Инструкция по применению программы для измерения диаметра пучка лазерного излучения

1. Принцип метода

В основе работы программы лежит методика движущегося резкого края (ножа фуко). Нож Фуко используют для пересечения пучка непосредственно перед приемной поверхностью достаточно большой площади чувствительного элемента смонтированного приемника излучения, в результате чего измеряют прошедшую мощность в зависимости от положения резкого края ножа. (ГОСТ 11146-3-2008 Часть 3)

При работе программы происходит следующая последовательность событий:

1. Пользователь устанавливает нож в положение, при котором он полностью перекрывает пучок, и измеряемые значения мощности близки к нулю (Рис. 1А). Значения измеряемой мощности при работе программы можно наблюдать на графике «Значение мощности» в интерфейсе (Рис. 2 (3)).
2. Пользователь запускает программу измерения. При этом начинается пошаговое сдвигание ножа и измерение значений мощности. Как только нож начинает «открывать» пучок, значение измеряемой мощности начёт увеличиваться (Рис. 1Б).
3. С каждым шагом смещения ножа измеряемая мощность будет расти. Величина «прироста» мощности при одинаковых значениях шага зависит от диаметра пучка, чем он меньше, тем быстрее будет расти значение измеряемой мощности (Рис. 1В).
4. Когда нож полностью «откроет» пучок, значение измеряемой мощности перестанет увеличиваться (Рис. 1Г).

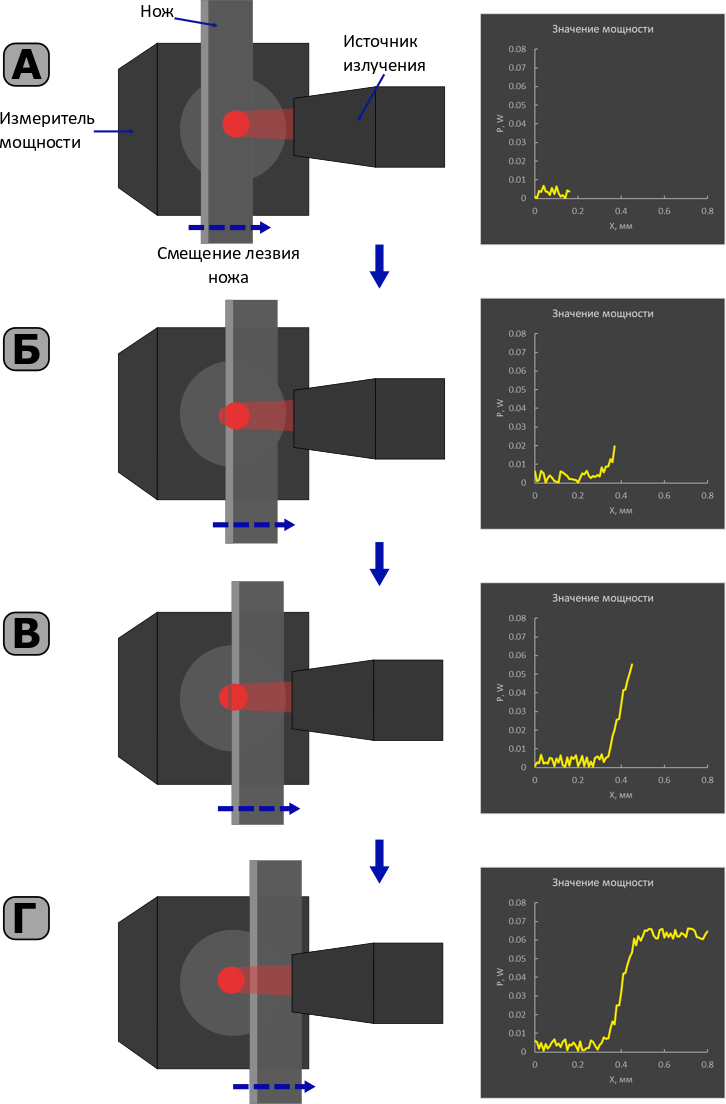


Рис. Схема проведения измерения диаметра пучка излучения методом ножа. (А) Начальное положение, пучок полностью перекрыт ножом, значение мощности около нуля. (Б) Начало смещения ножа. Излучение начинает попадать на приёмную поверхность; (В) Продолжение смещения ножа. Значение измеряемой мощности продолжает расти; (Г) Пучок излучения полностью попадает на приёмную поверхность.

На основании данных об изменении измеряемой мощности излучения в зависимости от положения лезвия ножа программой высчитывается производная мощности от положения ножа. Производная затем аппроксимируется гауссовой функцией. От максимального значения гауссовой функции высчитывается уровень, который может быть задан в параметрах измерения (Рис. 2 (6)) и по умолчанию равен 1/e2 = 0.135 от максимального значения. Расстояние между точками пересечения гауссовой функции и вычисленного уровня принимается за диаметр пучка лазерного излучения (Рис. 2).

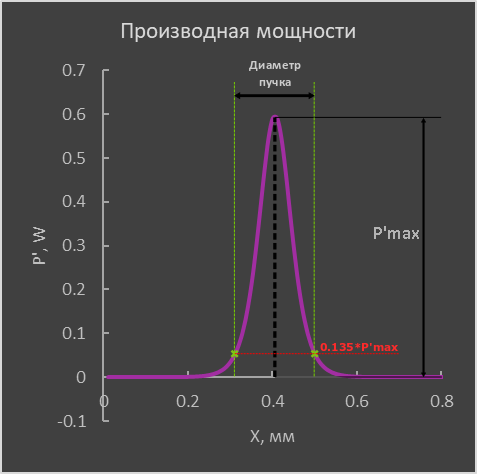


Рис. Диаграмма производной мощности от положения ножа. Аппроксимация гауссовой функцией

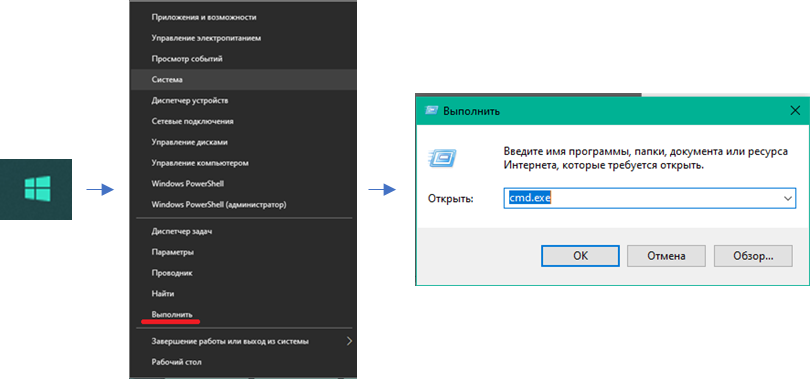
1. Установка

Для использования ПО должны быть установлены:

* Python 3 (<https://www.python.org/downloads/>)
* Microsoft Visual C++ Redistributable Package 2013 (x86/x64) (<https://www.microsoft.com/ru-RU/download/details.aspx?id=40784>)
* VISA backend (<https://www.ni.com/ru-ru/support/downloads/drivers/download.ni-visa.html#409839>)

Загрузите репозиторий через git или скачайте вручную и распакуйте в нужную папку.

Запустите командную строку: нажмите правой кнопкой мыши на «Пуск» -> Выполнить -> cmd.exe

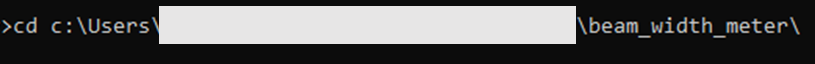


Убедитесь, что python установлен

>python --version

Перейдите в папку

>cd полный\_путь\_до\_приложения



Установите необходимые библиотеки

>py -m pip install -r requirements.txt

Запустите программу

>python main.py

Если вы увидели рабочее окно, установка завершена.

1. Запуск

Запустите командную строку и перейдите в папку с программой, если ещё не сделали этого (см. п. 1).

Запустите программу

>python main.py

Перед вами появится окно приложения

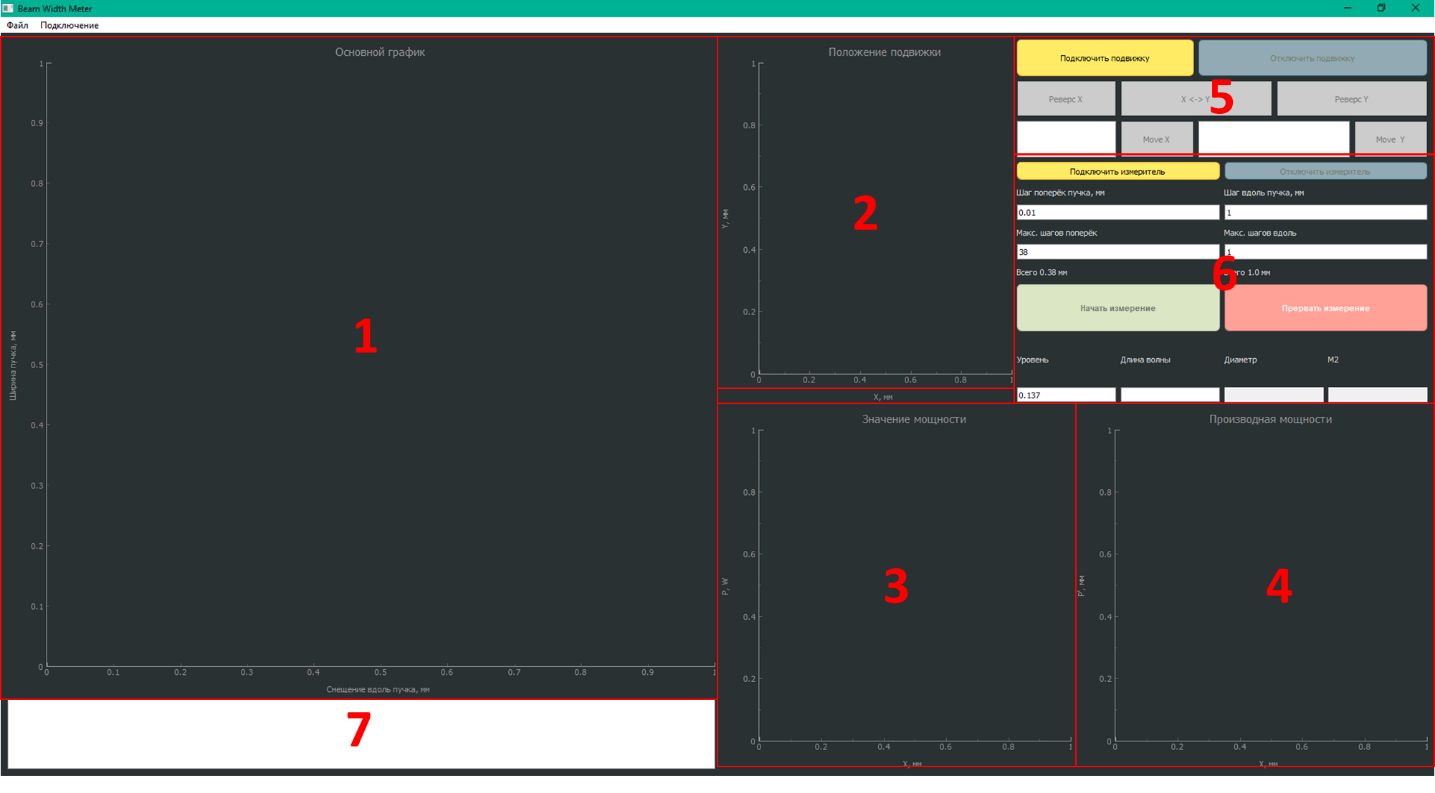
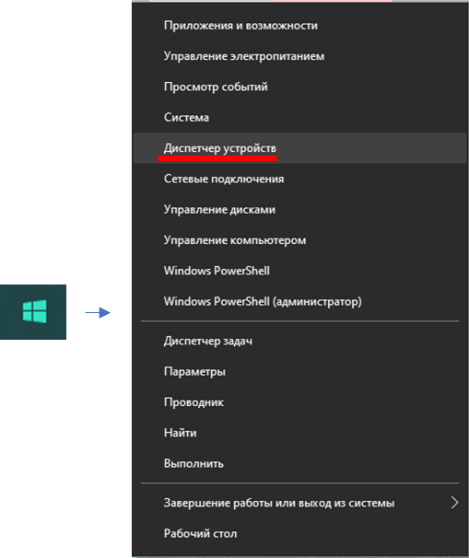


Рис. Внешний вид окна приложения. Числами обозначены: 1 - график изменения ширины пучка излучения вдоль оптической оси; 2 - график положения подвижки; 3 - график измеряемого значения мощности в зависимости от положения ножа; 4 -производная мощности в зависимости от положения ножа (отображает форму распределения в поперечном сечении пучка); 5 - модуль подключения и управления подвижкой; 6 -модуль подключения измерителя, установки параметров измерения и запуска или остановки измерения; 7 - информационное окно

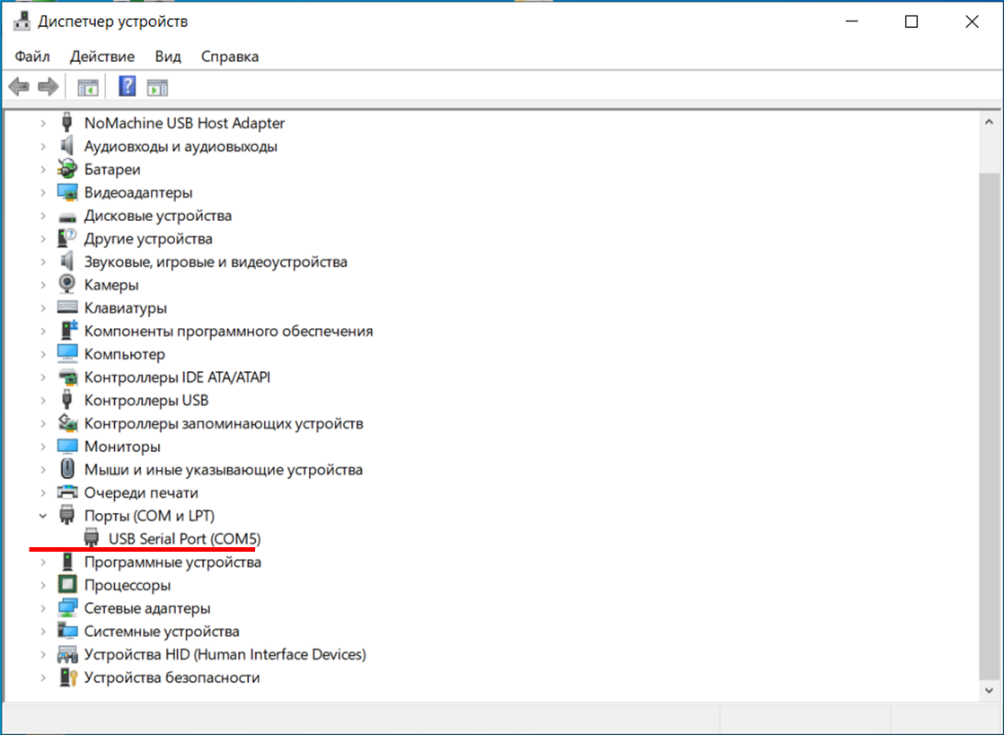
1. Подключение измерителя
   1. Подключение через USB

Откройте службу «Диспетчер устройств»: Правая кнопка мыши на «Пуск» -> Диспетчер устройств

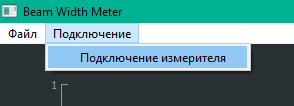


Подключите измеритель к компьютеру через USB

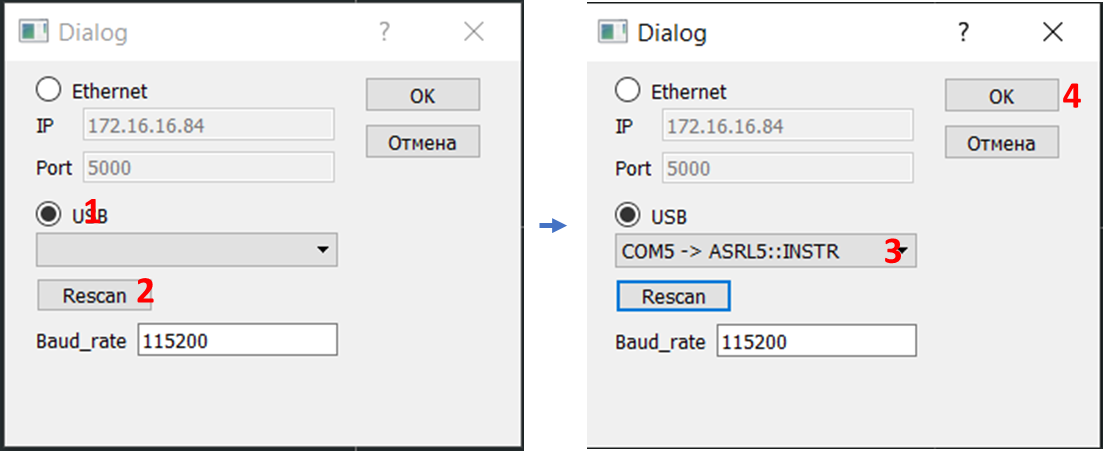
В диспетчере устройств отобразится подключённое устройство и его COM порт. Если вы уже подключили подвижку, устройств будет отображаться больше. Запомните номер COM порта.



Вернитесь в приложение. В верхней части приложения перейдите: Подключение -> Подключение измерителя



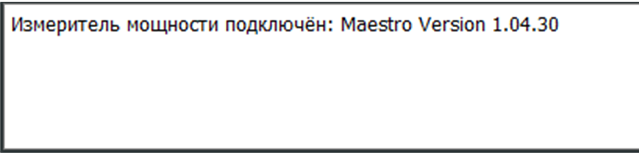
В открывшемся окне выберите USB (1), нажмите Rescan (2) чтобы обновить подключённые порты. В выпадающем списке выберите порт, соответствующий измерителю (3). Нажмите ОК (4).



В окне приложения нажмите: Подключить измеритель.



Если в информационном окне появилось сообщение о том, что измеритель подключён, всё прошло успешно.



1. Подключение подвижки

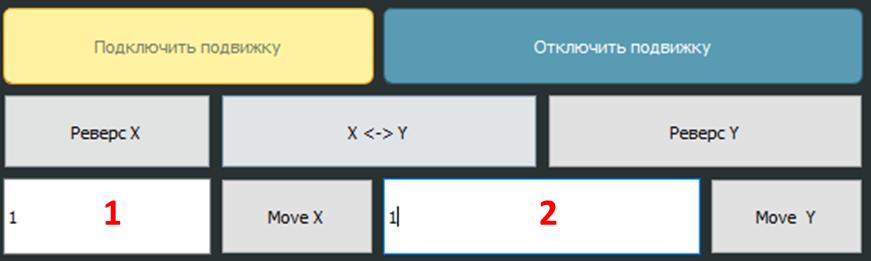
Подключите блок управления подвижкой к ПК.

В окне приложения нажмите: Подключить подвижку (подключение занимает некоторое время).



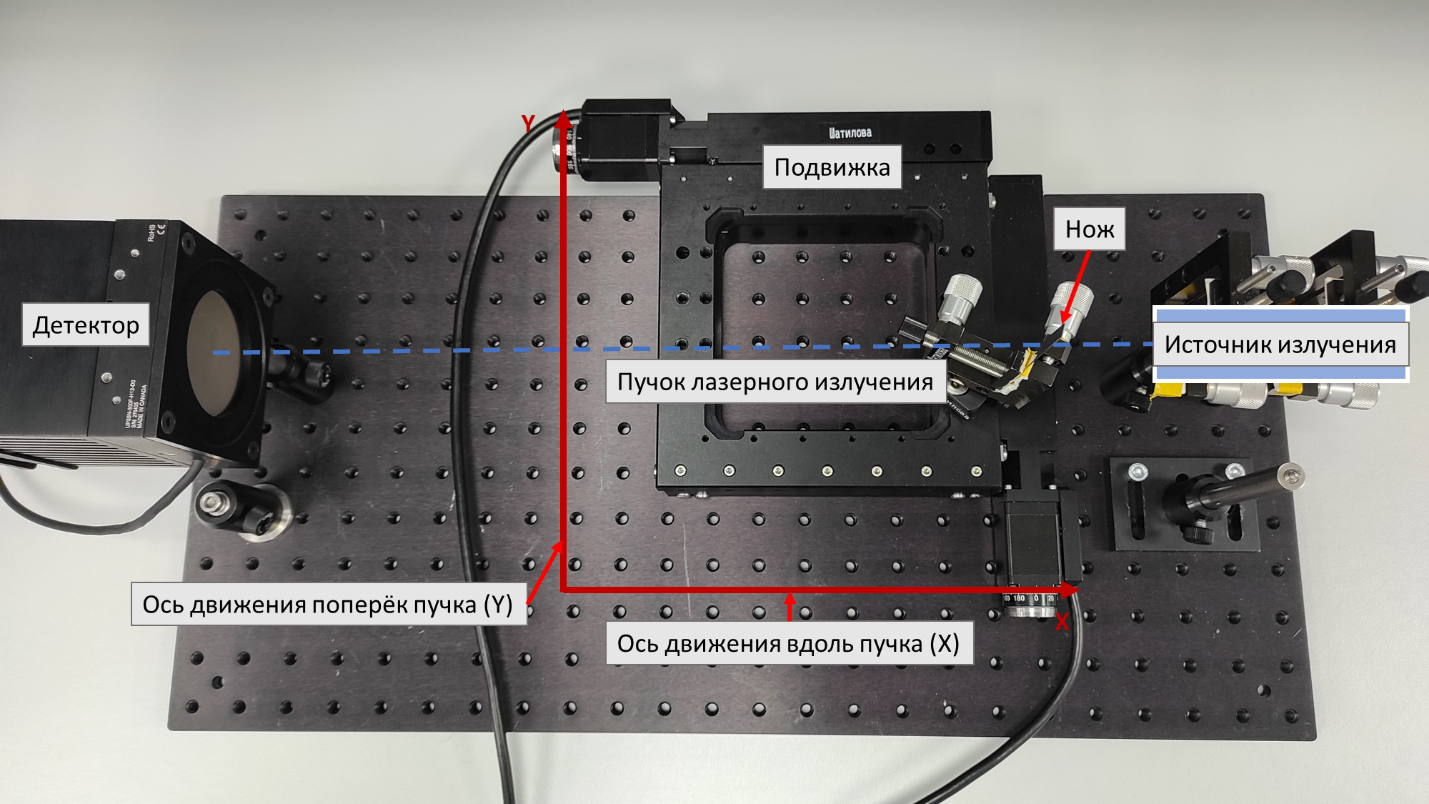
Если в диалоговом окне появилось сообщение о том, что подвижка подключена, всё прошло успешно.

Проверьте правильность подключения с помощью тестовых передвижений подвижки Move X, Move Y, задав в соответствующих полях 1 и 2 небольшие значения (1-2). Значения перемещения подвижки задаются в мм.



Убедитесь, что ничего не препятствует движению подвижки!

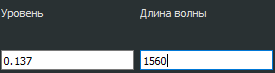
Ось X должна быть расположена вдоль направления распространения пучка излучения, а ось Y поперёк. В случае необходимости поменяйте оси местами: X <-> Y, или поменяйте направление движения по оси: Реверс X, Реверс Y.



Выставите нож в начальное положение либо при помощи клавиш на блоке управления (не рекомендуется), либо при помощи модуля управления подвижкой в приложении. Будьте осторожны, и убедитесь, что движению подвижки ничего не препятствует! Начальное положение должно быть по оси X в самой близкой к источнику излучения точке (выходному окну манипулы, выходной линзе и т/д). По оси Y нож должен быть выставлен таким образом, чтобы на 1-1.5 мм полностью перекрывать пучок излучения.

1. Запуск измерения

Укажите длину волны лазера в соответствующем поле. При необходимости скорректируйте уровень.



Установите нож в начальную точку (см. п. 4). Задайте в соответствующие поля величину и количество шагов по оси Y (поперёк пучка), а также величину и количество шагов по оси X (вдоль пучка). Будьте осторожны, и убедитесь, что движению подвижки ничего не препятствует! В случае, если будут заданы параметры перемещения, выходящие за допустимые пределы перемещения подвижки, будет показано уведомление, некорректные значения будут выделены красным шрифтом. Убедитесь, что направление движения ножа задано верно и он будет постепенно «открывать» пучок излучения.

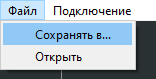
В случае, если подвижка и измеритель были подключены и были заданы корректные параметры перемещения, кнопка «Начать измерение» станет активна.



Запустите измерение. Подвижка придёт в движение, на графике начнут появляться точки.

1. Сохранение результатов

По окончании измерения перейдите в верхней части приложения: Файл -> Сохранять в…

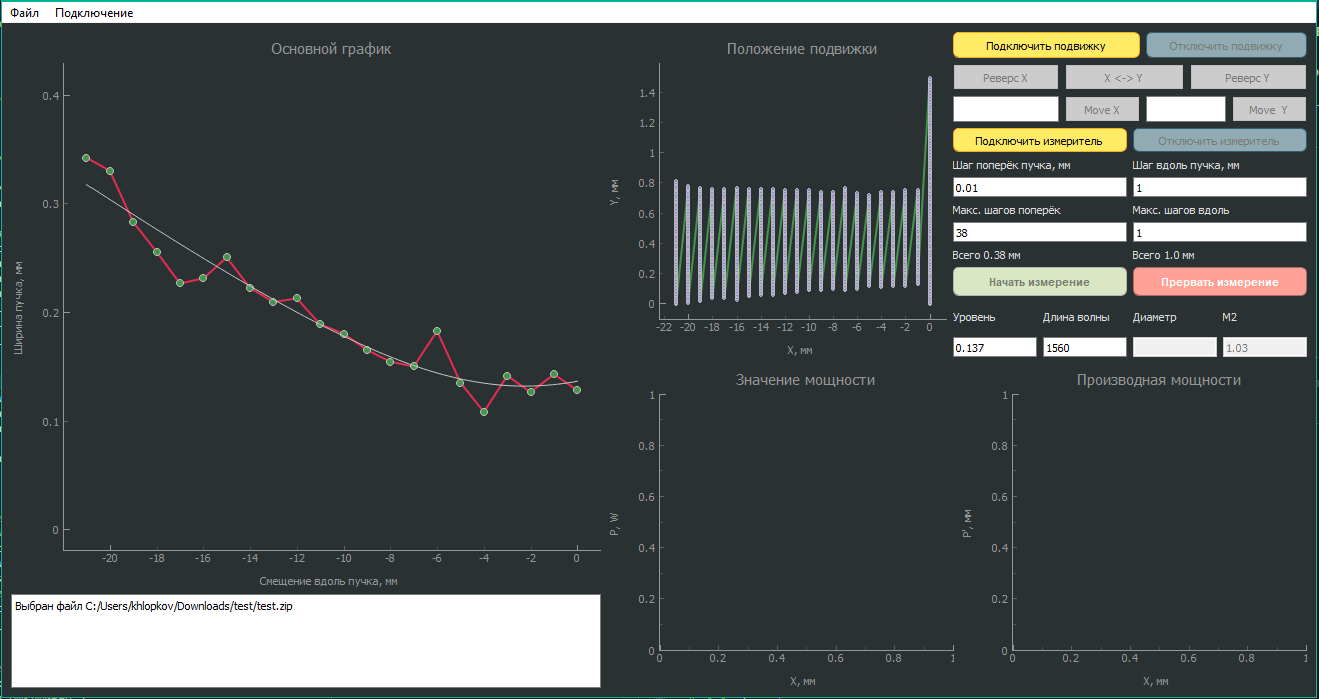


Откроется окно сохранения результатов.

1. Просмотр записей

Чтобы открыть запись, перейдите: Файл -> Открыть

На основном графике будет отображён график изменения диаметра пучка в зависимости от перемещения подвижки по оси X, а также график координат перемещения подвижки во время измерения.



Чтобы увидеть графики значения мощности и производной мощности для каждой конкретной точки, нажмите на интересующую точку на основном графике:

