если вы пользуетесь отверткой с плоским лезвием, затяните рифленую головку с вращающим моментом 90 Н-см.

#### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Не наносите на клеммы смазочные материалы или средства для чистки контактов. Некоторые химикаты могут вызвать повреждение материала LEXAN у клемм.

### 3.4.3 Винтовые 8-миллиметровые клеммы (опция UJ1)

Винтовые 8-миллиметровые клеммы (опция UJ1) расположены на задней панели. Они используются для присоединения к модулям нагрузки проводов, снабженных наконечниками.

У каждого модуля предусмотрены два болта диаметром 8 мм ("+" и "-") для присоединения входных проводов (см. рис. 3-6b). Соединения выполняют следующим образом:

1. Прикрепите к входным проводам соединительные лепестки с изолированным кольцевым наконечником. Соединительные лепестки должны иметь отверстие диаметром не менее 8 мм. Для присоединения проводов AWG 4 к 8-миллиметровому стержню рекомендуется применять наконечники AMP (номер для заказа 52266-3). Информацию для заказа этих наконечников вы можете получить на сайте [www.amp.com](http://www.amp.com).
2. Здесь можно применять провода меньшего сечения, чем AWG 4, при условии, что наконечники проводов имеют отверстие диаметром 8 мм.

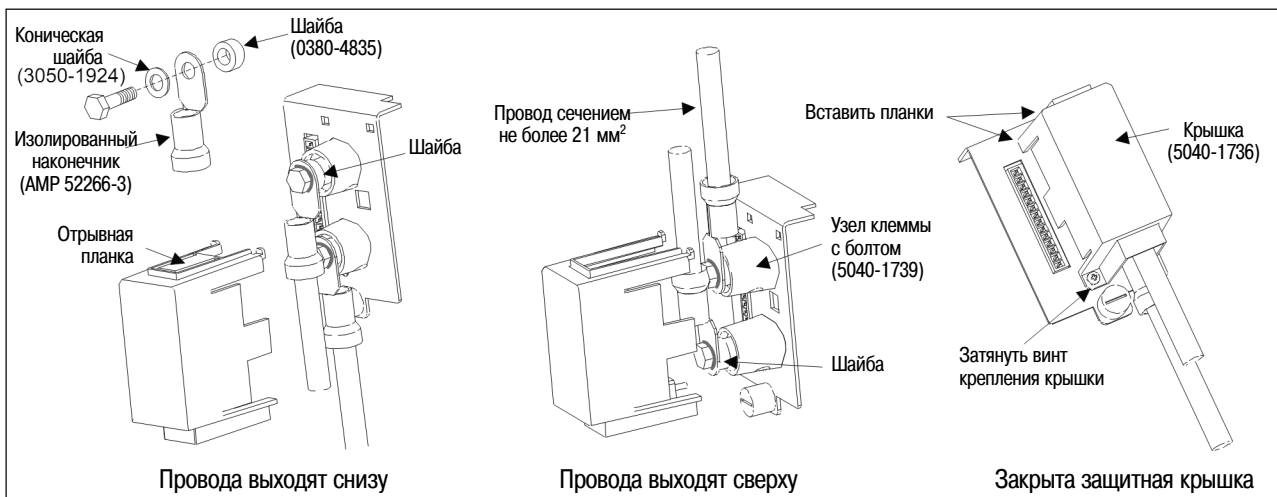


Рис. 3-6b Винтовые 8-миллиметровые клеммы

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Во избежание повреждения изоляции проводов, что может привести к короткому замыканию входа, применяйте прилагаемую шайбу, чтобы сместить входные провода один относительно другого.

3. Прикрепите наконечники проводов к клемме. Установите коническую шайбу между болтом и лепестком наконечника, как показано на развернутом эскизе в левом верхнем углу рис. 3b. Провода могут выходить как сверху, так и снизу. Установите прилагаемую шайбу под соответствующий лепесток наконечника, чтобы провода не мешали друг другу. Если провода выходят сверху, установите эту шайбу на нижней клемме. Если провода выходят снизу, установите эту шайбу на верхней клемме.
4. Затяните болты, чтобы закрепить провода в клеммах. Для обеспечения надежного соединения затягивайте болты с вращающим моментом  $225 \div 280$  Н·см.
5. Удалите соответствующую отрывную планку и установите поверх клемм защитную крышку. Затяните винт крепления крышки Torx T10.

### 3.4.4 Выбор сечения и длины проводов

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Для выполнения требований безопасности провода присоединения нагрузки должны обладать достаточно большим сечением, чтобы они не перегревались под действием тока короткого замыкания выхода устройства, присоединенного к электронной нагрузке. Обращайтесь к таблице 3-2, в которой приведены данные о допустимой токовой нагрузке различных проводов стандартного сечения.

Входные провода присоединяют к клеммам "+" и "-" на задней панели каждого модуля. Важным моментом здесь является выбор сечения и длины проводов. Минимальное сечение проводов, необходимое для предотвращения перегрева, может оказаться недостаточным для обеспечения хорошего регулирования. Рекомендуется применять многожильные медные провода. Сечение проводов должно быть достаточно большим, чтобы падение напряжения на каждом проводе не превышало 0,5 В. В таблице 3-3 указана максимальная длина проводов присоединения нагрузки, при которой падение напряжения на проводах не превышает 0,5 В при разных значениях тока.

Таблица 3-2 Допустимая токовая нагрузка многожильных медных проводов

Сечение проводов		Допустимая токовая нагрузка	Примечания
AWG	мм <sup>2</sup>		
22	0,75	5,0 А	1. Данные для проводов стандарта AWG взяты из стандарта MIL-W-5088В. Данные для проводов метрического стандарта взяты из Публикации IEC 335-1. 2. Допустимая токовая нагрузка для алюминиевых проводов составляет примерно 84% от значений, указанных в таблице для медных проводов. 3. Когда два или несколько проводов связывают в жгут, то допустимая токовая нагрузка для каждого провода снижается следующим образом: 2 провода до 94% 3 провода до 89% 4 провода до 83% 5 проводов до 76% 4. Максимальная температура – окружающей среды: 50°C – проводов: 105°C
20		8,33 А	
18	1,0	10 А	
		15,4 А	
16	1,5	13,5 А	
		19,4 А	
14	2,5	16 А	
		31,2 А	
12	4	25 А	
		40 А	
10	6	32 А	
		55 А	
8	10	40 А	
		75 А	
6		63 А	
		100 А	
4		135 А	

Таблица 3-3 Максимальная длина проводов для ограничения падения напряжения

Сечение проводов		Погонное сопротивление	Макс. длина в метрах (футах) для ограничения падения напряжения до уровня не более 0,5 В						
AWG	мм <sup>2</sup>		5 А	10 А	20 А	30 А	40 А	50 А	60 А
22	0,5	16,15 Ом/кфут	(6)	(3)	(1,5)	(1)	(0,77)	(0,62)	(0,52)
		40,1 Ом/км	2,5	1,2	0,6	0,4	0,31	0,25	0,21
20	0,75	10,16 Ом/кфут	(9,5)	(4,5)	(2)	(1,5)	(1,23)	(0,98)	(0,82)
		26,7 Ом/км	3,7	1,9	0,9	0,6	0,47	0,37	0,31
18	1,0	6,388 Ом/кфут	(15,5)	(7,5)	(3,5)	(2,5)	(2,0)	(1,57)	(1,30)
		20,0 Ом/км	5,0	2,5	1,3	0,8	0,63	0,50	0,42
16	1,5	4,018 Ом/кфут	(24,5)	(12)	(6)	(4)	(3,1)	(2,49)	(2,07)
		13,7 Ом/км	7,3	3,6	1,8	1,2	0,91	0,73	0,61
14	2,5	2,526 Ом/кфут	(39,5)	(19,5)	(9,5)	(6,5)	(4,9)	(3,46)	(3,30)
		8,21 Ом/км	12,2	6,1	3,0	2,0	1,52	1,22	1,01
12	4	1,589 Ом/кфут	(62,5)	(31)	(15,5)	(10,1)	(7,9)	(6,29)	(5,24)
		5,09 Ом/км	19,6	9,8	4,9	3,3	2,46	1,96	1,64
10	6	0,9994 Ом/кфут	(100)	(50)	(25)	(17)	(12,5)	(10,0)	(8,34)
		3,39 Ом/км	29	14,7	7,4	4,9	3,69	2,95	2,96
8	10	0,6285 Ом/кфут	(159)	(79)	(39,5)	(27)	(19,9)	(15,91)	(13,25)
		1,95 Ом/км	51	25	12,8	8,5	6,41	5,13	4,27
6	16	0,3953 Ом/кфут	(252)	(126)	(63)	(40)	(31,6)	(25,30)	(21,07)
		1,24 Ом/км	80	40	20	13,4	10,08	8,06	6,72
4		0,2486 Ом/кфут	(402)	(201)	(100)	(68)	(50,37)	(40,23)	(33,51)

### 3.4.5 Соединитель управления

У каждого модуля имеется 14-контактный соединитель управления, к которому прилагается ответная быстроразъемная вилка (номер для заказа 0360-2870). Этот соединитель предназначен для присоединения проводов дистанционного измерения (SENSE), внешних средств контроля напряжения и тока, входа внешнего программирования и проводов внешнего управления (см. рис. 3-7). Ответная вилка находится в конверте, который прилагается к каждому модулю.

Согласно общепринятым техническим правилам, все провода, присоединяемые к соединителю управления, следует скручивать и экранировать для реализации опубликованных технических характеристик прибора. Прежде чем устанавливать соединитель, присоедините все необходимые провода к ответной вилке.

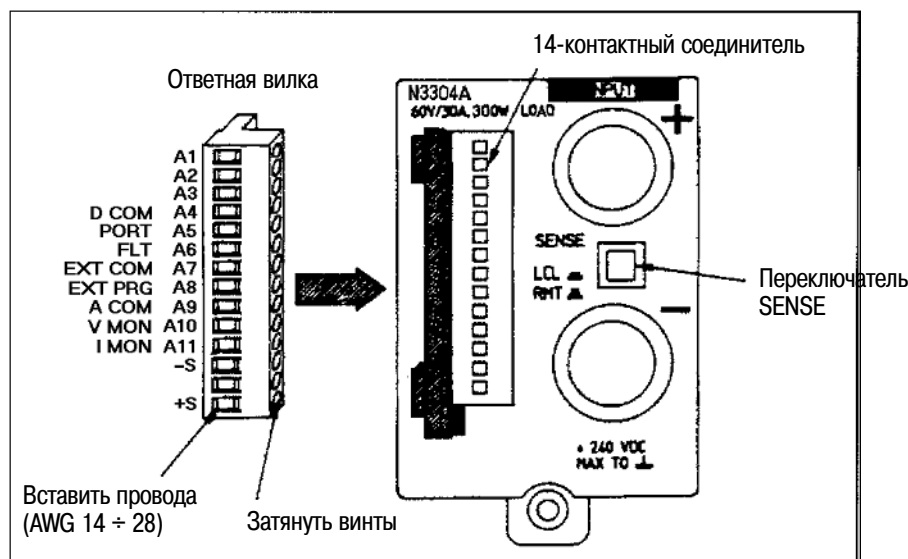


Рис. 3-7 Соединитель управления

- A1 ÷ A3** Не задействованы
- A4** Общий провод для контактных выводов A5 и A6
- A5** TTL-совместимый выходной сигнал, который устанавливается в состояние лог. 1 (высокий уровень), когда команда PORT0 запрограммирована на ON. Этот сигнал можно использовать для управления такими внешними устройствами, как реле, для закорачивания или отсоединения входных клемм модуля, или в качестве цифрового выходного порта общего назначения. При включении питания этот сигнал находится в состоянии лог. 0.
- A6** TTL-совместимый выходной сигнал индикации неполадки, который переключается в состояние лог. 1 (высокий уровень) в случае возникновения неполадки, перенапряжения или обратного напряжения. При включении питания этот сигнал находится в состоянии лог. 0.
- A7** Общий провод для входа внешнего программирования (контактный вывод A8).
- A8** Вход внешнего программирования. Возможно программирование блока в режимах стабилизации тока (CC) и напряжения (CV) с помощью внешнего сигнала переменного или постоянного напряжения от 0 В до +10 В. Этот сигнал может действовать сам по себе или в сочетании со значениями, запрограммированными через шину GPIB или интерфейс RS-232. Таким образом, это обеспечивает возможность наложения сигнала переменного напряжения на уровень постоянной составляющей.
- A9** Общий провод для сигналов контроля тока и напряжения (конт. A10 и A11).
- A11 и A10** Выход контроля входного тока и входного напряжения модуля. Сигнал 0 ÷ +10 В служит для индикации тока или напряжения в диапазоне от нуля до верхнего предела. Сигнал контроля тока подается на конт. A9, а сигнал контроля напряжения – на конт. A10.
- +S и -S** Эти контактные выводы служат для присоединения проводов дистанционного измерения напряжения к испытываемому источнику питания. Дистанционное измерение напряжения можно применять только в режимах стабилизации напряжения и сопротивления, а также при считывании напряжения.

### 3.4.6 Переключатель SENSE

На каждом модуле установлен переключатель SENSE локального (на входе модуля) или дистанционного (на выходе источника) измерения напряжения. Если вы не применяете дистанционное измерение напряжения, следите за тем, чтобы этот переключатель был нажат, т.е. установлен в положение LCL. Дистанционное измерение напряжения применяется в ряде случаев для повышения качества регулирования (стабилизации) напряжения и для повышения точности измерений. За дополнительной информацией обращайтесь к подразделу 3.6.2.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если установить переключатель SENSE в положение дистанционного измерения (RMT), не присоединив измерительные провода к выводам S+ и S-, то модуль будет работать в режиме стабилизации тока (CC), но вход будет отключен в режимах стабилизации напряжения (CV) и сопротивления (CR). Считывание напряжения не будет работать во всех режимах.

### 3.4.7 Соединитель для цифровых сигналов и сигналов запуска

На каждом базовом блоке имеется 6-контактный соединитель с ответной быстроразъемной вилкой, предназначенный для входных и выходных сигналов запуска, а также для двух цифровых выходных линий (см. рис. 3-8).

Согласно общепринятым техническим правилам, все провода, присоединяемые к этому соединителю, следует скручивать и экранировать для реализации опубликованных технических характеристик прибора.

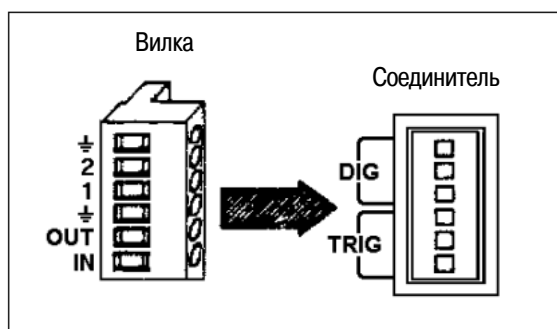


Рис. 3-8 Соединитель для цифровых сигналов и сигналов запуска

- TRIG IN** Это TTL-совместимый вход, который реагирует на низкий уровень внешних сигналов запуска. Подаваемый на этот вход сигнал запуска можно использовать для изменения установок параметров (напряжения, тока, сопротивления и т.д.), для переключения установок уровня в режиме синхронизированного формирования перепадов нагрузки или для генерирования импульса в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки. Внешний сигнал запуска воздействует на любой модуль, у которого есть вход внешнего запуска, задействованный командой TRIG:SOUR:EXT.
- TRIG OUT** Это TTL-совместимый выход, который становится активным (переключается в состояние лог.1) всякий раз, когда электронная нагрузка запускается командой по шине GPIB или сигналом TRIG IN. Этот сигнал можно использовать для запуска внешнего оборудования, например, осциллографа, дискретизатора или другой электронной нагрузки.
- TRIG GND** Общий провод для сигналов запуска. Присоединен непосредственно к шасси.
- DIG 1** Программируемая линия цифрового вывода
- DIG 2** Вторая программируемая линия цифрового вывода
- DIG GND** Общий провод для цифровых сигналов. Присоединен непосредственно к шасси.

## 3.5 Соединения с компьютером

Электронной нагрузкой можно управлять через интерфейс GPIB или через интерфейс RS-232.

### 3.5.1 Интерфейс GPIB

Каждая электронная нагрузка имеет собственный адрес шины GPIB, который можно установить с передней панели с помощью клавиши **Address**, как описано в главе 5. Данные адреса GPIB сохраняются в энергонезависимой (долговременной) памяти. В состоянии поставки электронной нагрузки с завода ее адрес GPIB установлен на 5.

Электронные нагрузки можно присоединять к интерфейсу GPIB в последовательной конфигурации, в звездообразной конфигурации или в комбинации из двух при условии соблюдения следующих правил:

- Общее количество устройств, включая плату интерфейса GPIB, не должно превышать 15.
- Общая длина всех кабелей не должна превышать произведения двух метров на количество соединенных вместе устройств, но не более 20 метров. (Перечень кабелей GPIB, поставляемых компанией Agilent Technologies, приведен в таблице 2-2).
- Не ставьте более трех соединительных блоков вместе на соединитель GPIB.
- Проследите за тем, чтобы были плотно вставлены все соединители и затянуты крепежные винты.

### 3.5.2 Интерфейс RS-232

Электронные нагрузки имеют интерфейс программирования RS-232, который активируется командами в меню **Address** на передней панели. Через программирование RS-232 доступны все применимые команды SCPI. Когда выбран интерфейс RS-232, не действует интерфейс GPIB.

Для соединения RS-232 используется штыревой соединитель DB-9, который показан на рис.3-9. Существуют адаптеры для соединения электронной нагрузки с любым компьютером или терминалом с помощью сконфигурированного соответствующим образом соединителя DB-25 (см. таблицу 2-2).

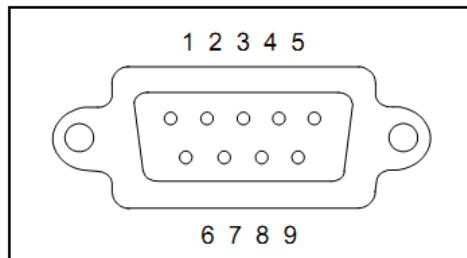


Рис. 3-9 Соединитель RS-232

Конт.	Вход/выход	Описание
1	–	Не подключен
2	Вход	Прием данных (RxD)
3	Выход	Передача данных (TxD)
4	–	–
5	Общий	Сигнальная "земля"
6	–	–
7	Выход	Готовность к передаче (RTS)
8	Вход	Готовность к приему (CTS)
9	–	Не подключен



## 3.6 Соединения с объектами испытаний

### 3.6.1 Соединения при локальном измерении напряжения

На рис. 3-10 показана типичная испытательная установка, в которой модуль № 1 присоединен для работы в режиме стабилизации тока или сопротивления. Локальное измерение напряжения применяется в тех случаях, когда провода присоединения электронной нагрузки имеют относительно небольшую длину или регулирование нагрузки не является критичным. Переключатель SENSE должен быть установлен в положение **LCL**. Провода присоединения нагрузки должны быть связаны в жгут для минимизации индуктивности.

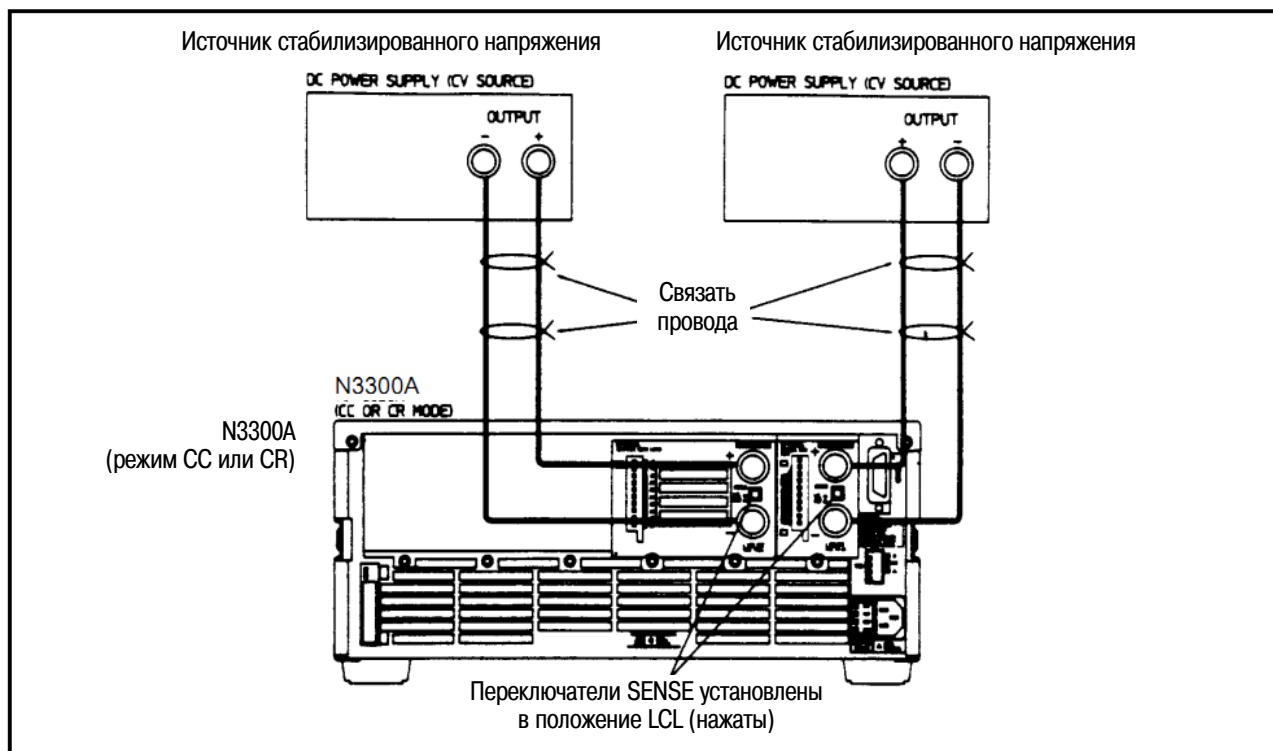


Рис. 3-10 Локальное измерение напряжения

### 3.6.2 Соединения при дистанционном измерении напряжения

На рис. 3-11 показана типичная испытательная установка, в которой модуль № 1 присоединен для работы в режиме дистанционного измерения напряжения. Входы SENSE модуля № 1 соединены с выходом источника питания. Это позволяет скомпенсировать падение напряжения на длинных проводах присоединения электронной нагрузки. Этот способ полезен только тогда, когда модуль № 1 работает в режиме стабилизации напряжения (CV) или сопротивления (CR). Дистанционное измерение напряжения обеспечивает также более высокую точность считывания напряжения во всех режимах работы. Переключатель SENSE должен быть установлен в положение **RMT**. Провода присоединения нагрузки должны быть связаны в жгут для минимизации индуктивности.

### 3.6.3 Параллельное соединение модулей

На рис. 3-12 показан пример параллельного соединения модулей для повышения мощности рассеяния. В режиме стабилизации тока (CC) или сопротивления (CR) можно соединять параллельно до шести модулей в одном базовом блоке. Модули **нельзя** соединять параллельно в режиме стабилизации напряжения. Каждый модуль будет рассеивать мощность, на которую он запрограммирован. Например, когда два модуля включены параллельно, и модуль № 1 запрограммирован на 10 А, а модуль № 2 запрограммирован на 20 А, то суммарный ток, отводимый от источника, будет составлять 30 А.

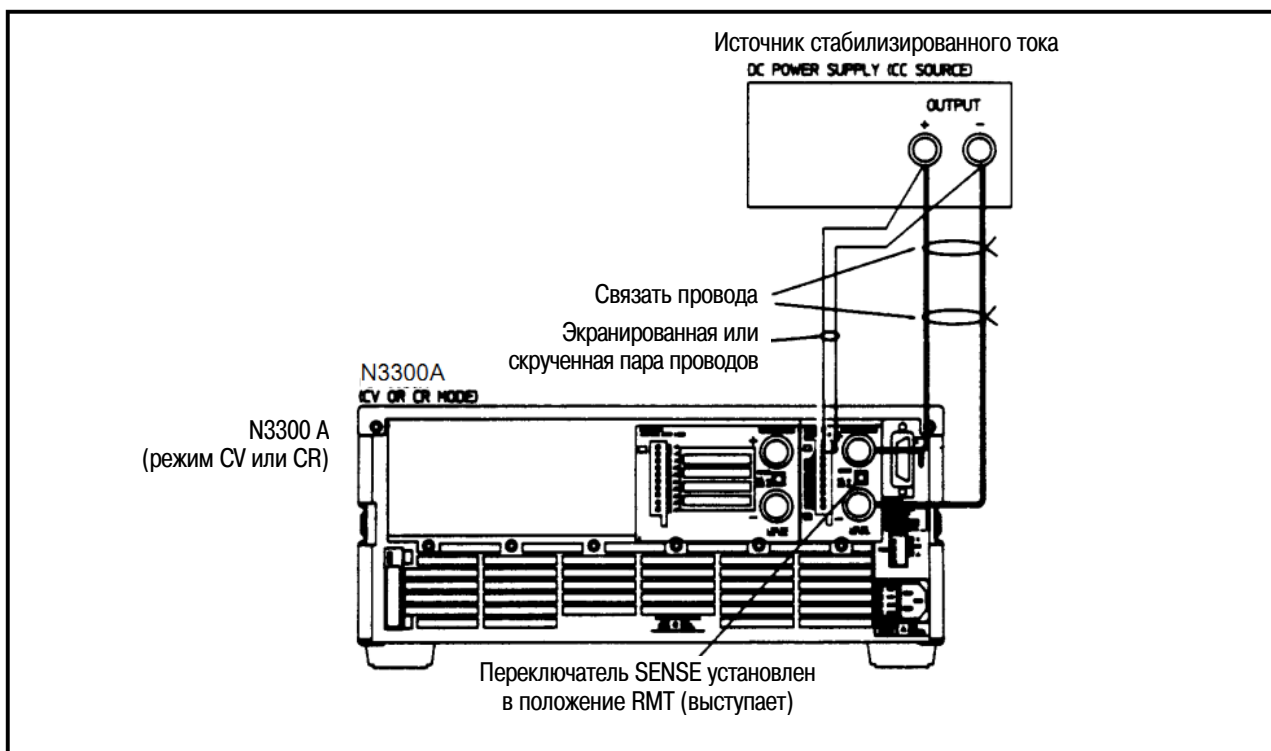


Рис. 3-11 Дистанционное измерение напряжения

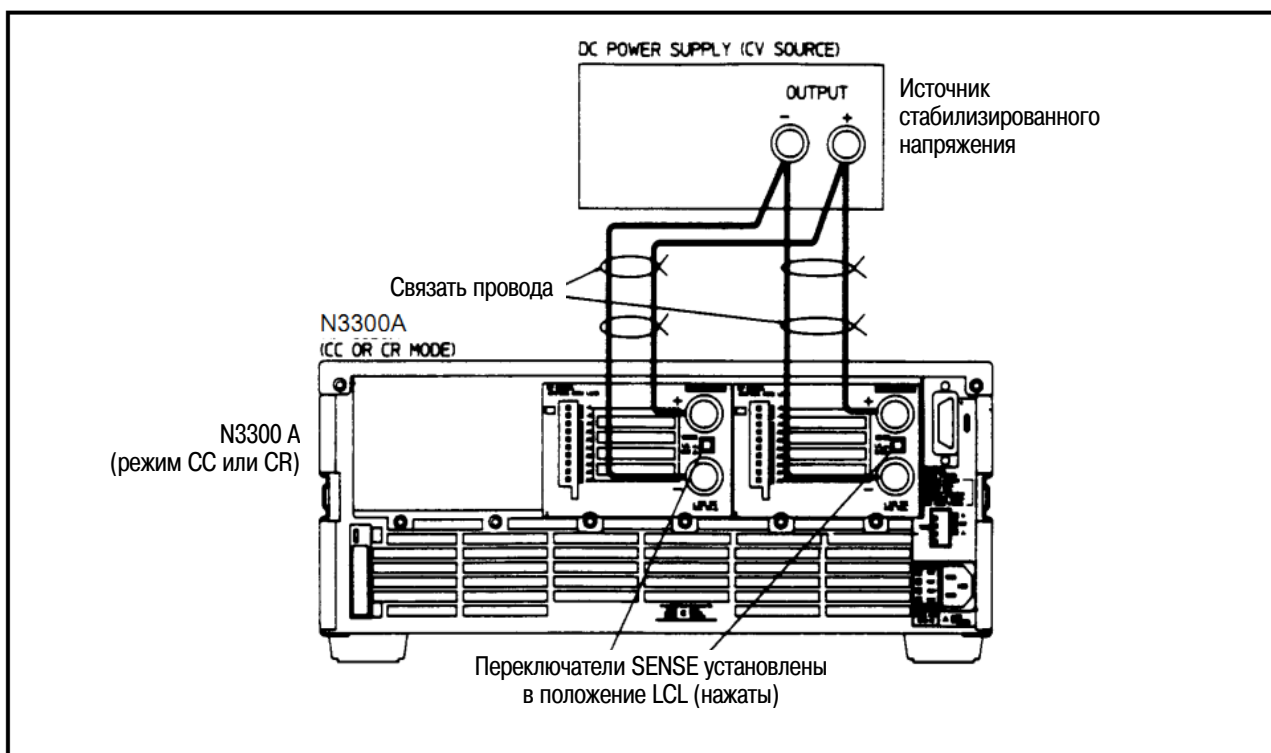


Рис. 3-12 Пример параллельного соединения модулей нагрузки

На рис. 3-12 все соединения с нагрузкой заканчиваются у источника. Каждый модуль присоединен к источнику отдельными проводами. Использование источника в качестве пункта распределения тока позволяет применять более длинные провода для присоединения каждого модуля и снизить общий импеданс, характерный для шлейфовых (последовательных) конфигураций.

Если по каким-то причинам (из-за длины проводов и пр.) окажется невозможным присоединить провода к источнику, то может потребоваться применение дистанционного распределительного терминала. Провода присоединения нагрузки можно также соединять последовательно через входные клеммы модулей, если суммарный отводимый ток не превышает допустимой токовой нагрузки для проводов сечением AWG 8 (см. таблицу 3-2). Дело в том, что невозможно вставить во входные клеммы два провода с сечением больше AWG 8 ( $8,3 \text{ мм}^2$ ).

### 3.6.4 Работа модулей нагрузки при низком напряжении

При работе с напряжением ниже 3 В снижается скорость изменения нагрузки и входной ток, как показано в таблице 6-1. Если эти условия неприемлемы для вашей задачи, тогда рекомендуется применять внешний источник питания для увеличения напряжения на клеммах нагрузки свыше 3 В, как показано на рис. 3-13.

В этой конфигурации рекомендуется применять дистанционное измерение напряжения, как показано на рис. 3-13. Провода нагрузки присоединяют как к объекту испытаний, так и к вспомогательному источнику напряжения, однако провода SENSE присоединяют непосредственно к объекту испытаний. Это позволяет измерять напряжение на выходе объекта испытаний и улучшить качество регулирования нагрузки в режимах стабилизации напряжения (CV) и сопротивления (CR).

В этой конфигурации электронная нагрузка должна рассеивать мощность как от объекта испытаний, так и от вспомогательного источника питания. Кроме того, вспомогательный источник должен иметь адекватные характеристики, чтобы объект испытаний смог развивать максимальный ток. Следует иметь в виду, что на результаты измерений характеристик объекта испытаний влияет шум вспомогательного источника питания, поэтому следует выбрать вспомогательный источник питания с приемлемыми шумовыми характеристиками.

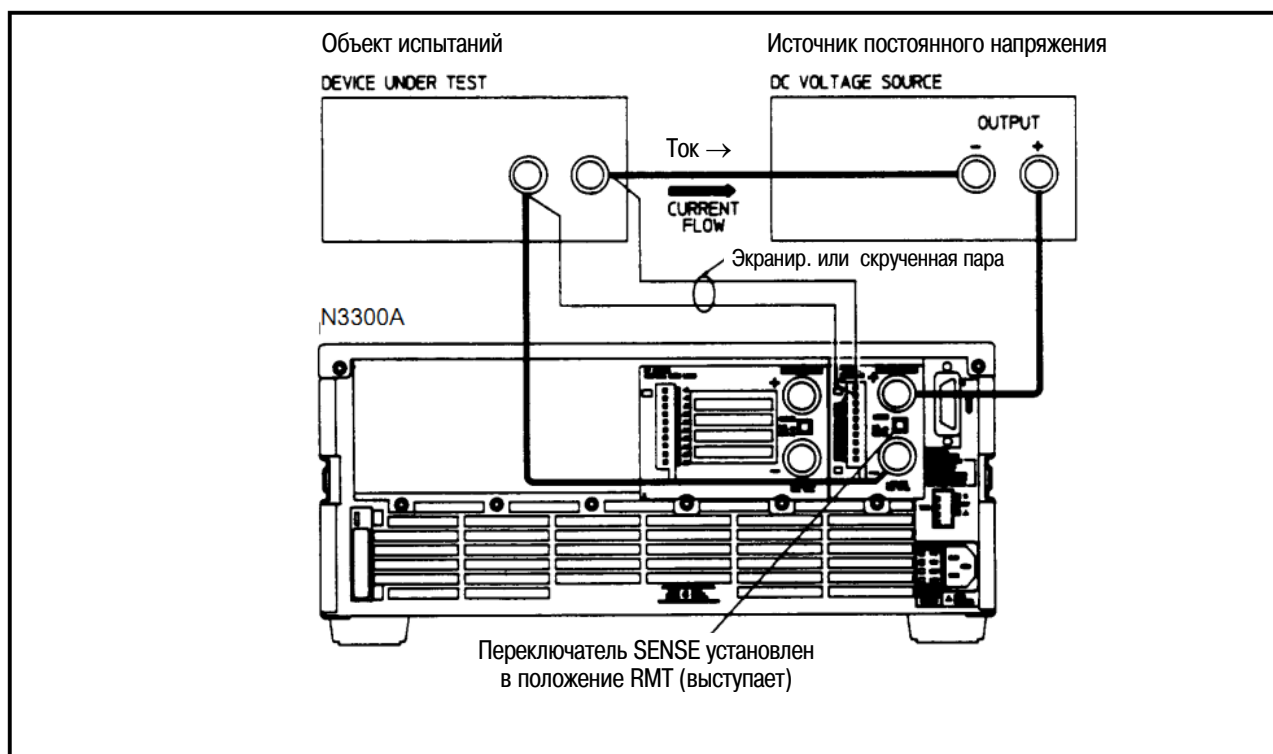


Рис. 3-13 Нагрузка для нулевого напряжения

## 4 Проверка после включения

Положительные результаты описанных в этой главе тестов с высокой достоверностью указывают на правильность функционирования электронной нагрузки.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В этой главе описаны лишь некоторые операции на передней панели. Подробное описание приведено в главе 5.

### 4.1 Процедура проверки

В этом разделе описаны тесты для проверки правильности функционирования электронной нагрузки. Присоедините к блоку питания сетевой шнур и вставьте его вилку в сетевую розетку.

Следующая процедура предполагает, что блок включается в состоянии принятой по умолчанию заводской установки параметров. Если вам нужна информация об этом состоянии, обращайтесь к описанию команды \*RST в Руководстве по программированию. Имейте в виду, что значения параметров, указанные ниже в колонке "Индикация" могут не соответствовать в точности тем значениям, которые появляются на дисплее вашего прибора.

Таблица 4-1 Проверка программирования значений параметров

Модель	Напряжение	Ток	Примечание
Все модели	10 В	10 А	Установки параметров источника питания и другие значения параметров выбраны так, чтобы можно было применять их с любым модулем. Вы можете применять другие установки параметров, однако результаты тестов будут отличаться от тех, что показаны ниже.

Процедура	Индикация	Пояснения
1. Включите прибор. При первоначальном включении электронной нагрузки выполняется самопроверка.	***** 1 0.00 0.00	Во время самопроверки кратковременно загораются все сегменты дисплея, затем индицируется номер канала и светится вспомогательный индикатор СС.
2. Проверьте, включен ли вентилятор охлаждения электронной нагрузки.		Когда работает вентилятор, вы должны слышать его шум и ощущать поток воздуха с задней стороны прибора.
3. Присоедините к входным клеммам первого канала электронной нагрузки источник питания 10 В, 10 А.		
4. Установите на источнике питания напряжение 10 В и предельный ток 10 А	1 10.00 0.00	Посмотрите на дисплей. Здесь должно индицироваться напряжение, которое установлено на источнике питания.
5. Нажмите в порядке перечисления следующие клавиши на передней панели: <b>Current, 5, Enter.</b>	1 10.00 4.99	Электронная нагрузка работает в режиме стабилизации тока и отводит ток 5 А. Светится вспомогательный индикатор СС. Контролируемый источник питания должен работать в режиме стабилизации напряжения.
6. Нажмите клавишу <b>Meter</b> , затем клавишу прокрутки меню.	1 50 W	На дисплее индицируется результат вычисления входной мощности для выбранного канала.
7. Повторите операции по пунктам 3 ÷ 6 для всех остальных модулей в базовом блоке.		
8. Выключите электронную нагрузку, отсоедините источник питания и переходите к соединениям на задней панели.		

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если светится вспомогательный индикатор Err на дисплее, нажмите клавишу **Shift**, затем клавишу **Error**, чтобы вывести на индикацию номер ошибки. Описание кодов ошибок приведено в таблице 4-2.

## 4.2 Ваши действия при возникновении неполадок

### Сообщения об ошибках

Неполадки у электронной нагрузки могут возникать как во время самопроверки после включения питания, так и в процессе работы. В любом случае на дисплее может появиться индикация кода ошибки, указывающего причину неполадки.

### Ошибки при самопроверке

Чтобы вывести на индикацию номер ошибки, нажмите клавишу **Shift**, затем клавишу **Error**. На дисплее сообщения об ошибках индицируются как ERROR <n>, где n – это номер ошибки согласно описанию в следующей таблице. В некоторых случаях индицируется номер ошибки с указанием номера канала. При появлении ошибки выключите питание прибора, затем снова включите его, чтобы посмотреть, сохраняется ли ошибка. Если и после этого остается сообщение об ошибке, то электронная нагрузка требует ремонта. Обращайтесь в сервисный центр компании Agilent Technologies.

**Таблица 4-2** Коды ошибок при самопроверке

Ошибка	Тест с неудачным исходом
0	Нет ошибок
2	Отрицательный результат проверки контрольной суммы в секции CONFIG энергонезависимой памяти RAM
4	Отрицательный результат проверки контрольной суммы в секции STATE энергонезависимой памяти RAM
5	Отрицательный результат проверки контрольной суммы в секции RST энергонезависимой памяти RAM
10	Отрицательный результат самопроверки памяти RAM
11 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 1 CVDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
12 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 2 CVDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
13 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 1 CCDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
14 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 2 CCDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
15 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 1 CRDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
16 <канал>	Отрицательный результат самопроверки 2 CRDAC в определенном канале (01 ÷ 06)
17	Отрицательный результат проверки буфера ADC
18 <канал>	Отрицательный результат проверки контрольной суммы в секции LIMIT в определенном канале (01 ÷ 06)
19 <канал>	Отрицательный результат проверки контрольной суммы в секции CAL в определенном канале (01 ÷ 06)
20	Неисправность входа
40	Сбой записи в устройство флэш-памяти
42	Сбой стирания флэш-памяти
80	Ошибка самопроверки цифрового ввода-вывода

## 5 Управление прибором с передней панели

В этой главе подробно описано действие органов управления на передней панели, а также рассмотрены примеры программирования с передней панели.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы можно было пользоваться органами управления на передней панели, электронная нагрузка должна быть установлена в режим локального управления. Чтобы переключить блок в режим локального управления, нажмите клавишу **Local** на передней панели.

### 5.1 Описание передней панели

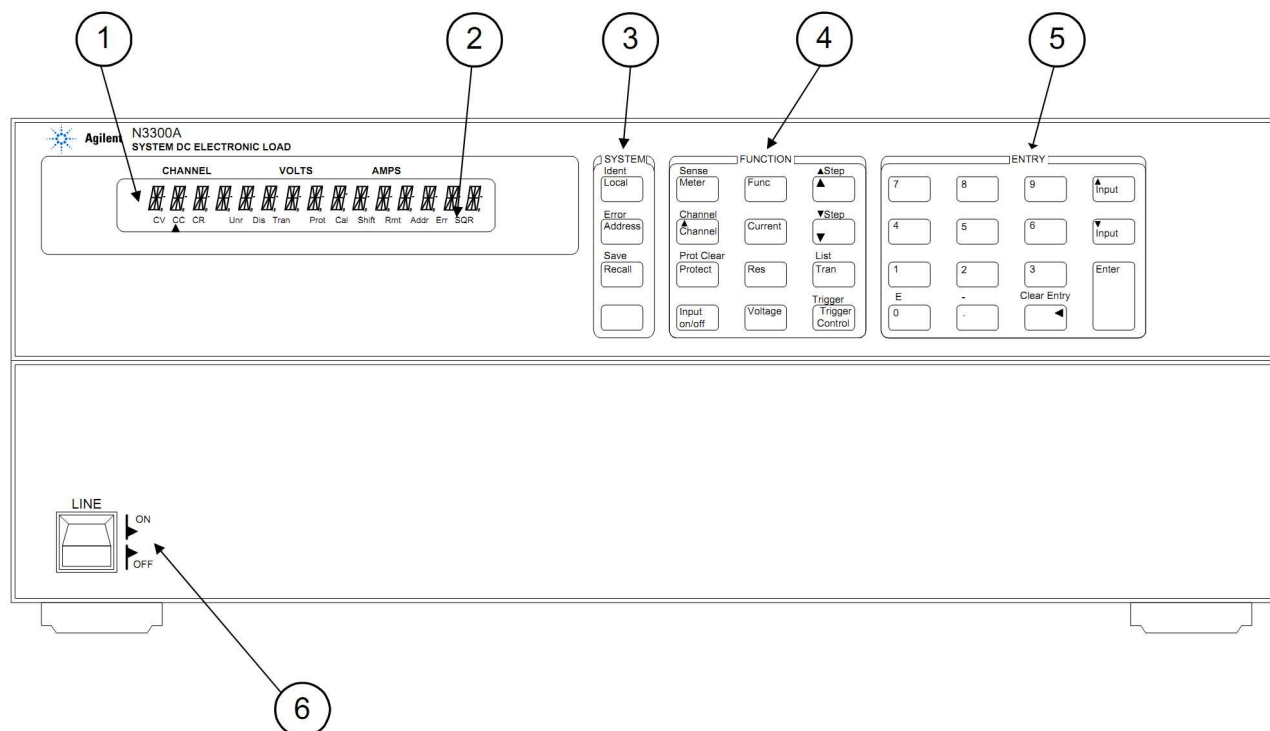


Рис. 5-1 Передняя панель, общий вид

#### 1 Дисплей

15-позиционный символьный люминесцентный дисплей служит для индикации результатов измерений и значений параметров.

#### 2 Вспомогательные индикаторы

Вспомогательные индикаторы указывают режимы работы и состояния прибора:

- ∅1 Выполняется последовательность операций по списку
- CV** Канал электронной нагрузки находится в режиме стабилизации напряжения
- CC** Канал электронной нагрузки находится в режиме стабилизации тока
- CR** Канал электронной нагрузки находится в режиме стабилизации сопротивления
- Unr** Канал электронной нагрузки находится в нерегулируемом режиме
- Dis** Канал электронной нагрузки выключен
- Tran** Канал электронной нагрузки действует в режиме формирования перепадов нагрузки
- Prot** Указывает на срабатывание защитной функции в одном из каналов электронной нагрузки
- Cal** Электронная нагрузка находится в режиме калибровки
- Shift** Нажата клавиша **Shift** для обращения к альтернативным функциям клавиш
- Rmt** Выбранный интерфейс (GPIB или RS-232) находится в состоянии дистанционного управления
- Addr** Интерфейс адресован на передачу или на прием
- Err** Имеется сообщение об ошибке в очереди ошибок SCPI
- SQR** Интерфейс делает запрос на обслуживание от контроллера



### 3 Системные клавиши

Системные клавиши позволяют вам:

- Возвращаться в режим локального управления (с передней панели)
- Установить адрес шины GPIB электронной нагрузки
- Установить скорость передачи данных и бит контроля четности у интерфейса дистанционного взаимодействия RS-232
- Вывести на индикацию коды ошибок SCPI и очистить очередь сообщений об ошибках
- Сохранять в памяти и вызывать из памяти до 10 наборов параметров рабочей конфигурации прибора

### 4 Функциональные клавиши

Обращение к функциям меню команд, которые позволяют вам:

- Выбирать режимы стабилизации тока (CC), стабилизации сопротивления (CR) и стабилизации напряжения (CV)
- Выбирать канал
- Выбирать уровни тока, сопротивления и напряжения
- Устанавливать уровень запуска и альтернативный уровень для режима формирования перепадов нагрузки
- Производить настройку измерений с передней панели

### 5 Клавиши ввода

Клавиши ввода позволяют вам:

- Вводить значения программируемых параметров
- Увеличивать и уменьшать значения программируемых параметров
- Выбирать параметры меню (**▲ Enter** и **▼ Enter**)

### 6 Line

Включение и выключение электронной нагрузки

## 5.2 Системные клавиши

Применение этих клавиш подробно рассмотрено на примерах далее в этой главе.

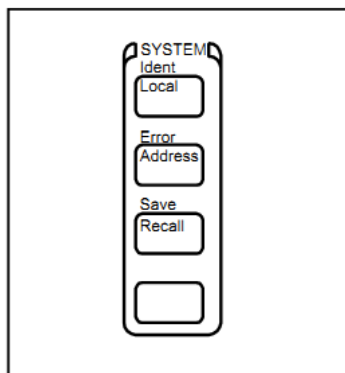


Рис. 5-2 Системные клавиши



Это синяя клавиша без маркировки, которая называется в данном Руководстве клавишей **Shift**. При нажатии этой клавиши обеспечивается доступ к альтернативной функции клавиши (например, Error). После нажатия и отпускания этой клавиши загорается вспомогательный индикатор Shift, указывающий на то, что действует альтернативная функция у других клавиш.



Эту клавишу нажимают, чтобы переключиться с режима дистанционного управления в режим локального управления (с передней панели). Эта клавиша не действует, если интерфейс уже находится в состоянии Local, Local-with-Lockout или Remote-with-Lockout.


**Address**

Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню системного адреса, которое позволяет вам сконфигурировать интерфейс электронной нагрузки. Пункты меню Address сохраняются в энергонезависимой (долговременной) памяти.

Индикация	Командная функция
ADDRESS <value>	Установка адреса GPIB
INTF <char>	Выбор интерфейса (GPIB или RS-232)
BAUDRATE <value>	Выбор скорости передачи данных (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600)
PARITY <char>	Контроль четности (NONE, EVEN, ODD, MARK, SPACE)
FLOW <char>	Управление потоком данных (RTS-CTS, NONE)

Здесь: value = численное значение  
char = параметр символьной строки

Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки списка команд.

Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки списка параметров.

**Recall**

Эту клавишу нажимают, чтобы установить электронную нагрузку в состояние, занесенное в память ранее. Вы можете вызывать до десяти (0 ÷ 9) занесенных в память состояний. Однако только ячейки с номерами 0, 7, 8 и 9 принадлежат энергонезависимой (долговременной) памяти.

**Shift****Ident**

Эти клавиши нажимают, чтобы вывести на индикацию предел напряжения и тока для выбранного канала. Этим можно пользоваться для идентификации модулей, установленных в выбранных положениях каналов.

**Shift****Error**

Эти клавиши нажимают, чтобы вывести на индикацию коды системных ошибок, которые хранятся в очереди ошибок SCPI. Это действие приводит также к очистке очереди. Если в очереди нет ошибок, то индицируется 0.

**Shift****Save**

Эти клавиши нажимают, чтобы занести в память текущее состояние электронной нагрузки. Заносимые в память параметры перечислены в описании команды \*SAV в Руководстве по программированию электронной нагрузки. Вы можете сохранить в памяти до десяти состояний (0 ÷ 9). Однако только ячейки с номерами 0, 7, 8 и 9 принадлежат энергонезависимой (долговременной) памяти. Данные, занесенные в ячейки памяти с номерами 1 ÷ 6, будут потеряны при выключении питания блока.

## 5.3 Функциональные клавиши

Применение этих клавиш подробно рассмотрено на примерах далее в этой главе.

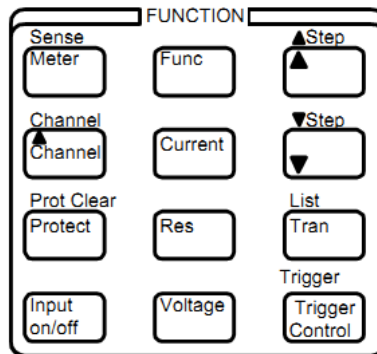















Рис. 5-3 Функциональные клавиши

### 5.3.1 Клавиши прямого действия

При нажатии клавиши прямого действия незамедлительно выполняется соответствующая функция. Другие функциональные клавиши имеют под ними команды, к которым обеспечивается доступ при нажатии клавиши.

- |   |   |  |
|---|---|--|
|    | <p>Это клавиша поочередного действия, которая служит для включения и выключения входа электронной нагрузки. Она немедленно выполняет свою функцию при нажатии. Когда выключен вход электронной нагрузки, светится вспомогательный индикатор <b>Dis</b>.</p> |  |
|  | <p>Эта клавиша служит для выбора другого канала.</p>  |  |
|  |    | <p>При нажатии этих клавиш происходит запуск. Сначала следует инициировать систему запуска путем нажатия клавиш <b>Trigger Control</b> и <b>Enter</b>. Сигналы запуска используются для генерирования перепадов нагрузки или списков.</p>  |
|  | <p>Эта клавиша служит для вывода на индикацию функций защиты в случае их срабатывания.</p>  |  |
|  |    | <p>Эти клавиши нажимают, чтобы восстановить (привести в исходное состояние) схему защиты и вернуть блок в его последнее запрограммированное состояние. Прежде чем нажимать эту клавишу, необходимо устранить условие, которое привело к срабатыванию схемы защиты. В противном случае блок снова отключится и на дисплее снова засветится вспомогательный индикатор <b>Prot</b>.</p> |
|  | <p>Эту клавишу нажимают, чтобы вернуться в режим измерений из любого другого режима.</p>  |  |

### 5.3.2 Клавиши прокрутки

- |   |   |  |
|---|---|--|
|  |  | <p>Клавиши прокрутки позволяют вам перемещаться по списку команд выбранного в данный момент меню функции. Нажмите клавишу ▼, чтобы перейти к следующей команде в списке. Нажмите клавишу ▲, чтобы перейти к предыдущей команде в списке. Меню функций построены по круговому принципу, поэтому вы можете вернуться в начальную позицию, непрерывно нажимая любую из этих клавиш.</p> |
|  |  | <p>Эти клавиши служат для прокрутки пунктов в списочной функции. Когда на дисплее индицируется EOL, это означает, что достигнут конец списка.</p>  |
|  | <p>Нажимайте эту клавишу для прокрутки всех каналов в базовом блоке.</p>            |  |

### 5.3.3 Измерительные клавиши

Измерительные клавиши управляют измерительными функциями электронной нагрузки. В состоянии поставки с завода все результаты измерений, которые индицируются на передней панели, вычисляются из 1000 отсчетов, снятых с интервалом дискретизации 10 мкс. Поэтому время сбора данных для одного результата измерений составляет около 10 мс. Чтобы изменить интервал дискретизации и количество точек данных, обращайтесь к подразделу 5.5.6.

Meter

Эту клавишу нажимают, чтобы вернуться в режим измерений из любого другого режима.

Кроме того, эта клавиша обеспечивает доступ к меню измерений. Это меню позволяет вам измерять различные параметры выбранного входа.

#### Индикация

<канал> <напряжение> <ток>

<канал> <значение> V MAX

<канал> <значение> V MIN

<канал> <значение> V RMS

<канал> <значение> A MAX

<канал> <значение> A MIN

<канал> <значение> A RMS

<канал> <значение> WATTS

<канал> <значение> W MAX

<канал> <значение> W MIN

#### Результаты измерений

Индицируется напряжение и ток у выбранного канала

Индицируется максимальное напряжение

Индицируется минимальное напряжение

Индицируется среднеквадратическое значение напряжения

Индицируется максимальный ток

Индицируется минимальный ток

Индицируется среднеквадратическое значение тока

Индицируется входная мощность

Индицируется максимальная мощность

Индицируется минимальная мощность

Shift

Sense

Задание измерительных функций и диапазонов

#### Индикация

S:PNT

S:TIN

S:WIN

S:OFF

S:C:RNG

S:V:RNG

#### Функция команды

Задание количества точек данных в результате измерения

Задание интервала дискретизации

Установка окна цифровой фильтрации измерений



Задания смещения данных в измерении

Выбор диапазона измерения тока

Выбор диапазона измерения напряжения

#### Примечания:

Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки пунктов меню команд.

Пользуйтесь клавишами  Input и  Input для прокрутки параметров команд.

### 5.3.4 Клавиши управления входом

Клавиши управления входом служат для управления функциями входа электронной нагрузки.

**Shift** **Channel** Эту клавишу нажимают, чтобы выбрать другой канал. Введите номер канала с помощью клавиш ввода (Entry).  
(Эта клавиша выполняет ту же самую функцию, что и клавиша ▼ **Channel**).

**Current** Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню параметров тока.

Индикация	Функция команды
CURR <значение>	Установка входного тока
C:MODE	Установка режима регулирования тока на FIX или LIST
C:RANG	Установка диапазона тока
C:SLEW	Установка скорости изменения тока для положительных и отрицательных перепадов
C:SLW:N	Установка скорости изменения тока для отрицательных перепадов
C:SLW:P	Установка скорости изменения тока для положительных перепадов
C:TLEV	Установка альтернативного уровня входного тока
C:TRIG	Установка ждущего альтернативного уровня входного тока

**Res** Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню параметров сопротивления.

Индикация	Функция команды
RES <значение>	Установка входного сопротивления
R:MODE	Установка режима регулирования сопротивления на FIX или LIST
R:RANG	Установка диапазона сопротивления
R:SLEW	Установка скорости изменения сопротивления для положительных и отрицательных перепадов
R:SLW:N	Установка скорости изменения сопротивления для отрицательных перепадов
R:SLW:P	Установка скорости изменения сопротивления для положительных перепадов
R:TLEV	Установка альтернативного уровня входного сопротивления
R:TRIG	Установка ждущего альтернативного уровня входного сопротивления

**Voltage** Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню параметров напряжения.

Индикация	Функция команды
VOLT <значение>	Установка входного напряжения
V:MODE	Установка режима регулирования напряжения на FIX или LIST
V:RANG	Установка диапазона напряжения
V:SLEW	Установка скорости изменения напряжения для положительных и отрицательных перепадов
V:SLW:N	Установка скорости изменения напряжения для отрицательных перепадов

Voltage





(Продолжение)

V:SLW:P	Установка скорости изменения напряжения для положительных перепадов
V:TLEV	Установка альтернативного уровня входного напряжения
V:TRIG	Установка ждущего альтернативного уровня входного напряжения

Func

Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню функций.

Индикация	Функция команды
FUNC <символы>	Выбор режима регулирования входа (CURR, RES, VOLT)
FNC:MODE	Выбор источника управления режимом регулирования (FIX или LIST)
INP:SHOR	Включение и выключение короткого замыкания входа (ON, OFF)

**Примечания:** Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки пунктов меню команд.  
Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки параметров команд.

### 5.3.5 Клавиши управления формированием перепадов нагрузки

Эти клавиши служат для управления функциями формирования перепадов нагрузки.

Tran

Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню функций.

Индикация	Функция команды
TRAN <значение>	Включение и выключение генератора перепадов нагрузки
T:DCYC	Установка коэффициента заполнения импульсной последовательности в режиме периодического формирования перепадов нагрузки
T:FREQ	Установка частоты в режиме периодического формирования перепадов нагрузки
T:MODE	Установка режима формирования перепадов нагрузки (CONT, PULSE, TOGGLE)
T:TWID	Установка длительности импульсов в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки

### 5.3.6 Клавиши управления запуском

Эти клавиши служат для управления функциями запуска электронной нагрузки.

Trigger Control

Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню функций.

Индикация	Функция команды
INIT:IMMED	Инициирование системы запуска
ABORT	Выход из инициированного запуска



### 5.3.7 Клавиши управления списками

Эти клавиши служат для управления функциями списков электронной нагрузки.

List

Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню функций.

Индикация	Функция команды
LIST:STEP	Установка метода приращения этапов (ONCE, AUTO)
LST:CNT	Задание количества циклов выполнения списка
DWEL:0 EOL	Задание длительности временного интервала (времени выдержки) для каждого этапа
CURR:0 EOL	Задание установки тока для каждого этапа
C:RANG:0 EOL	Задание диапазона тока для каждого этапа
C:SLEW:0 EOL	Установка скорости изменения тока для каждого этапа
C:SLW:N:0 EOL	Установка скорости изменения отрицательных перепадов тока для каждого этапа
C:SLW:P:0 EOL	Установка скорости изменения положительных перепадов тока для каждого этапа
C:TLEV:0 EOL	Установка альтернативного уровня входного тока в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
FUNC:0 EOL	Установка режима регулирования по списку (CURR, RES, VOLT)
RES:0 EOL	Задание установки сопротивления для каждого этапа
R:RANG:0 EOL	Задание диапазона сопротивления для каждого этапа
R:SLEW:0 EOL	Установка скорости изменения сопротивления для каждого этапа
R:SLW:N:0 EOL	Установка скорости изменения отрицательных перепадов сопротивления для каждого этапа
R:SLW:P:0 EOL	Установка скорости изменения положительных перепадов сопротивления для каждого этапа
R:TLEV:0 EOL	Установка альтернативного уровня входного сопротивления в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
TRAN:0 EOL	Включение и выключение уровня перепада для каждого этапа
T:DCYC:0 EOL	Установка коэффициента заполнения в режиме периодического формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
T:FREQ:0 EOL	Установка частоты формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
T:MODE:0 EOL	Установка режима формирования перепадов нагрузки (CONT, PULSE)
T:TWID:0 EOL	Установка длительности импульсов в режиме импульсного формирования перепадов нагрузки для каждого этапа
VOLT:0 EOL	Задание установки напряжения для каждого этапа
V:RANG:0 EOL	Задание диапазона напряжения для каждого этапа
V:SLEW:0 EOL	Установка скорости изменения напряжения для каждого этапа
V:SLW:N:0 EOL	Установка скорости изменения отрицательных перепадов напряжения для каждого этапа
V:SLW:P:0 EOL	Установка скорости изменения положительных перепадов напряжения для каждого этапа
V:TLEV:0 EOL	Установка альтернативного уровня входного напряжения в режиме формирования перепадов нагрузки для каждого этапа

## 5.4 Клавиши ввода

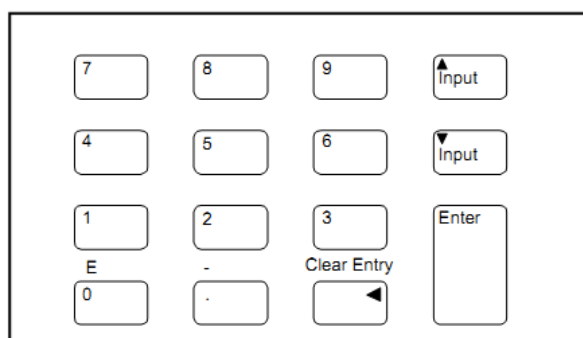


Рис. 5-4 Клавиши ввода

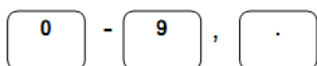


Эти клавиши выполняют две функции. В режиме Meter ими можно пользоваться для подстройки текущих значений входного тока, напряжения или сопротивления в зависимости от активной в данный момент функции (которую указывает вспомогательный индикатор CC, CR или CV).

В режиме меню эти клавиши позволяют вам прокручивать варианты выбора в списке **параметров**, который относится к определенной команде. Списки параметров организованы по круговому принципу, поэтому вы можете вернуться в начальную позицию, непрерывно нажимая любую из этих клавиш. Если команда имеет диапазон численных значений, то эти клавиши позволяют увеличивать и уменьшать существующее численное значение.



Клавиша заборя позволяет удалить последнюю цифру, введенную с клавиатуры. Нажатием этой клавиши можно удалять одну или несколько ошибочно введенных цифр прежде, чем они будут подтверждены нажатием клавиши **Enter**.



Клавиши **0 ÷ 9** используются для ввода численных значений, а клавиша **."** служит для ввода десятичной точки. Например, чтобы ввести значение 33,6, нажимайте клавиши **3, 3, ., 6, Enter**.



Эта клавиша служит для подтверждения введенного значения или параметра текущей команды в меню. Пока вы не нажмете эту клавишу, параметры, введенные вами с помощью других клавиш ввода, будут лишь индицироваться, но не будут введены в действие. До нажатия клавиши **Enter** вы можете изменять что-либо, введенное перед этим на индикацию, или выйти из этого пункта меню. После нажатия клавиши **Enter** электронная нагрузка возвращается в режим Meter.



Эти клавиши используются для ввода показателя степени в численное поле. При нажатии этих клавиш появляется буква E в этом поле. Введите после буквы E показатель степени, затем нажмите клавишу **Enter**.



Эти клавиши используются для ввода отрицательного числа или отрицательного показателя степени в численное поле. При нажатии этих клавиш появляется символ "-" в этом поле. Введите численное значение, затем нажмите клавишу **Enter**.



Эти клавиши используются для очистки численного поля введенного значения до нажатия клавиши **Enter**. После очистки этого поля можно ввести новое численное значение.

## 5.5 Примеры программирования с передней панели

В этом разделе приведены следующие примеры программирования:

1. Как пользоваться дисплеем на передней панели
2. Программирование режимов стабилизации тока, напряжения и сопротивления
3. Программирование формирования перепадов нагрузки
4. Программирование списков
5. Вызов и сброс состояний срабатывания защиты и сообщений об ошибках
6. Выполнение основных измерений с передней панели
7. Установка адреса GPIB и параметров RS-232
8. Занесение в память и вызов из памяти наборов параметров состояния прибора

Аналогичные примеры с использованием команд SCPI приведены в Руководстве по программированию электронной нагрузки.

### 5.5.1 Как пользоваться дисплеем на передней панели

#### Действие

1. Нажмите клавишу **Meter**, чтобы вернуть индикацию в режим Meter. Нажимайте клавишу **▲ Channel**, чтобы прокручивать список каналов. Крайняя слева цифра на индикаторной панели указывает номер канала, который управляется в данный момент с передней панели.

Вы можете выбрать вход только тогда, когда прибор находится в режиме измерений. После того, как будет выбран вход, на дисплее появляются только те команды меню, которые относятся к этому входу. Вспомогательные индикаторы CV, CC и UNR относятся к выбранному каналу.

#### Индикация

1 7.003V 0.004A

### 5.5.2 Программирование режимов стабилизации тока, напряжения и сопротивления

Этот пример показывает, как установить параметры режимов стабилизации тока, напряжения и сопротивления.

#### Установка параметров входа в режиме стабилизации тока

#### Действие

1. На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу **▲ Channel** для прокрутки номеров каналов, пока на дисплее появится индикация номера 1.
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу **Input On/Off**, чтобы выключить вход.
3. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу **Func**. На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу **▲ Input** или **▼ Input**, пока не появится индикация функции тока, затем нажмите клавишу **Enter**.
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу **Current**. На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу **▲**, пока не появится индикация параметра CURR (ток).
5. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши **1.25 Enter**.
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу **Current**. На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу **▲**, пока не появится индикация параметра C:SLW (скорость изменения тока).
7. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши **30000 Enter**.

#### Индикация

1

Зажигается вспомогательный индикатор **Dis**.

FUNC CURR

CURR

CURR 1.25

C:SLW

C:SLW 30000

Действие	Индикация
8. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра C:TLEV (альтернативный уровень тока).	C:TLEV
9. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>2 Enter</b> .	C:TLEV 2
10. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Input On/Off</b> , чтобы включить вход.	Гаснет вспомогательный индикатор <b>Dis</b> .
11. Чтобы внести небольшие изменения в имеющееся значение: На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> . На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , чтобы изменить значение с 1,25 до 2,25. Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	CURR 2.25

### Установка параметров входа в режиме стабилизации сопротивления

Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲ Channel</b> для прокрутки номеров каналов, пока на дисплее появится индикация номера 1.	1
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Input On/Off</b> , чтобы выключить вход.	Зажигается вспомогательный индикатор <b>Dis</b> .
3. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Func</b> . На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , пока не появится индикация функции сопротивления, затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	FUNC:RES
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Res</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра RES (сопротивление).	RES
5. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>900 Enter</b> .	RES 900
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Res</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра R:TLEV (альтернативный уровень сопротивления).	R:TLEV
7. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>1000 Enter</b> .	R:TLEV 1000
8. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Input On/Off</b> , чтобы включить вход.	Гаснет вспомогательный индикатор <b>Dis</b> .
9. Чтобы внести небольшие изменения в имеющееся значение: На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Res</b> . На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , чтобы изменить значение с 900 до 950. Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	RES 950

### Установка параметров входа в режиме стабилизации напряжения

Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲ Channel</b> для прокрутки номеров каналов, пока на дисплее появится индикация номера 1.	1
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Input On/Off</b> , чтобы выключить вход.	Зажигается вспомогательный индикатор <b>Dis</b> .
3. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Func</b> . На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , пока не появится индикация функции напряжения, затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	FUNC VOLT

Действие	Индикация
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Voltage</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра VOLT (напряжение).	VOLT
5. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>6 Enter</b> .	VOLT 6
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Voltage</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра V:SLW (скорость изменения напряжения).	V:SLW
7. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>30000 Enter</b> .	V:SLW 30000
8. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Voltage</b> . На клавиатуре FUNCTION нажимайте клавишу <b>▲</b> , пока не появится индикация параметра V:TLEV (альтернативный уровень напряжения).	V:TLEV
9. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>4 Enter</b> .	V:TLEV 4
10. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Input On/Off</b> , чтобы включить вход.	Гаснет вспомогательный индикатор <b>Dis</b> .
11. Чтобы внести небольшие изменения в имеющееся значение: На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Voltage</b> . На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , чтобы изменить значение с 6,000 до 7,000. Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	VOLT 7.000

### 5.5.3 Программирование формирования перепадов нагрузки

Формирование перепадов нагрузки можно применять в режимах стабилизации тока (CC), сопротивления (CR) и напряжения (CV).

#### Установка параметров периодического формирования перепадов нагрузки

В следующем примере предполагается, что действует режим стабилизации тока, установлено принятое по умолчанию (максимально возможное) значение скорости изменения тока и установлены следующие значения параметров формирования перепадов нагрузки: режим периодического формирования (continuous mode), основной уровень тока = 5 А, альтернативный уровень тока = 10 А, частота повторения перепадов нагрузки = 1 кГц, коэффициент заполнения = 40%.

Модуль нагрузки начинает отводить ток на основном уровне (в данном случае 5 ампер). Когда включено формирование перепада, входной ток увеличивается с заданной скоростью изменения и остается на уровне 10 А в течение 400 мкс (40% от периода), затем уменьшается с заданной скоростью изменения и остается на уровне 5 А в течение остальной части периода (600 мкс). Этот цикл периодически повторяется. На рис. 5-5 показана форма сигнала, которая получается в данном примере.

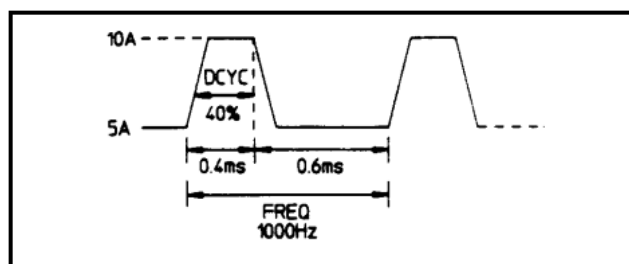


Рис. 5-5 Периодическое формирование перепадов нагрузки

Последовательность операций программирования описана на следующей странице.

Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> . На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>5 Enter</b> .	CURR 5
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра C:TLEV (альтернативный уровень тока).	C:TLEV
3. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>10 Enter</b> .	C:TLEV 10
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:DCYC (коэффициент заполнения в режиме периодического формирования перепадов нагрузки).	T:DCYC
5. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>40 Enter</b> .	T:DCYC 40
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:FREQ (частота формирования перепадов нагрузки).	T:FREQ
7. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>1000 Enter</b> .	1000
8. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:MODE (режим формирования перепадов нагрузки).	T:MODE
9. Чтобы выбрать режим периодического формирования перепадов нагрузки, нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , пока не появится индикация значения CONT (continuous). Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	T:MODE CONT
10. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> и выберите вариант ON, чтобы включить формирование перепадов нагрузки.	TRAN ON

### Установка параметров импульсного формирования перепадов нагрузки

В следующем примере предполагается, что действует режим стабилизации тока, установлено принятое по умолчанию (максимально возможное) значение скорости изменения тока и установлены следующие значения параметров формирования перепадов нагрузки: режим импульсного формирования (pulse mode), основной уровень тока = 5 А, альтернативный уровень тока = 10 А, длительность импульса = 10 мс.

Модуль нагрузки начинает отводить ток на основном уровне (в данном случае 5 ампер). Когда включено формирование перепада и принимается внешний сигнал запуска (TRIG), входной ток увеличивается с заданной скоростью изменения и остается на уровне 10 А в течение остальной части интервала 10 мс, затем уменьшается с заданной скоростью изменения и остается на уровне 5 А, пока не будет принят следующий сигнал запуска. Всякий сигнал запуска, поступающий во время действия альтернативного уровня тока (10 А), продлевает его действие еще на 10 миллисекунд. На рис. 5-6 показана форма сигнала, которая получается в данном примере.

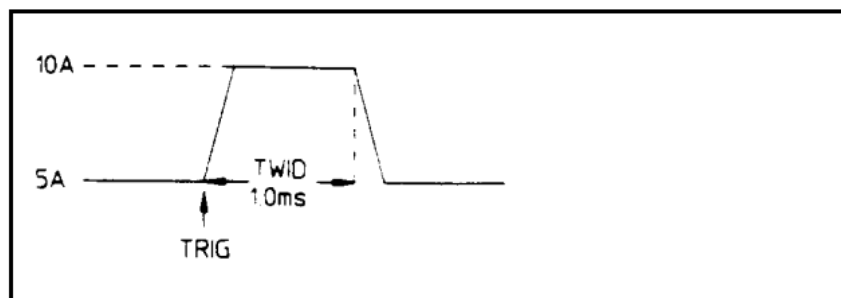


Рис. 5-6 Импульсное формирование перепадов нагрузки

Последовательность операций программирования описана на следующей странице.

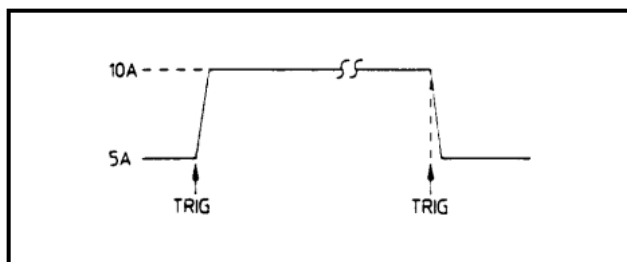


Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> . На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>5 Enter</b> .	CURR 5
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра C:TLEV (альтернативный уровень тока).	C:TLEV
3. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>10 Enter</b> .	C:TLEV 10
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:TWID (длительность импульсов формирования перепадов нагрузки).	T:TWID
5. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>0.01 Enter</b> .	T:TWID 0.01
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:MODE (режим формирования перепадов нагрузки).	T:MODE
7. Чтобы выбрать режим импульсного формирования перепадов нагрузки, нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , пока не появится индикация значения PULS (pulse). Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	T:MODE PULS
8. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> и выберите вариант ON, чтобы включить формирование перепадов нагрузки.	TRAN ON
9. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Trigger Control</b> , затем нажмите клавишу <b>Enter</b> . Это иницирует систему запуска.	INIT:IMMED
10. Нажмите клавиши <b>Shift</b> и <b>Trigger</b> . Это запускает импульс. Повторяйте эту операцию для запуска других импульсов.	

### Установка параметров синхронизированного формирования перепадов нагрузки

В следующем примере предполагается, что действует режим стабилизации тока, установлено принятое по умолчанию (максимально возможное) значение скорости изменения тока и установлены следующие значения параметров формирования перепадов нагрузки: режим синхронизированного формирования (toggled mode), основной уровень тока = 5 А, альтернативный уровень тока = 10 А.

В этом режиме вход модуля переключается с одного заданного уровня нагрузки на другой, как и в режимах периодического и импульсного формирования перепадов нагрузки, с тем отличием, что переключение нагрузки здесь производится каждый раз при приеме сигнала запуска. На рис. 5-7 показана форма сигнала, которая получается в данном примере.



**Рис. 5-7** Синхронизированное формирование перепадов нагрузки

Последовательность операций программирования описана на следующей странице.

Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> . На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>5 Enter</b> .	CURR 5
2. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Current</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра C:TLEV (альтернативный уровень тока).	C:TLEV
3. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши <b>10 Enter</b> .	C:TLEV 10
4. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> , затем нажимайте клавишу <b>▲</b> на этой клавиатуре, пока не появится индикация параметра T:MODE (режим формирования перепадов нагрузки).	T:MODE
5. Чтобы выбрать режим синхронизированного формирования перепадов нагрузки, нажимайте клавишу <b>▲ Input</b> или <b>▼ Input</b> , пока не появится индикация значения TOGG (toggled). Затем нажмите клавишу <b>Enter</b> .	T:MODE TOGG
6. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Tran</b> и выберите вариант ON, чтобы включить формирование перепадов нагрузки.	TRAN ON
9. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Trigger Control</b> , затем нажмите клавишу <b>Enter</b> . Это иницирует систему запуска.	INIT:IMMED
10. Нажмите клавиши <b>Shift</b> и <b>Trigger</b> . Это переключает уровень тока. Всякий раз при подаче команды запуска происходит переключение с одного уровня на другой.	

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Различие в программировании альтернативного уровня в режиме синхронизированного формирования перепадов нагрузки (C:TLEV) и ждущего альтернативного уровня (C:TRIG) состоит в том, что в первом случае вы можете переключать электронную нагрузку с основного уровня на альтернативный и обратно, а во втором случае ждущий альтернативный уровень, установленный после сигнала запуска, становится основным, и последующие сигналы запуска уже не оказывают на него влияния.

### 5.5.4 Списки программирования

Списки являются наиболее гибким средством генерирования сложных последовательностей переключения параметров входа. На следующем рисунке показана временная диаграмма последовательности переключения уровня входного тока, полученная из списка. Здесь формируется три импульса тока (8 А в течение 2 секунд, 6 А в течение 5 секунд и 4 А в течение 7 секунд), разделенных трехсекундными промежуточными интервалами с нулевым током.

Этот список задает импульсы в виде трех уровней тока (пункты 0, 2 и 4) вместе с их длительностью. Промежуточные интервалы с нулевым током (пункты 1, 3 и 5) имеют одинаковую длительность. Количество циклов выполнения списка равно 2.

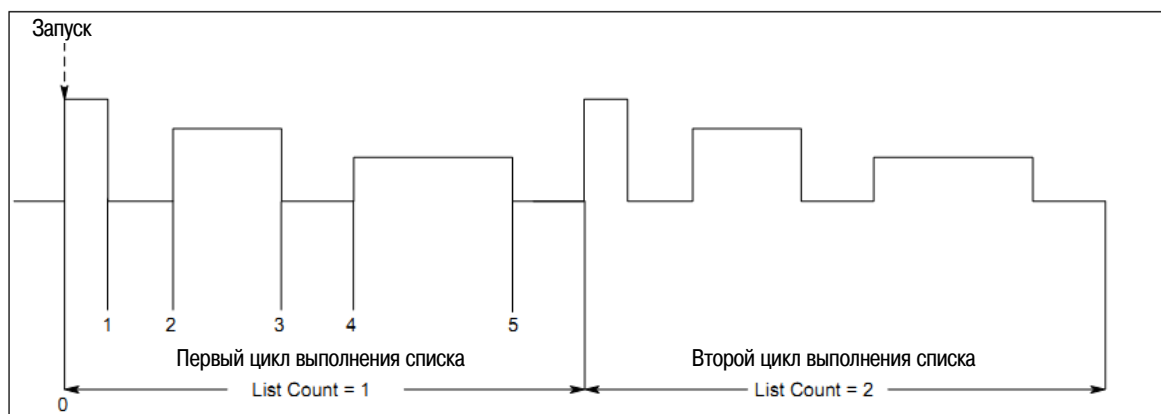


Рис. 5-8 Последовательность переключения уровней тока по списку

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Из меню Recall выполните команду \*RST, чтобы перезапустить модуль нагрузки. Это необходимо потому, что ранее запрограммированные функции продолжают действовать, пока не будет выполнен перезапуск.

**Действие**

1. Нажмите клавишу **Current**, чтобы обратиться к меню тока. Затем нажмите клавишу **▼**, чтобы обратиться к команде режима регулирования тока.
2. На клавиатуре ENTRY нажимайте клавишу **▲ Input** или **▼ Input**, чтобы сделать прокрутку списка параметров режима до пункта LIST, затем нажмите клавишу **Enter**.
3. Нажмите клавиши **Shift List**, чтобы обратиться к меню списка. Нажимайте клавишу **▼**, чтобы дойти до команды CNT (количество циклов выполнения списка). С клавиатуры ENTRY измените принятое по умолчанию значение 1 на 2. Нажмите клавишу **Enter**.
4. Снова обратитесь к меню списка и нажимайте клавишу **▼**, пока не дойдете до параметра DWEL (длительность временного интервала). На дисплее появляется первый пункт (0) списка длительности временных интервалов, определяющий длительность импульса тока. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши **2** и **Enter**.
5. При нажатии клавиши **Enter** автоматически происходит переход к следующему этапу в списке. Для пунктов 1 ÷ 5 списка временных интервалов введите следующие значения: 3, 5, 3, 7 и 3, нажимая каждый раз клавишу **Enter**. В завершение вы дойдете до пункта 6, который является концом списка.

**Примечание:**

Чтобы обратиться к какому-либо пункту списка и отредактировать его, нажимайте клавиши **Shift ▲ Step** или **Shift ▼ Step**.

6. Нажимайте клавишу **▼**, пока не дойдете до списка значений тока, который задает значение тока в каждом пункте списка в течение соответствующего временного интервала. На дисплее появляется первый пункт (0) списка значений тока. На клавиатуре ENTRY нажмите клавиши **2** и **Enter**.
7. При нажатии клавиши **Enter** автоматически происходит переход к следующему этапу в списке. Для пунктов 1 ÷ 5 списка значений тока введите следующие значения: 0, 6, 0, 4 и 0, нажимая каждый раз клавишу **Enter**. В завершение вы дойдете до пункта 6, который является концом списка.

**Примечание:**

Чтобы обратиться к какому-либо пункту списка и отредактировать его, нажимайте клавиши **Shift ▲ Step** или **Shift ▼ Step**.

8. Запрограммируйте по меньшей мере одно значение списка для остальных функций в системе списка параметров тока. Нажимайте клавишу **▼**, чтобы обратиться к следующим функциям списка параметров тока:

C:RANG  
C:SLEW  
C:TLEV

Значение, запрограммированное для параметра C:SLEW, будет также применяться к параметрам C:SLW:P и C:SLW:N. Если вы не собираетесь программировать разные значения для каждого этапа списка, то вам нужно запрограммировать лишь начальное значение на этапе 0, которое будет применяться на всех этапах для данной функции.

**Индикация**

C:MODE FIXED

C:MODE LIST

LST:CNT 2

DWEL:0 2

DWEL:1 3

DWEL:2 5

DWEL:3 3

DWEL:4 7

DWEL:5 3

DWEL:6 EOL

CURR0: 8

CURR 1 0

CURR 2 6

CURR 3 0

CURR 4 4

CURR 5 0

CURR 6 EOL

C:RANG:0 60

C:SLEW:0 5E6

C:TLEV:0 0

<b>Действие</b>	<b>Индикация</b>
9. Нажимайте клавишу ▼, пока не дойдете до команды STEP. Убедитесь в том, что здесь установлено значение AUTO, принятое по умолчанию. Это позволяет использовать однократный запуск для выполнения списка с заданным количеством циклов.	STEP AUTO
10. Нажмите клавиши <b>Trigger Control</b> и <b>Enter</b> , чтобы инициировать систему запуска. Зажигается вспомогательный индикатор Ø1 слева от индикаторной панели, указывающий на то, что инициализирован список. Если на дисплее появляется сообщение LIST LENGTH, это обычно означает, что не все функции имеют запрограммированное в списке значение или же один из запрограммированных списков отличается по длине от остальных списков.	INIT:IMMED
11. Нажмите клавиши <b>Shift Trigger</b> . Это посылает сигнал непосредственного запуска источнику АС для генерирования выходной последовательности списка. В конце списка выход возвращается к значению IMMED.	0 V 60 Hz
<b>Примечание:</b> <i>Чтобы очистить список</i> , нажмите клавишу <b>Clear Entry</b> . Это укорачивает или очищает список в индицируемом в данный момент пункте списка. Каждый список можно очищать отдельно.	

### 5.5.5 Вызов и сброс состояний срабатывания защиты и сообщений об ошибках

При возникновении состояния перенапряжения, токовой перегрузки или перегрева отключается вход электронной нагрузки и загорается вспомогательный индикатор **Prot**.

Сообщения об ошибках могут появляться в любое время в процессе работы блока. Когда светится вспомогательный индикатор **Err**, это означает, что возникла ошибка в шине GPIB или ошибка самопроверки.

#### Вызов и сброс состояния защиты от токовой перегрузки

<b>Действие</b>	<b>Индикация</b>
1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Protect</b> . В данном примере возникло состояние токовой перегрузки.	OC
2. Чтобы восстановить нормальное функционирование блока <i>после устаревания состояния токовой перегрузки</i> , нажмите клавиши <b>Shift, Prot Clear</b> . При этом гаснет вспомогательный индикатор <b>Prot</b> .	

#### Вызов и сброс сообщений об ошибках

1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавиши <b>Shift, Error</b> . Это выводит на индикацию и очищает ошибки в очереди сообщений об ошибках. Повторно нажимайте эти клавиши, чтобы очистить все ошибки в очереди. Если ошибки сохраняются, это может означать, что ваш блок нуждается в ремонте.	ERROR 0
---	---------

### 5.5.6 Выполнение основных измерений с передней панели

В состоянии поставки с завода индицируемые на передней панели результаты измерений входного напряжения и тока вычисляются из 1000 отсчетов, снятых с интервалом дискретизации 10 мкс. Прибор поочередно переключается между измерениями напряжения и тока. Таким образом, время сбора данных для одного измерения напряжения или тока составляет 10 мс. Вычисление результата занимает еще 2 миллисекунды.

Индикация на передней панели обновляется с фиксированным периодом 50 мс для каждого измерения. Однако вы можете запрограммировать с помощью команд в меню SENSE интервал дискретизации и количество точек данных в каждом виде измерений, индицируемых на передней панели. Это позволяет повысить точность измерений для сигналов с частотой в несколько герц. Размер буфера выборок можно выбрать от 1 до 4096 точек данных. Интервал дискретизации можно установить в пределах от 10 мкс до 32 мс. Эти значения округляются с точностью до 10 мкс.



Чтобы прибор после включения устанавливался в состояние с измененными значениями размера буфера и интервала дискретизации, сохраните это состояние в ячейку памяти № 0.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если на дисплее появляется сообщение OVLD, это означает, что входной уровень превышает измерительные возможности прибора. Это может случаться, когда установлен низкоуровневый (Low) диапазон измерений. Если на дисплее индицируется "-- -- -- -- --", это означает, что действует измерение по шине GPIB.

### Использование меню Meter для выполнения измерений с передней панели

Действие	Индикация
1. На клавиатуре FUNCTION нажмите клавишу <b>Meter</b> , чтобы обратиться к перечисленным ниже измерительным параметрам:	
Индикация напряжения и тока у выбранного канала	<канал> <напряжение> <ток>
Индикация максимального напряжения	<канал> <значение> V MAX
Индикация минимального напряжения	<канал> <значение> V MIN
Индикация среднеквадратического значения напряжения	<канал> <значение> V RMS
Индикация максимального тока	<канал> <значение> A MAX
Индикация минимального тока	<канал> <значение> A MIN
Индикация среднеквадратического значения тока	<канал> <значение> A RMS
Индикация входной мощности	<канал> <значение> WATTS
Индикация максимальной мощности	<канал> <значение> W MAX
Индикация минимальной мощности	<канал> <значение> W MIN

Пользуйтесь клавишами  и  для прокрутки вариантов выбора видов измерений.

### 5.5.7 Установка адреса GPIB

В состоянии поставки с завода адрес GPIB установлен на 5. Этот адрес можно изменить только с передней панели с помощью меню Address, которое находится под клавишей **Address**.

#### Процедура установки адреса GPIB

Действие	Индикация
1. На клавиатуре SYSTEM нажмите клавишу <b>Address</b> .	ADDRESS 5
2. Введите новый адрес. Например, нажмите клавиши <b>7</b> , <b>Enter</b> .	ADDRESS 7

### 5.5.8 Сохранение и вызов наборов параметров состояния прибора

Вы можете сохранить в памяти до 10 наборов параметров состояния прибора и затем вызывать их с передней панели. В память заносятся все программируемые установки параметров. К энергонезависимой памяти относятся только ячейки памяти с номерами 0, 7, 8 и 9. Данные, занесенные в ячейки памяти с номерами 1 ÷ 6, теряются при выключении прибора.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Состояние SAV0 воспроизводится после включения прибора.

#### Сохранение набора параметров состояния прибора в ячейке памяти № 0

##### Действие

1. Установите прибор в состояние, которое вы хотите сохранить.
2. Сохраните это состояние в ячейке памяти № 0.  
Нажмите клавиши **Shift, Save, 0, Enter**.

##### Индикация

\*SAV 0

#### Вызов набора параметров из памяти

##### Действие

1. Чтобы вызвать из памяти состояние, занесенное в ячейку памяти № 0, нажмите клавиши **Recall, 0, Enter**.

##### Индикация

\*RCL 0

#### Очистка энергонезависимой памяти

##### Действие

1. На клавиатуре SYSTEM нажмите клавишу **Recall** и перейдите к команде переустановки (Reset). Затем нажмите клавишу **Enter**.  
В результате этого восстанавливаются принятые по умолчанию заводские установки параметров прибора.
2. Сохраните этот набор параметров в ячейке памяти № 0.  
Нажмите клавиши **Shift, Save, 0, Enter**.
3. Повторите операцию по п. 2 для ячеек памяти с номерами 7 ÷ 9.

##### Индикация

\*RST

\*SAV 0

\*SAV 7

\*SAV 8

\*SAV 9



## 6 Технические характеристики

В таблице 6-1 перечислены технические характеристики различных моделей электронной нагрузки. Эти характеристики гарантируются при рабочей температуре в интервале  $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Эти технические характеристики относятся к обычному режиму и к режиму формирования перепадов нагрузки, если не указано иное.

Таблица 6-1 Технические характеристики

	N3302A	N3303A	N3304A	N3305A	N3306A	N3307A
<b>Номинальные параметры входа</b>						
Ток	0 ÷ 30 А	0 ÷ 10 А	0 ÷ 60 А	0 ÷ 60 А	0 ÷ 120 А	0 ÷ 30 А
Напряжение	0 ÷ 60 В	0 ÷ 240 В	0 ÷ 60 В	0 ÷ 150 В	0 ÷ 60 В	0 ÷ 150 В
Макс. мощность при $40^{\circ}\text{C}$ <sup>1)</sup>	150 Вт	250 Вт	300 Вт	500 Вт	600 Вт	250 Вт
<b>Входные вольт-амперные характеристики</b>	<p><b>Рабочий контур</b></p>			<p><b>Фрагмент рабочего контура</b></p>		
<b>Номинальный ток при низком напряжении</b>						
2,0 В	30 А	10 А	60 А	60 А	120 А	30 А
1,5 В	22,5 А	7,5 А	45 А	45 А	90 А	22,5 А
1,0 В	15 А	5 А	30 А	30 А	60 А	15 А
0,5 В	7,5 А	2,5 А	15 А	15 А	30 А	7,5 А
0 В	0 А	0 А	0 А	0 А	0 А	0 А

1) Максимально допустимая мощность в непрерывном режиме линейно снижается от 100% при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  до 75% при температуре  $55^{\circ}\text{C}$ .

В таблице 6-1 указаны значения максимального тока, которые возможны при входном напряжении, пониженном до 2 В. Как правило, в нормальных условиях эксплуатации электронная нагрузка может отводить максимальный ток при входном напряжении, пониженном вплоть до указанных ниже значений:

### Типичные значения минимального рабочего напряжения при паспортном значении максимального тока

	N3302A	N3303A	N3304A	N3305A	N3306A	N3307A
Минимальное напряжение	1,2 В	1,2 В	1,2 В	1,4 В	1,4 В	1,4 В

Таблица 6-1 Технические характеристики (продолжение)

	N3302A	N3303A	N3304A
<b>Режим стабилизации тока</b> <sup>2)</sup>			
Слаботочный / сильноточный диапазон	3 А / 30 А	1 А / 10 А	6 А / 60 А
Погрешность стабилизации	10 мА	8 мА	10 мА
Погрешность в слаботочном диапазоне	0,1% + 5 мА	0,1% + 4 мА	0,1% + 7,5 мА
Погрешность в сильноточном диапазоне	0,1% + 10 мА	0,1% + 7,5 мА	0,1% + 15 мА
<b>Режим стабилизации напряжения</b> <sup>2)</sup>			
Низковольтный / высоковольтный диапазон	6 В / 60 В	24 В / 240 В	6 В / 60 В
Погрешность стабилизации	5 мВ	10 мВ	10 мВ
Погрешность в низковольтном диапазоне	0,1% + 3 мВ	0,1% + 10 мВ	0,1% + 3 мВ
Погрешность в высоковольтном диапазоне	0,1% + 8 мВ	0,1% + 40 мВ	0,1% + 8 мВ
<b>Режим стабилизации сопротивления</b> <sup>2), 3)</sup>			
<u>Диапазон 1</u> (ток > 10% от макс. значения)	<u>0,067 ÷ 4 Ом</u>	<u>0,2 ÷ 48 Ом</u>	<u>0,033 ÷ 2 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	0,4% ± 24 мОм	1% ± 100 мОм	0,4% ± 12 мОм
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	0,4% ± 24 мОм	2% ± 100 мОм	0,4% ± 12 мОм
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	0,8% ± 24 мОм	3% ± 100 мОм	0,4% ± 12 мОм
<u>Диапазон 2</u> (ток > 1% от макс. значения)	<u>3,6 ÷ 40 Ом</u>	<u>44 ÷ 480 Ом</u>	<u>1,8 ÷ 20 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	1,5% ± 80 мОм	5% ± 500 мОм	1,5% ± 40 мОм
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	2% ± 80 мОм	10% ± 599 мОм	2% ± 40 мОм
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	3% ± 80 мОм	20% ± 500 мОм	3% ± 40 мОм
<u>Диапазон 3</u> (ток > 0,1% от макс. значения)	<u>36 ÷ 400 Ом</u>	<u>440 ÷ 4800 Ом</u>	<u>18 ÷ 200 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	8% ± 240 мОм	-30% / +50%	6% ± 120 мОм
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	16% ± 240 мОм	-40% / +133%	10% ± 120 мОм
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	32% ± 240 мОм	-50% / +600%	20% ± 120 мОм
<u>Диапазон 4</u> (ток > 0,01% от макс. значения)	<u>360 ÷ 2000 Ом</u>	<u>4400 ÷ 12000 Ом</u>	<u>180 ÷ 2000 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	-25% / +100%	-66% / 800%	-20% / 66%
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	-25% / +100%	-66% / 800%	-33% / +200%
Погрешность в инт. 50% ÷ 80% от предела	-40% / +400%	-66% / +800%	-45% / +600%
Погрешность в инт. 80% ÷ 100% от предела	-40% / +400%	-66% / +800%	-50% / +2000%
<b>Измерение тока</b> <sup>4), 5)</sup>			
Слаботочный / сильноточный диапазон	3 А / 30 А	1 А / 10 А	6 А / 60 А
Погрешность в слаботочном диапазоне	0,05% + 3 мА	0,05% + 2,5 мА	0,05% + 2,5 мА
Погрешность в сильноточном диапазоне	0,05% + 6 мА	0,05% + 5 мА	0,05% + 10 мА
<b>Измерение напряжения</b> <sup>5)</sup>			
Низковольтный / высоковольтный диапазон	6 В / 60 В	24 В / 240 В	6 В / 60 В
Погрешность в низковольтном диапазоне	0,05% ± 3 мВ	0,05% ± 10 мВ	0,05% ± 3 мВ
Погрешность в высоковольтном диапазоне	0,05% ± 8 мВ	0,05% ± 20 мВ	0,05% ± 8 мВ
<b>Измерение мощности</b> <sup>5)</sup>			
Погрешность	0,1% ± 0,4 Вт	0,1% ± 1,2 Вт	0,1% ± 0,6 Вт

2) Характеристики погрешности представлены как ± (% от запрограммированного значения + фиксированное смещение) в тех случаях, когда указано процентное значения + постоянная величина. В прочих случаях значения погрешности указываются в виде отрицательного и положительного процентного значения. Эти характеристики могут ухудшаться при воздействии на прибор ВЧ полей с напряженностью 3 В/м, бросков сетевого напряжения до 500 В или электростатического разряда 8 кВ.

3) В диапазонах сопротивления 3 ÷ 4 характеристики погрешности действуют при входном напряжении ≥ 6 В.

4) Характеристики погрешности измерения тока действительны через 30 секунд после подачи входного тока.

5) Погрешность выражается как ± (% от показания + фиксированное смещение). Результат измерения получается на основе 1000 выборок. Эти характеристики могут ухудшаться при воздействии на прибор бросков сетевого напряжения до 500 В или электростатического разряда 8 кВ.

Таблица 6-1 Технические характеристики (продолжение)

	N3305A	N3306A	N3307A
<b>Режим стабилизации тока</b> <sup>2)</sup>			
Слаботочный / сильноточный диапазон	6 А / 60 А	12 А / 120 А	3 А / 30 А
Погрешность стабилизации	10 мА	10 мА	10 мА
Погрешность в слаботочном диапазоне	0,1% ± 7,5 мА	0,1% ± 15 мА	0,1% ± 7,5 мА
Погрешность в сильноточном диапазоне	0,1% ± 15 мА	0,1% ± 37,5 мА	0,1% ± 15 мА
<b>Режим стабилизации напряжения</b> <sup>2)</sup>			
Низковольтный / высоковольтный диапазон	15 В / 150 В	6 В / 60 В	15 В / 150 В
Погрешность стабилизации	10 мВ	20 мВ	10 мВ
Погрешность в низковольтном диапазоне	0,1% ± 10 мВ	0,1% ± 3 мВ	0,1% ± 10 мВ
Погрешность в высоковольтном диапазоне	0,1% ÷ 20 мВ	0,1% ÷ 8 мВ	0,1% ÷ 20 мВ
<b>Режим стабилизации сопротивления</b> <sup>2), 3)</sup>			
<u>Диапазон 1</u> (ток > 10% от макс. значения)	<u>0,033 ÷ 5 Ом</u>	<u>0,017 ÷ 1 Ом</u>	<u>0,067 ÷ 10 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	0,4% ± 24 мОм	0,4% ± 6 мОм	0,75% ± 32 мОм
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	0,4% ± 24 мОм	0,4% ± 6 мОм	1,5% ± 32 мОм
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	0,8% ± 24 мОм	0,4% ± 6 мОм	2% ± 32 мОм
<u>Диапазон 2</u> (ток > 1% от макс. значения)	<u>4,5 ÷ 50 Ом</u>	<u>0,9 ÷ 10 Ом</u>	<u>9 ÷ 100 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	1,5% ± 80 мОм	1,5% ± 20 мОм	3% ± 120 мОм
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	2% ± 80 мОм	2% ± 20 мОм	6% ± 120 мОм
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	3% ± 80 мОм	3% ± 20 мОм	10% ± 120 мОм
<u>Диапазон 3</u> (ток > 0,1% от макс. значения)	<u>45 ÷ 500 Ом</u>	<u>9 ÷ 100 Ом</u>	<u>90 ÷ 1000 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	-10% / +25%	6% ± 60 мОм	-20% / +20%
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	-20% / +50%	10% ± 60 мОм	-20% / +66%
Погрешность в инт. 50% ÷ 100% от предела	-30% / +150%	20% ± 60 мОм	-33% / +200%
<u>Диапазон 4</u> (ток > 0,01% от макс. значения)	<u>450 ÷ 2000 Ом</u>	<u>90 ÷ 1000 Ом</u>	<u>900 ÷ 2500 Ом</u>
Погрешность в интервале до 25% от предела	-35% / +200%	-20% / +66%	-45% / +600%
Погрешность в инт. 25% ÷ 50% от предела	-45% / +500%	-33% / +200%	-45% / +600%
Погрешность в инт. 50% ÷ 80% от предела	-50% / +1200%	-45% / 600%	-45% / +600%
Погрешность в инт. 80% ÷ 100% от предела	-50% / +2000%	-50% / +2000%	-50% / +2000%
<b>Измерение тока</b> <sup>4), 5)</sup>			
Слаботочный / сильноточный диапазон	6 А / 60 А	12 А / 120 А	3 А / 30 А
Погрешность в слаботочном диапазоне	0,05% + 5 мА	0,05% + 10 мА	0,05% + 3 мА
Погрешность в сильноточном диапазоне	0,05% + 10 мА	0,05% + 20 мА	0,05% + 6 мА
<b>Измерение напряжения</b> <sup>5)</sup>			
Низковольтный / высоковольтный диапазон	15 В / 150 В	6 В / 60 В	15 В / 150 В
Погрешность в низковольтном диапазоне	0,05% + 8 мВ	0,05% + 3 мВ	0,05% + 8 мВ
Погрешность в высоковольтном диапазоне	0,05% + 16 мВ	0,05% + 8 мВ	0,05% + 16 мВ
<b>Измерение мощности</b> <sup>5)</sup>			
Погрешность	0,1% + 0,6 Вт	0,1% + 1,3 Вт	0,1% + 0,9 Вт

2) Характеристики погрешности представлены как ± (% от запрограммированного значения + фиксированное смещение) в тех случаях, когда указано процентное значения + постоянная величина. В прочих случаях значения погрешности указываются в виде отрицательного и положительного процентного значения. Эти характеристики могут ухудшаться при воздействии на прибор ВЧ полей с напряженностью 3 В/м, бросков сетевого напряжения до 500 В или электростатического разряда 8 кВ.

3) В диапазонах сопротивления 3 ÷ 4 характеристики погрешности действуют при входном напряжении ≥ 6 В.

4) Характеристики погрешности измерения тока действительны через 30 секунд после подачи входного тока.

5) Погрешность выражается как ± (% от показания + фиксированное смещение). Результат измерения получается на основе 1000 выборок. Эти характеристики могут ухудшаться при воздействии на прибор бросков сетевого напряжения до 500 В или электростатического разряда 8 кВ.

В таблице 6-2 перечислены дополнительные технические характеристики, которые не гарантируются, но описывают типичные данные, полученные при испытаниях прототипа или типового образца.

Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики

	N3302A	N3303A	N3304A
<b>Разрешающая способность программирования</b>			
Режим стабилизации тока	0,05 мА / 0,5 мА	0,02 мА / 0,2 мА	0,1 мА / 1 мА
Режим стабилизации напряжения	0,1 мВ / 1 мВ	0,4 мВ / 4 мВ	0,1 мВ / 1 мВ
Режим стабилизации сопротивления	0,07 / 0,7 / 7 / 70 мОм	0,82/8,2/82/820 мОм	0,035/0,35/3,5/35 мОм
<b>Разреш. способность считывания</b>			
Ток	0,05 мА / 0,5 мА	0,02 мА / 0,2 мА	0,1 мА / 1 мА
Напряжение	0,1 мВ / 1 мВ	0,4 мВ / 4 мВ	0,1 мВ / 1 мВ
<b>Значения скорости изменения <sup>1)</sup></b>			
Диапазоны тока			
Низкая скорость изменения тока	500 А/с ÷ 250 кА/с	167 А/с ÷ 8330 А/с	1 кА/с ÷ 50 кА/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	50 кА/с ÷ 2,5 МА/с	16,7 кА/с ÷ 833 кА/с	100 кА/с ÷ 5 МА/с
Высокая скорость изменения < 3 В	50 кА/с ÷ 250 кА/с	16,7 кА/с ÷ 83,3 кА/с	100 кА/с ÷ 500 кА/с
Диапазоны напряжения			
Низкая скорость изменения	1 кВ/с ÷ 50 кВ/с	4 кВ/с ÷ 200 кВ/с	1 кВ/с ÷ 50 кВ/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	100 кВ/с ÷ 500 кВ/с	400 кВ/с ÷ 2 МВ/с	100 кВ/с ÷ 500 кВ/с
Высокая скорость изменения < 3 В	100 кВ/с ÷ 50 кВ/с	400 кВ/с ÷ 200 кВ/с	100 кВ/с ÷ 50 кВ/с
Диапазон 1 сопротивления			
Низкая скорость изменения	44 Ом/с ÷ 1125 Ом/с	540 Ом/с ÷ 13,5 кОм/с	22 Ом/с ÷ 560 Ом/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	2250 Ом/с ÷ 34 кОм/с	27 кОм/с ÷ 408 кОм/с	1120 Ом/с ÷ 17 кОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	2250 Ом/с ÷ 3,4 кОм/с	27 кОм/с ÷ 40,8 кОм/с	1120 Ом/с ÷ 1,7 кОм/с
Диапазон 2 сопротивления			
Низкая скорость изменения	440 Ом/с ÷ 11,25 кОм/с	5,4 кОм/с ÷ 135 кОм/с	220 Ом/с ÷ 5600 Ом/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	22,5 кОм/с ÷ 340 кОм/с	270 кОм/с ÷ 4,08 МОм/с	11,2 кОм/с ÷ 170 кОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	22,5 кОм/с ÷ 34 кОм/с	270 кОм/с ÷ 408 кОм/с	11,2 кОм/с ÷ 17 кОм/с
Диапазон 3 сопротивления			
Низкая скорость изменения	4,4 кОм/с ÷ 112,5 кОм/с	54 кОм/с ÷ 1,35 МОм/с	2,2 кОм/с ÷ 56 кОм/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	225 кОм/с ÷ 40,8 МОм/с	2,7 МОм/с ÷ 40,8 МОм/с	112 кОм/с ÷ 1,7 МОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	225 кОм/с ÷ 340 кОм/с	2,7 МОм/с ÷ 4,08 МОм/с	112 кОм/с ÷ 170 кОм/с
Диапазон 4 сопротивления			
Низкая скорость изменения	44 кОм/с ÷ 1,125 МОм/с	540 кОм/с ÷ 13,5 МОм/с	22 кОм/с ÷ 560 кОм/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	2,25 МОм/с ÷ 34 МОм/с	27 МОм/с ÷ 408 МОм/с	1,12 МОм/с ÷ 17 МОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	2,25 МОм/с ÷ 3,4 МОм/с	27 МОм/с ÷ 40,8 МОм/с	1,12 МОм/с ÷ 1,7 МОм/с
<b>Погрешность скорости изменения</b>	в пределах 35% от запрограммированного значения		
<b>Программируемый режим короткого замыкания</b>	66 мОм макс. 100 мОм тип.	200 мОм макс. 100 мОм тип.	33 мОм макс. 20 мОм тип.
<b>Программируемый режим ХХ</b>	≥ 20 кОм	≥ 80 кОм	≥ 20 кОм
<b>Электрическая прочность изоляции</b>	± 300 В между клеммами "+" или "-" и шасси		
<b>Время обработки команд</b>			
Дискретные команды		3 мс	
Команды по списку		1 мс	
<b>Интервалы времени в списке</b>			
Диапазон установки		0 ÷ 10 с	
Разрешающая способность		1 мс	
Погрешность		5 мс	

1) См. примечания к таблице 6-2 на стр.76.

Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики (продолжение)

	N3305A	N3306A	N3307A
<b>Разрешающая способность программирования</b>			
Режим стабилизации тока	0,1 мА / 1 мА	0,02 мА / 0,2 мА	0,05 мА / 0,5 мА
Режим стабилизации напряжения	0,25 мВ / 2,5 мВ	0,1 мВ / 1 мВ	0,25 мВ / 2,5 мВ
Режим стабилизации сопротивления	0,085/0,85/8,5/85 мОм	0,0175/0,175/1,75/17,5 мОм	0,17/1,7/17/170 мОм
<b>Разрешающая способность считывания</b>			
Ток	0,1 мА / 1 мА	0,2 мА / 2 мА	0,05 мА / 0,5 мА
Напряжение	0,25 мВ / 0,25 В	0,1 мВ / 1 мВ	0,25 мВ / 0,25 В
<b>Значения скорости изменения <sup>1)</sup></b>			
Диапазоны тока			
Низкая скорость изменения тока	1 кА/с ÷ 50 кА/с	2 кА/с ÷ 100 кА/с	500 А/с ÷ 25 кА/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	100 кА/с ÷ 5 МА/с	200 кА/с ÷ 10 МА/с	50 кА/с ÷ 2,5 МА/с
Высокая скорость изменения < 3 В	100 кА/с ÷ 500 кА/с	200 кА/с ÷ 1 МА/с	50 кА/с ÷ 250 кА/с
Диапазоны напряжения			
Низкая скорость изменения	2,5 кВ/с ÷ 125 кВ/с	1 кВ/с ÷ 50 кВ/с	2,5 кВ/с ÷ 125 кВ/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	250 кВ/с ÷ 1,25 МВ/с	100 кВ/с ÷ 500 кВ/с	250 кВ/с ÷ 1,25 МВ/с
Высокая скорость изменения < 3 В	250 кВ/с ÷ 125 кВ/с	100 кВ/с ÷ 50 кВ/с	250 кВ/с ÷ 125 кВ/с
Диапазон 1 сопротивления			
Низкая скорость изменения	55 Ом/с ÷ 1400 Ом/с	11 Ом/с ÷ 280 Ом/с	110 Ом/с ÷ 2800 Ом/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	2800 Ом/с ÷ 42,5 кОм/с	560 Ом/с ÷ 8,5 кОм/с	5600 Ом/с ÷ 85 кОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	2800 Ом/с ÷ 4,25 кОм/с	560 Ом/с ÷ 850 Ом/с	5600 Ом/с ÷ 8,5 кОм/с
Диапазон 2 сопротивления			
Низкая скорость изменения	550 Ом/с ÷ 14 кОм/с	110 Ом/с ÷ 2800 Ом/с	1,1 кОм/с ÷ 28 кОм/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	28 кОм/с ÷ 425 кОм/с	5600 Ом/с ÷ 85 кОм/с	56 кОм/с ÷ 850 кОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	28 кОм/с ÷ 42,5 кОм/с	5600 Ом/с ÷ 8,5 кОм/с	56 кОм/с ÷ 85 кОм/с
Диапазон 3 сопротивления			
Низкая скорость изменения	5,5 кОм/с ÷ 140 кОм/с	1,1 кОм/с ÷ 28 кОм/с	11 кОм/с ÷ 280 кОм/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	280 кОм/с ÷ 4,25 МОм/с	56 кОм/с ÷ 850 кОм/с	560 кОм/с ÷ 8,5 МОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	280 кОм/с ÷ 425 кОм/с	56 кОм/с ÷ 85 кОм/с	560 кОм/с ÷ 850 кОм/с
Диапазон 4 сопротивления			
Низкая скорость изменения	55 кОм/с ÷ 1,4 МОм/с	11 кОм/с ÷ 280 кОм/с	110 кОм/с ÷ 2,8 МОм/с
Высокая скорость изменения ≥ 3 В	2,8 МОм/с ÷ 42,5 МОм/с	560 кОм/с ÷ 8,5 кОм/с	5,6 МОм ÷ 85 МОм/с
Высокая скорость изменения < 3 В	2,8 МОм/с ÷ 4,25 МОм/с	560 кОм/с ÷ 850 кОм/с	5,6 МОм/с ÷ 8,5 МОм/с
<b>Погрешность скорости изменения нагрузки</b>	в пределах 35% от запрограммированного значения		
<b>Программируемый режим короткого замыкания</b>	33 мОм макс. 25 мОм тип.	17 мОм макс. 12 мОм макс.	33 мОм макс. 20 мОм тип.
<b>Программируемый режим ХХ</b>	≥ 80 кОм	≥ 20 кОм	≥ 80 кОм
<b>Электрическая прочность изоляции</b>	± 300 В между клеммами "+" или "-" и шасси		
<b>Время обработки команд</b>			
Дискретные команды		3 мс	
Команды по списку		1 мс	
<b>Интервалы времени в списке</b>			
Диапазон установки		0 ÷ 10 с	
Разрешающая способность		1 мс	
Погрешность		5 мс	

1) См. примечания к таблице 6-2 на стр.76.

### Примечания к таблице 6-2

Диапазоны скорости изменения перепадов нагрузки не программируются. Когда вы программируете значение скорости изменения, выходящее за пределы указанного диапазона, прибор автоматически корректирует скорость изменения так, чтобы она попадала в диапазон, ближайший к запрограммированному значению. Характеристики воспроизведения скорости изменения относятся только к значениям, находящимся в пределах указанных диапазонов. Кроме того, в случае небольшого перепада от одного уровня к другому минимальное время переходного процесса ограничивается малосигнальной шириной полосы частот электронной нагрузки (за дополнительной информацией обращайтесь к главе 2).

При напряжении  $< 3$  В максимальная ширина полосы частот электронной нагрузки уменьшается в 10 раз. Например, максимальная скорость изменения тока у модели N3302A составляет 2,5 MA/c, однако ниже 3 вольт она равна 250 кA/c. Поэтому программирование скорости изменения тока в интервале от 250 кA/c до 2,5 MA/c приведет к тому, что реальная скорость изменения тока составит 250 кA/c. Программирование значений скорости изменения тока  $< 250$  кA/c приведет к тому, что реальная скорость изменения тока будет правильно воспроизводить запрограммированное значение. Если вы применяете режим формирования перепадов нагрузки для генерирования импульсной последовательности с высокой частотой повторения, то ограничение скорости нарастания может привести к тому, что никогда не будет достигнуто верхнее запрограммированное значение до начала перехода к нижнему запрограммированному значению. Таким образом, несмотря на то, режим формирования перепадов нагрузки все еще действует при малых напряжениях, при этом невозможно реализовать высокочастотную импульсную последовательность с большими перепадами уровня.



Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики (продолжение)

	N3302A	N3303A	N3304A
<b>Генератор перепадов уровня</b>			
Частотный диапазон	0,25 Гц ÷ 10 кГц		
Погрешность воспроизведения частоты	0,5%		
Диапазон коэффициента заполнения	3% ÷ 97% в диапазоне 0,25 Гц ÷ 1 кГц; 6% ÷ 94% в диапазоне 1 кГц ÷ 10 кГц		
Погрешность коэффициента заполнения	1%		
Длительность импульсов	50 мкс ÷ 4 с ± 1%		
<b>Время измерения</b>			
1000 выборок (по умолчанию)	20 мс (с указанной погрешностью измерений)		
200 выборок	10 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 6%)		
100 выборок	9 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 10%)		
20 точек	7 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 30%)		
< 20 точек	7 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 30%)		
<b>Измерительная полоса частот</b>	10 кГц (с.к.з.)		
<b>Возможности GPIB</b>	SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, DT1, CD1		
<b>Пульсации и шумы</b> <sup>2)</sup>			
Ток (с.к.з./пик-пик)	2 мА / 20 мА	1 мА / 10 мА	4 мА / 40 мА
Напряжение (с.к.з)	5 мВ	12 мВ	6 мВ
<b>Температурные коэффициенты</b>			
Программирование тока	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C	120 ppm/°C + 0,1 мА/°C	120 ppm/°C + 1 мА/°C
Считывание тока	100 ppm/°C + 0,5 мА/°C	100 ppm/°C + 0,1 мА/°C	100 ppm/°C + 1 мА/°C
Программирование напряжения	100 ppm/°C + 0,5 мВ/°C	100 ppm/°C + 2 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,5 мВ/°C
Считывание напряжения	80 ppm/°C + 0,33 мВ/°C	80 ppm/°C + 1,33 мВ/°C	80 ppm/°C + 0,33 мВ/°C
Программирование сопротивления			
Диапазон 1	800 ppm/°C + 0,4 мОм/°C	800 ppm/°C + 1,6 мОм/°C	800 ppm/°C + 0,2 мОм/°C
Диапазон 2	800 ppm/°C + 4 мОм/°C	800 ppm/°C + 16 мОм/°C	800 ppm/°C + 2 мОм/°C
Диапазон 3	800 ppm/°C + 40 мОм/°C	800 ppm/°C + 160 мОм/°C	800 ppm/°C + 20 мОм/°C
Диапазон 4	800 ppm/°C + 4 Ом/°C	800 ppm/°C + 16 Ом/°C	800 ppm/°C + 2 Ом/°C
<b>Дистанционное измерение напряжения</b>	5 В постоянного тока между входом SENSE и входом нагрузки		
<b>Предельный обратный ток</b>			
При включенном входе	50 А	20 А	100 А
При выключенном входе	20 А	10 А	40 А
<b>Внешнее аналоговое программирование</b>			
Программирующее напряжение	Напряжение от 0 до верхнего предела: 0 ÷ 10 В Ток от 0 до верхнего предела: 0 ÷ 10 В		
Ширина полосы частот (все диапазоны)	10 кГц (на уровне -3 дБ)		
Погрешность прог. напряжения <sup>3)</sup>	0,5% + 12 мВ	0,5% + 48 мВ	0,5% + 12 мВ
Температурный коэффициент <sup>3)</sup>	100 ppm/°C + 0,33 мВ/°C	100 ppm/°C + 1,33 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,33 мВ/°C
Погрешность программирования тока <sup>3)</sup>	0,25% + 4,5 мА	0,25% + 1,5 мА	0,25% + 9 мА
Температурный коэффициент <sup>3)</sup>	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C	120 ppm/°C + 0,1 мА/°C	120 ppm/°C + 1 мА/°C

2) В диапазоне 20 Гц ÷ 10 МГц

3) Относится ко всем диапазонам.

**Примечание:** 1 ppm = 10<sup>-6</sup> = 0,0001%

Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики (продолжение)

	N3302A	N3303A	N3304A
<b>Контрольные порты</b>			
Контрольное напряжение	Напряжение от 0 до верхнего предела: $0 \div 10$ В Ток от 0 до верхнего предела: $0 \div 10$ В		
Погрешность контроля напряжения	0,25% + 12 мВ	0,25% + 48 мВ	0,25% + 12 мВ
Температурный коэффициент	100 ppm/°C + 0,33 мВ/°C	100 ppm/°C + 1,33 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,33 мВ/°C
Погрешность контроля тока	0,1% + 4,5 мА	0,1% + 1,5 мА	0,1% + 9 мА
Температурный коэффициент	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C	120 ppm/°C + 0,1 мА/°C	120 ppm/°C + 1 мА/°C
<b>Дрейф</b>			
Программирование напряжения	2 мВ	10 мВ	5 мВ
Программирование тока	1 мА	1 мА	2 мА
<b>Цифровые входы и вход запуска</b>	ViL = 0,9 В макс. при iIL = -1 мА ViH = 3,15 В мин. (резистор смещения на входе)		
<b>Цифровые выходы и выход запуска</b>	VoL = 0,72 В макс. при IoL = 1 мА VoH = 3,3 В мин. при IoH = -20 мкА		
<b>Периодичность калибровки</b>	1 год для модулей; базовые блоки электронной нагрузки N3300A и N3301A не требуют калибровки		
<b>Масса</b>			
Нетто	2,7 кг	2,7 кг	2,7 кг
В транспортной таре	4,1 кг	4,1 кг	4,1 кг

Примечание: 1 ppm =  $10^{-6}$  = 0,0001%

Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики (продолжение)

	N3305A	N3306A	N3307A
<b>Генератор перепадов уровня</b>			
Частотный диапазон	0,25 Гц ÷ 10 кГц		
Погрешность воспроизведения частоты	0,5%		
Диапазон коэффициента заполнения	3% ÷ 97% в диапазоне 0,25 Гц ÷ 1 кГц; 6% ÷ 94% в диапазоне 1 кГц ÷ 10 кГц		
Погрешность коэффициента заполнения	1%		
Длительность импульсов	50 мкс ÷ 4 с ± 1%		
<b>Время измерения</b>			
1000 выборок (по умолчанию)	20 мс (с указанной погрешностью измерений)		
200 выборок	10 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 6%)		
100 выборок	9 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 10%)		
20 точек	7 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 30%)		
< 20 точек	7 мс (с дополнительным фиксированным смещением < 30%)		
<b>Измерительная полоса частот</b>	10 кГц (с.к.з.)		
<b>Возможности GPIB</b>	SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, DT1, CD1		
<b>Пульсации и шумы</b> <sup>2)</sup>			
Ток (с.к.з./пик-пик)	4 мА / 40 мА	6 мА / 60 мА	2 мА / 20 мА
Напряжение (с.к.з)	10 мВ	8 мВ	10 мВ
<b>Температурные коэффициенты</b>			
Программирование тока	120 ppm/°C + 1 мА/°C	120 ppm/°C + 2 мА/°C	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C
Считывание тока	100 ppm/°C + 1 мА/°C	100 ppm/°C + 2 мА/°C	100 ppm/°C + 0,5 мА/°C
Программирование напряжения	100 ppm/°C + 1,5 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,5 мВ/°C	100 ppm/°C + 1,5 мВ/°C
Считывание напряжения	80 ppm/°C + 0,8 мВ/°C	80 ppm/°C + 0,33 мВ/°C	80 ppm/°C + 0,8 мВ/°C
Программирование сопротивления			
Диапазон 1	800 ppm/°C + 0,4 мОм/°C	800 ppm/°C + 0,1 мОм/°C	800 ppm/°C + 0,8 мОм/°C
Диапазон 2	800 ppm/°C + 4 мОм/°C	800 ppm/°C + 1 мОм/°C	800 ppm/°C + 8 мОм/°C
Диапазон 3	800 ppm/°C + 40 мОм/°C	800 ppm/°C + 10 мОм/°C	800 ppm/°C + 80 мОм/°C
Диапазон 4	800 ppm/°C + 4 Ом/°C	800 ppm/°C + 1 Ом/°C	800 ppm/°C + 8 Ом/°C
<b>Дистанционное измерение напряжения</b>	5 В постоянного тока между входом SENSE и входом нагрузки		
<b>Предельный обратный ток</b>			
При включенном входе	60 А	120 А	50 А
При выключенном входе	30 А	60 А	20 А
<b>Внешнее аналоговое программирование</b>			
Программирующее напряжение	Напряжение от 0 до верхнего предела: 0 ÷ 10 В Ток от 0 до верхнего предела: 0 ÷ 10 В		
Ширина полосы частот (все диапазоны)	10 кГц (на уровне -3 дБ)		
Погрешность прог. напряжения <sup>3)</sup>	0,5% + 30 мВ	0,5% + 12 мВ	0,5% + 30 мВ
Температурный коэффициент <sup>3)</sup>	100 ppm/°C + 0,8 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,33 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,8 мВ/°C
Погрешность программирования тока <sup>3)</sup>	0,25% + 9 мА	0,25% + 18 мА	0,25% + 4,5 мА
Температурный коэффициент <sup>3)</sup>	120 ppm/°C + 1 мА/°C	120 ppm/°C + 2 мА/°C	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C

2) В диапазоне 20 Гц ÷ 10 МГц

3) Относится ко всем диапазонам.

**Примечание:** 1 ppm = 10<sup>-6</sup> = 0,0001%

Таблица 6-2 Дополнительные технические характеристики (продолжение)

	N3305A	N3306A	N3307A
<b>Контрольные порты</b>			
Контрольное напряжение	Напряжение от 0 до верхнего предела: $0 \div 10$ В Ток от 0 до верхнего предела: $0 \div 10$ В		
Погрешность контроля напряжения	0,25% + 30 мВ	0,25% + 12 мВ	0,25% + 30 мВ
Температурный коэффициент	100 ppm/°C + 0,8 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,8 мВ/°C	100 ppm/°C + 0,8 мВ/°C
Погрешность контроля тока	0,1% + 9 мА	0,1% + 18 мА	0,1% + 4,5 мА
Температурный коэффициент	120 ppm/°C + 1 мА/°C	120 ppm/°C + 2 мА/°C	120 ppm/°C + 0,5 мА/°C
<b>Дрейф</b>			
Программирование напряжения	5 мВ	5 мВ	5 мВ
Программирование тока	2 мА	4 мА	1 мА
<b>Цифровые входы и вход запуска</b>	ViL = 0,9 В макс. при iIL = -1 мА ViH = 3,15 В мин. (резистор смещения на входе)		
<b>Цифровые выходы и выход запуска</b>	VoL = 0,72 В макс. при IoL = 1 мА VoH = 3,3 В мин. при IoH = -20 мкА		
<b>Периодичность калибровки</b>	1 год для модулей; базовые блоки электронной нагрузки N3300A и N3301A не требуют калибровки		
<b>Масса</b>			
Нетто	4,6 кг	4,6 кг	2,7 кг
В транспортной таре	6,8 кг	6,8 кг	4,1 кг

Примечание: 1 ppm =  $10^{-6}$  = 0,0001%

Таблица 6-3 Дополнительные технические характеристики базовых блоков N3300A и N3301A

	N3300A	N3301A
<b>Рабочий температурный диапазон</b>	0°C ÷ 55°C	
<b>Входные характеристики</b>		
Номинальное напряжение питания	100 ÷ 120 В / 200 ÷ 240 В, 50/60 Гц	
Рабочий диапазон напряжения питания	90 ÷ 132 В или 180 ÷ 264 В 47 ÷ 63 Гц	90 ÷ 264 В 47 ÷ 63 Гц
Потребляемый ток	4,2 А при 100 ÷ 120 В; 2,2 А при 200 ÷ 240 В	2,3 А при 100 ÷ 240 В
Потребляемая мощность	440 ВА	230 ВА
Пусковой ток	38 А	18 А при 115 В 36 А при 230 В
<b>Размеры</b>		
Высота	178 мм + 10 мм съемные опорные ножки	
Глубина	625 мм, включая входные соединители на модулях	
Ширина	425,5 мм	213 мм
<b>Масса</b>		
Нетто	13,2 кг	7,3 кг
В транспортной таре	17,3 кг	9,1 кг