OPHIR®
Photonics
A Newport Corporation Brand

LASERSTAR

LASERSTAR

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ/ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРА

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

OPHIR OPTRONICS
www.ophiropt.com/photonics

Содержание

Глава 1. Введение: Как использовать это руководство 5

Глава 2. Краткий обзор 6

2.1 Начало работы 6
2.2 Сенсоры на термоэлементах 8
2.3 Фотодиодные сенсоры 13
2.4 Пироэлектрические сенсоры 16

Глава 3. Laserstar 21

3.1 Общее описание 21
3.2 "Умные коннекторы" 22
3.3 Назначаемые клавиши 23
3.4 Включение и выключение устройства 25
3.5 Функции Laserstar, общие для всех сенсоров 25
3.6 Аппаратные опции 28

Глава 4. Работа с сенсорами на термоэлементах 32

4.1 Сенсоры на термоэлементах 32
4.2 Выбор настроек с экрана Laserstar 33
4.3 Запуск устройства и конфигурация по умолчанию 35
4.4 Измерение мощности 36
4.5 Измерение энергии 48
4.6 Дополнительные опции отображения 55
4.7 Специальные сенсоры на термоэлементах 58

Глава 5. Работа с фотодиодными сенсорами 60

5.1 Фотодиодные сенсоры 60
5.2 Настройка PD300 для отображения выбранной пользователем длины волны 62
5.3 Установки по умолчанию 63
5.4 Выбор настроек с экрана Laserstar 64
5.5 Специальные фотодиодные сенсоры 71

Глава 6. Работа с пироэлектрическими сенсорами 73

6.1 Пироэлектрические сенсоры 73
6.2 Выбор настроек с экрана Laserstar 74
6.3 Запуск устройства и конфигурация по умолчанию 77
6.4 Измерение энергии, мощности или экспозиции 78
6.5 Измерение повторяющихся импульсов с высокой энергией 85
6.6 Журналирование данных по энергии 86
6.7 Адаптер 86

Глава 7. Работа с RP-сенсорами 88

7.1 Общее описание 88
7.2 Принцип работы 88
7.3 Преимущества RP 91
7.4 Форма импульса во времени 92
7.5 Измерение параметров импульсно-периодических лазеров при помощи RP-сенсоров 92
7.6 Настройка RP измерений 93

7.7 Выбор ширины импульса по умолчанию 97
7.8 Настройка для измерения мощности и энергии одиночного импульса 98
7.9 Обнуление 100
7.10 Настройка усиления 100
7.11 Журналирование данных 101

Глава 8. Работа с двухканальным Laserstar 105

8.1 Работа с одним подключенным сенсором 105
8.2 Работа с одним сенсором при двух подключенных сенсорах 105
8.3 Работа с двумя сенсорами при двух подключенных сенсорах 105

Глава 9. Описание схемы 108

Глава 10. Калибровка, обслуживание и устранение неполадок 111

10.1 Калибровка сенсоров на термоэлементах или RP-сенсоров 111
10.2 Калибровка фотодиодных сенсоров 121
10.3 Калибровка пироэлектрических сенсоров 124
10.4 Сообщения об ошибках 128
10.5 Устранение неполадок 129
10.6 Обслуживание 131

Глава 11. Спецификации 136

11.1 Спецификации системы 136
11.2 Спецификация на сенсоры 139

Глава 1.

Введение: Как использовать это руководство

Laserstar от компании Ophir является микропроцессорным измерителем мощности/энергии лазера, обеспечивающим широкие возможности по измерению, отображению и обработке информации. Laserstar работает с сенсорами на термоэлементах, а также с пироэлектрическими и фотодиодными сенсорами, и использует современную технологию подключения. Подключение сенсора конфигурирует и калибрует устройство. Доступна модификация Laserstar, поддерживающая работу сразу с двумя сенсорами.

В этом руководстве будет показано все, что необходимо для использования Laserstar при проведении лазерных измерений. Руководство включает в себя "Quick Reference" (Глава 2) (Краткий обзор), что позволит вам быстро приступить к измерениям, исключая необходимость в прочтении всего руководства полностью.

Главы 4, 5 и 6 включают в себя основную информацию по проведению измерений, а в соответствующих разделах этих глав приводится более подробная информация.

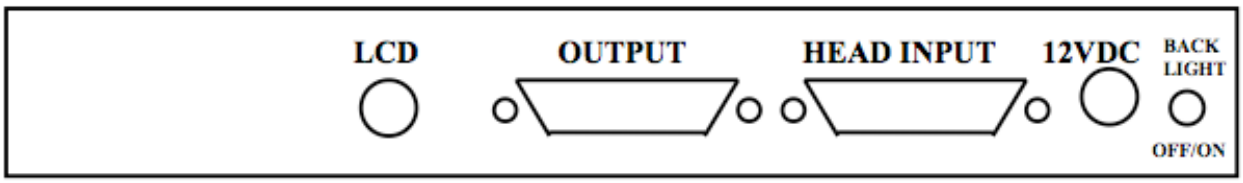
Глава 2.
Краткий обзор

2.1. Начало работы

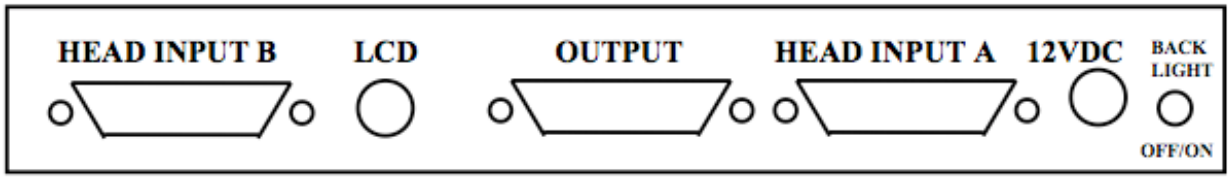
В Laserstar используются так называемые "soft keys" (назначаемые клавиши). Это значит, что функции клавиш меняются в зависимости от режима работы, а текущая функция клавиши отображена в графе над каждой клавишей (см. рис. 2).

Подсоединение сенсора к Laserstar:

Вставьте 15-контактный D-коннектор кабеля сенсора в разъем с названием "Head Input", находящийся на задней стороне Laserstar (см. рис. 1). Если вы используете двухканальную модификацию Laserstar, и используете при этом только один сенсор, предпочтительно задействовать вход А.



Задняя панель стандартной модели



Задняя панель двухканальной модели (входы А и В)

Рис. 1. Вид задней панели Laserstar.

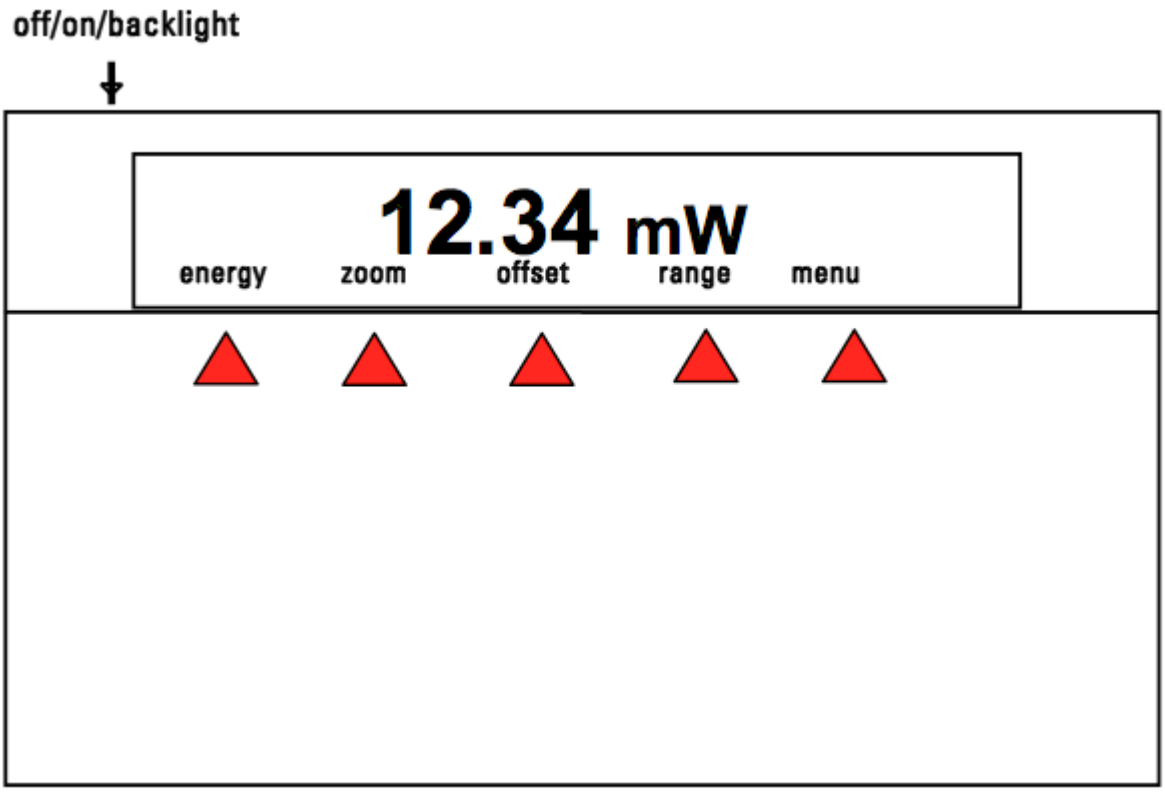


Рис. 2. Laserstar, вид сверху.

off/on/backlight - выключено/включено/подсветка.

Чтобы включить Laserstar:

1. Переведите переключатель в правой части задней панели в центральное положение. Заметьте, что он имеет три положения: вниз - выключено, центр - включено, вверх - включено с подсветкой. (см. рис. 2).

Устройство будет включено. Заметьте, что сенсор должен быть подключен до включения самого устройства.

Чтобы выключить Laserstar:

1. Переведите переключатель в нижнее положение.

2. Если вы хотите сохранить выставленные в Laserstar настройки - используйте функцию "configure" (конфигурация). (см. раздел 2.2.2).

Чтобы установить частоту сети:

1. Отсоедините сенсор, выключите устройство, а затем включите снова. Появится надпись "Head Disconnected".
2. Выберите "line frequency" (частота сети).
3. Нажмите "value" (значение), чтобы выбрать нужное значение частоты сети.
4. Нажмите "save" (сохранить) и частота сети будет сохранена.

Чтобы обнулить устройство:

1. Отсоедините сенсор, выключите и включите устройство. Появится надпись "Head Disconnected".
2. Убедитесь, что устройство не находится под воздействием электрических помех.
3. Нажмите "zero" (обнуление) и затем "go" (перейти). По завершению обнуления на экране будет отображена надпись "zeroing completed" (обнуление завершено).
4. В случае использования сенсоров на термоэлементах также потребуется провести обнуление вместе с сенсором. Смотрите раздел 3.5.6.

2.2 Сенсоры на термоэлементах

2.2.1 Использование Laserstar с сенсорами на термоэлементах

Чтобы установить тип исследуемого лазера:

1. При выключенном Laserstar подсоедините сенсор и затем включите прибор.
2. Из главного окна измерений нажмите клавишу menu. Подсветится "laser". Нажмите "go" и выберите требуемую длину волны лазера.
3. Если вы хотите сохранить эту новую длину волны как длину волны по умолчанию, нажмите "save" (сохранить).
4. Чтобы вернуться к главному окну - нажмите "exit" (выход) а затем "esc".

Чтобы выбрать ручной или автодиапазон при проведении измерений по мощности:

1. Из главного окна измерений нажмите "range" (диапазон).
2. Выберите нужный ручной диапазон или выберите автодиапазон.
3. Если вы хотите сохранить этот диапазон как диапазон по умолчанию, нажмите "save".
4. Нажмите "exit", чтобы вернуться в основное окно измерений. Диапазон будет отображен в нижнем правом углу основного окна измерений.

Чтобы выбрать измерение мощности или энергии:

1. Чтобы перейти из главного окна измерения мощности к окну измерения энергии, нажмите "energy" (энергия).
2. Чтобы перейти из окна измерения энергии к окну измерения мощности, нажмите "power" (мощность).

2.2.2 Установка и сохранение конфигурации по умолчанию

1. Включите Laserstar, предварительно отключив сенсор, нажмите "value", чтобы выбрать тип окна, с которого вы хотите начинать работу при

включении. (Этот выбор будет сохранен в устройстве, а не в памяти сенсора, поэтому Laserstar будет следовать этой настройке для всех типов сенсоров).

2. Подсоедините сенсор, выключите Laserstar и затем включите снова. Из главного окна измерений нажмите "menu".

3. При помощи клавиш навигации выберите "config". Нажмите "go".

4. Нажмите "value", чтобы выбрать "power" или "energy" как окно при включении.

5. Выберите "Laser:" и нажмите "value", чтобы выбрать тип лазера по умолчанию.

6. Выберите "Average over" (Усреднение), чтобы выбрать период, в течение которого будет проводиться усреднение мощности измеряемого излучения, или выберите значение "none" (не проводить усреднение). Смотрите раздел 4.4.2.4 для более полной информации.

7. Выберите "Power range" и нажмите клавишу "value", выберите подходящий диапазон по умолчанию, устанавливаемый вручную, или автодиапазон.

8. Выберите "Energy Range" (Диапазон энергии) и выберите диапазон, который будет установлен по умолчанию.

9. Выберите "Threshold" (Порог), если вы желаете изменить пороговый детектируемый уровень энергии. Смотрите раздел 4.5.3 для более полной информации.

10. Нажмите "save", чтобы сохранить все заданные настройки и затем "exit" и "esc", чтобы вернуться к главному окну измерений.

Остальная информация по конфигурированию устройства приведена в разделе 4.3.

2.2.3 Измерение мощности или измерение энергии одиночного импульса

Предупреждение:

Не превышайте допустимые уровни по мощности, энергии, плотности мощности и плотности энергии для вашего сенсора. Эти уровни приведены в Таблице 6 и Таблице 7 в разделе 11.2. Пренебрегая этим правилом, вы рискуете повредить поглотитель.

Для использования Laserstar в качестве измерителя мощности лазера:

1. Проверьте, что в верхнем правом углу дисплея отображается надпись "power".
2. Если на дисплее отображается "energy" и единицы измерения J (Дж) или mJ (мДж) и так далее, тогда нажмите "power", чтобы переключиться в режим измерения мощности.

Чтобы увеличить масштаб отображения гистограммы:

1. Нажмите клавишу "zoom" (Увеличить).
2. Нажмите клавишу "zoom" еще раз, чтобы вернуться к обычному масштабу.

Чтобы исключить влияние заднего фона и установить текущее показание в качестве нулевого значения:

1. Находясь в главном окне измерения мощности, нажмите "offset" (смещение нуля).
2. Нажмите "offset" еще раз, чтобы выйти. Смотрите раздел 4.4.2.2 для более полной информации.

Чтобы использовать Laserstar для точной подстройки мощности лазера:

1. Находясь в главном окне измерения мощности нажмите клавишу меню и затем выберите "tune" (подстройка). Нажмите "go" и затем "setup" (настройка).
2. Установите необходимый процентный диапазон шкалы мощности путем последовательного нажатия на клавишу value.
3.Задайте необходимое время развертки по горизонтали. Укажите, желаете ли вы использовать звуковой сигнал при проведении подстройки.
4. Нажмите "exit" и используйте экран для подстройки мощности лазера. Смотрите раздел 4.4.2.3 для более полной информации.

Чтобы использовать Laserstar для измерения энергии лазера:

1. Проверьте, что в верхнем правом углу дисплея отображается надпись "energy".
2. Если на дисплее отображается "power" и единицы измерения W (Вт) или mW (мВт) и так далее, нажмите "energy", чтобы переключиться в режим измерения энергии.
3. Измерение энергии проводится только при задании диапазона измерений вручную. Нажмите "range" (диапазон) и используйте клавиши навигации, чтобы выбрать подходящий диапазон. Чтобы сохранить этот диапазон как диапазон по умолчанию нажмите save. Правильный диапазон – наименьшее значение, которое заведомо больше предполагаемой величины измеряемой энергии. Заметьте, что этот диапазон будет отображаться в нижнем правом углу экрана.
4. Когда на экране Laserstar заморгает надпись "ready" (готов), включайте лазер. Смотрите раздел 4.5 для более полной информации.

Чтобы сохранить конфигурацию:

1.Чтобы сохранить конфигурацию следуйте инструкциям в разделе 2.2.2 выше.

2.3 Фотодиодные сенсоры

2.3.1 Использование Laserstar совместно с фотодиодными сенсорами:

1. При выключенном устройстве подсоедините сенсор, а затем включите устройство.
2. Из главного окна измерений нажмите "laser", чтобы выбрать нужную длину волны лазера. Если требуемая длина волны отсутствует в списке, переходите к разделу 0 ниже (пр. пер. - по всей видимости, ошибка в оригинале).
3. Если вы хотите сохранить эту длину волны как длину волны по умолчанию, обратитесь к разделу 2.3.3 ниже.

Чтобы выбрать ручной или автоматический подбор диапазона при измерении мощности, или включить отображение в dBm:

1. Нажмите "range" и выберите подходящий диапазон, задаваемый вручную, или автодиапазон, или dBm (логарифмическая шкала).
2. Нажмите "exit", чтобы вернуться в главное окно измерений. Если вы хотите сохранить этот диапазон как значение по умолчанию, нажмите "save" прежде чем выходить.

2.3.2 Выбор длины волны

1. Находясь в режиме измерения мощности, нажмите "menu" и выберите "wavelength" (длина волны). Нажмите "go".

2. Выберите желаемую длину волны, которую вы хотите изменить, и нажмите "go".

3. При помощи клавиш вверх/вниз, выберите желаемую длину волны. Нажмите exit.

4. Повторите шаги 2-3 для других нужных длин волн. Может быть выбрано вплоть до 6 длин волн.

5. Когда шаги будут выполнены, нажмите "save", "exit" и "esc", чтобы вернуться в основное окно измерений. Если производятся временные изменения, нажмите "esc" без нажатия "save".

2.3.3 Установка конфигурации по умолчанию

1. Из окна измерения мощности нажмите клавишу menu и выберите "configure".

2. Нажмите "go".

3. Нажмите "value", чтобы выбрать значение filter in или out (установлен ли фильтр, или нет, соответственно).

4. Выберите "Power Range:" и выберите подходящий диапазон, устанавливаемый вручную, или автоматический выбор диапазона, или dBm. Выбранный вами диапазон будет установлен по умолчанию.

5. Выберите "Average over" (Усреднение), чтобы выбрать период, в течение которого будет проводиться усреднение измеряемого значения, или оставьте значение по умолчанию "NONE" (не проводить усреднение).

6. Выберите "Wavelength" и выберите длину волны лазера, которая будет установлена по умолчанию.

7. Нажмите "save" и "exit", чтобы сохранить все существующие настройки. Если настройки должны быть сохранены временно, до выключения устройства - выйдите без сохранения. Остальная информация по конфигурированию устройства приведена в разделе 5.3.

Измерение мощности

Предупреждение:

Не превышайте допустимые уровни по мощности, энергии, плотности мощности и плотности энергии для вашего сенсора. Эти уровни приведены в Таблице 6 и Таблице 7 в разделе 11.2. Пренебрегая этим правилом, вы рискуете повредить поглотитель.

Чтобы увеличить масштаб отображения гистограммы:

1. Нажмите клавишу "zoom".
2. Нажмите клавишу "zoom" еще раз, чтобы вернуться к обычному масштабу.

Чтобы исключить влияние заднего фона и установить текущее показание в качестве нулевого значения:

1. Находясь в главном окне измерения мощности, нажмите "offset".
2. Нажмите "offset" еще раз, чтобы выйти. Смотрите раздел 5.4.5 для более полной информации.

Чтобы использовать Laserstar для точной подстройки мощности лазера:

1. Находясь в главном окне измерения мощности, нажмите клавишу menu и выберите "tune" (подстройка). Нажмите "go" и "setup".
2. Установите необходимый процентный диапазон шкалы мощности путем последовательного нажатия на клавишу value.
3. Задайте необходимое время развертки по горизонтали.
4. Укажите, желаете ли вы использовать звуковой сигнал при подстройке мощности лазера.

5. Выполните сохранение и выйдите. Смотрите раздел 4.4.2.3 для более полной информации.

2.4 Пироэлектрические сенсоры

2.4.1 Обнуление устройства совместно с сенсором

Для наиболее точной калибровки вы должны установить ноль для того сенсора, который используется совместно с Laserstar. Следуйте следующим инструкциям:

Убедитесь, что сенсор не подвергается воздействию импульсного излучения. Подсоедините сенсор Laserstar и включите. Нажмите "menu", выберите "advanced" (дополнительно) и нажмите "go" два раза. Нажмите "start" (старт). Когда на экране появится надпись "zero completed", нажмите "save".

2.4.2 Выбор длины волны (только для металлических типов (детекторов))

1. Нажмите "menu" и выберите "wavelength". Нажмите "go".
2. Выберите желаемую длину волны, которую вы хотите изменить, и нажмите "go".
3. При помощи клавиш вверх/вниз, выберите желаемую длину волны. Нажмите "exit".
4. Повторите шаги 2-3 для других нужных длин волн. Может быть выбрано вплоть до 6 длин волн.
5. Когда шаги будут выполнены, нажмите "save", "exit" и "esc", чтобы вернуться в основное окно измерений. Если производятся временные изменения, нажмите "esc" без нажатия "save".

2.4.3 Установка типа исследуемого лазера

Из главного окна измерений нажимайте "laser" до тех пор, пока не появится требуемый тип лазера или требуемая длина волны.

2.4.4 Установка конфигурации по умолчанию

1. Включите Laserstar, отключив предварительно сенсор, и нажмите клавишу "value", чтобы выбрать тип окна, запускаемого по умолчанию при включении устройства (Заметьте, что эта настройка сохраняется в памяти Laserstar, а не в памяти сенсора, и поэтому будет применяться для всех типов используемых сенсоров).
2. Выключите Laserstar, подсоедините сенсор и включите устройство. Из главного окна измерения мощности нажмите "menu" и выберите "configure". Нажмите "go".
3. Нажмите "value", чтобы выбрать "power" или "energy" как тип измеряемой величины по умолчанию.
4. При помощи клавиш навигации выберите "Laser" и при помощи клавиши "value" выберите тип лазера, используемый по умолчанию.
5. Теперь выберите "Max PulseLen" (Максимальная длительность импульса) и установите максимальную допустимую длительность импульса.

Предупреждение: если длительность импульса не выставлена правильно, это повлияет на правильность результатов.

Замечание:

Для некоторых сенсоров применима только настройка "long" (длинный импульс). В этом случае появляется надпись N/A.

6. Выберите "Mode" и при помощи клавиши "value" выберите рабочий режим. Выберите "scope", если вы хотите использовать scope adapter (адаптер для наблюдения).
7. Выберите "Energy Range" (Диапазон энергий) и при помощи клавиши "value" выберите диапазон измеряемых энергий, который будет установлен по умолчанию.
8. Выберите "Average Over" и при помощи клавиши "value" установите период времени, в течении которого требуется проводить усреднение, или оставьте значение "NONE".
9. Нажмите "save" и "exit". Если вы хотите сохранить эти настройки только до очередного выключения устройства, выйдите без сохранения. Более детальная информация по конфигурированию устройства приведена в разделах 6.2 и 6.3.

2.4.5 Измерение энергии или средней мощности

Предупреждение:

Не превышайте допустимые уровни по мощности, энергии, плотности мощности и плотности энергии для вашего сенсора. Эти уровни приведены в Таблице 6 и Таблице 7 в разделе 11.2. Пренебрегая этим правилом, вы рискуете повредить поглотитель.

В случае использования пироэлектрических сенсоров у вас есть тестовое предметное стекло с таким же покрытием, как и у пироэлектрического детектора. Вы можете приобрести его у вашего дилера. Вы можете использовать это стекло для определения порога разрушения под воздействием импульсов вашего лазера. Если проявляются повреждения - увеличьте площадь пучка лазера или уменьшите энергию лазера до того уровня, пока повреждения не прекратят проявляться.

2.4.5.1 Чтобы выбрать измерение энергии или средней мощности

1. Чтобы перейти от главного окна измерения энергии к окну измерения мощности, нажмите "power".
2. Чтобы от главного окна измерения мощности перейти к окну измерения энергии, нажмите "energy".

2.4.5.2 Чтобы использовать Laserstar для измерения энергии лазера и его частоты

1. Находясь в режиме измерения, убедитесь, что установлены единицы измерения mJ (мДж), uJ (мкДж) и так далее, а в правом верхнем углу отображается "energy". Если это не так, нажмите клавишу "energy".
2. Нажмите "range" используйте клавиши навигации, чтобы выбрать подходящий диапазон измеряемых значений энергии. Правильный диапазон - наименьшее значение, которое заведомо больше предполагаемой величины измеряемой энергии импульса. Обратитесь к разделу 6.4 для более детальной информации.
3. Нажмите "exit", чтобы вернуться к окну измерений, отображающему гистограмму.

2.4.5.3 Чтобы использовать Laserstar для измерения средней мощности излучения

1. Убедитесь, что установлены единицы измерения W (Вт), mW (мВт) и так далее, а в правом верхнем углу отображается "power".
2. Если это не так, нажмите клавишу "power", чтобы перейти к окну измерения мощности.

2.4.5.4 Чтобы измерить суммарное значение падающей энергии

1. Нажмите клавишу меню и выберите "exposure" (экспозиция). Нажмите "go".
2. Выберите параметры и нажмите "start". Нажмите "start" еще раз. Laserstar начнет суммировать значение падающей энергии. Если вы хотите прекратить измерение до завершения выбранного периода - нажмите "stop" (стоп).
3. Чтобы сбросить значение в ноль перед началом очередного измерения, нажмите "reset" (сброс).
4. Чтобы вернуться к главному окну - нажмите "exit" и "esc".

Глава 3.
Laserstar

3.1 Общее описание

Измеритель мощности/энергии лазера Laserstar является представителем качественно нового оборудования, обеспечивающего высокую чувствительность и точность измерений одновременно с простотой использования. Устройство работает с сенсорами на термоэлементах, а также с пироэлектрическими и фотодиодными сенсорами, и использует современную технологию подключения.
Подключение сенсора конфигурирует и калибрует устройство для работы с этим сенсором.

Laserstar имеет возможность строить графики зависимости мощности или энергии от времени. Отображение информации проводится и в аналоговой и в цифровой форме одновременно. Не обязательно выставлять диапазон измеряемой величины вручную, так как есть возможность использовать автодиапазон; однако, в случае необходимости, диапазон можно контролировать вручную. Устройство запоминает, в каком режиме вы работали до того, как произвели его выключение, и при последующем запуске восстанавливает этот режим. Несмотря на то, что информация о калибровке хранится в памяти "умного коннектора", вы можете заново провести процесс калибровки и сохранить данные по калибровке в сенсоре. Также вы можете выполнить обнуление Laserstar при помощи всего одной кнопки.

На экране отображаются основные инструкции и справочная информация, так что вам не придется часто обращаться к этому руководству. Кроме того, Laserstar имеет улучшенную схемотехнику, а цифровая обработка сигналов

обеспечивает высокую чувствительность, отношение сигнал/шум, высокую точность измерений и быстрый отклик системы на входное воздействие. Также имеется специальная схема устранения влияния электромагнитных помех.

Laserstar в двухканальном исполнении позволяет проводить измерения при помощи двух сенсоров одновременно, независимо друг от друга. Также, как дополнительная опция, имеется исполнение Laserstar с поддержкой интерфейса IEEE 488 GPIB. Свяжитесь с вашим агентом из Ophir для получения более детальной информации.

3.2 "Умные коннекторы"

Laserstar является универсальным прибором, позволяющим работать с сенсорами на термоэлементах, а также с пироэлектрическими и фотодиодными сенсорами. Конфигурация сенсора и информация по калибровке хранится в EEROM памяти коннектора. Это означает, что при подсоединении сенсора, Laserstar автоматически определяет его тип, конфигурацию и необходимую информацию для калибровки. Пользователь системы уже не должен ничего настраивать.

Замечание:

> Laserstar автоматически загружает данные сенсора при первом включении, поэтому при смене сенсора устройство необходимо выключить устройство, заменить сенсор, а затем включить устройство.

Когда Laserstar включен, но отсутствует подключенный сенсор, на дисплей выводится надпись "Head Disconnected". В этом режиме пользователь может изменить скорость обмена данными (baud rate), выполнить обнуление устройства, установить системное время и др. Смотрите раздел 3.5.

3.3 Назначаемые клавиши

3.3.1 Назначаемые клавиши

Назначаемые клавиши имеют функции, описание которых отображается в графе над клавишей. В этой графе, обычно, хранится информация о действии, выполняемом при нажатии этой клавиши. Например, если над клавишей появляется надпись "energy", то нажатие на эту клавишу переведет Laserstar в режим измерения энергии. Некоторые функции работают, когда клавиша нажата, а когда клавиша нажата повторно - функция завершает свою работу. Такие клавиши во время работы отображаются в обратных (инвертированных) цветах. Повторное нажатие на эту клавишу завершает работу функции и изменяет подсветку надписи в нормальное состояние.

3.3.2 Функции клавиш

Ниже приведены основные функции клавиш Laserstar:

Подсвеченный пункт	Подсвеченный пункт - текущий активный пункт.
<--,-->	Эти клавиши выбирают следующий или предыдущий активный пункт.
--> или select (выбор)	Выбор доступной величины текущего пункта в циклической форме - при повторяющемся нажатии на клавишу
go	Запускает текущий активный пункт
esc	Возвращает вас к предыдущему окну, не сохраняя изменения в настройках.

exit	Возвращает вас к предыдущему окну и сохраняет изменения в настройках до выключения устройства.
save	Сохраняет сделанные изменения. Изменения вступают в силу в текущий момент и сохраняются при последующей работе с прибором.
up/down	Эти клавиши позволяют последовательно проводить изменение некоторой величины, как, например, при калибровке.

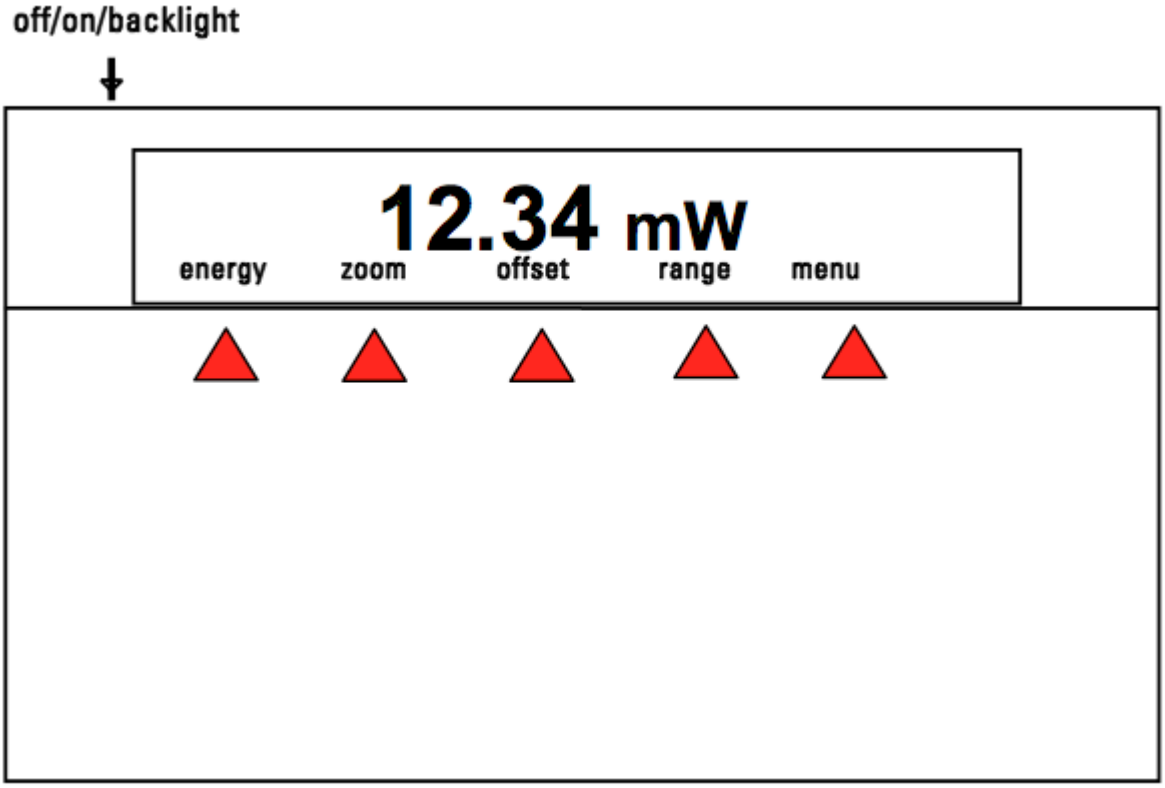


Рис. 3. Laserstar, вид сверху

3.4 Включение и выключение устройства

Чтобы включить Laserstar:

1. Переведите переключатель в правой части задней панели в центральное положение. Устройство будет включено. Если сенсор не подключен - на дисплее будет отображена надпись "Head Disconnected". Если сенсор подключен - на экране появится окно измерения, выставленное по умолчанию.

Замечание:

Заметьте, что он имеет три положения: вниз - выключено, центр - включено, вверх - включено с подсветкой. (см. рис. 4).

Чтобы выключить Laserstar:

1. Переведите переключатель в нижнее положение.
2. Если вы хотите сохранить выставленные в Laserstar настройки - используйте функцию "configure" перед выключением. Нет необходимости каждый раз настраивать Laserstar для однотипных измерений. Обратитесь к соответствующему разделу руководства в той главе, которая рассматривает использование применяемого вами типа сенсора.

3.5 Функции Laserstar, общие для всех сенсоров

Если сенсор не подключен к устройству, на дисплее появится надпись "Head Disconnected". В этом режиме пользователь имеет возможность настроить стандартные окна измерения мощности/энергии или другие специализированные окна. Есть возможность настроить скорость передачи (baud rate), для достижения оптимального режима обмена данными с

компьютером; обнулить устройство, чтобы устранить заданное ранее смещение нуля; разрешить звуковой сигнал при превышении допустимых порогов сенсора по мощности или энергии, а также при низком уровне заряда аккумулятора.

3.5.1 Режимы отображения

Laserstar может работать в главном окне измерения мощности/энергии или отображать информацию специальным образом: в окне аттенюации, в окне подстройки/экспонирования, в окне плотности мощности/плотности энергии, или в окне с заданными пределами (ограничениями). Выберите тот режим, в котором будет запускаться устройство и нажмите select, чтобы перейти к следующей опции. (Для более детальной информации обратитесь к разделу 4.6).

3.5.2 Частота сети

Заводская настройка - 50 Гц. Если в вашей стране применяется сеть с частотой 60 Гц, вы должны сбросить установленную частоту сети.
Чтобы установить частоту сети, нажмите "select", чтобы перейти к опции частоты сети, затем нажмите value, чтобы выбрать нужную величину. Нажмите save.

3.5.3 Скорость передачи данных по RS232

Если вы используете Laserstar для связи с компьютером через порт RS232, то вы можете выставить нужную скорость обмена. Для этого выберите "baud rate" и, затем, подходящее значение. Нажмите save.

3.5.4 Звуковое предупреждение

Звуковое предупреждение показывает, что вы превысили максимально доступные величины верхнего диапазона или если уровень заряда аккумулятора низкий. При работе звукового предупреждения (превышение максимальной мощности или энергии) - раздается звуковой сигнал. При низком заряде аккумулятора - звуковой сигнал раздается каждые 5 секунд. Чтобы включить опцию звукового предупреждения, выберите "audio warning" (звуковое предупреждение) и затем нажмите "value", чтобы выбрать значение "on" (включено). Нажмите "save".

3.5.5 Адрес IEEE

Если вы используете Laserstar при работе с интерфейсом IEEE 488, адаптер IEEE должен быть установлен, а само устройство включено. Адрес IEEE должен быть установлен через опцию "IEEE address" и выбор нужного числа. После этого нажмите save.

3.5.6 Установка нуля

В Laserstar все настройки, включая установку нуля, производятся программным образом. Это позволяет просто и быстро изменять эти настройки. Для обеспечения лучшей точности измерений рекомендуется проводить установку нуля каждые два месяца. Ниже описана процедура установки нуля.

1. Если сенсор подсоединен к Laserstar, отсоедините сенсор, выключите устройство, а затем включите его. Laserstar определит, что сенсор не подключен. На экране появится надпись "Head Disconnected".
2. Прежде чем проводить установку нуля дайте Laserstar поработать не менее 30 сек.

3. Нажмите "zero".

4. Убедитесь, что прибор не находится под воздействием электрических помех. Нажмите "go" и дождитесь сообщения "zeroing completed" (установка нуля завершена). Нажмите "save" и новое значение будет сохранено. Нажмите "esc", чтобы вернуться в основной экран.

Замечание (только для сенсоров на термоэлементах)

Для наилучших результатов при работе с сенсорами на термоэлементах может потребоваться проведение этой процедуры дважды: с отсоединенным сенсором, а затем с подсоединенным.

После выполнения шагов 1 – 4 выше, подсоедините сенсор и убедитесь, что в помещении комнатная температура, а на сенсор не воздействуют термические помехи. Рекомендуется положить сенсор лицевой стороной (поглотителем) на поверхность стола.

5. Выключите и включите устройство с подсоединенным сенсором.

6. Нажмите на клавишу menu и затем выберите "advanced". Нажмите "go". Пункт "zero" должен быть подсвечен.

7. Нажмите "go" и выполните шаги 2-4 выше.

3.6 Аппаратные опции

3.6.1 Подсветка

Подсветка обеспечивает подсвечивание дисплея с задней стороны и активируется тем же переключателем, который отвечает за включение и выключение устройства (см. рис. 4). Подсветка Laserstar потребляет значительно меньше мощности, чем у устройств подобного класса, и, тем не менее, работает даже когда устройство не заряжается от сети. Однако, при

автономной работе от аккумулятора рекомендуется выключать подсветку, так как это сокращает общее время работы аккумулятора. Также, срок службы подсветки составляет порядка 10000 часов. Поэтому рекомендуется использовать подсветку только в случае необходимости.

3.6.2 Поворотный LCD

Laserstar оборудован поворотным LCD, так что дисплей может наклонен на нужный угол для более удобного считывания показаний. Угол наклона варьируется от 0 до 55 градусов. Дисплей может быть сложен, для более удобной транспортировки. В сложенном виде габариты устройства составляют всего лишь 255 x 190 x 52 мм, что является наиболее компактным вариантом на рынке в настоящее время.

3.6.3 Процесс заряда

Laserstar работает от перезаряжаемого аккумулятора. Чтобы зарядить аккумулятор, вставьте блок питания в разъем "12VDC" на задней панели устройства (Рис. 4). Аккумулятор зарядится примерно через 14 часов при выключенном устройстве, и несколько дольше при включенном. Не рекомендуется оставлять прибор на зарядке значительно дольше 14 часов при выключенном устройстве - это может сократить срок службы аккумулятора.

Приблизительное время между двумя процессами заряда указано ниже:

Один сенсор на термоэлементах, подсветка выключена: 18 часов.

То же, подсветка включена: 12 часов.

Двухканальное исполнение, два сенсора (не пироэлектрические), подсветка выключена: 14 часов.

Один пироэлектрический сенсор, подсветка выключена: 14 часов.

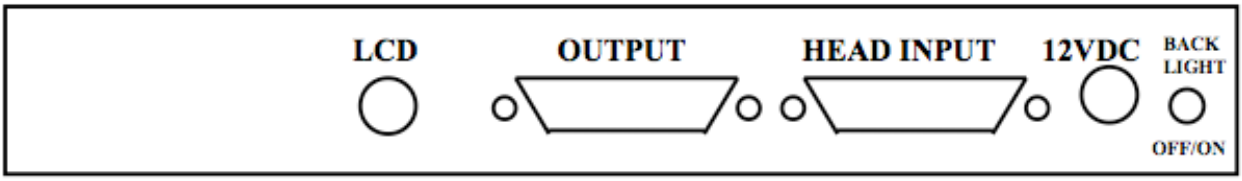
Два пироэлектрических сенсора, подсветка выключена: 9 часов.

То же, подсветка включена: 7 часов.

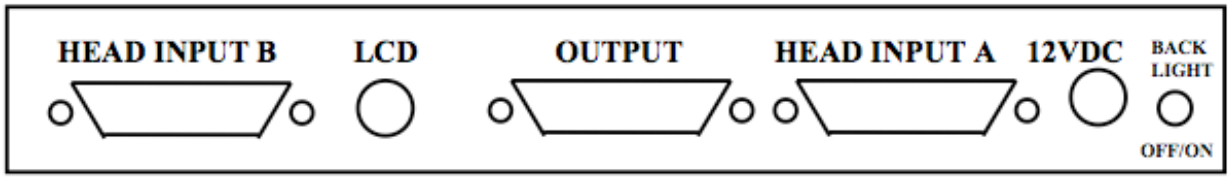
Когда аккумулятор разряжен, начинает мигать надпись "BAT", а также каждые 5 секунд раздается звуковой предупреждающий сигнал. В этом случае необходимо поставить прибор на зарядку. Хотя, даже если надпись "BAT" загорелась, устройство будет функционировать нормально еще около часа, прежде чем аккумулятор полностью разрядится.

3.6.4 Аналоговый выход

На задней панели устройство имеет аналоговый выход, представляющий из себя 25-пиновый разъем (см. рис. 4). Аналоговый выход использует пины 1 (+) и 7 (земля) для канала A, и 14 (+) и 7 (земля) для канала B. Laserstar комплектуется адаптером, позволяющим выполнить соединение через этот разъем и вывести сигнал на BNC разъем. Аналоговый выход удобен для соединения с диаграммным самописцем или другим аналоговым устройством. Напряжение на выходе этого разъема пропорционально значению, отображаемому на дисплее, а его размах масштабирован так, что полная шкала соответствует 1 В. Во внешнюю цепь порт может выдавать ток до 2 мА.



Задняя панель стандартной модели



Задняя панель двухканальной модели

Рис. 4. Вид задней панели Laserstar

3.6.5 Настройка контраста LCD

Контраст LCD может быть отрегулирован при помощи голубой ручки настройки контраста.

Глава 4.
Работа с сенсорами на термоэлементах

Предупреждение:

Не превышайте допустимые уровни по мощности, энергии и плотности энергии для вашего сенсора. Эти уровни приведены в таблицах 6 и 7 раздела 11.2.

Если ваш сенсор имеет систему жидкостного охлаждения, убедитесь, что охлаждающая жидкость циркулирует с нормальной скоростью; смотрите таблицу ниже. Заметьте также, что отражение от поглотителя может достигать величин 10 % для CO2-лазеров, и луч может быть отражен зеркально. Поэтому рекомендуется обеспечить устранение отраженного луча для мощных лазеров (пр. пер. полностью суть данного утверждения не ясна. Общая идея - у мощных лазеров 10% отраженного излучения - достаточно большая величина).

Тип сенсора	Объем литров/мин	Минимальное давление, Бары	Галлон (США) в минуту
800W	7	1.5	2
5000W	4.5	0.8	1.2
1500W	2.5	0.5	0.7
300W	1.0	0.3	0.25

Таблица 1. Минимальные значения объемов охлаждающей жидкости для сенсоров с жидкостным охлаждением.

4.1 Сенсоры на термоэлементах

Когда источник излучения, такой как лазер, передает свою энергию на раскрыв сенсора с поглотителем, по поверхности детектора создается температурный градиент. Это вызывает генерацию напряжения с уровнем, пропорциональным падающей мощности.

Устройство усиливает этот сигнал и выдает на дисплей уровень мощности, зарегистрированный сенсором. Обработка сигнала, осуществляемая ПО, позволяет быстро выдавать данные измерения. Энергия одиночного импульса измеряется Laserstar путем интегрирования во времени мощности импульса.

4.2 Выбор настроек с экрана Laserstar

Laserstar имеет множество настроек, доступных во время работы устройства. В дополнение, есть возможность сохранить конфигурацию, которая будет активироваться при очередном включении устройства.

4.2.1 Установка типа используемого лазера

Сенсоры на термоэлементах имеют различные показатели поглощения на разных длинах волн излучения. С целью устранить это явление, каждый сенсор был откалиброван при помощи лазера на нескольких длинах волн. Когда вы выбираете какую-либо длину волны лазера, автоматически вводится поправочный коэффициент для этой длины волны. Заметьте, что информация об использовании поправочного коэффициента отображается в верхнем левом углу дисплея.

4.2.2 Выбор ручного или автодиапазона при измерении мощности

Автодиапазон - Laserstar позволяет пользователю выбирать диапазон измеряемой величины вручную, или использовать автодиапазон. В режиме

автодиапазона вам не требуется перестраивать масштаб шкалы. Когда показания измерительного прибора превышают максимальное значение шкалы, диапазон автоматически переключается на более широкий. Когда показания измерительного прибора опускаются ниже 9% полной шкалы, диапазон переключается на более узкий. Это изменение происходит с задержкой в несколько секунд. Это обеспечивает необходимый гистерезис, чтобы исключить постоянное переключение диапазонов при измерении величин, близких к краям шкалы.

Ручной диапазон - в использовании автодиапазона есть ряд недостатков, так как вы не контролируете переключение диапазонов. Если вам требуется проводить измерение с постоянным диапазоном, лучше использовать режим ручного диапазона. Чтобы выбрать ручной диапазон, нажмите "range", выберите "auto" и нажмите "exit", чтобы вернуться к окну измерений.
Правильный диапазон - наименьший диапазон, верхняя граница которого заведомо превышает наибольшую измеряемую величину. Если вы хотите, чтобы Laserstar находился в этом режиме при включении, сохраните эту настройку перед выключением устройства (см. раздел 4.3).

Чтобы выбрать автодиапазон или ручной диапазон:

1. Из главного окна измерения мощности нажмите "range".
2. Выберите нужный ручной диапазон или автодиапазон при помощи клавиш навигации.
3. Нажмите "exit", чтобы вернуться к главному окну измерения мощности.

4.2.3 Выбор режима измерения мощности или энергии

При использовании сенсоров на термоэлементах, Laserstar способен измерять и мощность и энергию импульса лазера. Смотрите раздела 4.4 и 4.5 для более

детальной информации. Чтобы изменить режим измерения мощности на режим измерения энергии и наоборот, проделайте следующее:

1. Чтобы перейти от главного окна измерения мощности к окну измерения энергии, нажмите "energy".
2. Чтобы перейти от окна измерения энергии к окну измерения мощности, нажмите назначаемую клавишу "power".

4.3 Запуск устройства и конфигурация по умолчанию

Если большую часть времени вы проводите измерения одного типа, вы можете настроить Laserstar на включение с заданной конфигурацией. Так как эти настройки будут храниться в памяти сенсора, вы можете задать разные настройки для разных типов сенсоров.

Чтобы настроить Laserstar на включение в заданном режиме и сохранить выбранную конфигурацию:

1. При отключенном сенсоре включите Laserstar и нажмите клавишу "value", чтобы выбрать нужный режим при включении. (Заметьте, что эта настройка сохранится в памяти Laserstar, так что будет применяться для всех используемых сенсоров). Для более детальной информации обратитесь к разделу 4.6.
2. Выключите Laserstar, подсоедините сенсор, и включите устройство. Из главного окна измерения мощности или энергии нажмите клавишу menu, расположенную в правой части.
3. Выберите "config" при помощи клавиш навигации. Нажмите "go".
4. Нажмите "value", чтобы выбрать "power" или "energy", как желаемый экран при включении. Теперь при включении Laserstar будет запускаться в выбранном режиме.

5. Выберите "Laser:". Нажмите "value", чтобы выбрать тип используемого лазера по умолчанию. Теперь при включении Laserstar будет откалиброван в соответствии с поглощением сенсора на выбранной длине волны лазера.

6. Выберите "Average Over" и установите период времени, в течении которого требуется проводить усреднение. Эта опция полезна при работе лазерами с нестабильными параметрами излучения. Обратитесь к разделу 4.4.2.4 для более детальной информации.

7. Выберите "Power Range:" при помощи клавиш навигации. Выберите диапазон измеряемых мощностей, который будет установлен по умолчанию, или выберите автодиапазон.

7. Выберите "Energy Range" при помощи клавиш навигации. Выберите диапазон измеряемых энергий, который будет установлен по умолчанию, или выберите автодиапазон.

9. Выберите "Energy Threshold" (Порог энергии), если вы хотите изменить пороговое значение энергии. Обратитесь к разделу 4.5.3 за более детальной информацией.

10. Нажмите "save" и "exit" и настройки будут сохранены. Если вы хотите сохранить эти настройки только до очередного выключения устройства, выйдите без сохранения.

11. Выключите Laserstar, а затем включите. Laserstar перейдет в режим, установленный при помощи процедуры "configure".

4.4 Измерение мощности

Следующий раздел описывает базовую процедуру измерения мощности, а также более сложные возможности, доступные при использовании сенсоров на термоэлементах.

4.4.1 Измерение мощности, базовая процедура

1. Включите Laserstar. Laserstar перейдет в режим, установленный при помощи процедуры "configure". Для базовой процедуры измерения вы должны указать только параметры того типа измерения, которое вы собираетесь проводить (см. раздел 4.3, который описывает процедуру сохранения конфигурации), и при каждом включении Laserstar будет готов к проведению этих измерений. Стандартный режим измерения - окно измерения мощности, автодиапазон, отображение результатов измерения при помощи гистограммы.
2. Если Laserstar находится в режиме "energy", нажатие назначаемой клавиши "power" переведет прибор в режим измерения мощности.
3. Направьте лазерный пучок точно в центр поверхности поглотителя и считайте показания мощности.

4.4.2 Дополнительные возможности при измерении мощности

Следующий раздел описывает дополнительные возможности Laserstar, доступные при измерении мощности.

4.4.2.1 Увеличение

Функция увеличения вызывает пятикратное увеличение текущей шкалы. Таким образом, если полная шкала гистограммы равна 20 Вт, а измеренное показание равно 15 Вт, нажатие "zoom" вызовет растяжение шкалы гистограммы между 13 и 17 Вт. Колебание величины измеряемой мощности лучше всего видно в этом режиме. Чтобы использовать функцию увеличения просто нажмите клавишу "zoom". Она (графа клавиши) будет подсвечена, чтобы показать вам, что она была нажата. Заметьте, что координатные отметки на гистограмме не видны, что говорит об увеличении шкалы. Теперь нажмите "zoom", чтобы вернуться к обычному (не увеличенному) режиму отображения гистограммы.

4.4.2.2 Смещение нуля

Функция смещения нуля вычитает фоновое значение из сигнала. Если среда проведения измерений имеет температурный фон, такой, что Laserstar отображает ненулевое значение мощности без воздействия лазера, можно использовать функцию смещения нуля. Например, Laserstar отображает 0.1 Вт при отключенном лазере, и 20.5 Вт при включенном лазере. В этом случае истинное значение мощности лазера есть 20.5 - 0.1 = 20.4 Вт. Чтобы провести эту операцию нажмите клавишу "offset" при выключенном лазере. Теперь Laserstar отобразит нулевое значение измеренной мощности, и значение в 0.1 Вт будет вычитаться из всех последующих измерений.

Когда функция "offset" используется, графа этой клавиши будет подсвечена. Чтобы отключить эту функцию нажмите "offset" еще раз. Если функция "offset" включена, а вам требуется задать новое смещение нуля, нажмите "offset" дважды. Первое нажатие удалит старое значение смещения, а второе нажатие активирует новое. Если вы предполагаете, что Laserstar имеет постоянное смещение нуля - находясь в режиме измерения мощности, отсоедините сенсор. Если Laserstar все еще показывает некоторую величину мощности (даже когда сенсор отсоединен) - необходимо выполнить обнуление устройства. Смотрите раздел 3.5.6.

4.4.2.3 Подстройка (см. рис. 5)

Функция подстройки является эксклюзивной функцией Ophir. Она обеспечивает очень простую подстройку вашего лазера для достижения максимальной мощности. В отличие от гистограммы этот режим отображения показывает прошлое измерение, текущее измерение и направление изменения уровня мощности. Это позволяет вам определить

момент достижения максимального уровня мощности. Также функция подстройки использует звуковой сигнал (опционально), так что вы можете определить увеличение мощности по нарастающему тону и уменьшение по ниспадающему тону.

В этом режиме диапазон устанавливается автоматически. Поэтому, при достижении курсором верхней или нижней границы шкалы, устройство перейдет на следующий диапазон так, чтобы курсор вновь оказался в центре шкалы. Это позволяет больше внимания уделить подстройке лазера, не волнуясь при этом за настройки Laserstar. Вы можете также активировать звуковой сигнал - в этом случае не придется даже смотреть на Laserstar во время настройки лазера.

4.4.2.3.1 Чтобы использовать функцию подстройки мощности лазера

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu
2. Нажимайте "-->", пока пункт "tune" не окажется подсвечен. Затем нажмите "go" и, после, "setup".
3. Установите шкалу расширения мощности в значение ±50%, ±25%, ±10%, ±100% или ±75%, используя для этого назначаемую клавишу "value". Значение по умолчанию 50%. Если мощность лазера будет изменяться слишком сильно, используйте большие значения. Если мощность лазера будет изменяться в небольших пределах, используйте меньшие значения.
4. Выберите нужное значение развертки по времени. Значение по умолчанию 1 минута.
5. Установите опцию audio в состояние on (вкл) или off (выкл) (см. ниже).
6. Сохраните настройки при помощи клавиши "save" и нажмите "exit", чтобы выйти в окно подстройки. Если вы хотите сохранить эти настройки только до очередного выключения устройства - нажмите "exit" без нажатия "save".

4.4.2.3.2 Измерение при помощи окна подстройки

Вы можете использовать окно подстройки, чтобы настроить ваш лазер и добиться максимального значения его мощности. (См. рис. 5). Заметьте, что вы можете не только наблюдать направление изменения мощности, но также и определить, достигали ли вы определенной максимальной величины ранее. Числа в левой части экрана показывают вам текущее значение мощности, а также максимальное значение, достигнутое до настоящего момента.

Нажмите "max", чтобы установить текущее показание в качестве максимального. Теперь начните измерять мощность вашего лазера и подстраивать лазер до тех пор, пока значение измеренной мощности не достигнет максимума.

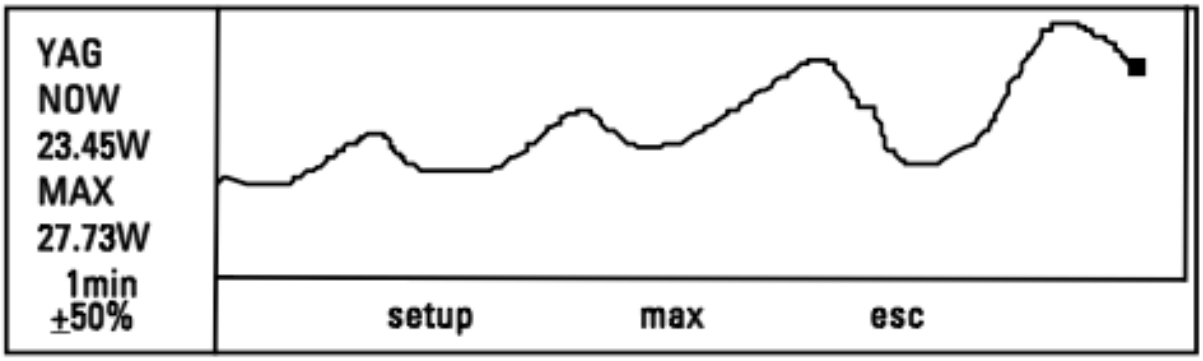


Рис. 5. Окно подстройки мощности

4.4.2.3.3 Использование аудио-сопровождения

Laserstar имеет эксклюзивную опцию звукового сопровождения при подстройке мощности лазера. Прибор генерирует звуковой сигнал с нарастающим или ниспадающим тоном, что говорит об увеличении или уменьшении считываемых показаний мощности. Чтобы активировать эту опцию выберите "Audio: on" (Аудио: вкл) в окне настройки и сохраните это значение, если вы хотите, чтобы эта настройка была выставлена по умолчанию.

4.4.2.4 Усреднение

Когда излучение лазера нестабильно во времени, очень удобной функцией при измерениях является функция усреднения мощности за выбранный период. Laserstar предоставляет вам эксклюзивную функцию, позволяющую проводить усреднение за периоды времени от 1 секунды до 1 часа.

Режим усреднения работает как показано ниже:

Когда вы находитесь в главном окне измерения мощности (см. рис. 6) при включенном режиме усреднения, прибор отображает среднее показание за период времени начиная с момента, когда вы вошли в этот режим, и по текущий момент. Одновременно, вертикальная гистограмма в правой части начинает заполняться. Например, если период усреднения выставлен в 1 минуту, в момент времени 30 секунд отображаемое значение усреднено по 30 секундам; в момент времени 1 минута - по 1 минуте; в момент времени 5 минут - за период с 4 по 5 минуту (за 1 минуту назад относительно текущего момента).

Чтобы использовать режим усреднения:

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu и выберите "config".
2. Нажмите "go" и выберите "Average over". Используйте клавишу value для выбора периода усреднения, или выберите "NONE", если вы не желаете проводить усреднение показаний.
3. Если вы хотите сохранить выставленный период усреднения, нажмите "save". Если вы хотите выполнить усреднение только для текущего измерения и сбросить настройки после выключения устройства - выйдите без нажатия "save".

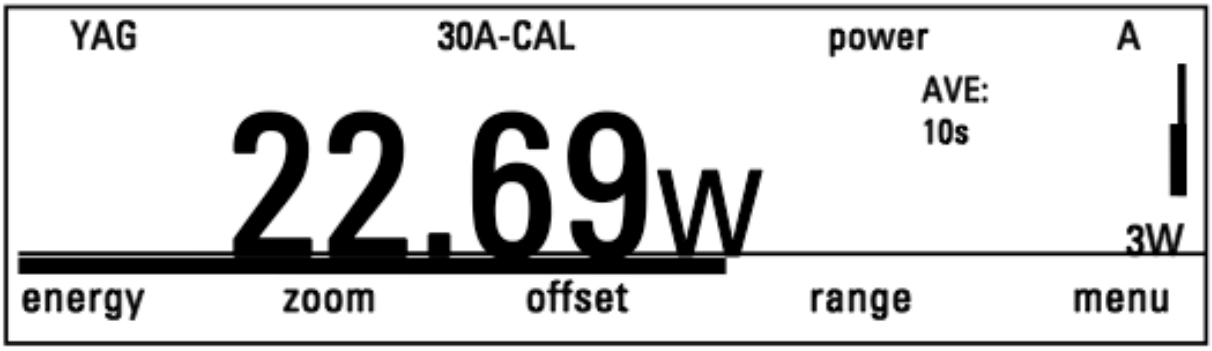


Рис. 6. Окно измерения мощности при помощи сенсора на термоэлементах при включенном режиме усреднения.

4.4.2.5 Нормировка

Функция нормировки позволяет вам представить ваши измерения по отношению к некоторой стандартной величине. После включения функции "normalize" (нормировка), все последующие измерения будут представлять из себя отношение к опорной величине. Например, если опорное значение мощности установлено в 1.5 Вт, то мощность лазера в 2 Вт будет отображена как 2/1.5 = 1.33. На дисплее будут также отображены опорное значение и абсолютное текущее значение мощности.

Чтобы использовать Laserstar для нормировки показаний мощности:

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu и выберите "normalize".
2. Нажмите "go" и, когда будете готовы к проведению нормировки, нажмите "apply" (применить). С этого момента отображаемая мощность будет пропорциональна опорному значению мощности. (см. рис. 7).
3. Если вы хотите вернуться к обычному режиму отображения, нажмите "exit".

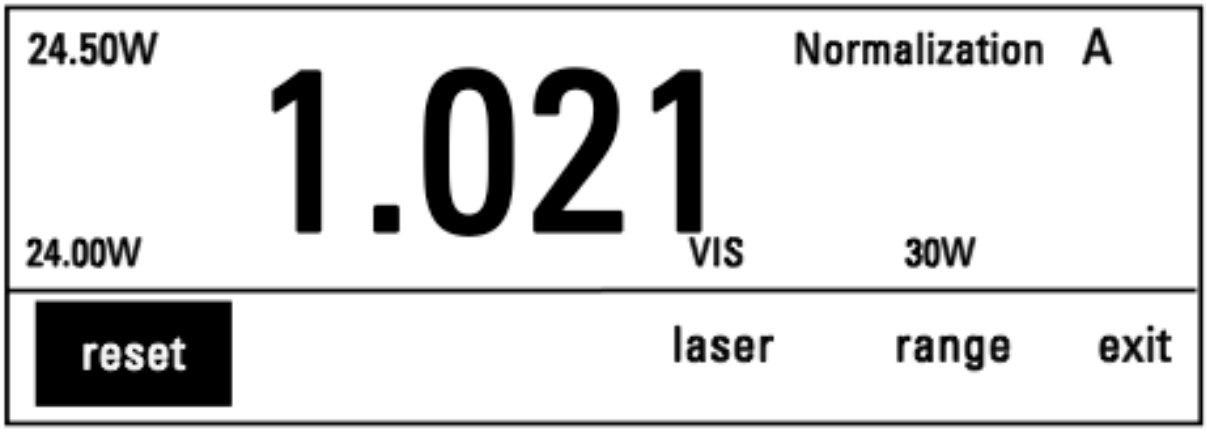


Рис. 7. Окно нормировки

4.4.2.6 Журналирование данных, график мощности во времени

В режиме журналирования данных Laserstar имеет возможность построения графика мощности лазера во времени и сохранения данных (до 10 файлов, в каждом из которых может содержаться до 5400 точек измерений). Во время проведения измерений Laserstar будет записывать данные до тех пор, пока не будет нажата кнопка сброса или экран не будет заполнен полностью. При помощи портов RS232 или IEEE адаптера показания могут считываться на компьютере в реальном времени или впоследствии, при просмотре сохраненных данных. Журналирование значений измеренной мощности имеет следующие характеристики:

Чтобы использовать Laserstar для построения графика мощности во времени:

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu и выберите "data-log" (журналирование данных). Нажмите "go".
2. Нажмите "setup", чтобы перейти в окно настройки. Выберите шкалу времени, желаемые максимальное и минимальное значение мощности и

нажмите "exit". Если вы хотите сохранить эти настройки как настройки по умолчанию - нажмите save прежде чем выйти.

3. Нажмите "log" и вы перейдете в окно построения графика мощности (см. рис. 8). Нажмите "go" и измерение начнется незамедлительно. Кнопка "go" изменится на кнопку "pause" (пауза). Если вы хотите приостановить процесс измерения, не теряя записанные данные, нажмите "pause". Нажмите "pause" еще раз чтобы продолжить измерения. Когда регистр данных будет заполнен, на экране загорится надпись "FULL". Если в любой момент времени будет нажата клавиша "zoom", масштаб окна увеличится в пять раз в окрестности текущего значения мощности. Нажмите "zoom" еще раз, чтобы вернуться к обычному режиму отображения. Если вы хотите начать новое измерение и не сохранять уже записанные данные - нажмите "reset" (сброс). Если вы хотите сохранить данные перед началом проведения нового измерения - обратитесь к следующему разделу.

Замечание:

При журналировании данных прибор должен находится в режиме ручного диапазона по мощности. Если это не так - будет выведено сообщение.

Предупреждение:

Нажатие на клавишу "reset" сотрет все предыдущие данные и начнет запись новых данных.

4. Если вы нажмете клавишу "stats" (статистика), то график будет заменен статистикой по записанным данным. Эти статистические данные обновляются каждые 2 секунды.

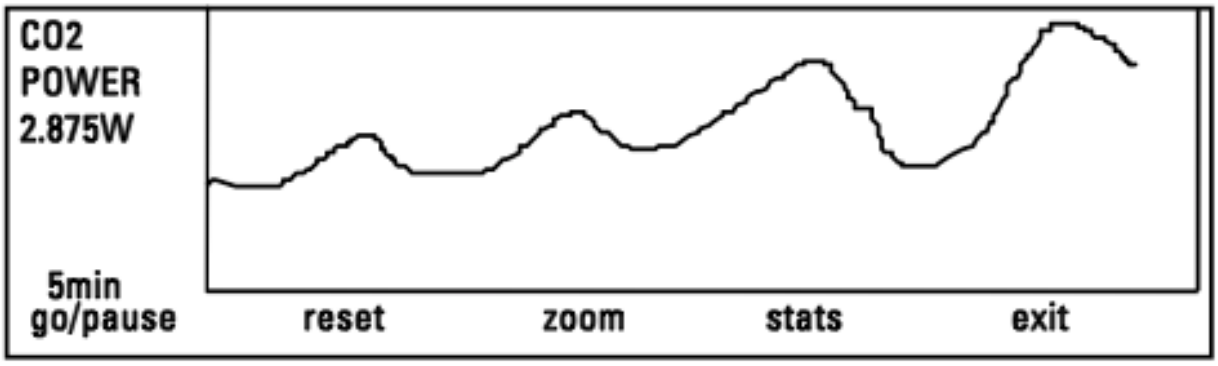


Рис. 8. График мощности лазера во времени

4.4.2.7 **Журналирование данных, график мощности во времени**

4.4.2.7.1 Хранение и передача данных

При использовании фотодиодных сенсоров и сенсоров на термоэлементах период журналирования данных лежит в пределах от 12 секунд до 600 часов. Число точек данных, сохраняемых в памяти устройства, имеет значение до 5400 точек. Данные могут быть записаны в файл, как показано ниже. Чтобы сохранить данные, проделайте следующее:

1. Когда вы собрали достаточное количество данных, нажмите "pause" или подождите пока память данных не заполнится (надпись "FULL" на экране замигает). Нажмите "exit" и нажмите "yes" (да) на предложенный вопрос о входе в систему управления файлами.

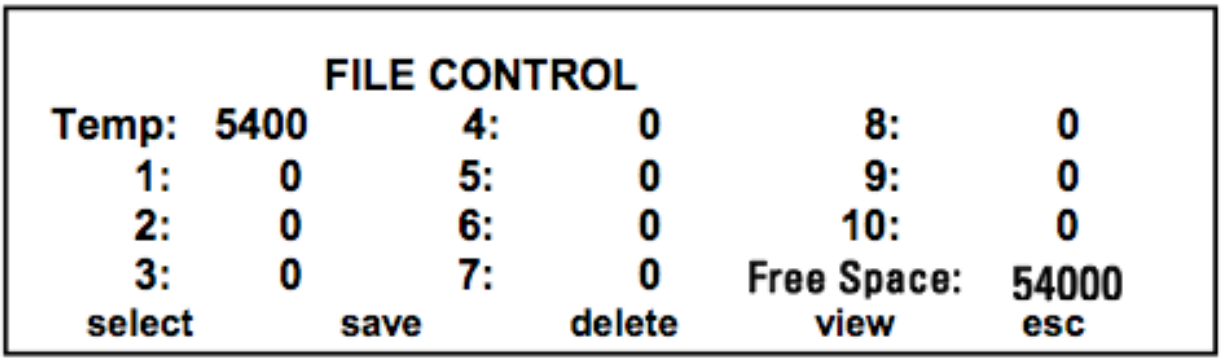


Рис. 9. Окно системы управления файлами

2. Когда вы зашли в систему управления файлами, последние полученные данные будут перемещены во временный регистр "Temp". Нажмите "select" и выберите постоянный регистр, в котором вы бы хотели хранить данные, и нажмите "save". Данные из регистра "Temp" будут перемещены в выбранный регистр. Это постоянное хранилище для данных и они не будут потеряны при выключении устройства. Если вы хотите сохранить данные в файл, который уже содержит данные, появится предупреждение о замене старых данных новыми. Если вы хотите удалить данные из всех файлов - нажмите "delete" (удалить).

3. Нажатие на клавишу "view" приводит к отображению краткой информации о данных в выбранном файле. Если вы нажмете "data", откроется окно, отображающее все сохраненные отсчеты данных. Нажмите "home" (в начало), чтобы вернуться к первой странице с данными. Нажмите "end" (конец), чтобы перейти к последней странице; используйте клавиши навигации, чтобы переходить от страницы к странице. Нажатие на "esc" вернет вас в предыдущее окно.

Передача данных на компьютер

Данные, хранящиеся в файловой системе Laserstar, могут быть переданы на компьютер с использованием пакета Starcom, входящего в комплект Laserstar. Данные могут передаваться в реальном времени согласно следующей таблице:

Измерение мощности	**RS232**	**GPIB**
Время журналирования	от 12 секунд до 600 часов	
Максимальное число точек, хранимых в	5400	5400

файле на приборе		
Максимальное число точек, хранимых в файле StarCom	6000	6000
Максимальное число точек, передаваемых на компьютер в реальном времени	неограниченно	неограниченно
Измерение энергии	**RS232**	**GPIB**
Максимальная частота записи данных в реальном времени (1)	>30 Гц	>1500 Гц (2)
Максимальная частота записи данных в системе (1)	>200 Гц	>200 Гц
Передача данных с прибора на компьютер	около 500 точек/с	>1500 точек/с (2)
Максимальное число точек, хранимое в приборе	59400	59400

(1): Указанное выше относится к частоте, при которой записывается каждый отсчет данных. При частотах выше указанной прибор будет записывать не каждый отсчет данных.

(2): Частота указанна для GPIB в турбо-режиме. В обычном режиме записи данных, максимальная частота, при которой будет записываться каждый отсчет, составляет 180 отсчетов/с. Обратитесь к разделу 4.5.6.2 для более детальной информации.

4.5 Измерение энергии

4.5.1 Настройка

Включите Laserstar. Если вы находитесь в режиме измерения мощности, нажмите назначаемую клавишу "energy", чтобы перевести устройство в режим измерения энергии (см. рис. 10).

В режиме измерения энергии диапазон задается вручную: нажмите "range" и затем при помощи клавиш навигации задайте нужный диапазон. Правильный диапазон - наименьший диапазон, который заведомо больше энергии измеряемого импульса. Если вы планируете часто использовать постоянные настройки, используйте функцию "configure" перед выключением Laserstar в первый раз, как описано в разделе 4.3. Когда Laserstar будет включен вновь, прибор автоматически установит выбранный вами диапазон (до тех пор, пока вы не измените конфигурацию). Заметьте, что текущий установленный диапазон отображается в нижнем правом углу окна измерения мощности, как показано на рис. 10.

Рис. 10. Окно измерения мощности

4.5.2 Измерение

Чтобы измерить энергию одиночного импульса, проделайте описанные выше шаги и включите лазер. Дисплей будет оставаться пустым до тех пор, пока не будет проведено интегрирование. После 2 - 4 секунд будет отображено верное значение энергии. Когда Laserstar будет готов к измерению нового импульса, на экране замигает надпись "ready" (готов) (см. рис. 10). Следующий импульс автоматически очистит экран, и затем отобразится новое значение. Если вы запускаете новый импульс лазера до того, как появится надпись "ready", показания могут быть неточными или могут быть не отображены на экране.

4.5.3 Минимальный порог энергии

Если Laserstar используется в среде с большим уровнем шумов или большим уровнем фонового излучения, прибор может самопроизвольно реагировать на эти явления. Будет невозможно измерить значения нужного импульса лазера. Так как при измерениях всегда присутствует некоторое значение шумого излучения, прибор был спроектирован так, чтобы не реагировать на импульсы ниже определенного значения энергии. Для этого значение "Minimum Energy Threshold" (Минимальный порог энергии) обычно устанавливается в 0.3% от полной шкалы выбранного диапазона. Конкретное значение может подбираться пользователем. Уровень порога, однако, не должен быть сильно завышен. Это снизит точность измерений энергии импульсов примерно на 4 * <значения уровня порога>. Заводская настройка этого значения "med" (средний). Если при этой настройке устройство реагирует на фоновые шумы, установите порог в значение "high" (высокий). Если вы измеряете малые уровни энергий и устройство не реагирует на импульсы, установите значение порога в "low" (низкий).

Чтобы установить значение порога энергии:

1. Из главного окна измерения мощности или энергии нажмите "menu".
2. Выберите "config". Нажмите "go". Выберите "energy threshold". Будет отображено "Energy Threshold: MED".
3. Нажимайте клавишу "value", чтобы выбрать значения "high", "med" или "low". Для сенсоров типа 3A-P также доступна настройка "optical" и является выставленной по умолчанию. (см. ниже).
4. Нажмите "exit" и "esc", чтобы вернуться к главному окну измерений. Если вы хотите сохранить выставленное значение этой настройки, нажмите "save" перед выходом. (также, см. раздел 4.3).

Замечание (для сенсоров типа 3A-P):

Сенсоры типа 3A-P имеют специальную схему, позволяющую системе срабатывать при воздействии импульсов с очень малым значением энергии. Это возможно благодаря специальному фотодиоду, сигнал которого сообщает Laserstar о приходе импульса. Запускается процесс интегрирования. Это позволяет 3A-P регистрировать импульсы, которые не могут быть зарегистрированы другими сенсорами. Когда вы выбираете настройку "optical" - вы разрешаете работу этой схемы. Однако, в некоторых случаях, эта настройка не будет работать и вам необходимо будет выбрать одну из трех доступных настроек, "high", "med" или "low". Вы не должны использовать настройку "optical" в следующих случаях:

1. Длина волны излучения лежит вне рабочего диапазона длин волн фотодиода, т.е вне диапазона 0.19 - 1.064 мкм.
2. Если вы измеряете импульсы от непрерывного лазера, излучение которого пропущено через прерыватель. В этом случае, пиковая мощность не достаточна для того, чтобы фотодиод сработал.

3. В некоторых других случаях.

При использовании настройки "optical" прибор имеет возможность измерять импульсы с энергиями о 0.1 - 0.2 мДж (в зависимости от длины волны излучения). При использовании настроек low, med, high вы, скорее всего, не будете иметь возможность измерять импульсы с энергиями ниже 1 мДж.

4.5.4 Измерение импульсов с очень малой энергией

Если есть необходимость в измерении импульсов с очень малой энергией, например, менее 0.5% от максимального диапазона прибора, есть два метода повышения точности измерений.

1. Запуск непрерывного потока импульсов. Измерение средней мощности проводится в режиме "power". Энергия импульса может быть посчитана как:

средняя энергия импульса = средняя мощность / частота повторения импульсов.

2. Запуск поочередно известного числа импульсов и измерение общей энергии в режиме "energy". Общее время потока импульсов не должно превышать 5 секунд. Энергия отдельного импульса может быть вычислена по формуле:

средняя энергия импульса = общая энергия / число импульсов.

Для двух этих методов частота повторения импульсов должна превышать 3 Гц. Более высокие частоты повышают точность измерений, но не забывайте об опасности превышения максимальной мощности.

4.5.5 Измерение энергии импульсов с быстрой частотой повторения

В обычном режиме Laserstar будет измерять отдельные импульсы каждые 5 секунд или около того. Вы также можете вычислить среднюю энергию быстро повторяющихся импульсов, измеряя среднюю мощность в режиме измерения мощности, и используя формулу:

средняя энергия импульса = средняя мощность / частота повторения импульсов

Для быстро повторяющихся импульсов вы можете использовать один из пироэлектрических сенсоров от Ophir, пока энергия импульсов не превышает требования поглотителя. Пироэлектрические сенсоры совместимы с Laserstar и все что остается сделать для их использования - подсоединить к прибору.

Для больших энергий импульсов вы можете использовать RP модель от Ophir, чтобы измерить и среднюю мощность и энергию каждого импульса лазера с высокой частотой повторения.

4.5.6 Журналирование данных об энергии и хранение данных (см. рис. 11)

Laserstar имеет возможность последовательного отображения измеренных значений энергии с полосой прокрутки. Во время проведения измерений Laserstar записывает данные. В системе может храниться до 59400 точек. Обратитесь к разделу 4.4.2.7.1 для более полной информации по хранению и обработке данных.

Замечание:

Для сенсоров на термоэлементах опции журналирования данных об энергии отсутствуют.

4.5.6.1 Чтобы использовать Laserstar для графического отображения измеренных значений энергии - стандартный режим

1. Убедитесь, что Laserstar находится в режиме измерения энергии, установлен нужный диапазон. Если это не так, нажмите "range", выполните настройку и нажмите "exit".
2. Из главного окна измерения энергии нажмите "menu" и затем выберите "data-log". Нажмите "go". Нажмите "log" и вы перейдете в окно журналирования данных по энергии. Нажмите "go". После того, как замигает надпись "ready", запустите лазерные импульсы. Начнется процесс измерения. Когда экран будет заполнен, он начнет прокручиваться так, чтобы были видны последние измеренные значения. Когда регистр с данными будет заполнен, на экране появится надпись "FULL". Если вы желаете изучить график более детально, нажмите клавишу "zoom".
3. При нажатии клавиши "reset" Laserstar начинает новое измерение. Если вы хотите сохранить данные перед началом нового измерения, обратитесь к разделу 4.4.2.7.1.

Предупреждение:

Нажатие на клавишу "reset" удаляет ранее сохраненные данные.

4. При нажатии на клавишу "stats" на экране отображается статистика по собранным данным. Если вы хотите вернуться к отображению графика - нажмите "graph". Если вы хотите сохранить данные в файл, нажмите exit и затем выберите "yes", чтобы зайти в систему управления файлами. Обратитесь к разделу 4.4.2.7.1 для более детальной информации.

Замечание:

Клавиша zoom может быть нажата только после записи хотя бы одного импульса.

4.5.6.2 Турбо режим

В обычном режиме журналирования данных, описанном выще, вы можете записывать каждую точку с частотой до 180 точек/с. Вы также можете передавать на компьютер данные с частотой не выше 180 Гц.

Чтобы передавать данные на компьютер с частотой выше 1500 Гц, вы должны перейти в турбо режим. В этом режиме Laserstar может обрабатывать данные на высоких скоростях, за счет снижения ресурсов, выделяемых для решения других задач. Чтобы войти в турбо режим, проделайте следующее:

1. Убедитесь, что Laserstar находится в режиме измерения энергии, установлен нужный диапазон. Если это не так, нажмите "range", выполните настройку и нажмите "exit".
2. Из главного окна измерения энергии нажмите "menu" и затем выберите "data-log". Нажмите "go". Теперь нажмите "turbo".
3. При помощи клавиш вверх/вниз выберите частоту работы лазера и размер блока записываемых данных, т.е как много точек будет храниться в файле. Нажмите "go". Начнется процесс измерения; Laserstar покажет, когда файл будет заполнен.

Замечание 1:

Laserstar не измеряет частоту следования импульсов в турбо-режиме. Поэтому вы должны иметь априорную информацию о частоте следования импульсов перед началом измерения. Это означает, что вы не можете измерять импульсы лазера, частота повторения которых изменяется во время измерения.

Замечание 2:

Во время работы в турбо режиме Laserstar не будет реагировать на нажатие клавиш. Это относится и к процессу записи данных и к процессу их передачи на компьютер в турбо режиме.

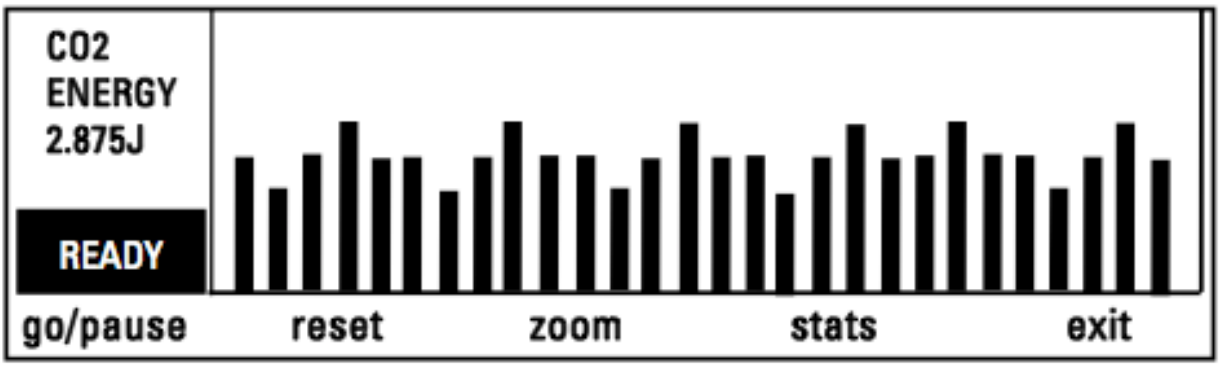


Рис. 11. Экран журналирования данных по энергии

4.6 Дополнительные опции отображения

4.6.1 Окна делителя/аттенюатора мощности и энергии луча

Если вы проводите измерение вместе с разделителем луча или аттенюатором и желаете отображать мощность, пришедшую на делитель или аттенюатор, а не реальное значение, падающее на сенсор, функция делителя позволяет вам сделать это. Например, если вы направляете 4.5 % от лазерного луча на сенсор и желаете узнать полную мощность луча, проделайте следующее:

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu и выберите "advanced". Нажмите "go". Выберите "attenuate" и нажмите "go".
2. Нажмите "set" (установить) и затем "value", чтобы выбрать первое значение. Нажмите "set" снова, а затем "value", чтобы выбрать второе значение и так далее. В примере, показанном ниже, выбрано значение 4.5%.

Если вы нажмете "exit, exit, esc", вы вернетесь к главному окну измерения.

Если вы хотите, чтобы прибор запускался в режиме аттенюации, следуйте инструкциям из раздела 3.5.

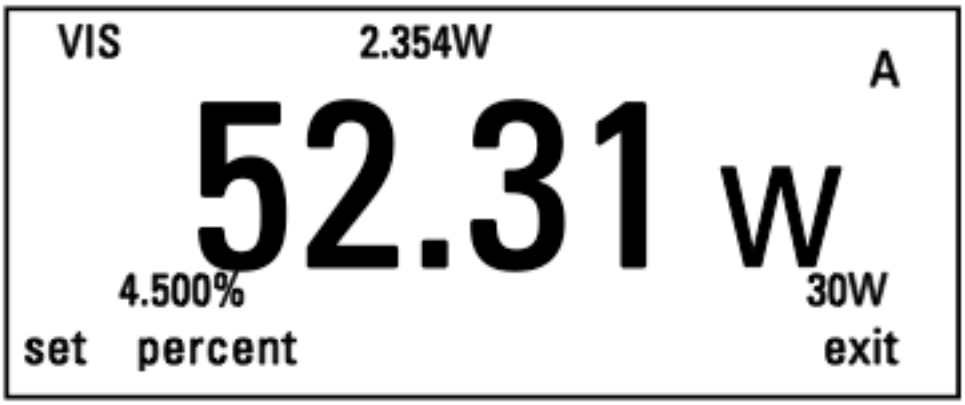


Рис. 12. Окно аттенюации

Замечание 1:

Окно аттенюации влияет только на отображаемое значение. Масштабы и по энергии и по мощности остаются прежними, пороговый уровень остается прежним и так далее. Это просто дополнительное окно, отображающее измеренную величину в другой форме.

Замечание 2:

Значение аттенюации хранится в Laserstar, а не в сенсоре. Так что каждый подсоединенный сенсор будет работать с выбранной вами величиной.

Замечание 3:

Если вы используете Laserstar в двухканальном исполнении, функция будет работать только в режиме с одним рабочим сенсором, а устанавливаемое значение будет применено к любому из используемых вами каналов.

4.6.2 Окна плотности мощности и плотности энергии

Laserstar, дополнительно, предоставляет опцию измерения величин в единицах плотности мощности и плотности энергии. Вы вводите параметры (профиля) лазерного луча, а на дисплее отображаются плотность мощности и плотность энергии в величинах Вт/см^2 и Дж/см^2. Чтобы активировать это окно проделайте следующее:

1. Из главного окна нажмите "menu", выберите "advanced" и нажмите "go".
2. Выберите "density" (плотность) и нажмите "go". Установятся единицы измерения Вт/см^2 или Дж/см^2, в зависимости от того, находились ли вы в режиме измерения мощности или энергии.
3. Нажмите "change" (изменить) и настройте четыре величины, относящиеся к размеру луча лазера. Нажмите "save" и "exit".
4. Выберите нужное значение диаметра луча из четырех доступных. Для этого поочередно нажимайте клавишу next (следующий).
5. Нажмите "exit", чтобы вернуться к стандартному окну измерений. Если вы хотите, чтобы прибор запускался в режиме измерения плотности (мощности, энергии) по умолчанию, следуйте инструкциям из раздела 5.3.

4.6.3 Окна пределов по мощности и энергии

Laserstar предоставляет опцию установки верхнего и нижнего пределов по мощности и энергии. Если эти пределы задаются пользователем, то при превышении мощностью или энергией установленного верхнего предела на экране появится сообщение "OVER" (Выше верхнего предела), а при выходе за нижний предел - надпись "UNDER" (Ниже нижнего предела).

Чтобы установить предельные значения проделайте следующее:

1. Из главного окна измерения мощности или энергии нажмите "menu", выберите "advanced", нажмите "go", выберите "limits" (пределы) и нажмите "go". Вы находитесь в окне установки пределов.

2. Нажмите "setup" и выберите нижний и верхний пределы: при помощи клавиш вверх/вниз выберите основание (DIGITS) для нижнего предела, затем при помощи клавиш навигации перейдите к окну выбора показателя степени (EXP) и при помощи клавиш вверх/вниз выберите значение показателя степени. Например, если вы хотите установить нижний предел в 0.1 Вт, установите DIGITS в значение 1.000, а EXP в значение -1.

3. Проделайте то же самое для верхнего предела. Нажмите "save", чтобы сохранить установленные значения.

4. Если вы хотите, чтобы прибор запускался в окне пределов по умолчанию, следуйте инструкциям из раздела 5.3.

Когда мощность или энергия находятся за границами установленных пределов, на экране появляется сообщение, показанное на рис. 13. Заметьте, что нижний предел отображается в левой верхней части экрана, а верхний предел - в правой верхней части.

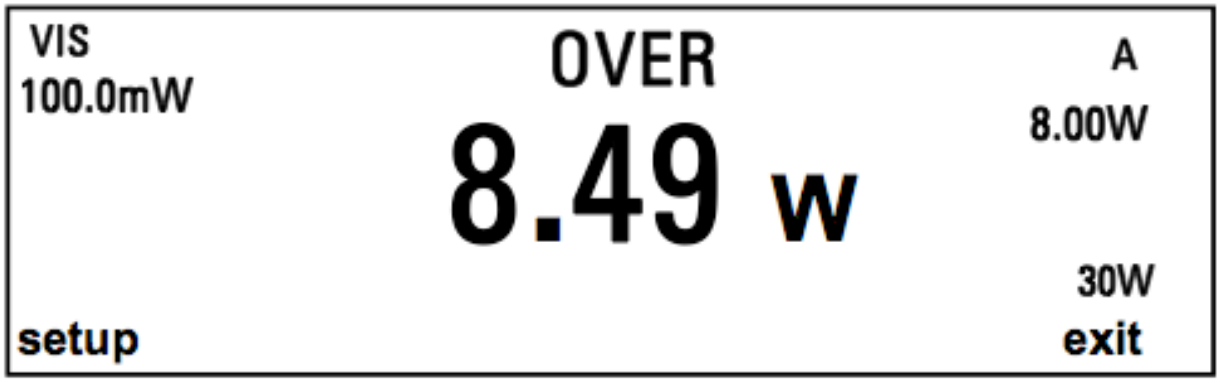


Рис. 13. Окно пределов

4.7 Специальные сенсоры на термоэлементах

4.7.1 Измеритель мощности BC20 для сканирующих лучей

Лазерный измеритель мощности BC20 для сканирующих лучей стал промышленным стандартом для измерения параметров сканирующих лазерных лучей (scanned laser beams) и статичных лучей, расположенных в труднодоступном месте. BC20 использует кремниевый детектор и инновационную схему измерения сканирующих и статичных лучей с мощностями до 20 мВт с уровнем шума в микроватты. Этот прибор имеет запатентованный динамический подавитель фона (шума), позволяющий устранить до 95% фона, что позволяет проводить измерения при нормальном комнатном освещении.

Калибровка для каждого сенсора храниться в его коннекторе, поэтому можно менять сенсоры и основное устройство без потери данных по калибровке. Это также позволяет пользователю, при желании, проводить повторную калибровку.

BC20 использует улучшенные схемы с повышенной чувствительностью, отношением сигнал/шум, точностью и лучшим временем отклика; отдельная схема предназначена для устранения электромагнитных помех. Измерительный зонд может отклоняться на 180 градусов, что позволяет получить доступ к лазерному лучу, расположенному в труднодоступном месте. BC20 имеет функцию удержания, позволяющую пользователю удерживать максимальное показание в течении 5 секунд перед очередным обновлением.

Глава 5.
Работа с фотодиодными сенсорами

Предупреждение:

Перед тем, как использовать сенсор для проведения измерения мощности убедитесь, что мощность, энергия лазера (и плотность энергии) не превышают максимальных значений, с которыми может работать сенсор. Смотрите Таблицу 6.

5.1 Фотодиодные сенсоры

Когда на фотодиодный детектор из серии PD300 или 3A-IS воздействует источник фотонов, коим является лазер, генерируется ток, пропорциональный интенсивности светового излучения. Также величина тока зависит от длины волны источника.

Сенсоры PD300 и PD300-3W реализуют запатентованную технологию с двумя идентичными сенсорами, соединенными определенным образом. Когда равномерный сигнал, такой как освещение в помещении, воздействует на детекторы, сигнал из обоих детекторов вычитается.

С другой стороны, когда лазерный луч падает на сенсор, он воздействует только на один из сенсоров. Таким образом, PD300 имеет возможность подавлять имеющиеся шумы, выделяя при этом полезный сигнал. Подавление шума не является 100%, конечно, но около 98% фонового сигнала (шума, засветки) устраняется, что позволяет применять детектор при стандартном лабораторном освещении.

Laserstar усиливает сигнал и отображает уровень мощности, измеренный сенсором. Благодаря отличной схемотехнике Laserstar уровень шума на

выходе очень низкий, а сенсоры серии PD300/3A-IS, примененные совместно с Laserstar, имеют большой динамический диапазон измеряемых величин: от нановатт до сотен милливатт.

Так как большинство маломощных лазеров имеют мощности излучения порядка 5-30 мВт, и большинство фотодиодных детекторов насыщаются уже при 2 мВт, большинство сенсоров из серии PD300 были построены с использованием встроенного фильтра, так что эти сенсоры способны измерять мощности до 30 мВт или более без входа в режим насыщения. Когда устанавливается дополнительный фильтр, максимальная мощность принимает значения порядка 300 мВт (или 3 Вт для модели PD300-3W). PD300 насыщается при выходном токе превышающем 1.3 мА, так что точное значение максимальной мощности зависит от чувствительности детектора на используемой длине волны. При входе в режим насыщения на экране появляется сообщение "SAT". В Таблице 2 отображены реальные значения максимальной мощности как функции длины волны.

FILTER OUT

WAVE-LENGTH	PD300	PD300-3W	PD300-UV	3A-IS	WAVE-LENGTH	PD300-IR
250-350nm	N.A.	N.A.	1mW	N.A.	800nm	20mW
400nm	30mW	30mW	3mW	N.A.	1-1.3μm	30mW
633nm	20mW	20mW	3mW	1W	1.4μm	25mW
670nm	13mW	13mW	3mW	2W	1.5μm	15mW
800nm	10mW	10mW	2.5mW	3W	1.6μm	10mW
900mm	10mW	10mW	2.5mW	3W	1.8μm	25mW
1060nm	25mW	25mW	3mW	3W		

FILTER IN

WAVE-LENGTH	PD300	PD300-3W	PD300-UV	3A-IS	WAVE-LENGTH	PD300-IR
250-350nm	N.A.	N.A.	100mW	N.A.	800nm	200mW
400nm	300mW	3W	300mW	N.A.	1-1.3μm	300mW
633nm	300mW	3W	300mW	N.A.	1.4μm	150mW
670nm	200mW	3W	300mW	N.A.	1.5μm	80mW
800nm	100mW	1W	250mW	N.A.	1.6μm	50mW
900mm	150mW	1.5W	250mW	N.A.	1.8μm	100mW
1060nm	250mW	2.5W	300mW	N.A.		

Wave Length - Длина волны.

Filter in - Фильтр установлен.

Filte out - Фильтр извлечен.

Таблица 2. Максимальное измеряемое значение мощности лазера как функция длины волны

5.2 Настройка PD300 для отображения выбранной пользователем длины волны

Серия PD300 имеет встроенные кривые коррекции длин волн, предназначенные для проведения измерений и с установленными сменными фильтрами и без них. Указанные кривые хранятся в EEROM памяти сенсора. Кривые коррекции (с разрешением 1 нм) помогают осуществить точное измерение мощности на всех длинах волн лазера.

Для того, чтобы упростить изменение одной длины волны лазера на другую, пользователь может запрограммировать 6 разных длин волн, которые будут доступны в меню. Следуйте инструкции, чтобы настроить PD300 на длину волны вашего лазера:

1. Из главного окна измерения мощности (с отображением гистограммы) нажмите клавишу menu, расположенную в правой части и выберите "wavelength". Нажмите "go".
2. Нажмите "select", чтобы выбрать первую нужную длину волны. Нажмите "go".
3. Измените длину волны при помощи клавиш вверх и вниз. Если вы хотите сохранить установленное значение - нажмите "save". Нажмите "esc".
4. Повторите шаги 2 и 3 для других нужных длин волн. После завершения нажмите "exit". Те длины волн, для которых была нажата клавиша "save" будут длинами волн по умолчанию, другие будут сохранены до очередного выключения устройства.

5.3 Установки по умолчанию

Если вы планируете часто проводить похожие по типу измерения, вы можете настроить Laserstar для автоматического входа в нужный режим измерения. Так как необходимые настройки хранятся в памяти сенсора, вы можете сохранять разные настройки для разных сенсоров. Следующий раздел описывает процесс настройки Laserstar с сенсором PD300 для включения (запуска) с нужной конфигурацией.

Установка значений по умолчанию: (см. раздел 5.4 для дальнейшей информации)

1. Включите Laserstar, отключив предварительно сенсор, и нажмите клавишу "value", чтобы выбрать тип окна, запускаемого по умолчанию при включении устройства. Нажмите "save".

2. Выключите Laserstar, подсоедините сенсор и включите устройство. Из главного окна измерения мощности нажмите "menu", расположенную в правой части, и выберите "configure". Нажмите "go".

3. Нажмите "value", чтобы выбрать опцию filter in или filter out по умолчанию. Обратитесь к разделу 5.4.3 для информации об установке и удалении фильтра.

4. Выберите "Power range" и выберите ручной диапазон, автодиапазон или dBm. Выбранное значение будет установлено по умолчанию.

5. Выберите "Average Over" и установите период времени, в течении которого требуется проводить усреднение, или оставьте значение "NONE". Обратитесь к разделу 4.4.2.4 для более детальной информации по усреднению.

6. Выберите "wavelength" и используйте клавишу "value" для выбора длины волны по умолчанию. (Обратитесь к разделу 5.2 для изменения выбранных длин волн).

7. Нажмите "save", чтобы сохранить все сделанные настройки. Если вы хотите сохранить только настройки, сделанные в предыдущем окне, выйдите без нажатия "save".

5.4 Выбор настроек с экрана Laserstar

Параметры и настройки для Laserstar легко задавать прямо из используемого окна. В дополнение, эти настройки могут быть сохранены, и прибор будет запускаться с нужной конфигурацией.

5.4.1 Установка используемой длины волны лазера

Фотодиодные сенсоры имеют разную чувствительность на разных длинах волн. Более того, фильтры, используемые в сенсорах, имеют разные коэффициенты пропускания на разных длинах волн. Для компенсации этих явлений каждый сенсор хранит кривую калибровки (с разрешением 1 нм) для всего диапазона измеряемых величин.

Когда вы выбираете нужную длину волны лазера, автоматически вводится поправочный коэффициент для этой длины волны. Заметьте, что информация об использовании поправочного коэффициента отображается в верхней левой части дисплея. Чтобы выбрать нужную длину волны лазера обратитесь к разделу 5.2.

Чтобы выбрать длину волны лазера из главного окна измерения мощности нажмите и удерживайте клавишу "laser" до тех пор (или повторно нажимайте), пока не будет отображена нужная длина волны. Чтобы установить эту длину волны по умолчанию обратитесь к разделу 5.2.

5.4.2 Выбор ручного диапазона, автодиапазона или dBm

Автодиапазон - Laserstar позволяет пользователю выбирать диапазон измеряемой величины (Вт) вручную, или использовать автодиапазон. В режиме автодиапазона вам не требуется перестраивать масштаб шкалы. Когда показания измерительного прибора превышают максимальное значение шкалы, диапазон автоматически переключается на более широкий. Когда показания измерительного прибора опускаются ниже 9% полной шкалы, диапазон переключается на более узкий. Это изменение происходит с задержкой в несколько секунд. Это обеспечивает необходимый гистерезис, чтобы исключить постоянное переключение диапазонов при измерении величин, близких к краям шкалы.

Ручной диапазон - в использовании автодиапазона есть ряд недостатков, так как вы не контролируете переключение диапазонов. Если вам требуется проводить измерение с постоянным диапазоном, лучше использовать режим ручного диапазона.

Правильный диапазон - наименьший диапазон, верхняя граница которого заведомо превышает наибольшую измеряемую величину. Если вы хотите, чтобы Laserstar находился в этом режиме при включении, обратитесь к разделу 5.3.

dBm - Laserstar позволяет представлять измерения в логарифмическом масштабе (dBm). dBm определяется как:

10 * log(показание в мВт)

Таким образом, 1 мВт это 0 dBm, 100 мВт это 20 dBm и т.д.

Чтобы выбрать автодиапазон, ручной диапазон или dBm, выполните следующее:

1. Из главного окна измерения (с отображением гистограммы) нажмите "range".
2. При помощи клавиш навигации выберите нужный ручной диапазон, автодиапазон или dBm. Если вы хотите установить выбранный диапазон как диапазон по умолчанию - нажмите "save". Нажмите "exit", чтобы вернуться к окну измерения.

5.4.3 Работа с Filter In или Filer Out (фильтр установлен или извлечен)

Сенсор PD300 оборудован встроенным фильтром, так что фотодиод способен измерять мощности до 30 мВт без перехода в режим насыщения. Кроме того, PD300 идет в комплекте с дополнительным сменным фильтром, предназначенным для измерения мощностей до 300 мВт. Другие модели

серии PD300 также имеют встроенные и сменные фильтры. Максимальная измеряемая мощность достигается при выходном токе сенсора в 1.3 мА или при достижении показаниями полной шкалы (определяется тем, что наступит раньше). Обратитесь к Таблице 2 для ознакомления с максимальной измеряемой мощностью как функцией длины волны.

В зависимости от измеряемой вами мощности решите, требуется ли вам в работе сменный фильтр. Для этой цели Laserstar имеет настройку "filter" (фильтр). В зависимости от того, установлен сменный фильтр или нет, используется нужная кривая коррекции.

Предупреждение:

Если PD300 используется с включенной опцией "filter in", но в реальности фильтр не установлен (или наоборот), показания будут в корне неправильными.

Если мощность вашего лазера превышает значения, указанные в таблице для случая установленного фильтра, вы можете заказать сенсор на термоэлементах или фотометрический шар (integrating sphere head) на нужную длину волны.

Чтобы установить настройку filter:

1. Из главного окна измерений нажмите клавишу menu и затем "go".
2. Если вы хотите работать с установленным фильтром, нажмите и удерживайте "change" до тех пор (или повторно нажимайте), пока на экране не появится надпись "filter is in" (фильтр установлен). Убедитесь, что вы (физически) установили сменный фильтр.
3. Если вы хотите работать с удаленным фильтром, нажмите и удерживайте "change" до тех пор (или повторно нажимайте), пока на экране не появится

надпись "filter is out" (фильтр удален). Убедитесь, что вы (физически) удалили фильтр.
4. Нажмите "exit" и "esc", чтобы вернуться в окно измерений.

5.4.4 Увеличение

Функция увеличения растягивает шкалу в окрестности текущего показания на ±20%. Таким образом, если полная шкала гистограммы это 20 мВт, а вы считываете показание в 15 мВт, нажатие на "zoom" вызовет преобразование шкалы в значения с 12 до 18 мВт (приблизительно). В этом режиме лучше видны малые вариации измеряемой величины. При нажатии на эту клавишу, ее графа подсвечивается. Чтобы выйти из режима увеличения нажмите "zoom" еще раз. Функция увеличения может быть полезна при подстройке мощности лазера.

5.4.5 Смещение нуля

Как было описано в разделе 5.1, сенсоры PD300 и PD300-3W имеют функцию автоматического вычитания сигнала засветки (фона). Кроме того,функция смещения нуля позволяет вычитать имеющийся остаточный фоновый сигнал. Если Laserstar отображает не нулевое значение мощности при отсутствии лазера, вы можете вычесть это показание при помощи функции смещения нуля. Например, Laserstar отображает 0.1 мВт при отключенном лазере, и 20.5 мВт при включенном лазере. В этом случае истинное значение мощности лазера есть 20.5 - 0.1 = 20.4 мВт. Чтобы провести эту операцию нажмите клавишу "offset" при выключенном лазере. Теперь Laserstar отобразит нулевое значение измеренной мощности, и значение в 0.1 мВт будет вычитаться из всех последующих измерений.

Когда функция "offset" используется, графа этой клавиши будет подсвечена. Чтобы отключить эту функцию нажмите "offset" еще раз. Если функция "offset" включена, а вам требуется задать новое смещение нуля, нажмите "offset" дважды. Первое нажатие удалит старое значение смещения, а второе нажатие активирует новое. Если вы предполагаете, что Laserstar имеет постоянное смещение нуля - находясь в режиме измерения мощности, отсоедините сенсор.

5.4.6 Измерение потерь при помощи функции смещения в dB

Так как dB является логарифмической величиной, то отношение между двумя величинами будет равно разности двух этих величин в dB. Например, если вы хотите измерить потери в оптоволокне, когда мощность в начале волокна равна 1 мВт = 0 dBm, а мощность в конце волоконного кабеля составляет 0.1 мВт = -10 dBm. Отношение равно 1:10 = 0.1, а потери в dB равны 10 dB.

Функция смещения нуля в dB позволяет легко проводить такие измерения. Проделайте следующее:

1. При измерении опорной величины нажмите "dB-0". Значение изменится на 0 dB (заметьте, что величина отображена в dB - относительная величина, а не в dBm - абсолютная величина).
2. Проведите второе измерение, и на экране отобразится разница в dB между двумя измерениями.

Замечание:

Если при измерении опорной величины присутствует смещение нуля, вы не можете проводить вычитание с использованием функции смещения в dB. Напротив, перед началом измерения нажмите "offset" и

вычтите смещение нуля. Затем выполните шаги 1 и 2 выше. Вычитаемое значение смещения нуля сохраняется при нажатии на "offset" в dBm; теперь вы можете использовать функцию dB-0 для измерения отношения величин.

5.4.7 Усреднение и измерение очень малых уровней мощностей

Если мощность лазера подвержена флуктуациям, Laserstar может отобразить среднюю мощность, усредняя измеренную величину по периоду от 1 секунды до 1 часа. При измерении очень малых уровней мощностей (пиковатты, при использовании PD300-IRG или PD300-UV) будет присутствовать достаточно большое смещение нуля. Тем не менее, вы можете измерить малые величины мощности при помощи функции усреднения и функции смещения нуля. Чтобы измерить очень малые уровни мощности проделайте следующее:

1. Нажмите клавишу "menu" и выберите "configure". Выберите нужное значение периода усреднения, сохраните его, а затем выйдите.
2. Выключите лазер, подождите некоторое время (несколько периодов) и нажмите клавишу "offset", чтобы вычесть значение смещения нуля.
3. Включите лазер и проводите измерения.

Для более детальной информации по функции усреднения обратитесь к разделу 4.4.2.4.

Замечание:

Функция усреднения не работает при диапазоне, включенном в режим dBm или авто.

5.4.8 Подстройка и журналирование данных мощности

Функция подстройки является эксклюзивной функцией Ophir. Она обеспечивает очень простую подстройку вашего лазера для достижения максимальной мощности. В отличие от гистограммы этот режим отображения показывает прошлое измерение, текущее измерение и направление изменения уровня мощности. Это позволяет вам определить момент достижения максимального уровня мощности.

Laserstar также имеет опцию записи данных о мощности лазера во времени. Во время проведения измерений Laserstar записывает данные до тех пор, пока окно не будет заполнено или не будет нажата клавиша "reset" или "exit".

Если мощность лазера подвержена флуктуациям, Laserstar может отобразить среднюю мощность, усредняя измеренную величину по периоду от 1 секунды до 1 часа.

Эти функции являются общими и для сенсоров на термоэлементах и для фотодиодных сенсоров. Обратитесь к разделу 4.4.2.4 за более детальной информацией.

5.5 Специальные фотодиодные сенсоры

5.5.1 Сенсор PD300-BB

В дополнение к фотодиодным сенсорам для определенных длин волн Ophir предлагает также сенсоры для измерения параметров излучения широкополосных источников. Сенсор PD300-BB имеет плоский профиль спектральной чувствительности в диапазоне от 400 до 1000 нм и позволяет измерять общую мощность любого широкополосного источника светового излучения в этом диапазоне.

Замечание:

Так как сенсор PD300-BB имеет плоский профиль спектральной чувствительности, настройка длины волны устраняется. За исключением этой детали, работа с этим сенсором происходит так же, как и с другими сенсорами типа PD300.

5.5.2 Фотометрический сенсор (кубик) PD300-CIE

Сенсор PD300-CIE имеет спектральную чувствительность, похожую на аналогичную характеристику глаза человека, и способен проводить измерения в люксах (Лк). PD300-CIE спроектирован так, что падающий свет огибает маленький детектор. Сенсор измеряет интенсивность светового излучения на единицу площади в Лк или в единицах фут-свеча.

Замечание:

Так как сенсоры типа CIE имеет спектральную чувствительность, похожую на аналогичную характеристику глаза человека, настройка длины волны устраняется. За исключением этой детали, работа с этим сенсором происходит так же, как и с другими сенсорами типа PD300.

Глава 6.
Работа с пироэлектрическими сенсорами

Предупреждение:

Перед тем, как использовать сенсор для проведения измерения мощности или энергии убедитесь, что мощность, энергия лазера (и плотность энергии) не превышают максимальных значений, с которыми может работать сенсор (приведены в таблицах 6 и 7 руководства). В противном случае вы рискуете повредить поглотитель.

В случае использования пироэлектрических сенсоров у вас есть тестовое предметное стекло с таким же покрытием, как и у пироэлектрического детектора. Вы можете приобрести его у вашего дилера. Вы можете использовать это стекло для определения порога разрушения под воздействием импульсов вашего лазера. Если проявляются повреждения - увеличьте площадь пучка лазера или уменьшите энергию лазера до того уровня, пока повреждения не прекратят проявляться.

6.1 Пироэлектрические сенсоры

Когда импульсный источник энергии, такой как лазер, направляется на сенсор, по поверхности пироэлектрического кристалла сенсора создается температурный градиент. Вырабатываемый электрический заряд пропорционален поглощаемой энергии.

Благодаря инновационным схемотехническим решениям, пироэлектрические сенсоры Ophir позволяют измерять очень длинные импульсы, а также и очень короткие; измерять большие и малые уровни энергии; измерять импульсы с более высокой частотой повторения, чем раньше.

Laserstar усиливает выданный сенсором сигнал, и отображает значение энергии, полученное сенсором; отображается также и частота повторения импульсов лазера. На основе данных об энергии и частоте повторения, Laserstar способен также отображать среднюю мощность.

6.2 Выбор настроек с экрана Laserstar

Параметры и настройки для Laserstar легко задавать прямо из используемого окна. В дополнение, эти настройки могут быть сохранены, и прибор будет запускаться с нужной конфигурацией.

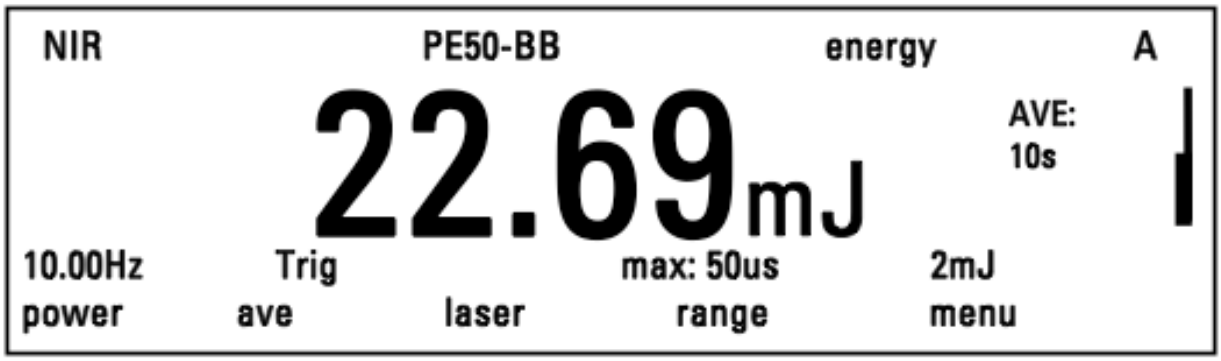


Рис. 14. Окно измерения энергии при помощи пироэлектрического сенсора

6.2.1 Настройка сенсора для выбранной пользователем длины волны (только для металлических детекторов)

Поглощение покрытия детектора изменяется при изменении длины волны. Кривая коррекции для поглотителя хранится в EEROM памяти сенсора. Кривая коррекции обеспечивает точные измерения параметров лазера во всем диапазоне длин волн.

Для того, чтобы упростить изменение одной длины волны лазера на другую, пользователь может запрограммировать 6 разных длин волн, которые будут

доступны в меню. Следуйте инструкции, чтобы настроить пироэлектрический сенсор на длину волны вашего лазера.

1. Из главного окна нажмите клавишу menu, расположенную в правой части, и выберите "wavelength". Нажмите "go".
2. Нажмите "select", чтобы выбрать первую желаемую длину волны. Нажмите "go".
3. Измените длину волны при помощи клавиш вверх и вниз. Если вы хотите сохранить установленное значение - нажмите "save". Нажмите "exit".
4. Повторите шаги 2 и 3 для других длин волн. По завершению нажмите "exit". Те длины волн, для которых была нажата клавиша "save", будут длинами волн по умолчанию, остальные будут сохранены до момента выключения устройства.

Замечание:

Сенсоры типа BB (широкополосные) имеют меньший разброс чувствительности в диапазоне длин волн, поэтому в этих сенсорах выбираются фиксированные диапазоны длин волн (как и в сенсорах на термоэлементах). Этот раздел не актуален для такого рода сенсоров.

6.2.2 Настройка ширины импульсов лазера

6.2.2.1 Ширина импульсов лазера

Как было сказано выше, пироэлектрические сенсоры Laserstar способны измерять как длинные, так и короткие импульсы. Чтобы Laserstar работал корректно, вы должны задать рабочий режим - с длинными или с короткими импульсами (для сенсоров типа BB устанавливается режим работы только с длинными импульсами; в этом режиме измеряются и длинные и короткие импульсы; в этом случае на экране отобразится "N/A").

Предупреждение:

Если ширина импульса задана некорректно (меньше ширины импульса исследуемого лазера), показания будут неверны. Если ширина импульса задана слишком большой, то показания будут зашумлены.

Чтобы настроить ширину импульса проделайте следующее:

1. Из главного окна измерений нажмите клавишу menu и выберите "configure". Нажмите "go".
2. Выберите "Max Pulse len:" и при помощи клавиши "value" выберите нужное значение настройки. Если импульсы вашего лазера длиннее, чем значение настройки для коротких импульсов - вы должны выбрать настройку для длинных импульсов, и наоборот. Нажмите "save", если вы хотите, чтобы установленное значение было значением по умолчанию.

6.2.2.2 Установка периода усреднения

Laserstar имеет возможность измерять несколько импульсов и отображать среднюю величину мощности или энергии. Эта функция удобна при измерении лазеров с нестабильными характеристиками. В этом случае пользователь может измерять последовательность импульсов, но выводить на дисплей только средние величины.

Чтобы настроить усреднение по ряду импульсов:

1. Из главного окна измерений нажмите клавишу menu и выберите "configuration". Нажмите "go".
2. Выберите "Average over:". Нажмите и удерживайте "value" до тех пор (или последовательно нажимайте), пока не будет отображен нужный вам период усреднения. Если вы не хотите проводить усреднение - выберите "none".

3. Нажмите "exit". Если вы хотите сохранить установленное значение, как значение по умолчанию - нажмите "save" перед выходом.

Замечание:

Пироэлектрические сенсоры способны измерять импульсы с очень высокой частотой повторения, порядка кГц и выше. Реально Laserstar захватывает каждый импульс с частотой выше 180 Гц (до 1000 Гц или 5000 Гц, в зависимости от используемого сенсора). Полученные импульсы могут быть сохранены для последующей передачи или обработки. (См. раздел 4.4.2.7.1). Однако, дисплей способен изменять отображаемую информацию с частотой примерно 15 Гц. На более высоких частотах, если пользователь выбрал "NONE", Laserstar будет отображать отдельные импульсы, выбираемые с частотой 15 Гц. Если пользователь выбрал усреднение данных по времени, прибор отображает среднее показание за период времени начиная с момента, когда вы вошли в этот режим, и по текущий момент. Одновременно с этим, в правой части экрана заполняется вертикальная гистограмма (см. рис. 14). Например, если период усреднения выставлен в 30 секунд, в момент времени 15 секунд отображаемое значение усреднено по 15 секундам; в момент времени 30 секунд - по 30 секундам; в момент времени 5 минут - за период с 4.5 по 5 минуту (за 30 секунд назад относительно текущего момента).

6.3 Запуск устройства и конфигурация по умолчанию

Если большую часть времени вы проводите измерения одного типа, вы можете настроить Laserstar на включение с заданной конфигурацией. Так как эти настройки будут храниться в памяти сенсора, вы можете задать разные настройки для разных типов сенсоров, используемых вами совместно с Laserstar.

Чтобы настроить Laserstar на включение в заданном режиме и сохранить выбранную конфигурацию:

1. Включите Laserstar, отключив предварительно сенсор, и нажмите клавишу "value", чтобы выбрать тип окна, запускаемого по умолчанию при включении устройства. Нажмите "save".
2. Выключите Laserstar, подсоедините сенсор и включите устройство. Из главного окна измерений нажмите "menu", расположенную в правой части, и выберите "configuration". Нажмите "go".
3. Нажмите "value", чтобы выбрать "power" или "energy", как окно по умолчанию. При включении Laserstar сразу перейдет в выбранный режим измерения.
4. Нажимайте клавишу навигации, пока не будет подсвечена длина волны лазера. Нажмите (нажимайте) "value", чтобы выбрать значение длины волны по умолчанию. Теперь Laserstar будет откалиброван на значение поглощения сенсора на выбранной длине волны. Если вы хотите выбрать другую длину волны, обратитесь к разделу 6.2.1.
5. Выберите "Max Pulse Length:", чтобы выбрать длительность импульса по умолчанию. Обратитесь к разделу 6.2.2 за более подробной информацией.
6. Выберите "Energy range", чтобы выбрать диапазон измеряемых энергий по умолчанию.
7. Выберите "Average Over:" и установите период времени, в течении которого требуется проводить усреднение. Обратитесь к разделу 6.2.2.2 для более детальной информации по усреднению.
8. Нажмите "save", чтобы сохранить все сделанные настройки. Если вы хотите сохранить настройки только до момента выключения устройства - выйдите без нажатия "save".

6.4 Измерение энергии, мощности или экспозиции

Предупреждение:

Перед тем, как использовать сенсор для проведения измерения мощности или энергии убедитесь, что энергия, плотность энергии и средняя мощность вашего лазера не превышают максимальных значений, с которыми может работать сенсор (таблицы 6 и 7). В противном случае вы рискуете повредить поглотитель. В случае использования пироэлектрических сенсоров у вас есть тестовое предметное стекло с таким же покрытием, как и у пироэлектрического детектора. Вы можете приобрести его у вашего дилера. Вы можете использовать это стекло для определения порога разрушения под воздействием импульсов вашего лазера. Если проявляются повреждения - увеличьте площадь пучка лазера или уменьшите энергию лазера до того уровня, пока повреждения не прекратят проявляться.

Замечание:

Чтобы точно измерить энергию лазера при помощи пироэлектрического сенсора необходимо убедиться, что сенсор не имеет электрической связи с оптической скамьей. Убедитесь, что сенсор электрически не связан с землей. Для этой цели сенсор PE снабжен специальным изолирующим основанием.

6.4.1 Измерение энергии, средней мощности и частоты

В отличие от большинства пироэлектрических измерителей энергии, Laserstar с большой точностью измеряет частоту следования импульсов и, соответственно, способен отображать частоту импульсов и среднюю мощность, равно как и энергию импульсов. Следующий параграф показывает, как настроить прибор на измерение этих величин.

6.4.1.1 Обнуление сенсора по отношению к Laserstar

В отличие от прибора Nova, в случае использования приборов Laserstar имеется небольшой разброс показаний одного и того же пироэлектрического сенсора на разных экземплярах Laserstar. Поэтому, в большинстве случаев, рекомендуется проводить обнуление сенсора по отношению к устройству, с которым этот сенсор будет использоваться. После проведения этой операции сенсор готов работать с Laserstar, с которым выполнялось обнуление. Нет необходимости повторять эту процедуру (только если Laserstar не будет использоваться с другим сенсором). Без проведения этой процедуры возможны погрешности измерений в 2%. Чтобы выполнить обнуление сенсора по отношению к Laserstar выполните следующее:

Убедитесь, что сенсор находится в спокойной обстановке, где отсутствуют импульсные помехи. Подсоедините сенсор к Laserstar и включите устройство. Нажмите "menu", выберите "advanced" и дважды нажмите "go". Нажмите "start". Когда появится надпись "zeroing completed", нажмите "save".

6.4.1.2 Измерение энергии

1. Обычно, когда устройство включено, оно находится в главном окне измерения энергии. Вы можете понять это по единицам измерения (мДж, мкДж и т.д) и надписи "energy" в правом верхнем углу экрана (см. рис. 10). Если устройство находится в режиме измерения мощности и на экране отображены единицы измерения мВт, Вт и т.д, нажмите клавишу "energy".
2. Нажмите клавишу "range" и при помощи клавиш навигации выберите нужный диапазон. Правильный диапазон - наименьшее значение, которое заведомо больше предполагаемой величины измеряемой энергии импульса.

3. Нажмите exit, чтобы вернуться в окно измерений; выполните сохранение перед выходом, если вы хотите установить выбранный диапазон как диапазон по умолчанию.

4. Нажмите клавишу menu и выберите "configuration". Нажмите "go". Выберите "Max Pulse Length" и установите нужное значение, в соответствии с используемым вами лазером. (обратитесь к разделу 6.2.2.1 за более подробной информацией).

5. Если вы хотите измерять среднюю величину по нескольким импульсам, нажмите клавишу menu и выберите "configuration". Нажмите "go" и установите "Average over:" в нужное значение. Значение по умолчанию - "none", что означает отсутствие проведения усреднения по ряду импульсов. Обратитесь к разделу 6.2.2.2 для дальнейшей информации по усреднению.

Теперь Laserstar готов к измерению энергии импульсов. Если выбрана настройка "none" (не проводить усреднение), то Laserstar будет отображать новое значение параметров пришедшего импульса пять раз в секунду. Laserstar отображает последнее принятое значение импульса и удерживает его до прихода нового импульса. Если выбран некий период усреднения, Laserstar будет собирать импульсы с частотой вплоть до 180 Гц, а затем отображать средние параметры по всем импульсам. Когда очередной импульс запускает Laserstar, на экране появится надпись "Trig". При частоте выше 5 Гц, надпись "T" перестает мигать и горит постоянно.

Замечание:

Laserstar способен записывать импульсы с частотой до 180 Гц, несмотря на то, что отображение информации возможно с гораздо более низкой частотой. Эта информация может быть сохранена в файле данных и использована позднее.

Laserstar, в то же время, отображает и другую информацию (см. рис. 14). Отображается следующая дополнительная информация:

верхняя сточка: длина волны лазера в левом углу, тип сенсора в центре, режим измерения мощности или энергии - в правом углу, A или B означает какой вход является основным (обратитесь к разделу по двухканальному исполнению Laserstar).

2 и 3 строки: информация по периоду усреднения.

4 строка: значение энергии и единицы измерения.

5 строка: максимальная ширина импульса и текущая шкала энергии.

6 строка: "назначаемые клавиши".

6.4.1.3 Измерение мощности

1. Убедитесь, что прибор находится в режиме измерения мощности (на экране отображаются единицы измерения мВт, Вт и т.д). Если это не так, нажмите назначаемую клавишу "power", или нажмите клавишу menu и затем клавишу "power" слева. Laserstar может быть настроен на включение в режиме измерения мощности. Обратитесь к разделу 6.3.

2. Нажмите клавишу range и при помощи клавиш навигации выберите подходящий диапазон. Правильный диапазон - наименьшее значение, которое заведомо больше предполагаемой величины измеряемой энергии импульса. Заметьте, что верное значение диапазона относится к энергии импульса, хотя измерение проводится для средней мощности.

3. Нажмите exit, чтобы вернуться в окно измерений.

6.4.2 Измерение общей энергии экспозиции

Laserstar имеет возможность суммирования энергии ряда импульсов по заданному периоду времени или числу импульсов. Таким образом, вычисляется суммарная энергия экспозиции по этому периоду. Например,

если лазер выдает 30 импульсов в секунду с энергией 1 мДж на импульс, и вы измеряете экспозицию по 20 секундам, то общая экспозиция составит 600 мДж.

Чтобы измерить экспозицию выполните следующее:

1. Нажмите клавишу menu и выберите "exposure". Нажмите "go".
2. Настройте желаемые параметры:

Timeout: Определяет время, после которого будет закончено измерение экспозиции (независимо от числа пришедших импульсов).
Pulses: Определяет число импульсов, после которого остановится измерение экспозиции.
Stop mode: Режим. Выберите "after time-out", если вы хотите проводить измерение в течение заданного временного интервала. Выберите "after pulses", если вы хотите проводить измерение для заданного числа импульсов. Выберите "manual only" (только вручную), если вы хотите останавливать измерение вручную. (Заметьте, что вы можете также остановить измерение вручную во всех предыдущих режимах).
3. Нажмите "start" и вы перейдете к окну измерения экспозиции.

Рис. 15. Окно экспозиции

4. Нажмите "start" еще раз. Laserstar начнет суммировать энергию лазерных импульсов. Когда вам потребуется остановить измерение, нажмите "stop" или подождите завершения измерения по времени или по заданному числу импульсов. Теперь Laserstar отображает общую энергию, излученную лазером за период измерения, время измерения, число принятых импульсов. Если вы хотите сбросить результаты старого измерения перед началом нового, нажмите "reset".
5. Чтобы вернуться к стандартному окну измерений, нажмите exit и затем esc.

Нормировка

Когда вы хотите представить результаты измерений в сравнении с некоторой стандартной величиной, функция нормировки поможет вам сделать это. После установки "normalize" (нормировка), все последующие показания будут показаны как отношение к опорной величине. Например, если вы проводите нормировку к энергии в 1.5 мДж, все последующие показания энергии будут поделены на это число, т.е значение энергии в 2 мДж будет отображено как 2 / 1.5 = 1.33. На экране маленькими цифрами также будет отображено реальное значение измеряемой величины.

Чтобы использовать функцию нормировки энергии:

1. Из главного окна измерения энергии нажмите клавишу menu и выберите "normilize".
2. Нажмите "go" и, когда будете готовы провести нормировку, нажмите "apply". С этого момента отображаемая энергия будет пропорциональна опорной величине (см. рис. 16). Если вы хотите вернуться к стандартному отображению, нажмите "exit".

Рис. 16. Окно нормировки

6.5 Измерение повторяющихся импульсов с высокой энергией

В силу своей конструкции, пироэлектрические сенсоры имеют ограничение по воспринимаемому уровню плотности энергии. Если плотность энергии вашего лазера превышает допустимые значения для пироэлектрического поглотителя, есть несколько путей решения этой проблемы:

1. Вы можете увеличить площадь пучка лазера, используя рассеивающую линзу. Это снизит плотность энергии пучка. Вы можете провести измерения на тестовом предметном стекле. Смотрите раздел 6.4.

2. Вы можете использовать расщепитель пучка, отделяя порядка 8-10% света. Если вы используете этот метод, заметьте, что здесь может возникнуть эффект поляризации. Вы можете откалибровать расщепитель пучка, выставляя на лазере энергию ниже порога разрушения и замеряя ее с расщепителем и без расщепителя.

3. Ophir предлагает три сенсора, специально предназначенных для измерения импульсов с высокой плотностью энергии. Это сенсоры PE50-DIF (модель пироэлектрического сенсора с рассеивателем) и RP фотодиодный сенсор/сенсор на термоэлементах. Оба из упомянутых сенсоров способны измерять значения плотности энергии вплоть до нескольких Дж/см^2.

Обратитесь к вашему консультанту Ophir за более детальной информацией.

6.6 Журналирование данных по энергии

Этот раздел повторяет этот же раздел для сенсоров на термоэлементах, за исключением того, что вам не придется ждать "reset" (пр. пер. - возможно имелось в виду "ready"). Смотрите разделы 4.5.6 и 4.4.2.7.1.

Замечание:

Для пироэлектрических сенсоров единственной настройкой для журналирования данных энергии является опция "sample rate" (частота выборок). Пользователь может выбрать число импульсов, которые он хочет записать - от "every pulse" (каждый импульс) до "1 out of 1000" (1 на 1000 пришедших), но не временной период записи.

6.7 Адаптер

Вы можете заказать специальный адаптер, устанавливающийся между Laserstar и соединителем сенсора. Этот адаптер имеет кабель и BNC разъем, к которому подключается осциллограф. Это позволяет пользователю наблюдать на экране осциллографа импульсы с максимально возможной частотой для применяемого сенсора. В отличие от Laserstar, который способен проводить выборки импульсов, адаптер отображает каждый импульс в отдельности.

Начните работу с адаптером как показано ниже:

1. Вставьте адаптер в Laserstar и затем в соединитель сенсора. Подсоедините BNC разъем к стандартному входу осциллографа с сопротивлением 1 МОм.
2. Нажмите "menu", выберите "scope" и нажмите "go". На дисплее появится надпись "in scope mode" (в режиме просмотра). Выберите нужный диапазон измеряемой величины стандартным образом.

3. Вы можете вернуться к обычному окну измерения нажатием на "exit".

4. Если вы хотите начинать работу устройства при включении в этом режиме - нажмите "menu". Выберите "config" и нажмите "go". Выберите "mode" и нажмите "value". Значение изменится на "scope". Нажмите "save" и "exit", чтобы сохранить новую конфигурацию.

Глава 7.
Работа с RP-сенсорами

Замечание:

Рекомендуется использовать функцию Customize каждый раз, когда вы работаете с новым типом лазера или с новыми настройками. Обратитесь к разделу 7.10 ниже.

7.1 Общее описание

Эксклюзивные RP-сенсоры от Ophir предлагают новые возможности по точному измерению энергии мощных импульсно-периодических лазеров, позволяя одновременно измерять среднюю мощность, форму импульса, стандартное отклонение, среднюю энергию, пропуск импульса и джиттер. Как и с другими сенсорами от Ophir, вы можете проводить журналирование данных по энергии и хранить эти данные в системе или на компьютере. В дополнение к сказанному выше, RP-сенсоры по сути являются сенсорами на термоэлементах, что позволяет измерять мощность или энергию одиночного импульса, как и в случае использования любого сенсора на термоэлементах.

7.2 Принцип работы

RP головки реализуют запатентованную технологию, позволяющую проводить измерения импульсно-периодических лазеров большой мощности, получая при этом преимущества по сравнению с другими методами измерений. Основная идея - в один сенсор встраивается две измерительные головки.

RP-сенсор имеет стандартный детектор на термоэлементах, предназначенный для измерения средней мощности лазера. Измерение средней мощности проводится с высокой степенью точности (в общем случае ±3%).

В дополнение, имеется высокоскоростной детектор на фотодиоде, которые измеряет энергию лазерного импульса в реальном времени. Фотодиодный детектор установлен так, что часть падающего на поглотитель излучения (от 4% до 15%, в зависимости от типа детектора) отражается и попадает на этот детектор. (см. рис. 17) (Имеется также и дополнительный, более крупный быстрый фотодиод, подсоединенный прямо к осциллографу через BNC коннектор, что позволяет измерять форму импульса во времени с разрешением в наносекунды).

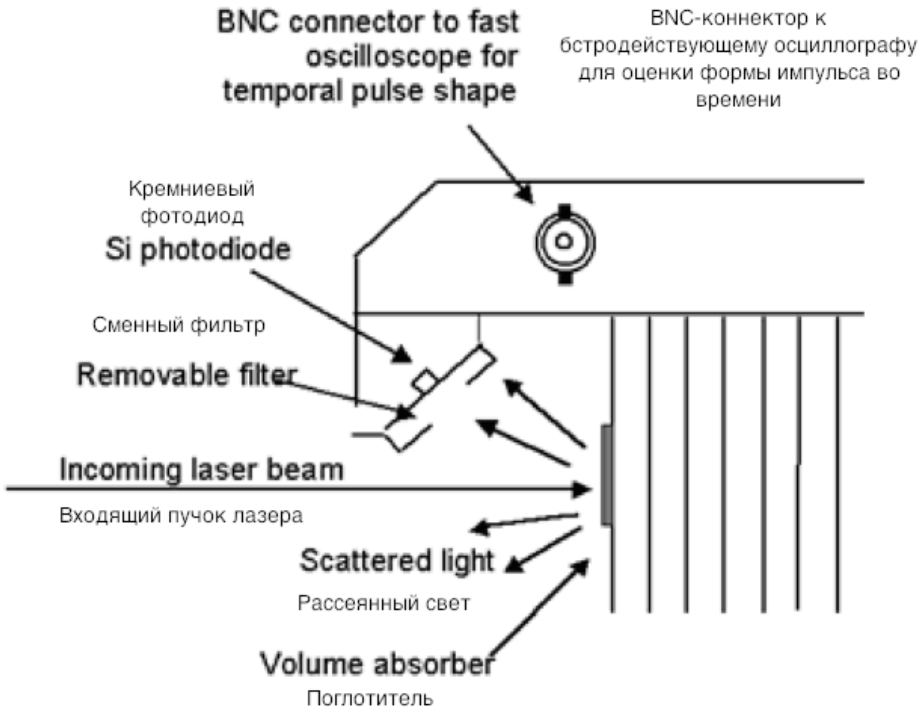


Рис. 17. Схематическое изображение RP-сенсора

Фотодиод и связанная с ним цепь генерирует сигнал, пропорциональный энергии приходящих импульсов. Сигнал с фотодиода также отображает время между соседними импульсами. Вся информация поступает в микропроцессор Laserstar и усредняется по периоду в 2 секунды. На основе этой информации Laserstar рассчитывает среднюю частоту следования

импульсов, среднюю энергию и энергию одного импульса (показано на формулах ниже).

Средняя частота повторения импульсов = (число импульсов за период времени) / (продолжительность периода времени)

Средняя энергия = (средняя мощность) / (частота следования импульсов)

Энергия импульса (i) = [(средняя энергия) * (сигнал фотодиода (i))] / [средний сигнал фотодиода за время 2 сек].

Сменный фильтр, который устанавливается перед фотодиодом, позволяет повысить динамический диапазон измеряемых значений энергий. Если энергия импульса лазера находится на краю диапазона - устанавливается фильтр 10-кратного ослабления, предотвращающий насыщение детектора.

Детектор на термоэлементах имеет встроенный калибровочный резистор, позволяющий проводить калибровку методом электрического замещения.
Процедура калибровки RP-сенсора точно такая же, как и для любой сенсора на термоэлементах от Ophir. Обратитесь к разделу 10.1 - Калибровка сенсоров на термоэлементах, для получения более полной информации по процедуре калибровки.

Так как фотодиод имеет высокую степень линейности, выходной сигнал быстродействующего детектора будет пропорционален энергии импульса (учитывая тот процент излучения, который попал на него).
Время между двумя импульсами измеряется с крайней степенью точности (±1 мкс). Тем не менее, точность измерения энергии импульса ограничена точностью, с которой детектор на термоэлементах измеряет среднюю мощность.

7.3 Преимущества RP

Так как RP-сенсор измеряет энергию импульса двумя разными детекторами, он имеет ряд преимуществ над другими типами детекторов.

Высокая плотность энергии

Поглотитель внутри RP-сенсора способен работать с плотностями энергии вплоть до 10 Дж/см^2 для коротких импульсов и 60 Дж/см^2 для длительных импульсов. Это позволяет проводить измерения высоких значений энергии и средних мощностей.

Высокая частота повторения

Быстродействующий фотодиод и работающая совместно с ним цепь обработки могут обрабатывать до 10000 импульсов в секунду.

Точность

Точность RP-сенсора определяется точностью детектора на термоэлементах, который измеряет среднюю мощность с погрешностью ±3% или лучше. Это лучше точности типичных пироэлектрических сенсоров или точности, достигаемой при использовании лучерасщепителей (особенно для измерения высоких значений энергии и средней мощности).

Высокий коэффициент заполнения

В отличие от пироэлектрических сенсоров, RP-сенсоры способны измерять энергию импульса для лазеров с большим коэффициентом заполнения, т.е когда лазер работает большую часть времени. Это означает, что вы можете работать, например, с п/п лазером с частотой повторения 3 Гц и шириной импульсов в 100 мс; коэффициент заполнения получится равным примерно 30% (пр. пер. - неудачный пример. 30% времени это не большая часть времени).

7.4 Форма импульса во времени

В RP-сенсоре имеется также дополнительный быстродействующий фотодиод, который может быть использован для измерения формы лазерного импульса, а также упомянутых выше параметров.

Подсоедините BNC выход RP-сенсора (рис. 17) к быстродействующему осциллографу. Осциллограф должен иметь входное сопротивление 50 Ом (в противном случае время отклика будет составлять микросекунды вместо наносекунд).

7.5 Измерение параметров импульсно-периодических лазеров при помощи RP-сенсоров

Когда вы включаете Laserstar с RP-сенсором, прибор сразу переходит в окно измерений. При первом использовании, или при изменении параметров измерений, вы должны перейти к окну настройки. Нажмите "menu", выберите "RP configuration" и нажмите "go" - теперь вы готовы к установке параметров ваших измерений. Ниже приводятся настраиваемые параметры.

Рис. 18. Окно измерения энергии при помощи RP-сенсора

7.6 Настройка RP (rapid pulse - импульсы с высокой частотой следования) измерений

Ваш RP-сенсор способен измерять лазерные импульсы с высокой частотой следования любых энергий, от долей мДж до 10 Дж и выше. Чтобы убедиться, что вы максимально точно проводите измерения, вы должны настроить ваш прибор на используемый тип лазера. Это описано ниже.

Чтобы выбрать нужные опции из главного окна измерений, нажмите "menu", выберите "RP config" и нажмите "go". Выбирайте нужные опции, нажимая клавиши "select" и "value".

1. Energy или Power

Когда подсвечена "energy", нажмите "value", чтобы выбрать режим измерений по умолчанию - "power" или "energy". Если вы выбираете "energy", RP-сенсор будет измерять энергию каждого импульса после включения устройства. Если вы выбираете "power", RP-сенсор будет измерять среднюю мощность.

2. Filter OUT или IN

Теперь выберите "Filter:" и выберите значение "OUT" или "IN" в зависимости от того, хотите ли вы работать с высокими энергиями (для чего требуется установить фильтр в сенсор).

Замечание:

Если при наименьшем диапазоне измерений сменный фильтр извлечен из сенсора, иногда может происходить срабатывание от комнатного освещения. Если вам нужно работать в этом диапазоне, а устройство периодически срабатывает от комнатного освещения - требуется ослабить уровень комнатного освещения.

3. Absolute или Relative Mode (Абсолютный или относительный режим)

Эта настройка определяет режим работы "op mode:". Она принимает два значения - "absolute" или "relative". Этот выбор определяет будет ли измеренное значение энергии отображаться в абсолютной или в относительной форме. В большинстве случаев будет использоваться "absolute". В этом режиме RP-сенсор определяет истинное значение энергии каждого импульса, основываясь на значении средней мощности (как было показано в разделе 7.2).

Если средняя мощность слишком мала и для вас более важно изменение показаний от импульса к импульсу, а не абсолютная энергия, то вам следует выбрать значение "relative". В этом режиме RP-сенсор игнорирует среднюю мощность и отображает значение, пропорциональное энергии импульса, но которое не зависит от средней мощности лазера. Для малых значений средней мощности, среднее значение может быть неточным. Так как среднеквадратическое отклонение зависит только от изменений от импульса к импульсу, показания среднеквадратического отклонения будут истинны и в режиме "relative", хотя оно и будет выражено относительных единицах.

Таким образом, вы можете использовать RP для измерения отклонения показаний от импульса к импульсу для лазера, чья средняя мощность слишком мала для измерения сенсорами на термоэлементах.

Другое преимущество относительного режима - он позволяет вам собирать информацию с самого первого захваченного импульса. (смотрите также функцию "stabilize" ниже). Так как абсолютное значение энергии основано на определении средней мощности, что занимает несколько секунд, не всегда возможно измерять абсолютное значение энергии с первых нескольких секунд работы.

4. Laser Wavelength

Так как калибровка изменяется со сменой длины волны, вы должны выбрать правильную длину волны (диапазон длин волн) для вашего лазера. Выберите "Laser:" и выберите диапазон длин волн лазера, который будет использоваться по умолчанию.

5. RP Energy Range

При помощи этой функции вы выбираете нужный диапазон измеряемых энергий. Выберите наименьший диапазон, который был бы заведомо больше энергии импульсов вашего лазера. Если верхний диапазон при извлеченном сменном фильтре ("OUT") не достаточно большой для ваших измерений, тогда установите значение настройки filter в значение "IN", вставьте фильтр в предназначенный для него слот и подберите нужный диапазон.

6. Power Range

При помощи этой функции вы выбираете нужны диапазон измеряемых мощностей. Выберите наименьший диапазон, который был бы заведомо больше чем среднее значение мощности вашего лазера, или выберите "AUTO" (автодиапазон).

7. Stabilize (Стабилизация) (Эта функция доступна при проведении журналирования данных по энергии. Обратитесь к разделу 0 для дальнейшей информации).

Как было показано выше, в параграфе 4, RP-сенсоры не способны измерять абсолютную энергию лазерных импульсов в течении первых нескольких секунд работы, пока значение измеренной средней мощности не стабилизируется и не будет возможности подсчитать абсолютную энергию. Функция "stabilize" позволяет вам получить значение абсолютной энергии с первых нескольких секунд работы, а также при работе в режиме журналирования данных по энергии (Обратитесь к разделу 0 для дальнейшей информации).

Функция работает следующим образом:

Пользователь выбирает время стабилизации в окне конфигурации RP-сенсора (до 15 секунд), в течении которого среднее значение мощности должно стабилизироваться. Когда пользователь начинает проводить журналирование данных по энергии импульсов, RP-сенсор подсчитывает энергию в относительных величинах в течении этого периода. (см. параграф 3 выше). После начального периода, RP-сенсор использует уже стабилизировавшееся

значение средней мощности, чтобы посчитать абсолютное значение энергии импульсов в течении нескольких первых секунд работы.

Замечание:

Функция даст правильные результаты для абсолютной энергии в течении начального периода работы только если средняя мощность лазера примерно постоянна от первого импульса до последнего (в течении начального периода). Если это не так - используйте относительный режим работы, как описано в параграфе 3 выше.

8. Laser Frequency > 3Hz или <3Hz (Частота импульсов лазера)

RP-сенсор спроектирован для измерения параметров импульсов в широком диапазоне частот их повторения, от 0.5 Гц до нескольких кГц. Для большинства частот повторения, время для подсчета среднего значения и величины среднеквадратического отклонения составляет две секунды. Для частот менее трех импульсов в секунду это время составляет до 10 секунд. Это позволяет собрать достаточное количество импульсов для получения достоверных данных.

Выберите нужное значение этой настройки на основании того, выше ли частота повторения импульсов вашего лазера величины 3 Гц или нет.

9. Laser Pulse Width (Ширина импульса лазера)

RP-сенсоры способны измерять параметры лазеров в широком диапазоне ширин импульсов, от наносекунд или ниже до сотен миллисекунд. Чтобы работать правильно, RP-сенсор должен быть настроен на ширину импульса лазера. Эта настройка устанавливает время интегрирования, в течении которого измеряется энергия импульса лазера. Чем меньше величина этой настройки - тем большее значение максимальной частоты повторения доступно. Заводская настройка предлагает 6 величин, которые изменяются от сенсора к сенсору. Выберите наименьшее значение этой настройки, которое было бы больше, чем максимальная ширина импульса лазера. Если

предлагаемые величины не удовлетворяют вашим требованиям, вы можете выбрать другие значения. Обратитесь к разделу 7.7.

Предупреждение:

Если ширина импульса вашего лазера больше, чем установленная в настройках величина, показания энергии будут неверными.

10. Scope Mode (Режим просмотра)

Так же, как и в случае использования пироэлектрических сенсоров, если вы имеете адаптер для подключения осциллографа, RP-сенсор способен работать в режиме просмотра, когда вы можете наблюдать каждый импульс в отдельности на высокой частоте повторения на экране осциллографа. (На высоких частотах повторения в стандартном режиме захватывается не каждый импульс). Если вы хотите, чтобы устройство запускалось в этом режиме по умолчанию, выберите "scope: OFF" (просмотр: отключено). Для описания работы в этом режиме обратитесь к разделу 6.7).

7.7 Выбор ширины импульса по умолчанию

Как показано в параграфе 9 ниже, RP-сенсоры имеют заводские настройки для ширины импульсов лазера. Если вы хотите изменить эти настройки на более подходящие вам значения, проделайте следующее:

1. Из главного окна измерений нажмите "menu" и выберите "more". Нажмите "go" и выберите "pulse width". Нажмите "go". При помощи клавиш навигации выберите ширину импульса, которую вы хотите изменить, и нажмите "go". При помощи клавиш "up" (вверх) и "down" (вниз) выберите нужное вам значение и нажмите "save" и "esc", "exit", "esc", чтобы вернуться к окну измерений. Заметьте, что в окне настройки ширины импульса вам показываются максимальные частоты повторения импульсов лазера для

каждой из настроек ширины импульса. Эти значения показаны на следующей диаграмме.

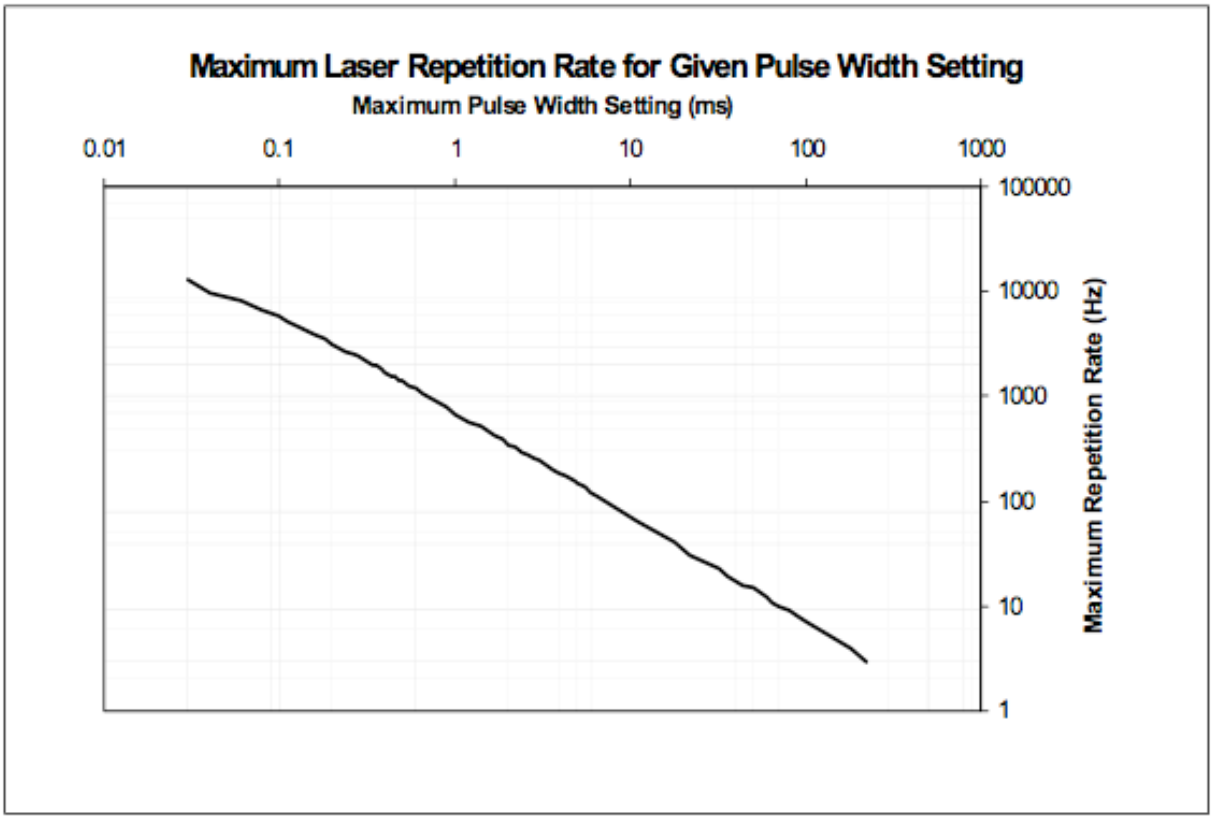


График 1. Максимальное значение частоты повторения импульсов лазера для данного значения ширины импульса

7.8 Настройка для измерения мощности или энергии одиночного импульса

RP-сенсор содержит в себе полноценный сенсор на термоэлементах для измерения мощности/энергии (как часть оборудования для измерения энергии каждого импульса для импульсно-периодических лазеров). Поэтому имеется возможность измерять мощность и энергию одиночного импульса. (Для дальнейшей информации по измерению мощности и энергии одиночного импульса обратитесь к главе 4).

Чтобы настроить эти функции проделайте следующее:

Из главного окна измерений нажмите "menu" и выберите "config". Нажмите "go". Нажмите "select", чтобы выбрать функцию, которую вы хотите настроить и нажмите "value", чтобы выбрать желаемую опцию. Когда вы закончили - нажмите "save" и "exit". Если вы хотите сохранить настройки только до момента выключения устройства - нажмите "exit" без нажатия "save".

Далее разъясняются различные функции:

1. **Startup**: будет ли по умолчанию запускаться окно измерения мощности или энергии.
2. **Laser**: выбор длины волны лазера. (может быть выбрана и из других меню).
3. **Average Over**: позволяет вам выбрать период времени, по которому будут усредняться показания мощности (от 1 секунды до 1 часа). Среднее значение вычисляется следующим образом: например, если выбрано усреднение по 10 секундам, то средняя величина будет рассчитываться от текущего момента до завершения первых 10 секунд измерения, а после этого - за последние 10 секунд в прошлое относительно текущего момента времени.
4. **Power**: определяет диапазон мощности (фиксированный или автодиапазон). Также эта величина может быть выбрана из окна конфигурации RP-сенсора.
5. **Energy Mode** (режим измерения энергии): как было сказано выше, RP-сенсоры могут измерять энергию одиночного импульса, а также и последовательности импульсов. При помощи этой функции вы выбираете режим работы: RAPID PULSE (быстрые импульсы) или SINGLE SHOT (одиночный импульс).
6. **Energy Threshold** (порог энергии): в режиме SINGLE SHOT вы можете сделать порог в 3X более чувствительным, выбрав LOW (низкий), или в 3X менее чувствительным, выбрав значение HIGH (высокий). Выбирая LOW вы

более точно измеряете импульсы с низким значением энергии. Однако это может привести к ложным срабатываниям под воздействием шумов.

7. **Single Shot Energy**: определяет диапазон для энергии одиночного импульса, который выбирается независимо от диапазона энергии для режима RP (rapid pulse).

7.9 Zeroing (Обнуление)

Эта функция относится к детектору на термоэлементах внутри RP-сенсора и описывается в разделе 3.5.

7.10 Настройка усиления

Эта функция позволяет вам автоматически настраивать коэффициент усиления RP-сенсора в зависимости от условий измерений.

Цепь с фотодиодом имеет стандартное значение усиления. Это значение усиления является компромиссом - позволяет сенсору работать в широком диапазоне энергий лазера, диапазоне длин волн, частоты повторения импульсов и их ширины. Так как RP-сенсор не должен переходить в насыщение при любом из вышеупомянутых случаев, усиление часто устанавливается ниже требуемого, и, как следствие - шумы в системе становятся больше.

Функция настройки (customize) позволяет вам при помощи нажатия на клавишу установить усиление в оптимальное для вас значение (для ваших условий измерения). В случае необходимости пользователь всегда может вернуться к заводским настройкам. Чтобы выполнить настройку коэффициента усиления:

1. Из главного окна измерений нажмите "menu", "more", "customize" и "go".
2. Подождите, пока показания мощности не станут стабильными. Нажмите "next".
3. Когда появится сообщение "customization completed" (настройка выполнена), нажмите "save", чтобы сохранить новое установленное значение усиления. Выйдите.
4. Если вы хотите восстановить заводские настройки - из главного окна измерений нажмите "menu", "more", "go", "customize", "go" и "reset".

7.11 Журналирование данных

7.11.1 Журналирование данных по мощности

Как и при использовании других типов сенсоров, при помощи RP-сенсора вы можете проводить журналирование данных и хранить их в системе или передавать на компьютер. Журналирование данных средней мощности выполняется также, как и для сенсоров на термоэлементах. Следуйте описанию в разделе 4.4.2.7 для выполнения журналирования данных по мощности. Для журналирования данных по энергии при помощи RP-сенсора проделайте следующее:

7.11.2 Журналирование данных по энергии при помощи RP

Laserstar имеет возможность отображать данные по энергии в виде прокручивающегося графика. При проведении измерений Laserstar записывает данные. Может быть сохранено до 59400 точек. Обратитесь к разделу 4.4.2.7.1 для более детальной информации по хранению и обработке данных.

7.11.3 Чтобы использовать RP для графического отображения энергии:

1. Убедитесь, что установлен верный диапазон измеряемых значений энергии.
2. Из главного окна измерений нажмите "menu" и выберите "data log". Нажмите "go". Нажмите "setup", чтобы настроить параметры измерений.
2.1 Если к Laserstar подсоединен более чем один сенсор, выберите какой из них будет использоваться для журналирования данных.
2.2 Когда установлено "Sample Rate: every pulse", RP будет захватывать каждый импульс на частоте до 400 Гц и абсолютном режиме и до 600 Гц в относительном режиме. При частотах выше указанных импульсы будут захватываться на частотах от 400 Гц до 800 Гц в зависимости от частоты повторения импульсов лазера. Если вы выберите "1 out of n" (1 импульс из n), RP будет захватывать импульсы с частотой в n раз меньшей, чем в режиме захвата каждого импульса.
3. Нажмите "log" и появится экран записи данных по энергии. Нажмите "go". Измерение начнется незамедлительно. Когда экран будет заполнен, окно прокрутится так, чтобы отображалось последнее измеренное значение. Когда регистр данных заполнится, отобразится надпись "FULL". Если вы хотите более точно пронаблюдать записанный график, нажмите клавишу "zoom".
4. Когда нажимается клавиша "reset", Laserstar готов начать новое измерение. Если вы хотите сохранить данные перед тем, как начать новое измерение, обратитесь к разделу 4.4.2.7.1.

Предупреждение:

Нажатие на "reset" удалит все сохраненные ранее данные.

5. Когда нажимается клавиша "stats", на экране отображается краткая информация по собранным данным. Если вы хотите вернуться к графическому отображению - нажмите "graph". Если вы хотите сохранить

данные в файл - нажмите exit и затем "files", чтобы войти в систему управления файлами. Обратитесь к разделу 4.4.2.7.1 для более подробной информации.

7.11.4 Стабилизация и запись первых импульсов

Как было показано в разделе 7.6, RP позволяет вам записывать абсолютную энергию первых рабочих импульсов лазера, даже когда средняя мощность лазера еще не стабилизировалась.

При журналировании данных по энергии импульсов, RP записывает выходной сигнал фотодиода начиная с самого первого импульса. Вы не увидите импульсы на экране, пока не завершится период стабилизации средней мощности. После этого периода RP подсчитывает абсолютное значение энергии первых импульсов основываясь на предположении, что лазер имел такую же мощность в период стабилизации, как и после его завершения. Если это предположение верно, вы получите истинное значение энергии первых импульсов. Эти значения могут быть найдены в файле данных, который был записан и передан на компьютер.

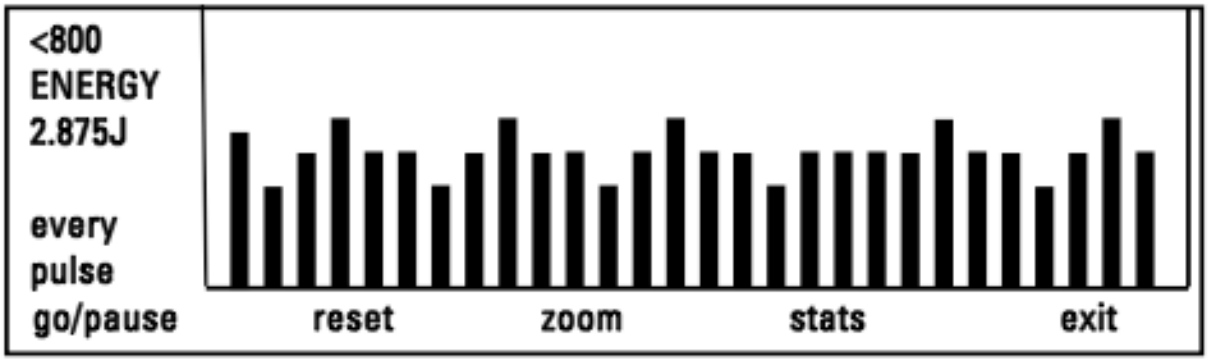


Рис. 19. Окно журналирования данных по энергии

7.11.5 Пропущенные импульсы и джиттер

RP имеет возможность проверки на пропуск импульсов во время журналирования данных. Когда эта функция активируется, RP будет измерять также и джиттер от импульса к импульсу.

Чтобы активировать эту функцию, из главного окна измерения энергии перейдите к окну настройки, как показано ниже:

menu/rp config/go и выберите "Missing Pulses Detection" (Детектирование пропущенных импульсов). При помощи клавиши "value" выберите <40Hz или >40Hz, в зависимости от частоты повторения импульсов вашего лазера. Если вы хотите сохранить эту настройку как настройку по умолчанию, нажмите "save" перед выходом из этого окна.

RP теперь будет записывать значение "missing" (пропущен) вместо значения (энергии) импульса, если импульс был пропущен.

Замечание 1:

Функция детектирования пропущенных импульсов работает только при частотах до 100 Гц.

Замечание 2:

Функция детектирования пропущенных импульсов работает правильно, только если число пропущенных импульсов не превышает 5% от общего числа импульсов.

Замечание 3:

Джиттер будет измеряться только если функция детектирования пропущенных импульсов была активирована.

Глава 8.
Работа с двухканальным Laserstar

Если вы являетесь обладателем двухканального исполнения Laserstar, вы можете проводить измерения одновременно двумя сенсорами, независимо друг от друга или в комбинации друг с другом, измеряя отношение или разницу показаний в двух каналах.

8.1 Работа с одним подключенным сенсором

Когда к Laserstar подключен только один сенсор (в любой канал), работа проходит точно так же, как и в случае применения одноканального исполнения. Надпись "A" или "B" в верхнем правом углу устройства показывает текущий активный канал.

8.2 Работа с одним сенсором при двух подключенных сенсорах

1. Подсоедините оба сенсора к своим входам. (см. рис. 4).
2. Нажмите клавишу menu. Нажимайте клавишу навигации до тех пор, пока не будет подсвечен пункт "mode" (режим). Нажмите "go".
3. Нажмите "value", чтобы выбрать одно из значений, определяющее активный канал - канал A, или канал B.
4. Нажмите клавишу "select", чтобы выбрать "CHANNEL" и нажмите value, чтобы выбрать режим работы сенсора - измерение мощности или энергии. Нажмите "exit" и "esc", и Laserstar будет работать в одноканальном режиме с выбранным каналом. Нажмите "save" перед выходом, если вы хотите установить выбранный режим работы как режим по умолчанию.

8.3 Работа с двумя сенсорами при двух подключенных сенсорах

1. Подсоедините оба сенсора к своим входам. (см. рис. 4).

2. Нажмите клавишу menu. Нажимайте клавишу навигации до тех пор, пока не будет подсвечен пункт "mode" (режим). Нажмите "go".

3. Нажмите "value" и выберите "BOTH" (оба), чтобы сделать оба канала активными.

4. Нажмите клавишу "select", чтобы выбрать "CHANNEL A" и нажмите value, чтобы выбрать режим работы сенсора - измерение мощности или энергии. Нажмите клавишу "select" еще раз, чтобы выбрать "CHANNEL B" и нажмите value, чтобы выбрать режим работы сенсора - измерение мощности или энергии. Нажимайте "select" до тех пор, пока не будет подсвечена надпись "MODE". Нажмите "value", чтобы выбрать режим работы:

5. Нажмите "exit" и "esc", и Laserstar будет работать в двухканальном режиме. Нажмите "save" перед выходом, если вы хотите установить выбранный режим работы как режим по умолчанию.

Замечание 1:

Описание режимов.

a. Dual (Оба): Laserstar будет работать с двумя сенсорами одновременно и независимо, как если бы они были подключены к двум разным Laserstar.

b. A/B: Laserstar отобразит окно, показывающее значения в каждом канале, а также и отношение величин в двух каналах (A/B).

c. B/A: То же, что и выше, только отношение вычисляется как B/A.

d. A-B: Laserstar отображает разницу показаний в двух каналах.

e. B-A: Laserstar отображает разницу показаний в двух каналах.

f. A+B: Laserstar отображает сумму показаний в двух каналах.

Замечание 2:

Допустимые комбинации:

В двухканальном режиме доступна любая комбинация сенсоров Ophir. В режиме отношения или разницы величин допустимые комбинации - [фотодиодный сенсор или сенсор на термоэлементах] и [фотодиодный сенсор или сенсор на термоэлементах], или [пироэлектрический] и [пироэлектрический]. В режиме отношения или разницы показаний допустимой является комбинация режимов мощность и мощность или энергия и энергия, но мощность и энергия - недопустима.

Замечание 3:

Журналирование данных:

В двухканальном режиме работы журналирование данных разрешено только в режиме отношения или разницы показаний. Внутри прибора данные по каждому каналу хранятся отдельно, но отображаются только в комбинированной форме. Если данные передаются на компьютер при помощи Ophir Starcom для Windows, данные могут быть отображены и в комбинированной форме и отдельно по каждому каналу.

Глава 9.
Описание схемы

Laserstar имеет три платы: плата аналоговой обработки, плата с цифровым процессором и плата с источником питания.

Плата аналоговой обработки

Сигнал от детектора сенсора поступает в аналоговые цепи, проходит через цепи защиты от радиопомех и попадает в дифференциальный трансимпедансный предусилитель. Далее сигнал усиливается в усилителе напряжения с управляемым коэффициентом усиления и подается на АЦП. Все данные по калибровке аналоговых цепей хранятся в микросхеме памяти на плате аналоговой обработки. В Laserstar не применяются механически регулируемые компоненты (кроме элементов настройки контраста дисплея).

Быстрый аналоговый процессор

В дополнение к описанной выше аналоговой части Laserstar имеет второй быстрый аналоговый процессор. Это обеспечивает поддержку некоторых из сенсоров Ophir, которые считывают импульсы лазера на более высоких частотах, чем могут позволить себе обычные аналоговые цепи, но обеспечивают меньшую точность измерений. Этот процессор состоит фильтра радиопомех, аттенюатора напряжения. Далее сигнал попадает на усилитель и быстрый АЦП. Данные по калибровке хранятся в упомянутой выше микросхеме памяти.

Цифровой процессор:

Цифровой процессор построен на основе 32-битного микроконтроллера MC68332 с внешней 16-разрядной шиной. Цифровые цепи включают перепрограммируемый FLASH чип, который может быть запрограммирован прямо на плате специалистом Ophir. В дополнение, устройство имеет пару RAM-чипов с памятью в 256 Кбайт. Большой объем RAM памяти позволяет хранить данные даже тогда, когда устройство выключено. (См. раздел 4.4.2.7.1 по хранению данных). Цифровой процессор принимает данные от платы аналоговой обработки и переводит их в величину, пропорциональную току в амперах. При использовании сенсора на термоэлементах данные обрабатываются специальным цифровым фильтром, который уменьшает шум и ускоряет время отклика сенсора.

Цифровой процессор также обслуживает клавиатуру, контролирует работу платы аналоговой обработки, обеспечивает информацией дисплей и отвечает за связь по интерфейсу RS232.

Микроконтроллер получает необходимые данные из микросхемы памяти сенсора и проводит необходимую настройку устройства. Данные по повторной калибровке и сохраненные настройки хранятся в этом же чипе памяти. В дополнение, цифровой процессор содержит два коннектора: один для подключения ко второй плате аналоговой обработки (если пользователь приобрел двухканальное исполнение Laserstar); второй - для подключения внешнего IEEE-488 совместимого устройства.

Источник питания

Источник питания обеспечивает необходимое постоянное напряжение для питания аналоговой и цифровой части устройства. Также источник питания имеет цепь заряда аккумулятора и цепь обеспечения питанием подсветки. Источник питания построен по высокоэффективной импульсной схеме.

Защита от радиопомех

Цифровой процессор и все элементы Laserstar в целом защищены от действия радиопомех, действующих во внешней среде или внутри самого устройства. Прибор соответствует стандартам European Community по электромагнитной совместимости и имеет отметку "CE".

Глава 10.
Калибровка, обслуживание и устранение неполадок

10.1 Калибровка сенсоров на термоэлементах или RP-сенсоров

10.1.1 Типы поглотителей и методы калибровки сенсоров Ophir

10.1.1.1 Типы лазерных поглотителей Ophir

Доступны два типа поглотителей, которые используются в сенсорах Ophir на термоэлементах.

1. Поглощающие покрытия:

Широкополосный поглотитель (BB - broad band)

Для работы с нормальной или высокой плотностью мощности широкополосные сенсоры Ophir имеют огнеупорное покрытие, что обеспечивает высокую поглощающую способность от УФ до ИК диапазона. Это покрытие может выдерживать очень высокие значения плотности мощности (до 20 кВт/см^2) без проведения калибровки. Поглощающая способность покрытия более 90% для большей части диапазона (это показано на графике 2 ниже).

Эксимерные поглотители (EX - excimer)

Поглотители EX обеспечивают высокую поглощающую способность в диапазоне УФ и также работают с импульсной энергией и средней мощностью эксимерных лазеров. Эти поглотители также имеют отличное поглощение в диапазоне 10.6 мкм и на других длинах волн. Могут

использоваться и для работы с другими типами лазеров. Поглощение различных типов поглотителей Ophir как функция длины волны показано на графике 2 ниже.

Поглотители длинных импульсов (LP - long pulse)

Эти поглотители имеют высокий порог разрушения и предназначены для работы с длинными импульсами (мс) или лазерами постоянного излучения. Поэтому эти поглотители используются с лазерами с высокой мощностью. Откалиброваны для использования с ИАГ лазерами на длине волны 1.064 мкм или CO_2 лазерами на длине волны 10.6 мкм и имеют поглощающую способность порядка 90% на этих длинах волн.

2. Объемные поглотители:

Импульсные поглотители (P - pulse)

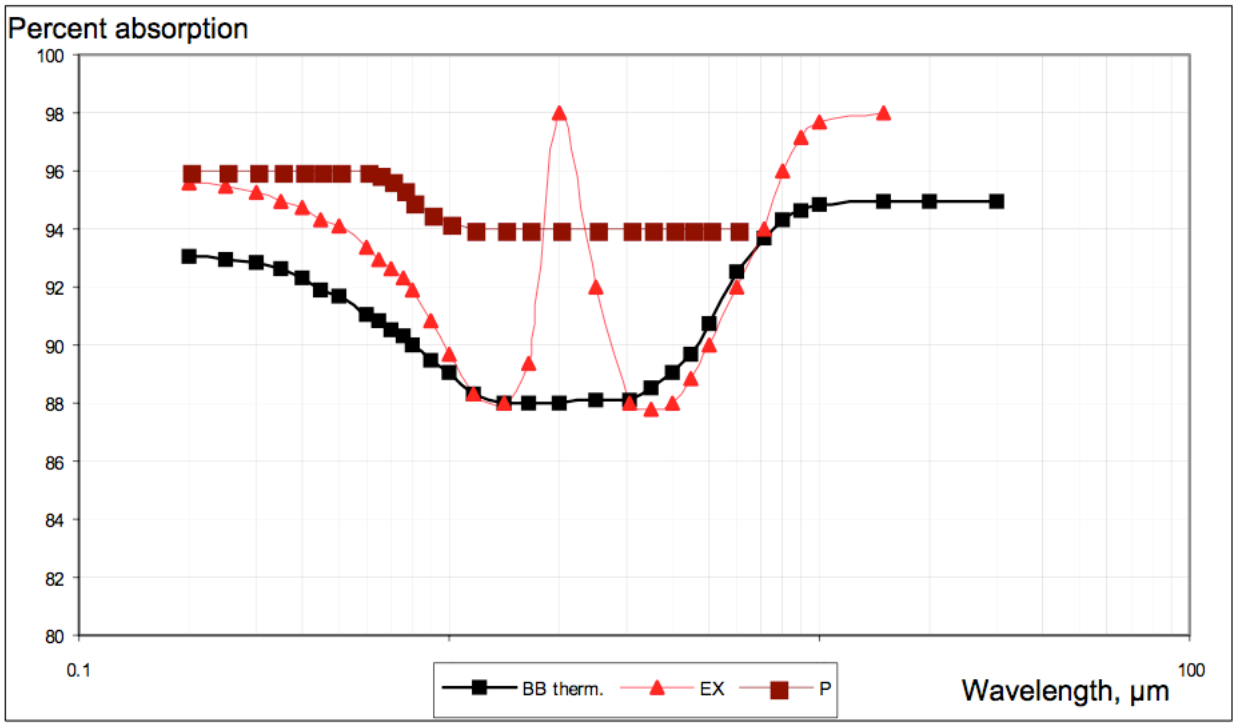
Эти модели с суффиксом P предназначены для работы с импульсными лазерами, имеют специальное поглощающее стекло с поглощающей способностью порядка 95 ± 2% во всем рабочем диапазоне. Так как их поверхностью является стекло, его отражательная способность не меняется даже при локальном перегреве или повреждении.

Поглотители высокой энергии (HE/HE1 - high energy)

Эти поглотители имеют особенно высокий порог разрушения и предназначены для использования с импульсными лазерами с короткими и длинными импульсами. Применяются с лазерами с особенно высокой импульсной энергией или средней мощностью.

Поглотители HL (высокая энергия, длинные импульсы)

Эти поглотители применяются для работы с импульсно-периодическими лазерами с высокой энергией, длительность импульсов которых больше 2 мс. При таких длинных импульсах поглотитель имеет более плоский профиль спектральной характеристики поглощения, чем поглотители HE/HE1, и способен выдерживать большие значения энергии и средней мощности.



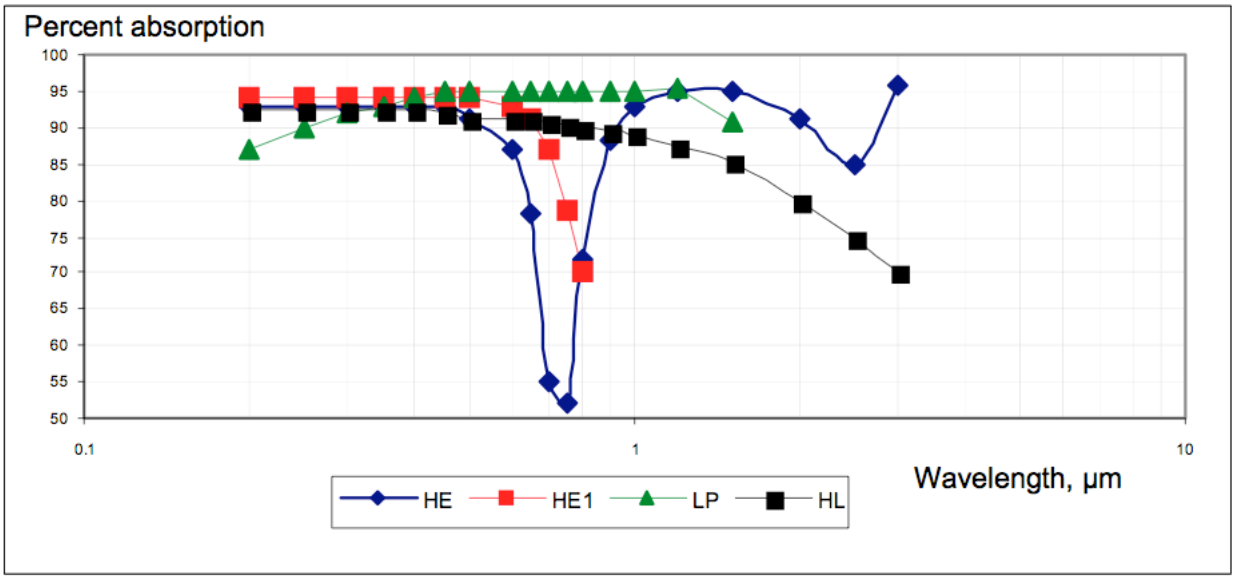


График 2. Поглощающая способность поглотителей Ophir как функция длины волны

10.1.1.2 Метод калибровки

Поглощающая способность различных термопоглотителей Ophir может меняться от экземпляра к экземпляру. Поэтому все поглотители Ophir откалиброваны в индивидуальном порядке в соответствии с требованиями NIST.

Измерители мощности/энергии Ophir с широкополосными поглотителями, или поглотителями P в индивидуальном порядке калибруются лазером на нескольких длинах волн с использованием измерителя, откалиброванного в соответствии с требованиями Национального института стандартов и технологий (NIST). Измеритель может быть настроен на очень точную калибровку на определенных длинах волн (Аргон, ИАГ, и CO2). Для других длин волн пользователь должен обратиться к графику длин волн и использовать ближайшие к показанным выше настройки.
Детекторы типа EX калибруются измерением отношения поглощения в диапазоне УФ к поглощению на длине волны 515 нм. Общее поглощение измеряется в обоих случаях с использованием фотометрического шара. Затем детектор калибруется аргоновым лазером с использованием коэффициента коррекции, основанным на измеренном выше отношении.

10.1.2 Линейность и точность сенсоров Ophir на термоэлементах

10.1.2.1 Линейность

Линейность большинства сенсоров Ophir на термоэлементах имеет значение 1% в указанном диапазоне мощности для каждого прибора в отдельности; периодически проверяется в Ophir. В моделях типа CAL имеется встроенный калибровочный резистор, который может быть использован для прямого измерения линейности в диапазоне мощностей. Для тех моделей, для

которых не проводится проверка линейности во всем диапазоне, во всем диапазоне на линейность проверяются случайно выбираемые экземпляры. Измерение проводится с лазером с высокой мощностью, покрывающей диапазон детектора, с использованием маломощного сенсора Ophir, который был предварительно протестирован на линейность. Таким образом, во всех случаях линейность детекторов соответствует требованиям стандартов.

10.1.2.2 Общая точность калибровки

Так как приборы калибруются в соответствии с требованиями стандарта NIST, точность калибровки обычно составляет 1% для уровня мощности, на котором проводилась калибровка. Это значение было получено на основе проверки разброса показаний нескольких приборов, откалиброванных в соответствии с одним и тем же стандартом. Максимальная ошибка измерения будет меньше суммы точности и линейности. Так как линейность составляет 1%, то максимальная ошибка измерения будет меньше 2%.

10.1.3 Коэффициент калибровки

Для моделей, оборудованных калибровочным резистором, коэффициент калибровки определяется на заводе по следующему алгоритму. После калибровки сенсора (как описано в разделе 10.1.1.2), к калибровочному резистору прикладывается электрическая мощность. Калибровочный коэффициент рассчитывается по формуле:

кал. коэфф. = показания прибора / приложенная электрическая мощность

Если вы захотите проверить и подстроить показания прибора, приложите к калибровочному резистору электрическую мощность, измерьте напряжение на резисторе и ток через него, чтобы подсчитать приложенную мощность.

Правильным показанием прибора будет приложенное значение мощности, помноженное на коэффициент калибровки.

10.1.4 Повторная калибровка сенсора на термоэлементах при помощи Laserstar

Если ваш сенсора оборудован калибровочным резистором, тогда калибровка проводится в соответствии с инструкциями в разделе 10.1.4.2.

Если в вашем сенсоре отсутствует калибровочный резистор, вы можете провести повторную калибровку при помощи источника с известной мощностью или энергией, следуя инструкциям из раздела 10.1.4.3.

На задней стороне диска сенсора располагается откалиброванный нагреватель от Ophir. Диск может быть нагрет при помощи электрической мощности (вместо излучения), приложенной к выводам на задней стороне сенсора.

Точно измеряя приложенное напряжение и ток, можно проверить калибровку, провести повторную калибровку. Обратитесь к разделу 10.13.

10.1.4.1 Использование калибровочного резистора для проведения калибровки

1. Не превышайте уровни мощности, приведенные в таблице ниже.

MODEL	POWER	APROX. MAX VOLTAGE
3A Series	1 Watt	7 Volts
10A Series	10 Watts	17 Volts
30A Series	30 Watts	35 Volts
150A Series	100 Watts	65 Volts
L250A Series	200 Watts	95 Volts
300W Series	125 Watts	65 Volts
1500W Series and above	200 Watts	95 Volts

model - модель

power - мощность

approx. max voltage - приблизительный уровень максимального напряжения

Таблица 3. Максимальная мощность, подаваемая на калибровочный резистор сенсора

2. Используйте резистор только для проведения калибровки.

3. Снимите мощность сразу после завершения проведения калибровки.

4. Не проводите калибровку при воздействии на сенсор излучения. Избыточный нагрев может вывести резистор из строя.

5. Чтобы устранить остаточную неточность, связанную с нелинейностью, рекомендуется проводить калибровку примерно на том уровне мощности, который планируется измерять (при этом максимальный уровень мощности, указанный для калибровочного резистора, не должен быть превышен).

10.1.4.2 Повторная калибровка по мощности с использованием калибровочного резистора

Если ваша модель сенсора на термоэлементах имеет калибровочный резистор, то у вас есть источник для калибровки, параметры которого определяются измеренным напряжением на калибровочном резисторе и

током через него, а также известным калибровочным коэффициентом (предоставляемым Ophir).

Инструкция по калибровке:

1. Установите прибор в режим измерения мощности. Если вам требуется провести калибровку по энергии - обратитесь к разделу 10.1.4.3.
2. Из окна измерения мощности (с гистограммой) нажмите "menu" и выберите "advanced". Выберите "calibrate" и нажмите "go", выберите "calibrate", нажмите "go" и нажмите "power with CAL" (калибровка мощности при помощи калибровочного резистора).
3. При помощи клавиши "value" выберите нужную длину волны лазера. (обратитесь к замечанию 1 ниже).
4. При помощи источника питания постоянного тока подайте мощность на калибровочный резистор (красный и черный выводы на задней стороне сенсора). Для наибольшей точности рекомендуется проводить калибровку примерно на том уровне мощности, который планируется измерять (при этом максимальный уровень мощности, указанный для калибровочного резистора, не должен быть превышен - таблица 3, раздел 10.1.4.1).
5. Максимальное прикладываемое напряжение не должно превышать:

$$\sqrt{(\text{resistance of CAL resistor}) \times (\text{maximum power})}$$

(сопротивление резистора * максимальная мощность)

6. Напряжение должно измеряться на выводах сенсора, а ток - при последовательном включении в цепь тока.
7. При помощи клавиш вверх и вниз подстройте показания на дисплее так, чтобы отображалось (значение напряжения в вольтах) * (ток в амперах) * (калибровочный коэффициент вашей модели и типа лазера).
8. Когда верное значение мощности будет отображено на дисплее, нажмите "exit" и "permanent save", чтобы сохранить полученные после калибровки

результаты. Заметьте, что в окне сохранения отображается прошлое значение калибровки (для справки). После сохранения это старое значение заменяется новым.

Замечание 1:

Для устройств, имеющих несколько калибровочных коэффициентов, например CO2, YAG или VISIBLE, нажмите "laser", чтобы выбрать нужный тип лазера перед калибровкой. При проведении калибровки с использованием калибровочного резистора, две другие настройки изменятся пропорционально. Если вы хотите изменить калибровку только для одного типа лазера, используйте функцию "Power with laser".

Замечание 2:

Устройство сохраняет информацию о текущей установленной чувствительности. Чтобы вернуться, в случае необходимости, к заводским настройкам, вы должны записать значение заводской настройки.

10.1.4.3 Повторная калибровка от лазера с известной мощностью/энергией

1. Установите прибор в режим измерения мощности или энергии, в зависимости от типа проводимой вами калибровки.
2. Из окна измерения мощности (с гистограммой) нажмите "menu" и выберите "advanced". Выберите "calibrate" и нажмите "go", "calibrate", нажмите "go" и нажмите "power with laser".
5. Используйте клавиши "select" и "value", чтобы выбрать подходящее значение длины волны лазера и период усреднения. Обратитесь к замечанию 1 ниже.

6. Включите лазер с известной мощностью/энергией.

7. При помощи клавиш вниз/вверх подстройте показания мощности/энергии на дисплее, пока показания не станут равны известному значению мощности/энергии источника.

8. Нажмите "exit" и "permanent save". Новое значение будет сохранено.

Замечание 1:

Для устройств, имеющих несколько калибровочных коэффициентов, например CO2, YAG или VISIBLE, нажмите "laser", чтобы выбрать нужный тип лазера перед калибровкой. При проведении калибровки с использованием функции "power with laser:", изменяется только коэффициент калибровки для выбранного лазера. Если вы хотите изменить калибровку для всех длин волн лазера пропорционально, используйте функцию "power with CAL".

Замечание 2:

При изменении коэффициента калибровки по мощности также изменится и коэффициент калибровки по энергии. Однако, изменение коэффициента калибровки по энергии не повлечет за собой изменения коэффициента калибровки по мощности.

10.2 Калибровка фотодиодных сенсоров

Фотодиодные детекторы по своей сути являются очень линейными, но имеют большой разброс в чувствительности на разных длинах волн. В дополнение, модель Ophir PD300 оборудована и встроенным фильтром и сменным фильтром, позволяющими проводить измерение высокой мощности без насыщения детектора. Эти фильтры также имеют коэффициент передачи, зависящий от длины волны. По этой причине, когда PD300 используется

совместно с Laserstar, Laserstar применяет встроенную поправку для длин волн, что описано в следующем параграфе.

10.2.1 Метод заводской калибровки

Чувствительность различных фотодиодных сенсоров Ophir изменяется от экземпляра к экземпляру, а также имеет зависимость от длины волны. По этой причине фотодиодные детекторы Ophir калибруются в индивидуальном порядке во всем диапазоне длин волн и для случая установленного фильтра, и для случая удаленного фильтра (калибровка проводится в соответствии с требованиями NIST). Кривая калибровки нормирована к верной абсолютной калибровке на длине волны 632.8 нм с использованием HeNe лазера и эталонного прибора, соответствующего требованиям NIST.

Кривая спектральной чувствительности детектора, также как и кривая спектрального коэффициента передачи фильтра, зашита в EEROM памяти сенсора, и эта информация в дальнейшем используется для подстройки коэффициента усиления на заданной пользователем длине волны, которая отлична от той длины волны, на которой проводилась калибровка. Когда пользователь задает в Laserstar длину волны, вводится поправочный коэффициент для этой длины волны.

10.2.2 Точность калибровки

Так как приборы калибруются по требованиям стандарта NIST, точность обычно лежит в пределах ± 2% для длины волны, на которой проводилась калибровка. Максимальная ошибка в измерениях будет ниже, чем сумма точности (погрешности) калибровки, линейности (пр. пер. - имеется в виду величина отличия от линейного характера), неточностей кривой длин волн и изменений усиления при изменении температуры. Линейность фотодиодных

детекторов очень высокая и вызванными ею ошибками можно пренебречь. Максимальная ошибка в силу изложенных выше факторов приводится в Таблице 4 ниже.

WAVE LENGTH	ERROR, FILTER OUT*				
	PD300	PD300-3W	PD300-UV	PD300-IR	3A-IS
200 - 250nm			±5%		
250 - 360nm	-	-	±3%		-
360 - 400nm	±10%	±10%	±3%		-
400 - 950nm	±3%	±3%	±3%		5%
950 - 1100nm	±5%	±5%	±5%	±5%	10%
1100 - 1600nm	-	-	-	±5%	
1600 -1800nm	-	-	-	±7%	

Wave Length - Длина волны.

Error, Filter Out* - Ошибка, фильтр удален.

Таблица 4. Максимальная ошибка как функция длины волны и настройки Filter.

* - при установленном фильтре добавьте ± 2% к ошибке (± 5% для PD300-UV в диапазоне 220 - 300 нм).

10.2.3 Повторная калибровка на выбранной длине волны при помощи лазера с известной мощностью

1. Из окна измерения мощности (с гистограммой) нажмите клавишу "menu", выберите "advanced" и нажмите "go". Выберите "calibrate" и нажмите "go".
2. При помощи клавиши "value" выберите нужную длину волны лазера.
3. Используйте клавиши "select" и "value" для выбора требуемой длины волны лазера и периода усреднения.
4. Включите лазер с известной мощностью.

5. При помощи клавиш вниз/вверх подстройте показания мощности на дисплее, пока показания не станут равны известному значению мощности источника.
6. Нажмите "exit" и "permanent save". Новое значение будет сохранено.

Замечание 1:

Относительные величины на разных длинах волн зафиксированы в калибровочной кривой длин волн, хранящейся в EEROM памяти сенсора. При изменении калибровки для одной из длин волн, калибровка для других длин волн изменится пропорционально.

10.3 Калибровка прироэлектрических сенсоров

В сенсорах Ophir применяется три типа (пр. пер. - по всей видимости, имелось в виду два типа) поглощающих покрытий:

1. **Металлический тип:** не имеет суффикса в названии, имеет частично отражающую многослойную металлическую поверхность с поглощением примерно в 50%, график поглощающей способности показан на Графике 3 ниже. Металлическое покрытие выдерживает импульсы с очень высокой частотой повторения, вплоть до 5000 Гц, а также имеет относительно высокий порог разрушения.
2. **Широкополосный тип:** имеет суффикс BB в названии, имеет широкополосное черное поглощающее покрытие, обеспечивающее высокую поглощающую способность от диапазона УФ до диапазона ИК. Это покрытие может выдерживать плотности энергии вплоть до 0.3 Дж/см^2 для коротких импульсов и 2 Дж/см^2 для длинных импульсов без изменения калибровки. Поглощающая способность этих покрытий выше 90% почти для всего диапазона, что показано на Графике 3 ниже. Это покрытие доступно для сенсоров PE50 и PE25.

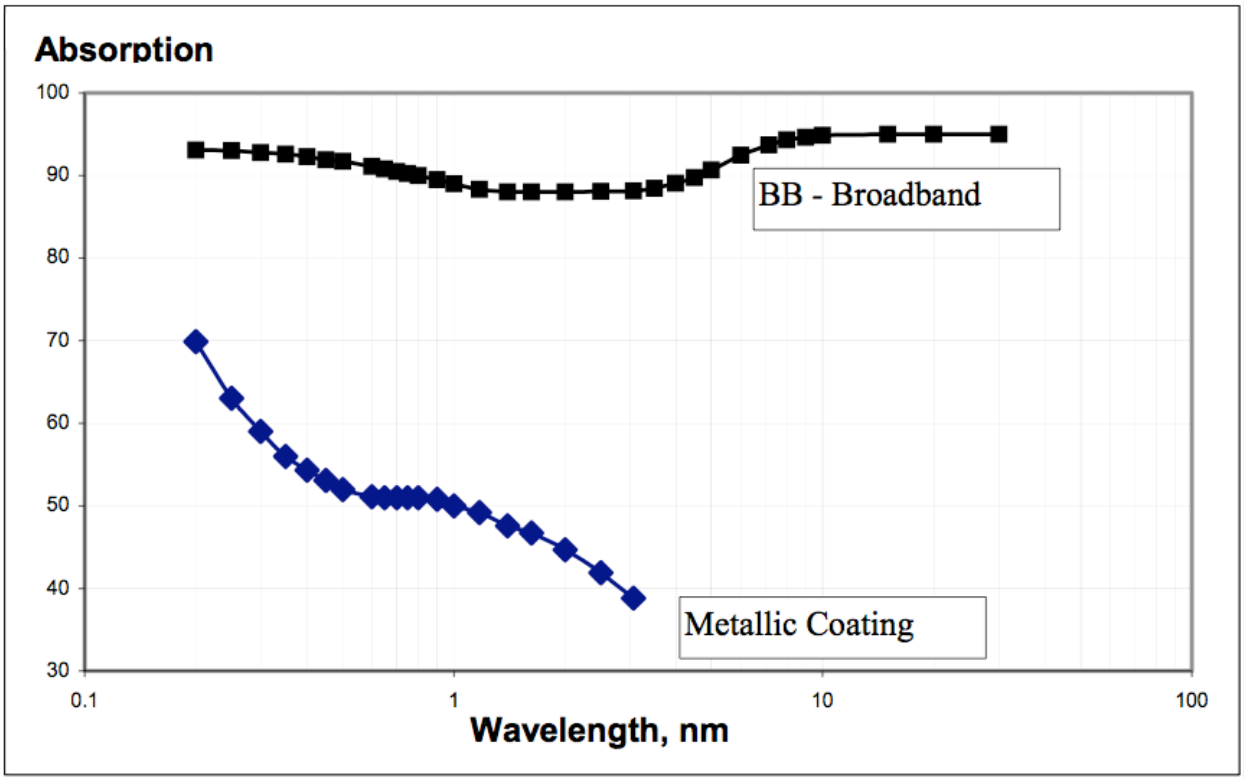


График 3. Поглощающая способность поглотителей пироэлектрических сенсоров. Поглощающая способность (%), длина (нм)

10.3.1 Калибровка

Чувствительность различных пироэлектрических сенсоров Ophir может отличаться от экземпляра к экземпляру, а также имеет зависимость от длины волны. По этой причине пироэлектрические детекторы Ophir калибруются в индивидуальном порядке в соответствии с требованиями NIST. В дополнение, калибровка корректируется в Laserstar для разных длин волн.

Пироэлектрические детекторы Ophir откалиброваны на длине волны 1.06 мкм при помощи импульсного лазера и соответствующего требованиям NIST измерителя мощности. Средняя энергия будет равна средней мощности эталонного измерителя мощности, деленной на частоту повторения лазерных импульсов. Металлические сенсоры PE25 и PE50 откалиброваны также с

эксимерным лазером на длине волны 248 нм для корректировки достаточно сильного изменения поглощающей способности этих сенсоров в этом спектральном диапазоне.

Спектральная поглощающая способность покрытия детекторов измеряется спектроскопическими методами, а кривая поглощения используется для корректировки калибровки для других длин волн. Когда пользователь выбирает длину волны в Laserstar, автоматически вводится поправочный коэффициент для этой длины волны.

10.3.2 Точность калибровки

Так как приборы калибруются по требованиям стандарта NIST, точность измерения энергии обычно лежит в пределах ± 3% для длины волны, на которой проводилась калибровка. Эта ошибка была получена на основании разброса результатов при измерении одной и той же величины несколькими приборами, откалиброванными в соответствии с одним и тем же стандартом. Максимальная ошибка в измерениях будет ниже, чем сумма точности (погрешности) калибровки, линейности и неточностей кривой длин волн.

Нелинейность имеет значение порядка 2 %, а ошибки, связанные с длинами волн, показаны в Таблице 5 ниже.

В дополнение к вышеуказанным ошибкам, показания пироэлектрических сенсоров меняются при изменении частоты. Laserstar имеет встроенный корректирующий коэффициент для устранения этой ошибки. Для частот выше 50% от максимальной частоты, неточность этого коэффициента может увеличить общую ошибку примерно до 3%.

Максимальная ошибка в измерениях будет ниже, чем сумма указанных выше ошибок, а, в общем случае, будет значительно ниже.

COATING TYPE		
WAVELENGTH	BROADBAND (ERROR)	METALLIC (ERROR)
190 - 350nm	±1%	±4%
400 - 800nm	±1%	±4%
1064nm	0	0
2 - 3μm	±2%	±8%
10.6μm	±5%	±15%

Coating Type - Тип покрытия.

Wavelength - Длина волны.

Broadband - Широкополосное.

Metallic - Металлическое.

Таблица 5. Максимальная ошибка измерений, связанная с длинами волн.

10.3.3 Повторная калибровка при помощи лазера с известной энергией

1. Переведите прибор в режим измерения энергии.
2. Установите нужный диапазон энергии.
3. Из главного окна нажмите клавишу menu и выберите "advanced". Нажмите "go" и выберите "calibrate". Нажмите "go" еще раз.
4. Выберите "Max pulse length" и используйте клавишу "value" для выбора нужной величины. Установите верную длину волны лазера. При помощи клавиши "value" выберите период времени, по которому должно проводиться усреднение. Нажмите "select" и "value", чтобы выбрать нужную длину волны. Обратитесь к замечанию 1 ниже. Нажмите "go".
5. Включите лазер с известной энергией.
6. При помощи клавиш вверх/вниз подстройте показание на дисплее, чтобы оно соответствовало известному значению энергии.
7. Нажмите exit. Значение будет сохранено.

Замечание 1:

При изменении калибровки для металлических типов сенсоров на одной длине волны, калибровка на других длинах волн изменяется пропорционально. Для сенсоров типа BB, калибровка изменяется только на установленной длине волны.

10.4 Сообщения об ошибках

Laserstar отображает различные сообщения об ошибках при неправильной работе:

Over Range: Когда измеряемая энергия или мощность выходит за пределы установленного диапазона, на экране появляется надпись "over range", но показания все еще остаются на дисплее. Если мощность или энергия превышают максимальную величину текущего диапазона более чем на 10%, показания удаляются с дисплея. Если пользователь активировал функцию звукового сопровождения - будет выдано звуковое предупреждение при превышении верхней границы диапазона.

Low Battery: Когда аккумулятор почти полностью разряжен, появляется мигающая надпись "BAT". В таком состоянии Laserstar должен быть подсоединен к зарядке. Прибор будет работать нормально и заряжаться медленно. Если пользователь активировал функцию звукового сопровождения - при низком уровне заряда аккумулятора звуковой сигнал будет раздаваться каждую минуту. При низком уровне заряда аккумулятора выключится подсветка.

Sat: Когда ток фотодиода превышает 1 мА и детектор входит в насыщение, или напряжение пироэлектрического эффекта превышает максимальное, на экране отображается сообщение "sat" (=saturated - насыщение).

10.5 Устранение неполадок

10.5.1 Laserstar

Проблема	Причина/Решение
Прибор не работает после полной разрядки и подсоединения к зарядке.	Проверьте, выдает ли зарядное устройство ток 200 мА.
Прибор работает с включенной зарядкой, но не работает на аккумуляторе.	Аккумулятор разряжен. Перезаряжайте аккумулятор при выключенном Laserstar в течении 14-16 часов. Если Laserstar все еще не работает от аккумулятора, скорее всего NiCd аккумулятор неисправен. Замените аккумулятор.

10.5.2 Сенсоры на термоэлементах, измерение энергии

Проблема	Причина/Решение
Прибор реагирует на фоновый шум	Увеличьте значение порога; см. раздел 4.5.3.
Прибор не отображает готовность к следующему измерению после проведения измерения и достаточно долгого	Увеличьте значение порога; см. раздел 4.5.3.

ожидания	
При измерении очень малых значений энергии отображаются неверные значения, или прибор не реагирует на импульсы с низкой энергией.	Уменьшите значение порога; см. раздел 4.5.3.

10.5.3 Мощность, сенсоры на термоэлементах

Проблема	Причина/Решение
Прибор отображает нулевое значение при измерении мощности и энергии	Проверьте соединение между прибором и сенсором. (См. раздел 10.5). Проверьте, что диск сенсора находится в рабочем состоянии. Сопротивление между контактами коннектора сенсора 1 и 9 должно составлять порядка 1.8 кОм. Если сенсор вышел из строя, в этой цепи будет КЗ или разрыв.
Прибор работает нормально пока сенсор холодный, но перестает работать при нагреве сенсора.	Замените диск сенсора. См. раздел 10.6.1.2.
Прибор не возвращается к нулевому показанию при измерении мощности.	Если сенсор нагрет очень сильно, дайте ему остыть. Отсоедините сенсор от прибора. Если показания мощности не равны нулю, следуйте инструкциям в разделе 3.5.4. Если смещение нуля остается, попробуйте

	выполнить обнуление с подсоединенным сенсором, как описано разделе 3.4.2.

10.5.4 Пироэлектрические сенсоры

Проблема	Причина/Решение
Прибор выдает неверные, ошибочные показания. Прибор срабатывает даже при отсутствии лазерных импульсов. Прибор отображает значение частоты, которое намного больше реальной.	Возможно электромагнитные помехи от лазера вызывают ошибочные показания прибора или его ложное срабатывание. Проверьте следующее: 1. Сенсор находится на изолирующем пластиковом стержне, находящемся в комплекте с прибором, а не на металлическом стержне. 2. Попробуйте удалить кабель на максимальное расстояние от оптической скамьи. 2. Постарайтесь устранить возможные электромагнитные помехи, которые могут воздействовать на сенсор/Laserstar.

10.6 Обслуживание

10.6.1 Обслуживание сенсоров на термоэлементах

10.6.1.1 Отслеживание сигнала от сенсора до Laserstar

1. При включенном приборе подайте на сенсор примерно известное количество мощности. Этот тест может быть проведен либо с использованием лазера, либо с использованием источника питания и калибровочного резистора.
2. Оцените примерный ток сигнала, который должен быть выработан сенсором (умножая входную мощность, поданную на сенсор, на чувствительность сенсора, показанную в таблице спецификаций 6 и 7).
3. Используя мультиметр, способный измерять силу тока, отсоедините сенсор от Laserstar и проверьте ток, протекающий через контакты 1 и 9 разъема типа D.

10.6.1.2 Замена диска

Если вы заказали сменный диск, то этот диск был откалиброван на заводе на длине волны, указанной на бланке калибровки, поставляемой вместе с диском. Диск был откалиброван на длине волны, указанной в заказе, или на трех указанных длинах волн. Если диск имеет тип CAL, то CAL Factor (коэфф. калибровки) также включен, и используется при проверке калибровки на вашем измерителе мощности/энергии. Следуйте следующим инструкциям для замены диска:

1. Открутите винты от переднего и заднего фланцев сенсора.
2. Удалите передний фланец и поднимите задний фланец, не задевая при этом проводов, подсоединенных к коннектору.
3. Отсоедините (отпаяйте) провода от старого поглощающего диска, которые прикреплены к маленькой плате в сенсоре, запоминая при этом, куда был подсоединен каждый из проводов.
4. Отсоедините поглощающий диск, используя при этом отвертку.

5. Равномерно промажьте основание под диск силиконовой термопастой.

6. Пропустите провода через отверстие и установите новый диск. Рекомендуется несколько раз продвинуть диск вперед и назад, нажимая на него, чтобы убедиться в хорошем контакте между диском, смазкой и сенсором.

7. Установите на место передний фланец, убедитесь, что винты затянуты плотно.

8. Верните на место (припаяйте) два провода на заднем фланце и установите на место задний фланец.

10.6.1.3 Повторная калибровка сенсора с новым диском

1. Из главного окна измерения мощности нажмите клавишу menu, выберите "advanced" и нажмите "go".

2. Выберите "calibrate" и нажмите "go", а затем "power with CAL". При помощи клавиши "value" выберите первую длину волны лазера, указанную в комплекте с диском. При помощи клавиш вверх/вниз подстройте чувствительность, пока она не будет соответствовать указанной в комплекте с диском. Нажмите save, exit и "permanent save", чтобы сохранить новое значение.

4. Для сенсоров с калибровкой на нескольких длинах волн вы должны выполнить калибровку и для других длин волн. Из главного окна измерения нажмите menu, выберите "advanced" и нажмите "go". Выберите "calibrate" и нажмите "go". Нажмите "power with laser". Выберите следующую длину волны лазера. При помощи клавиш вверх/вниз подстройте значение калибровочного коэффициента, пока он не будет соответствовать указанному в комплекте с диском для текущей длины волны. Нажмите "exit" и "permanent save", чтобы сохранить значение.

4. Повторите шаг 3 для других длин волн лазера. Каждый раз выбирайте следующую длину волны лазера и вводите верный калибровочный коэффициент, указанный в комплекте с диском для этой длины волны.

10.6.1.4 Замена аккумулятора

Если аккумулятор в Laserstar неисправен и не сохраняет заряд, вы можете заказать процедуру замены у вашего агента. Новый аккумулятор устанавливается следующим образом:

1. Убедитесь, что Laserstar выключен. Переверните Laserstar и открутите 6 винтов на нижней панели.
2. Удалите нижнюю панель и отсоедините разъем аккумулятора (красный и черный выводы) от платы.
3. Вставьте новый аккумулятор в то же место, где располагался старый. Когда перевернутый Laserstar располагается так, что аккумулятор находится ближе к вам, черный вывод окажется с левой стороны.
4. Подсоедините разъем аккумулятора к разъему BT1. Убедитесь, что наклонная сторона коннектора располагается от вас. Установите на место панель и закрутите 6 винтов.

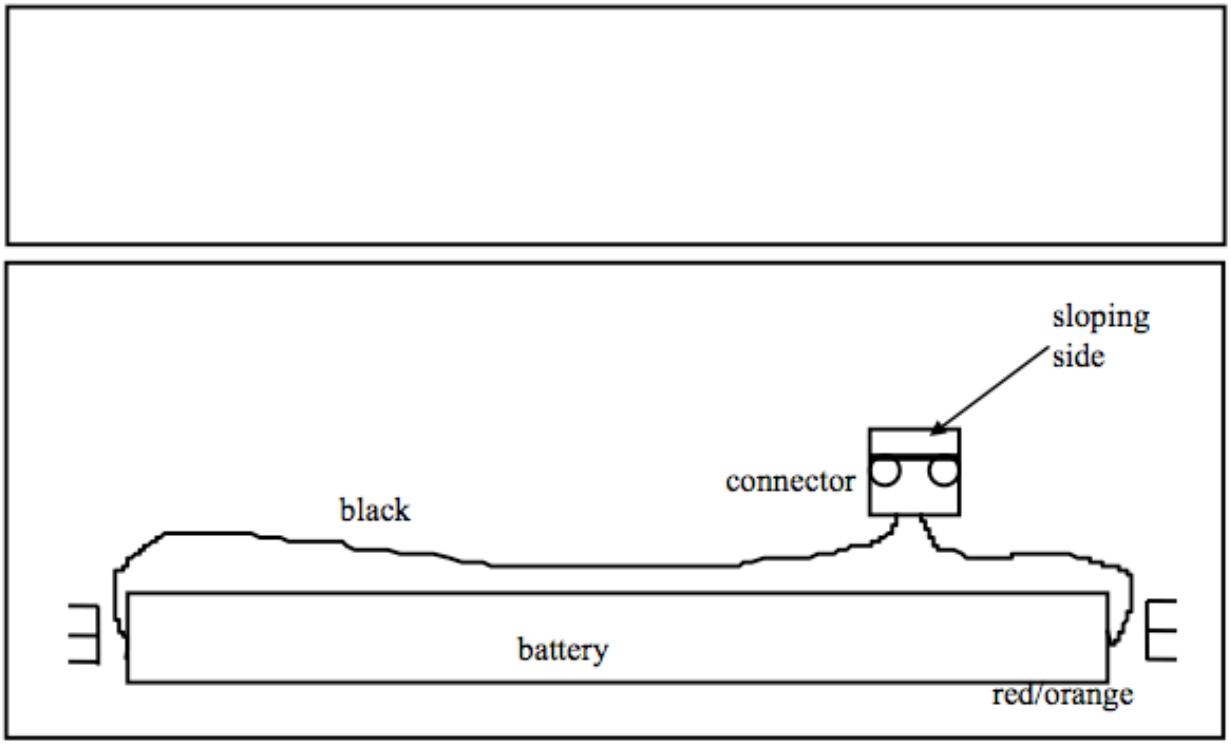


Рис. 20. Установка аккумулятора

Глава 11.
Спецификации

11.1 Спецификации системы

Входные параметры фотодиодные сенсоры и сенсоры на термоэлементах	
Входной диапазон	15 нА - 1.5 мА в 16-ти диапазонах
Частота АЦП	15 Гц
Разрешение АЦП	Разрешение: 17 бит + знак (0.0009%)
Электрическая точность	±0.25% ± 20 пА в новом состоянии; ±0.5% ± 50 пА после года использования
Уровень электрического шума на входе	500 нВ или 1.5 пА + 0.0015% входного диапазона при частоте 3 Гц.
Динамический диапазон	9 декад ($1:10^9$)
Входные параметры пироэлектрические сенсоры	
Входной диапазон	23 мВ - 6 В в 9 диапазонах
Частота АЦП	40 кГц макс.
Разрешение АЦП	12 бит, без знака (0.02-0.05%)
Электрическая точность	±2 мВ в новом состоянии; ±4 мВ после года использования

Уровень электрического шума на входе	2 мВ
Динамический диапазон	3.5 декады (1:4000)
Общая информация	
Виды детекторов	На термоэлементах, фотодиодные и пироэлектрические
Аналоговый выход	0 - 1 В; Разрешение 0.03% (3 мВ). Сопротивление 100 Ом
Точность аналогового выхода	±0.2% ±2 мВ по отношению к дисплею
Габариты, ШхГхВ	228 x 195 x 54
Масса	1.45 кг.
Дисплей	240x64 пикселей, отклоняемый LCD
Высота цифр на дисплее	17 мм
Подсветка	Электролюминисцентная, работает и от аккумулятора и от зарядки
Количество сегментов гистограммы	240
Аккумулятор	3 x D типоразмер. 4000 мА-ч NiCd встроенный аккумулятор
Вход для зарядки	Постоянный ток: 12-25 В, 5 Вт. Переменный ток: 9 - 18 В (среднеквадратическое значение), 5 Вт. Время заряда 10-14 часов; 15-20 часов при работе
Работа между двумя зарядами	18 часов для сенсоров на

аккумулятора	термоэлементах и фотодиодных сенсоров; 14 часов для пироэлектрических сенсоров

Журналирование данных и связь с компьютером	
RS232	Максимальная частота записи данных в реальном времени * > 30 Гц Частота записи данных в системе * > 200 Гц Передача данных с прибора на компьютер примерно 500 точек/с Максимальное число точек, хранимое в системе 59400 * Указанное выше относится к частоте записи, при которой записывается каждая точка. При частоте выше указанной прибор будет брать отсчеты, но не будет записывать каждый из них.
IEEE 488.1 GPIB	Соответствие: IEEE488.1 Максимальная частота записи данных в реальном времени * > 1500 Гц Частота записи данных в системе * 1500 Гц Передача данных с прибора на компьютер >1500 точек/с * Указанное выше относится к частоте записи, при которой записывается каждая точка. При частоте выше

	указанной прибор будет брать отсчеты, но не будет записывать каждый из них.
Общее	Максимальная скорость связи: 38400 бод
	Может хранить до 10 файлов с общим числом в 54000 точек. (Максимальное число точек, хранимое в приборе в файле данных по мощности, составляет 5400). Данные не теряются при выключении прибора.

11.2 Спецификация на сенсоры

EAD	MAX POWER (WATTS)	MAX AVG. POWER DENSITY	ABSORBER TYPE
PD300/UV/IR	300mW	50W/cm²	PD
PD300-3W	3W	50W/cm²	PD
3A-IS	3W	200W/cm²	Int Sph PD
F100A-IS	100w	200W/cm²	Int Sph Ther
2A	2W	200W/cm²	BB
3A-P-CAL	3W	50W/cm²	P
10A-P	10W	50W/cm²	P
30A-P	30W	50W/cm²	P
30(150)A-HE	30(150)W	1000W/cm²	HE/HE1
10A	10W	20KW/cm²	BB
30A	30W	20KW/cm²	BB
30(150)A	30(100)W	20KW/cm²	BB
F150A	150W	20KW/cm²	BB
FL250A	250W	20KW/cm²	BB
F300A	300W	20KW/cm²	BB/LP
1000W	1000W	6KW/cm²	BB
1500W	1500W	6KW/cm²	BB/LP
5000W	5000W	5KW/cm²	BB/LP
8000W	8000W	5KW/cm²	BB/LP
L30A-EX	30W	1KW/cm²	EX
FL250A-EX	250W	1KW/cm²	EX
PD10	20mW	50W/cm²	PD
PE10	2W	50W/cm²	PE
PE25	10W	10W/cm²	PE
PE50	20W	10W/cm²	PE
PE50-DIF	40W	500W/cm²	PE

Max Power (Watts) - Максимальная мощность (Вт).

Max Avg. Power Density - Максимальная средняя плотность мощности. Absorber Type - Тип поглотителя.

Таблица 6. Данные по максимальной мощности для сенсоров

PD - фотодиодный

P - тип P объемного поглотителя для лазеров с короткими импульсами

HE/HE1 - объемный поглотитель для импульсов с высокой энергией

EX - эксимерный, объемный поглотитель

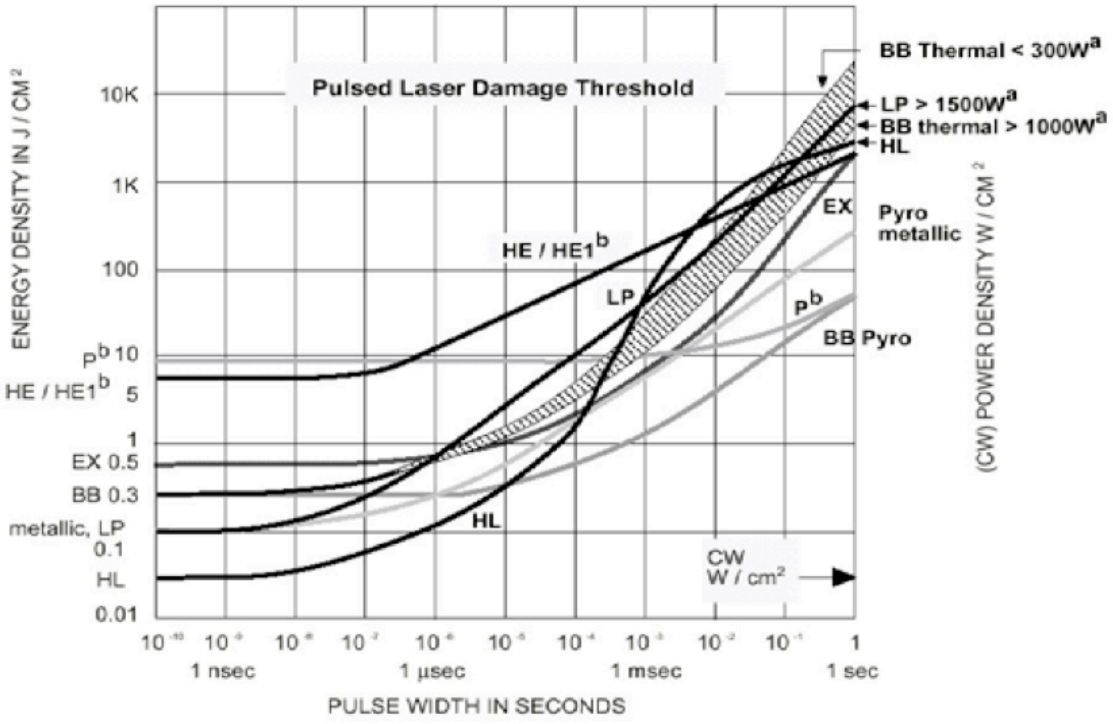
PE - пироэлектрический металлический или черный поглотитель

BB - широкополосная поглощающая поверхность, высокие плотности мощности

LP - широкополосная поглощающая поверхность для исключительно высоких значений плотности мощности

Absorber Type	Max Energy Density J/cm² Pulse Length		
	10ns	1µs	300µs
P	10	10	10
HE/HE1	5	10	100
BB	0.3	0.5	5
EX	0.5	0.6	4
PE, Metallic	0.1	0.2	4
PE, BB	0.3	0.3	1
PE-DIF	1.5	3	40
PE BB-DIF	3	3	10

Таблица 7. Максимальные уровни плотности энергии для различных поглотителей (одиночный импульс)



Energy density - плотность энергии.

Power density - плотность мощности.

Pulse width - ширина импульса.

Pulsed laser damage threshold - порог разрушения под воздействием импульсного лазера.

Руководство пользователя Laserstar

Ophir P/N 1J06020

21 Марта 2012

Версия 2.45-2

Перевод с английского:

Коцеруба С. И.

odin793@gmail.com

Январь 2013.