

РАЗДЕЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4604740>

УДК 620.178.53

ПРОГРАММИРОВАНИЕ LABVIEW ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРАЦИИ ШПИНДЕЛЯ СТАНКА С ЧПУ

А. Рияд,
магистрант 2-го года обучения, напр. «Машиностроение»
А.А. Молчанов,
научный руководитель,
к.т.н., доц. кафедры МТ-1 (Металлорежущие станки),
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва

Аннотация: LabVIEW (Лаборатория виртуальных инструментальных средств) набирает популярность как графический язык программирования, особенно для сбора данных и измерений. Это связано с огромным количеством карт сбора данных и измерительных систем, которые могут поддерживаться LabVIEW, а также относительной легкостью программирования передового программного обеспечения. Основная цель этой статьи – написать программное обеспечение для мониторинга и анализа вибрации шпинделя с использованием популярных инструментов LabVIEW. В текущем исследовании программное обеспечение NI LabVIEW было использовано для разработки платформы для испытаний на вибрацию для выборки сигнала вибрации шпинделя фрезерного станка с ЧПУ и обработки данных. В этом программировании ввод DAQ (сбор данных) находится во временной области. Используя программу анализатора БПФ (быстрое преобразование Фурье), программа преобразует график временной области в частотную область и, наконец, регистрирует частоту, соответствующую максимальной амплитуде или пику амплитуды, с помощью пикового детектора после анализатора БПФ.

Ключевые слова: система сбора данных, LabVIEW, вибрационный сигнал, БПФ, детектор пиков, анализ сигналов, ЧПУ, шпиндель

LABVIEW PROGRAMMING FOR ANALYSIS OF SPINDLE VIBRATION OF CNC MACHINE

A. Riyadh,

2nd year undergraduate Student, ex. "Mechanical engineering"

A.A. Molchanov,

Scientific Director,

Ph.D., Associate department MT-1 (Metal-cutting machines),

MSTU named after N.E. Bauman,

Moscow city

Annotation: LabVIEW is gaining popularity as a graphical programming language, especially for data acquisition and measurement. This is due to the sheer number of acquisition cards and measurement systems that LabVIEW can support, and the relative ease of programming advanced software. The main goal of this article is to write spindle vibration monitoring and analysis software using popular LabVIEW tools. In the current study, NI LabVIEW software was used to develop a vibration testing platform for sampling the vibration signal from the spindle of a CNC milling machine and processing data. In this programming, the DAQ input (data acquisition) is in the time domain. Using the FFT (Fast Fourier Transform) analyzer program, the program converts the time domain plot to the frequency domain and finally records the frequency corresponding to the maximum amplitude or peak amplitude using a peak detector after the FFT analyzer.

Keywords: data acquisition system, LabVIEW, vibration signal, FFT, peak detector, signal analysis, CNC, spindle

Введение. Измерение вибрации очень необходимо в механической и электротехнической промышленности для проверки работоспособности машины и проведения профилактических мероприятий до того, как произойдет сбой или серьезная неисправность [1]. Станки не могут производить точные детали, если снижение производительности из-за износа их подсистем (например, шпиндельных узлов) не идентифицируется и не контролируется. Соответствующие действия по техническому обслуживанию задерживают возможный износ и сводят к минимуму время простоя системы обработки, что приводит к снижению производительности и увеличению производственных затрат. Измерение и мониторинг состояния станков становятся все более важными из-за внедрения гибкого производства и повышенных требований к точности продукции [2]. Техники технического обслуживания по состоянию (CBM), такие как мониторинг вибрации, становятся очень привлекательным методом для компаний,

эксплуатирующих дорогостоящие машины и компоненты. Одна из наиболее распространенных проблем вращающегося оборудования, такого как шпиндельные узлы станков, – это состояние подшипников [3]. Анализ вибрации может диагностировать повреждение подшипника путем измерения общей вибрации шпинделя или, точнее, высокочастотными методами. Вибрация измеряется различными типами преобразователей, такими как преобразователь переменного сопротивления, пьезоэлектрический преобразователь, электродинамический преобразователь. Эти преобразователи дополнительно подключены к DAQ. Программное обеспечение для измерения вибрации использует систему сбора данных DTS Slice, Vibrometra, анализаторы OROS, программное обеспечение Vibration VIEW, анализатор спектра UEI.NI LabVIEW – это программное обеспечение, основанное на графическом языке. Эти VI позволяют нам использовать устоявшуюся передовую цифровую обработку сигналов, не составляя ни единой строчки кода [4].

1. Настройка оборудования.

На рисунке 1 находим, содержит датчик / преобразователь вибрации, устройство сбора данных и компьютер. Преобразователь собирает сигналы и преобразует их из неэлектрической в электрическую форму. Пьезоэлектрические акселерометры подключены к четырем различным каналам модуля 9234 DAQ. Данные были проанализированы в программе LabVIEW на компьютере.

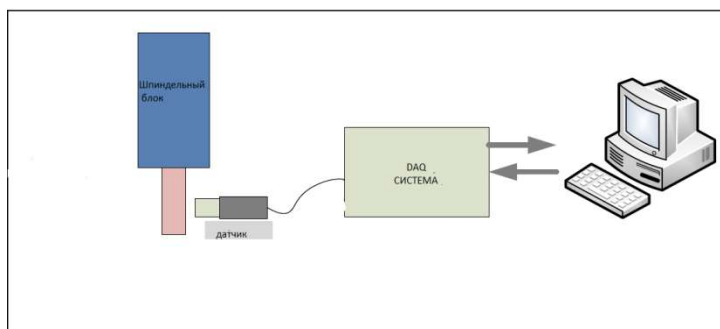


Рисунок 1 – Настройка оборудования

2. Механизм действия.

Для измерения вибрации мы рисуем временную область и частотный диапазон, вибрационный преобразователь, акселерометр, установлен на промышленном устройстве, которое преобразует ускорение в аналоговые сигналы.

Вибрационный сигнал, полученный от устройства, был передан в программу LabVIEW [5]. DAQ преобразует аналоговый сигнал в цифровой. Для частотного анализа программа преобразует диаграмму временной области в частотное поле, используя БПФ-анализатор. Наконец, он выбирает частоту, соответствующую наибольшей амплитуде (пиковой амплитуде), используя пиковый детектор после анализатора БПФ. Сравнивая результаты, полученные при программировании в LabVIEW, мы заключаем, где наблюдается наибольшая амплитуда вибрации, и сравниваем результаты с частотным диапазоном, и, следовательно, легко проанализировать влияние вибрации на шпиндель [6].

3. Аппаратные средства.

3.1. Акселерометр AC102-1A (общего назначения).

Акселерометр – это датчик, который измеряет динамическое ускорение физического устройства в виде напряжения. Акселерометры представляют собой полноконтактные преобразователи, обычно устанавливаемые непосредственно на высокочастотные элементы, такие как подшипники качения, редукторы или вращающиеся лопасти. Эти универсальные датчики также могут использоваться при измерениях ударов (взрывы и испытания на отказ) и при более медленных измерениях низкочастотной вибрации [7]. Преимущества акселерометра включают линейность в широком диапазоне частот и большой динамический диапазон. По нашему опыту, мы используем акселерометр AC102-1A.

3.2. NI USB-4431.

DAQ – это процесс выборки сигналов, которые измеряют реальные физические условия и преобразование полученных выборок в цифровые числовые значения, которыми можно управлять с помощью компьютера [8]. Системы сбора данных обычно преобразуют аналоговые сигналы в цифровые значения для обработки. По нашему опыту, мы используем акселерометр NI USB-4431.

4. Программное обеспечение.

NI LabVIEW – это программное обеспечение, основанное на графическом языке. Эти ВП позволяют нам использовать сложившуюся сложную цифровую обработку сигналов без написания единой строки кода. Панель вывода программного обеспечения показывает график временной области. График временной области не может дать в основном детали, которые могут быть получены из частотной области, так что с помощью анализатора БПФ временная область преобразуется в частотную область.

Представляет собой комплексное программное решение для всех приложений контроля звука, шума и вибрации, а также состояния оборудования. Основанный на возможностях открытого анализа и гибкой библиотеке измерений, NI Sound and Vibration Measurement Suite и NI Sound

and Vibration Toolkit представляют уникальный программный подход к измерениям для создания индивидуальных приложений.

Программные пакеты для звука и вибрации состоят из двух компонентов:

- NI Sound and Vibration Assistant;
- LabVIEW Analysis Vis [7].

5. Программирование LabView.

В настоящем исследовании программирование LabVIEW использовалось для анализа вибрации, в котором обнаружение максимальной амплитуды и соответствующей частоты, а также выбор всех пиков выше порогового значения.

С помощью этой программы частота и амплитуда были представлены на графике, благодаря чему временную и частотную области легко визуализировать и понять. Программирование показано на рисунке 2. А компоненты были объяснены ниже.

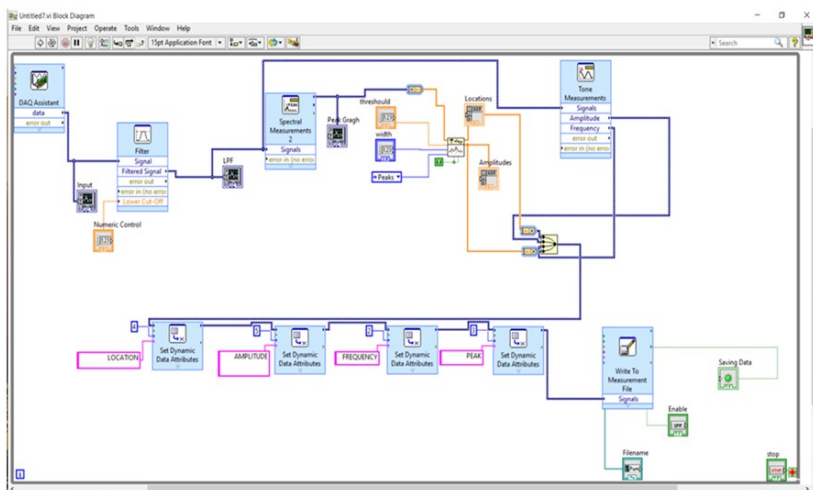


Рисунок 2 – Программирование LabView

5.1. DAQ Assistant и фильтрация сигналов.

Сигналы, поступающие от DAQ, собирались ассистентом DAQ при программировании. В ассистенте DAQ подавался различный тип входных сигналов. Динамические данные передаются по проводам от DAQ помощника к фильтру. Фильтр используется для устранения низкочастотных сигналов, оступающих от преобразователя. Выходные фильтрованные

данные отображаются на графике смешанных сигналов, который подключен к выходу фильтра, как показано на рисунке 3.

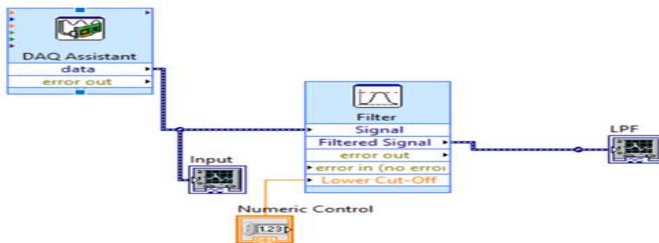


Рисунок 3 – DAQ assistant и фильтрация сигналов

5.2. Спектральные измерения и график смешанных сигналов.

Отфильтрованные данные поступали для спектрального измерения в БПФ анализатор. В БПФ входящие данные временной области были преобразованы в частотную область. Любые данные волны или сигнала были последовательной комбинацией амплитуды, частоты и времени. Спектральный анализ принимает отдельные синусоиды для дальнейшего анализа. И результаты результата приходят в частотной области, в которой амплитуда является функцией частоты. Выход БПФ наблюдался в графическом представлении с использованием графа смешанного сигнала, как показано рисунок 4.



Рисунок 4 – Спектральное измерение

5.3. Пиковый детектор.

Детектор пиков был использован для обнаружения всех пиков, присутствующих на выходе БПФ. Преобразователь типа данных используется для преобразования динамических данных в данные типа массива, поскольку для ввода в пиковый детектор требуются данные типа массива, как показано рисунок 5.

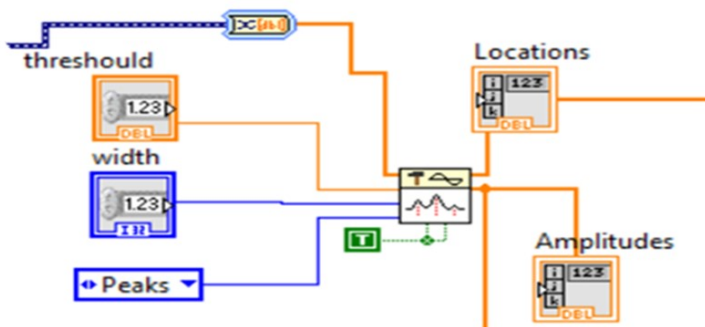


Рисунок 5 – Пиковый детектор

5.4. Найти амплитуду и частоту.

Мы используем эти измерения одного тона, чтобы найти следующие варианты: амплитуда и частота, как показано на рисунке 6.

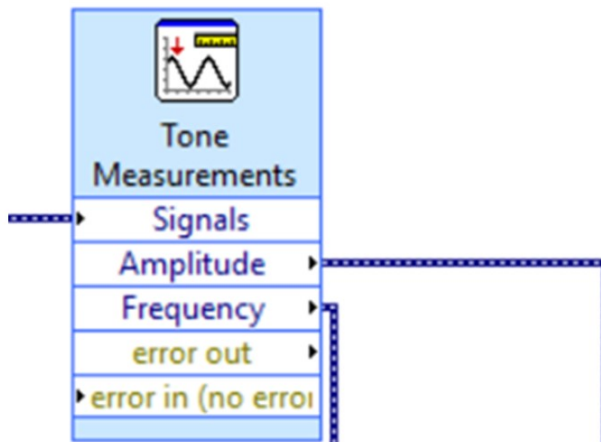


Рисунок 6 – Найти амплитуду и частоту

5.5. Запись в файл измерений.

Для сохранения данных и результатов в LabVIEW существует программа. Сигнал слияния используется для объединения всех сигналов для сохранения в одном формате. Заданные атрибуты динамических данных используются для сбора отдельных данных, поступающих от сигнала

слияния, и отправки оставшихся данных в следующий атрибут. Запись в измерение используется для сохранения файлов в формате .xlsx и LVM, как показано на рисунке 7.

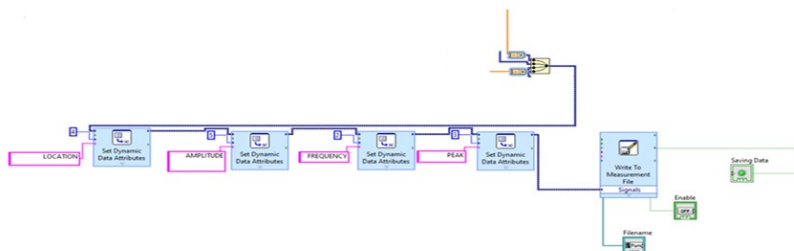


Рисунок 7 – Записать в файл измерений

6. Экспериментальная установка.

Для проверки программирования LabVIEW на станке с ЧПУ установлена система механических испытаний на вибрацию, как показано на рисунке 8.

В тестовых экспериментах акселерометр используется как датчик вибрации и крепится прямо на шпиндель. Затем эти акселерометры подключаются к DAQ, а затем к компьютеру с программным обеспечением LabVIEW. Результаты вибрации были сняты во время резки. Результаты были сохранены в формате Excel с помощью записи в файл измерений. Сравнивая результаты в частотной области, можно легко проанализировать влияние вибрации на шпиндель.

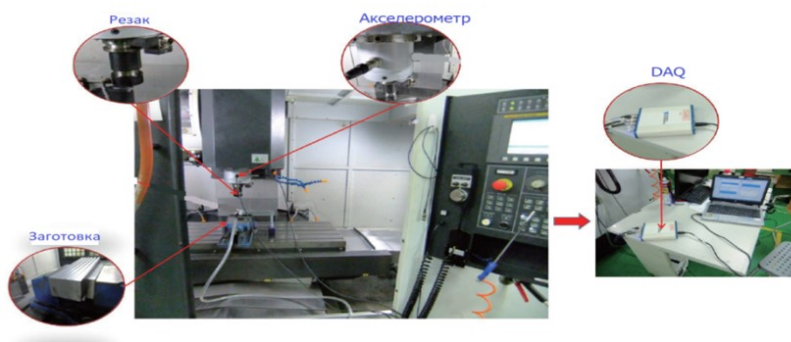


Рисунок 8 – Экспериментальная установка

7. Результаты эксперимента.

Сигнал вибрации, полученный от шпинделя, был передан в программу LabVIEW, и были получены следующие результаты, как показано на рисунке 9.

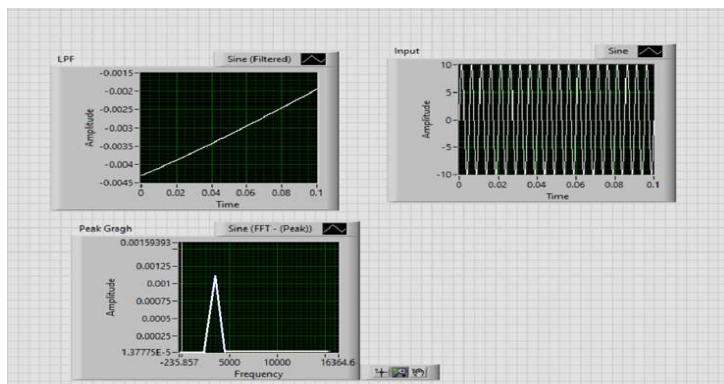


Рисунок 9 – Результаты эксперимента

На рисунке 9 показан ввод DAQ во временной области. А для частотного анализа программа преобразует график временной области в частотную с помощью анализатора БПФ и, наконец, после анализа БПФ определяет частоту, соответствующую максимальной амплитуде или пиковой амплитуде, с помощью детектора пиков. Сравнивая результаты в частотной области, вы можете легко проанализировать влияние вибрации на шпиндель.

Вывод. Экспериментальные результаты показывают, что изучение и анализ вибрации любых машин с использованием программирования LabVIEW более прост, удобен и нагляден, чем любой другой текстовый язык, и эта система тестирования вибрации не только может выполнять сбор данных в режиме реального времени для многоканального сигнала, но также имеет хорошие характеристики как расширяемость, высокая скорость и удобный интерфейс.

Список литературы

- [1] Young Jonathan C. Vibration analysis using a mems accelerometer. / Jonathan C. Young. – United States Coast Guard Academy, 2000.
- [2] Martin K.F. A Review by Discussion of Condition Monitoring and Fault Diagnosis in Machine Tools. / K.F. Martin. // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 1994. vol. 34. No. 4. 527-551 pp.

[3] Rastegari A. Implementation of Condition Based Maintenance in Manufacturing Industry. / A. Rastegari, M. Bengtsson. // IEEE International Conference on Prognostics and Health Management. – Washington, USA, 2014.

[4] Jamil I.A. Vibration data acquisition and visualization system using MEMS accelerometer. / I.A. Jamil, M.I. Abedin, D.K. Sarker. // International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT). – 2014.

[5] LabVIEW application for analysis of mechanical vibrations from industrial environment. / L. Lita, D.A. Visan, G. Mujea, G. Ghita. – Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress, 28th International Spring Seminar on, 2005.

[6] Kang Li Li. Data acquisition and vibration analysis based on LabVIEW. / Li Li Kang, Ze Zhang, Jian Ming Yu. // Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications Ltd. – 2013. Vol. 239.

[7] Инженер Амбициоз. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ni.com>. (дата обращения: 18.02.2021).

[8] Специалисты по сбору данных, обработке сигналов и передаче данных. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dataforth.com>. (дата обращения: 18.02.2021).

Bibliography (Transliterated)

[1] Young Jonathan C. Vibration analysis using a mems accelerometer. / Jonathan C. Young. – United States Coast Guard Academy, 2000.

[2] Martin K.F. A Review by Discussion of Condition Monitoring and Fault Diagnosis in Machine Tools. / K.F. Martin. // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 1994. vol. 34. No. 4. 527-551 pp.

[3] Rastegari A. Implementation of Condition Based Maintenance in Manufacturing Industry. / A. Rastegari, M. Bengtsson. // IEEE International Conference on Prognostics and Health Management. – Washington, USA, 2014.

[4] Jamil I.A. Vibration data acquisition and visualization system using MEMS accelerometer. / I.A. Jamil, M.I. Abedin, D.K. Sarker. // International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT). – 2014.

[5] LabVIEW application for analysis of mechanical vibrations from industrial environment. / L. Lita, D.A. Visan, G. Mujea, G. Ghita. – Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress, 28th International Spring Seminar on, 2005.

[6] Kang Li Li. Data acquisition and vibration analysis based on LabVIEW. / Li Li Kang, Ze Zhang, Jian Ming Yu. // Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications Ltd. – 2013. Vol. 239.

[7] Engineer Ambitious. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ni.com>. (date of access: 18.02.2021).

[8] Specialists in data collection, signal processing and data transmission. [Electronic resource]. – URL: <https://www.dataforth.com>. (date of access: 18.02.2021).

© А. Рияд, 2021

Поступила в редакцию 14.02.2021

Принята к публикации 25.02.2021

Для цитирования:

Рияд А. Программирование LABVIEW для анализа вибрации шпинделя станка с ЧПУ // Инновационные научные исследования : сетевой журнал. 2021. № 2-3(4). С. 6-16. URL: <https://ip-journal.ru/>