**Вычисление геометрических параметров пружин оптическим методом**

***Суров Данил Павлович***

*Студент второго курса*

*Сибирский государственный университет путей сообщения*

*Факультет бизнес-информатики, Новосибирск, Россия*

*E-mail:* [*danil.surov.03@mail.ru*](mailto:danil.surov.03@mail.ru)

Измерение пружин рессорного комплекта является важной проблемой вагоноремонтного комплекса. На данный момент все измерения проводятся вручную, на поверенной поверхности, с помощью штангенциркуля и мерных стаканов [2, 4]. Таким способом на измерение одной пружины требуется около трех минут. Учитывая, что на один вагон приходится до 56 пружин, а за день требуется осмотреть более десятка, такое время является недопустимым.

Для решения проблемы был выбран оптический метод, который заключается в измерении геометрических параметров пружин с помощью камер. Для реализации необходимо изготовить короб, в который бы помещались камеры и объект измерения, и разработать программное обеспечение для данных камер.

Перед сборкой короба была создана концептуальная модель (см. Рис. 1).

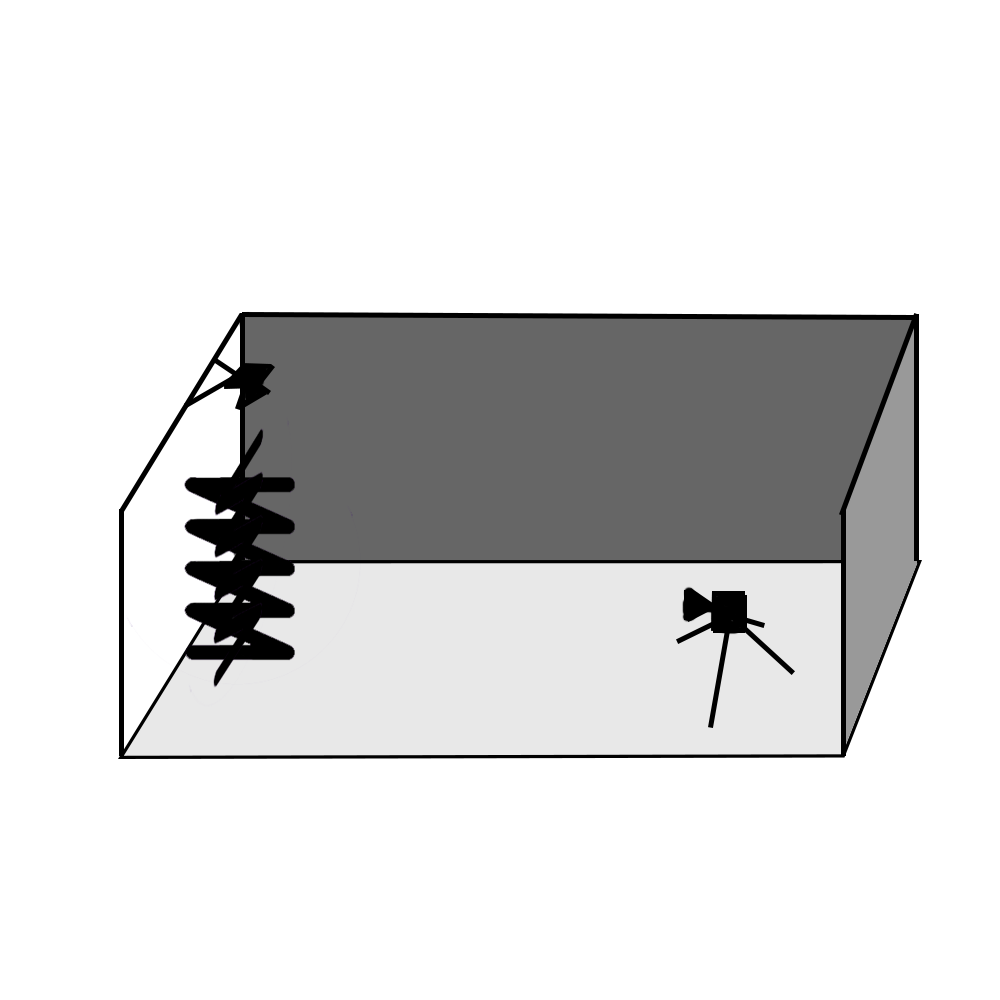


Рисунок 1 – Концептуальная модель короба

Процесс измерения в общих чертах происходит следующим образом: пружина помещается в короб, вплотную к боковой поверхности, так чтобы верхняя камера находилась по центру. Далее производятся два снимка и загружаются в программное обеспечение. Сначала рассматривается горизонтальное фото, для определения высоты: находится верхняя точка по контрасту со светлой стеной путем программного перебора каждого пикселя. Далее аналогичным образом находятся координаты отрезков внешнего и внутреннего диаметра, после чего все полученные значения в пикселях переводятся в миллиметры, с помощью заранее снятых координат сетки, у которой известны все стороны и выводятся на экран.

Программное обеспечение состоит из трех приложений:

1. основное приложение Search Spring, в котором происходит поиск координат точек пружины на фото, расчёт необходимых параметров и вывод на экран;
2. программа ScanSQR, производящая поиск координат сетки и запись их в текстовые фалы для основных расчётов;
3. приложение Calibrate Camera Position, с помощью которого регулируется угол наклона камера, если после физического взаимодействия с коробом, этот угол изменился относительно начального.

Интерфейс основной программы состоит из 3 вкладок: первая предназначена для рабочих, на ней выводятся все искомые величины (см. Рис. 2),

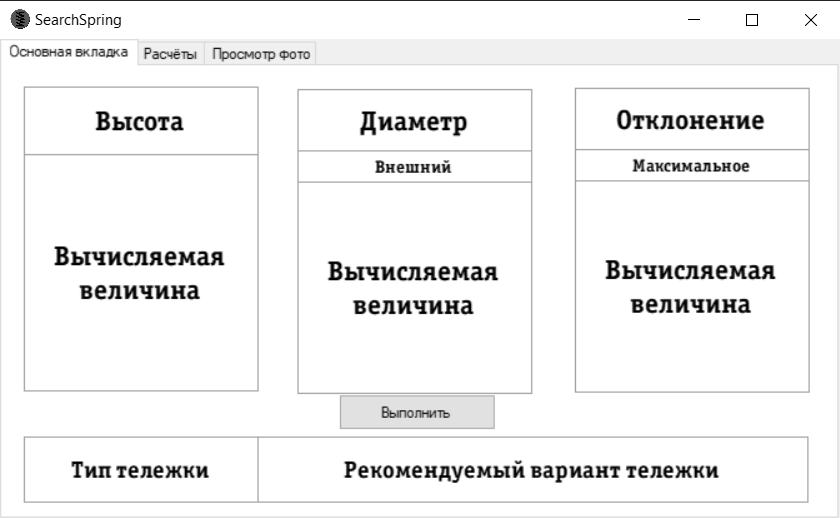


Рисунок 2 – Основная вкладка Search Spring

вторая представляет собой панель разработчика, в которой регулируются основные данные расчёта (см. Рис. 3),

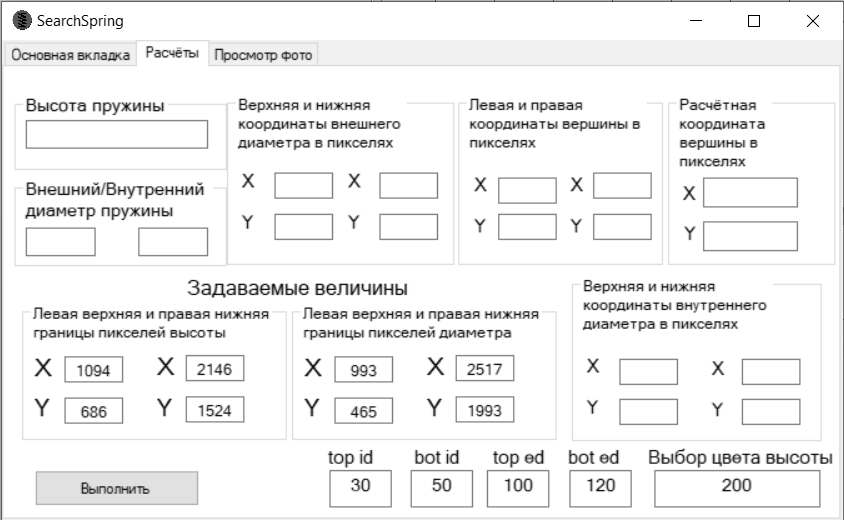


Рисунок 3 – Вкладка разработчика Search Spring

на третьей можно рассмотреть фотографии и точки, от которых производит расчёты программа (см. Рис. 4).

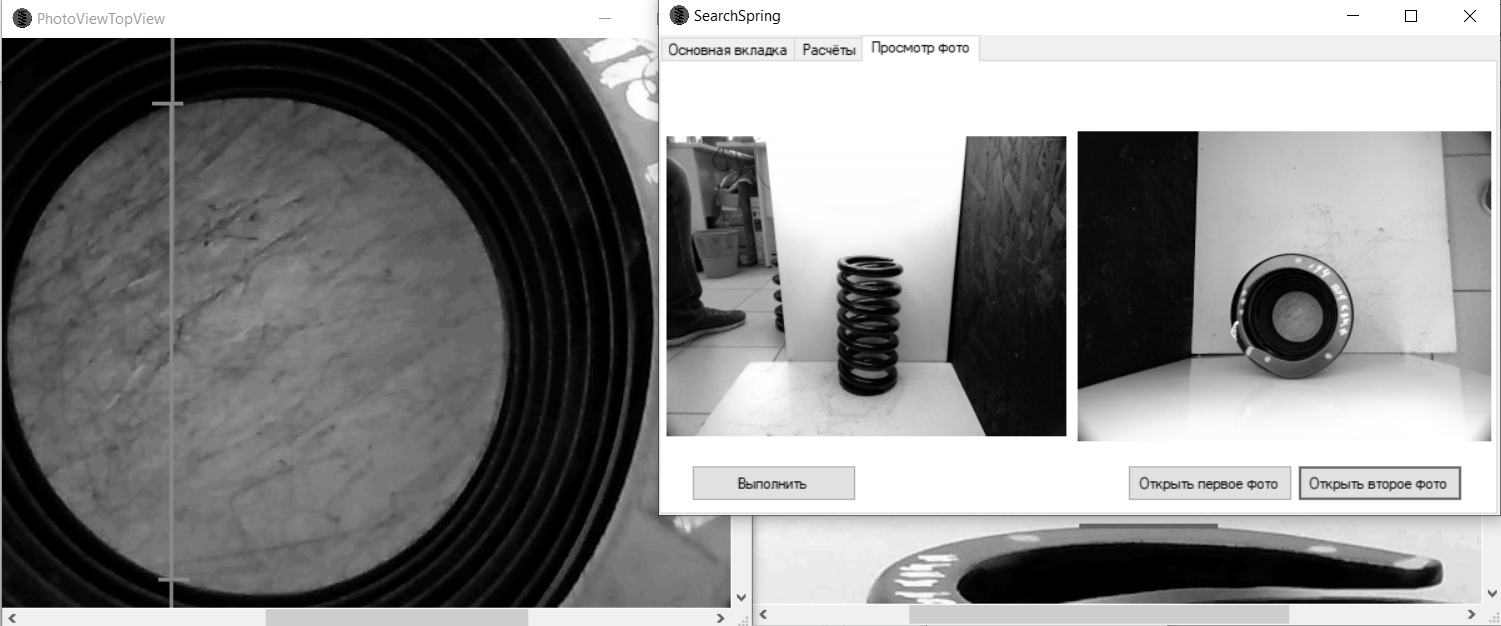


Рисунок 4 – Просмотр фото Search Spring

Интерфейс программы ScanSQR включает себя поля для занесения координат ограничивающих фотографию для поиска координат сетки, кнопку для сохранения файла, который в последствии будет использован в Search Spring и кнопку для вывода найденных точек сетки (см. Рис. 5).

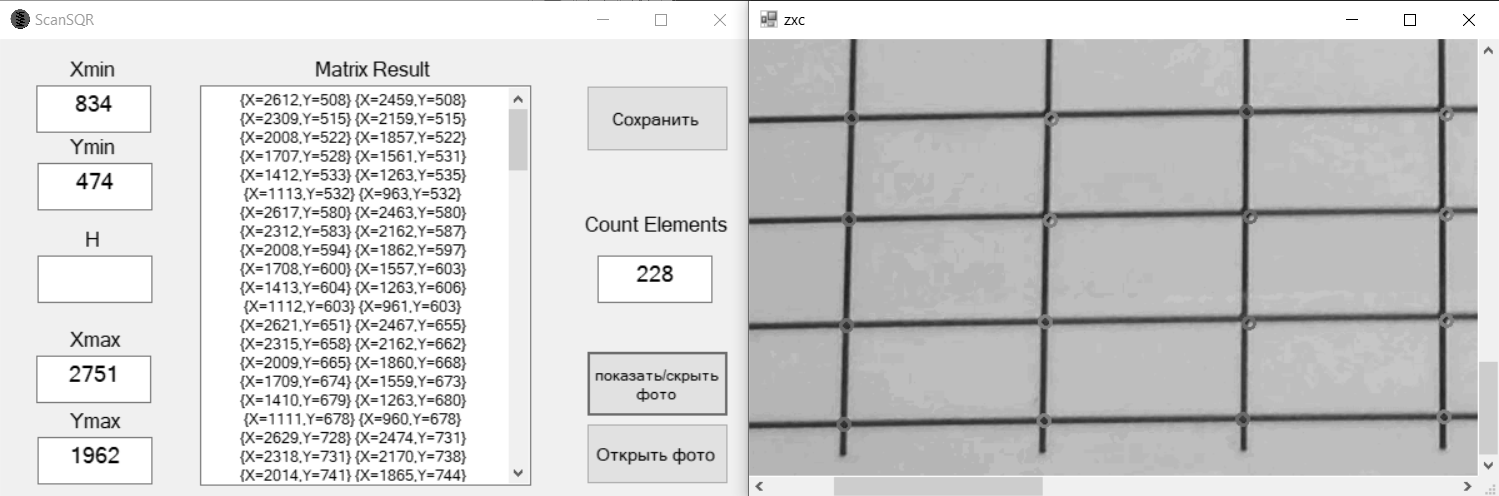


Рисунок 5 – Интерфейс программы ScanSQR

Интерфейс программы Calibrate Camera Position состоит из поля выбора камеры и поля вывода изображения с 4 кругами, указывающими на статические точки на корпус (cм. Рис. 6)

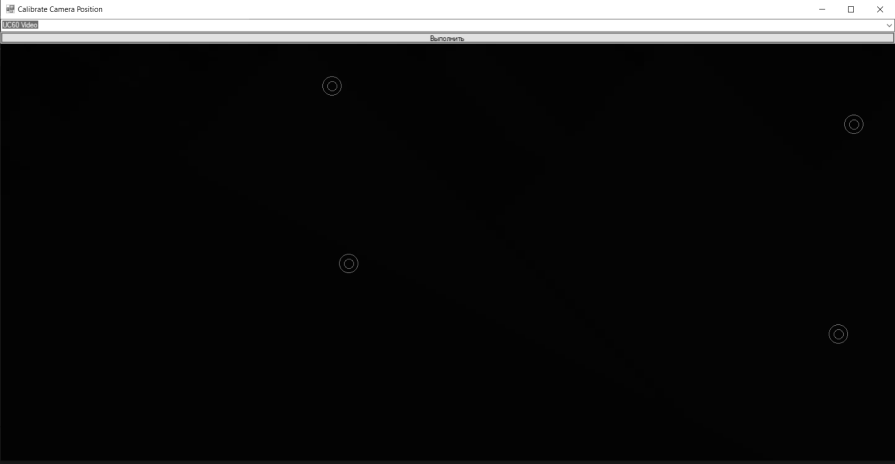


Рисунок 6 – Интерфейс программы Calibrate Camera Position

Таким образом, был собран короб и разработан комплекс приложений, с помощью которого, достигается необходимая точность, с погрешностью не более миллиметра, а время измерения одной пружины сокращается до 15 секунд, что значительно ускоряет работу и снижает шанс некачественного ремонта, вызванного недостатком времени.

**Литература**

1. Bekher, S., Kolomeets, A. Automation of control processes in the non-destructive testing units. MATEC Web of Conferences, 2018, 239, 01025. doi: 10.1051/matecconf/201823901025
2. 32 ЦВ 052-2009 Руководящий документ. Общее руководство по ремонту тележек грузовых вагонов.
3. Венедиктов, А. З. Измерение геометрических параметров сложных цилиндрических объектов / А. З. Венедиктов, О. В. Пальчик // Датчики и системы. – 2005. – № 1. – С. 24-28.
4. Мещерин, Ю. В. Работа пружин рессорного подвешивания тележек грузовых вагонов / Ю. В. Мещерин, Э. М. Сорочкин // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 9.