

## Разработка устройства для определения поперечной структуры электромагнитного излучения

Скороходов Сергей Александрович

9 класс, МАОУ Лицей № 38 Нижнего Новгорода, Научное объединение «Школа юного исследователя» АНО ДО «Академ клуб», ИПФ РАН

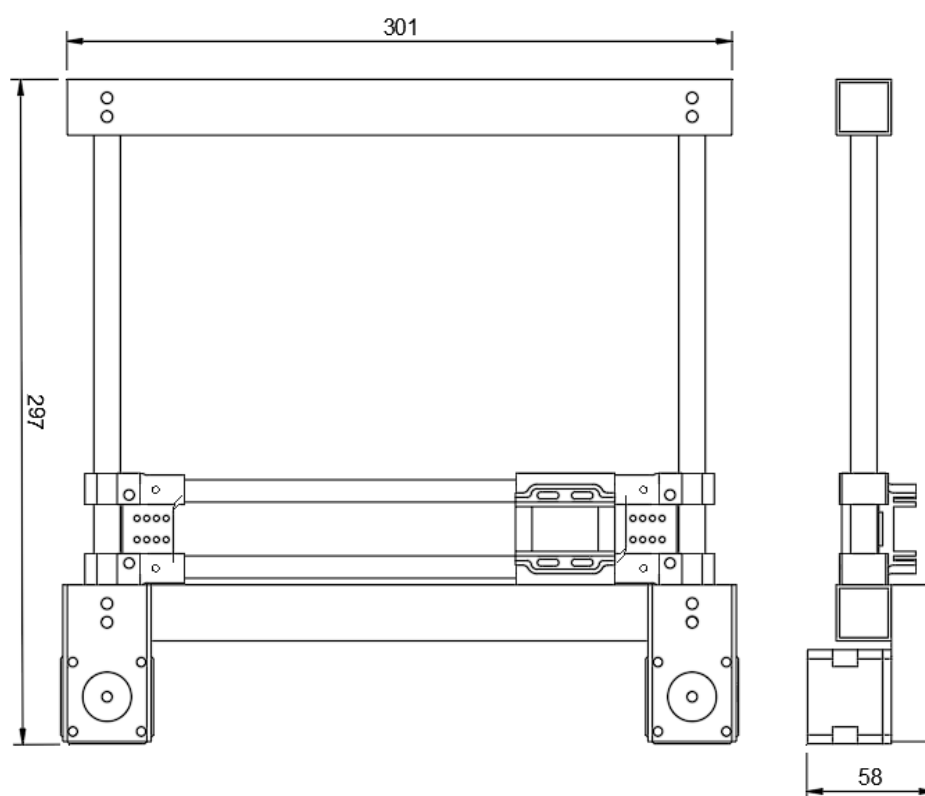
Научный руководитель Седов А. С.,

с.н.с. ИПФ РАН, доцент НГТУ им. Р.Е.Алексеева, к.ф.-м.н.



*Представлены результаты разработки и экспериментального исследования устройства для сканирования распределения интенсивности электромагнитного излучения на основе кинематики Nbot. Исходя из поставленных задач и предъявляемых технических требований, были выбраны материалы и комплектующие для реализации данного устройства, а также реализован пользовательский интерфейс для управления и выбора параметров сканирования. Для экспортирования и обработки массива полученных данных в фотографию формата png. была разработана и реализована специальная программа на языке программирования Python.*

На данный момент для научных и технологических задач используется множество различных источников электромагнитного излучения гигагерцового и терагерцового диапазона. При этом возникает потребность определения поперечной структуры выходного излучения (распределения интенсивности) в различных узлах прибора или передающей линии, что диктует использование или разработку детекторов, устройств и методов определения данной структуры.



**Рис. 1.** Габаритные размеры установки

В данной работе для описанных выше целей было предложено сканирующее двух координатное устройство с набором пользовательского интерфейса и визуализацией полученных результатов. После осуществления сканирования с заданным количеством точек по обеим осям полученный массив данных должен импортироваться в файл либо выводиться в виде изображения. В процессе обсуждения возможных вариантов механики данного устройства

было решено использовать кинематику 3D-принтеров, для передвижения стационарного датчика по двум осям.

Первый из рассмотренных вариантов реализации механики - декартова кинематика, без использования оси Y. Данная система сейчас часто используется на одних из самых простых и незамысловатых 3D принтерах.

Вторым возможным вариантом, кинематики устройства являлась система CoreXY, на данный момент она является одной из лучших систем позволяющая точно перемещать экструдер на 3D принтерах, но минус её в том, что разработать её было бы трудно.

Третьим рассматриваемым вариантом была кинематика HBot, внешне очень похожая на предыдущий вариант, но в этой конструкции используется только один зубчатый ремень, а во CoreXY два. После выбора, за основу системы передвижения каретки была взята кинематика – HBot, главным критерием выбора при этом стала простота реализации.

Рама установки создана из алюминиевых профилей. В качестве направляющих, по которым измерительное устройство (датчик) будет передвигаться в пространстве, были использованы алюминиевые трубы, а для крепежа шаговых двигателей алюминиевый швеллер. Выбор именно алюминия в качестве материала для установки, связан с простотой его обработки, относительной легкостью и прочностью.

Для передвижения каретки использовались два шаговых двигателя Nemo 17, в качестве платы управления использовался микроконтроллер Arduino Uno с драйвера DRV8825, для их соединения взята расширительная плата CNC Shield v3. Также использовались концевые кнопки, в качестве тестового датчика использовался фоторезистор, зубчатые ремни, шкивы, провода и другая элементы конструкции и крепежа. На рисунке 1 представлены габаритные размеры устройства (данная схема была изготовлена с помощью программы Fusion 360).

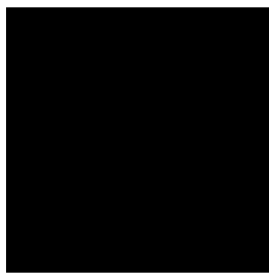
Для визуализации массива полученных с фоторезистора данных была создана программа на языке программирования Python, с использованием компилятора Microsoft Visual Studio.

Был разработан следующий функционал. Пользователь вводит в консоль программы размеры массива, сам массив и коэффициент расширения массива, получить файл изображения в формате png, который сохраняется в папке, где расположена программа.

Были произведены тестирования установки с использованием датчика освещённости в различных условиях. В первом эксперименте мы запустили установку в естественном освещении, результат на рисунке 2. В результате получили равномерно закрашенную картину с большим световым потоком, из чего был сделан вывод, что проводить эксперименты в таких условиях нецелесообразно из-за большой засветки. Поэтому, следующие эксперименты проводились в коробке, по предложению научного руководителя, где уровень освещения



**Рис. 2.** Естественное освещение



**Рис. 3.** Искусственное затемнение



**Рис. 4.** С фонариком телефона



**Рис. 5.** Фонарик с заслоном

меньше, что хорошо видно на рисунке 3. В третьем эксперименте мы использовали в качестве искусственного источника освещения фонарик мобильного телефона, рисунок 4. Видно, что интенсивность освещения фонарика, меньше чем у естественного (рис. 2). В четвертом эксперименте (рис. 5), мы заслонили наполовину фонарик телефона и запустили сканирование в коробке. Видно, что линия разреза между освещенной частью и закрытой под углом, сводится это к не совершенности реализации конструкции.

