

СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛИ АРХИМЕДА*А.Р. Нефедова*ФГБОУ ВО «МГТУ «Станкин», г. Москва
Научный руководитель А.В. Забелин

В современном машиностроении и приборостроении одним из часто используемых видов кривых является спираль Архимеда. Она широко используется при проектировании катушек индуктивности, спиральных теплообменников гидродинамических устройств, кулачков фиксаторов и исполнительных механизмов станков, а также пружин, создающих силовое замыкание и пр. Это связано с относительной простотой её формы. Спираль Архимеда – это кривая, описываемая точкой, движущейся равномерно поступательно вдоль луча, от его начала, являющегося центром спирали, при вращении этого луча вокруг центра с постоянной угловой скоростью. При этом она достаточно сложна, чтобы обладать таким замечательным свойством, как постоянство шага, что обуславливает многочисленные примеры применения в технике. Более того, спираль Архимеда активно используется в медицине (диагностика расстройств нервной системы человека) [1]. По этой причине в данном исследовании поднимается проблема автоматизированного определения параметров спиральных элементов различных объектов.

Цель работы – создание компьютерной программы для определения параметров спирали Архимеда (координат центра спирали x_0, y_0 и шага витков спирали p , см. рис. 1) по декартовым координатам точек, измеренных с помощью компьютеризированного универсального измерительного микроскопа.

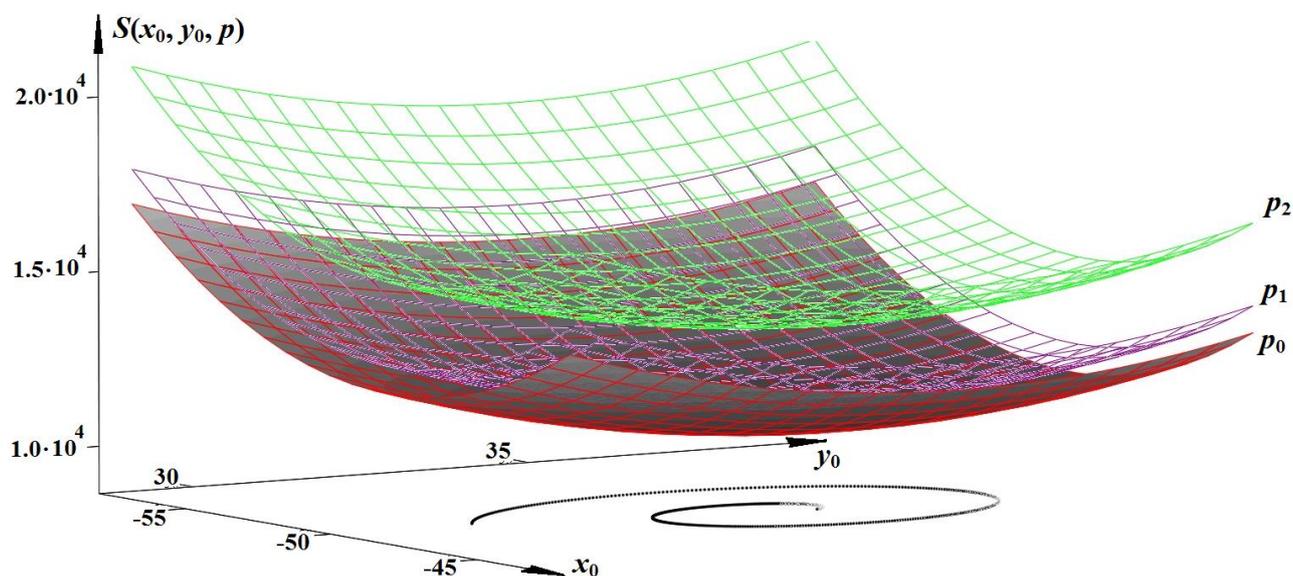


Рис. 1 – Процесс определения центра и шага идеальной спирали по минимуму суммы квадратов отклонений.

В задачи исследования входят:

- Изучение известных методов и алгоритмов определения параметров спиралей;
- Оценка эффективности и точности существующих алгоритмов и методов;
- При выявлении существенных недостатков в существующих методах и алгоритмах, разработка алгоритма, лишенного этих недостатков;

- Выбор и обоснование выбора наиболее перспективного алгоритма;
- Разработка прототипа компьютерной программы определения параметров спиральных элементов деталей на основе выбранного алгоритма;
- Разработка программы для тестирования и статистического исследования прототипа программы определения параметров спиральных элементов деталей;
- Расширение функциональности существующего программного обеспечения компьютеризированного универсального измерительного микроскопа за счёт внедрения разработанной подпрограммы.

В начале работы было обнаружено, что в свободном доступе имеется крайне мало информации по теме определения параметров спиралей. В частности были найдены всего две статьи с информацией об алгоритмах определения параметров спирали Архимеда [1] [2]. В ходе тестирования и анализа одного из них [2] были обнаружены существенные недостатки, не позволяющие применять этот алгоритм для решения прикладных задач. Другой же алгоритм [1] не предполагал поиска значения шага спирали. Вследствие чего была начата работа над созданием альтернативного алгоритма.

Альтернативный алгоритм строился на том, что для спирали Архимеда зависимость между полярным радиусом и полярным углом точки, принадлежащей спирали линейная [1]. Этот факт можно было использовать для перехода от задачи аппроксимации и нахождения параметров сложной изопериодической кривой к тривиальной задаче аппроксимации прямой.

Еще одним достоинством альтернативного алгоритма является то, что он позволяет находить параметры спирали, имея в доступе даже небольшую часть витка, с которого можно снять координаты.

Для оценки значений координат центра спирали использовался метод определения центра окружности по трём точкам. Для уточнения координат центра был предложен метод перебора значений в окрестности оценок координат и отслеживания приближенности к истинным координатам центра по минимуму суммы квадратов отклонений полярных радиусов экспериментальных точек от радиусов точек идеальной спирали.

На данный момент, на основе альтернативного алгоритма создан прототип компьютерной программы. Также создана компьютерная программа, позволившая в автоматизированном режиме провести тестирование и сбор статистической информации для определения величин, влияющих на точность работы программы-прототипа. Выявлены оценочные значения влияющих параметров, таких как погрешность определения координат – исходных данных, угол сектора спирали, доступный для измерения и номинальные значения шага измеряемой спирали.

В конечном итоге данная работа станет достойным продолжением работ по компьютеризации измерительных приборов, которые проводятся на кафедре «Измерительных информационных систем и технологий» МГТУ «Станкин».

Литература

1. Wang H1, Yu Q, Kurtis MM, Floyd AG, Smith WA, Pullman SL. Spiral analysis-improved clinical utility with center detection// J Neurosci Methods. 2008 Jun 30;171(2):264-70. (Хунчжи Ванг, Ципин Ю, Моника М. Куртис, Алисия Дж. Флойд, Уитни А. Смит, Сет Л. Пуллман. Анализ рукописных спиралей — повышенная эффективность диагностики в клинических условиях за счет точного определения центра спирали// Журнал нейробиологических методов. 2008. №171. С. 264–270.).
2. Mishra, Sudhanshu K., An Algorithm for Fitting Archimedean Spiral to Empirical Data (April 16, 2004). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=531542> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.531542> [дата обращения 28.02.2019] (Судханшу К. Мишра. Алгоритм подбора архимедовой спирали к экспериментальным данным// Сеть социальных исследований (SSRN) Электронный журнал. 2004. 10.2139/ssrn.531542).