

УДК 004.6+534-16

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ДЛИННЫХ РЕАЛИЗАЦИЙ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ



**П.Ю. Бранцевич**

*Ведущий научный сотрудник НИЛ  
«Вибродиагностические системы»,  
кандидат технических наук, доцент*

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Республика Беларусь. Ведущий научный сотрудник НИЛ «Вибродиагностические системы» БГУИР.  
E-mail: branc@bsuir.edu.by.*

### **П.Ю. Бранцевич**

*С 1985 года работал в области разработки архитектуры, методов, алгоритмов и программного обеспечения компьютерных систем и комплексов для определения метрологических характеристик виброизмерительных преобразователей и виброустановок, решения задач вибрационного контроля, мониторинга, диагностики и автоматизации защиты многоопорных механизмов с вращательным движением. Разработал системы поддержки принятия решений по оценке технического состояния сложных механизмов и агрегатов по вибрационным параметрам и характеристикам. Являлся научным руководителем и исполнителем четырех заданий Государственной научно-технической программы (ГНТП) «Энергетика», двух заданий ГНТП «Защита от чрезвычайных ситуаций», четырех заданий ГПНИ «Диагностика», более ста хозяйственных договоров.*

**Аннотация.** С начала 90-х лабораторией вибродиагностических систем начато внедрение и промышленная эксплуатация компьютерных систем непрерывного вибрационного контроля и мониторинга сложных агрегатов роторного типа, которые формируют временные тренды для 14 вибрационных параметров, в с временным шагом 1-8 секунд по каждой точке (12-33) контроля на эксплуатируемом объекте. Таким образом, были созданы компьютерные системы больших данных, которые в последующем стали автоматически принимать решения о защитном отключении агрегатов с вращательным движением по индивидуальным вибрационным параметрам. В настоящее время созданы компьютерные и встраиваемые многоканальные системы, регистрирующие длинные (десяtkи минут, часы, сутки), реализации вибрационных сигналов, с частотой дискретизации 2-100 кГц, которые непрерывно отражают вибрационное состояние исследуемого механизма в разных режимах работы. Разработаны программные средства быстрой автоматизированной многофункциональной обработки полученных данных, для предоставления пользователю требуемой информации об изменении технического состояния контролируемого объекта. В качестве примера, сравниваются разложение на периодическую и шумоподобную составляющие, полосовой спектральный анализ, вейвлет анализ, преобразование Гильберта-Хуанга, как способы оперативного анализа исходных вибрационных сигналов, полученных при возникновении аварийно-опасной ситуации в ходе эксплуатации детандер-генераторного агрегата (ДГА).

**Ключевые слова:** вибрация, сигнал, анализ, спектр, вейвлет, мода, преобразование.

### **Введение.**

Для получения информации о вибрационном состоянии контролируемого оборудования и его анализа в настоящее время целесообразно применение измерительно-вычислительных комплексов и систем, систем распределённого сбора и централизованной обработки, позволяющих непрерывно отслеживать состояние объекта, фиксировать редкие и кратковременные аномальные ситуации, хранить большие объёмы полученных данных, реализовывать разнообразные алгоритмы обработки и диагностирования. Вопросы построения таких систем для целей контроля общего уровня вибрации,

её отдельных спектральных составляющих, вибрационных характеристик пусков и выбегов в определенной мере проработаны [1-6].

Одними из наиболее эффективных, являются многоканальные стационарные измерительные компьютерные комплексы или системы для непрерывного вибрационного контроля. Они получают информацию различного типа (СКЗ общего уровня, спектральные составляющие вибрации, фазовые вектора, гистограммы распределений и т. д.) при непрерывной работе, и сохраняют длинные реализации полученных данных, а также выполняют функции предупредительной сигнализации и (или) защиты. Такой режим работы обеспечивает комплексный контроль технического состояния объекта и позволяет обнаруживать редко происходящие и кратковременные аномальные ситуации, что способствует выявлению зарождающихся дефектов на самых ранних стадиях. Подобные системы имеют относительно высокую стоимость. Однако, несомненна целесообразность их применения на экономически и жизненно важных, дорогостоящих технических объектах [2-8].

### **Обработки вибросигналов при анализе аварийно-опасной ситуации на ДГА.**

При эксплуатации сложных механизмов и агрегатов роторного типа с помощью штатных компьютерных измерительно-вычислительных комплексов решаются задачи текущего вибрационного контроля, мониторинга и защиты [4, 5, 7].

Рассмотрим ситуацию изменения вибрационного состояния детандер-генераторного агрегата (ДГА) при некоторых изменениях режимов его эксплуатации.

ДГА состоит из:

- турбодетандера (турбины) (рис. 1), функционирующей на основе использования энергии перепада давления природного газа, при его дросселировании перед сжиганием (3 точки контроля интенсивности вибрации: вертикальное, горизонтальное-поперечное, осевое направления). Частота вращения вала турбины  $9600 \text{ мин}^{-1}$  (160 Гц);
- генератора мощностью 10 МВт (4 точки контроля интенсивности вибрации: вертикальные и горизонтальные-поперечные направления вибрации подшипниковых опор);
- редуктора, осуществляющего понижение частоты вращения вала с  $9600 \text{ мин}^{-1}$  (160 Гц) до  $3000 \text{ мин}^{-1}$  (50 Гц) (3 точки контроля интенсивности вибрации) (рисунок 2).



Рисунок 1. Турбина ДГА

Во время эксплуатации ДГА в некоторых режимах его работы штатной системой вибрационного контроля [8, 9] были зафиксированы факты скачкообразного изменения среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости вертикального направления турбодетандера (рисунок 3). Периодичность опроса каждого датчика вибрации 2 секунды.

Для выяснения причин возникновения такой ситуации зарегистрирован, а затем проведен анализ непрерывного вибрационного сигнала [8-9], возбуждаемого на корпусе турбодетандера во время аварийно-опасных ситуаций. Обработка полученного сигнала выполнена разными способами: усреднение во временной области [10]; вейвлет анализ [11]; разложение на периодическую и шумоподобную составляющие [12]; полосовой спектральный анализ [13, 14]; преобразование Гильберта-Хуанга [15].



Рисунок 2. Редуктор и генератор ДГА

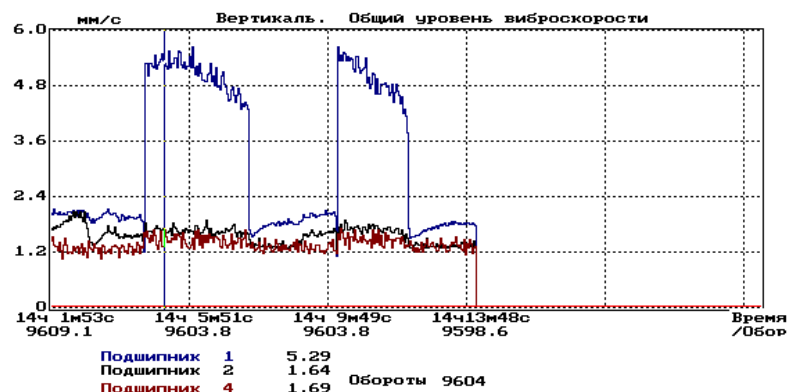


Рисунок 3. Изменение СКЗ виброскорости в точках контроля при работе ДГА. Скачки СКЗ виброскорости (мм/с) в частотном диапазоне (10-2000 Гц) наблюдаются для точки вертикального направления контроля вибрации турбины

На рисунке 4 представлен вибрационный сигнал в единицах виброускорения для вертикального направления турбины ДГА в нормальном, на рисунке 5 – аварийно-опасном режимах работы. Опытный специалист в области вибрации может заметить некоторые изменения формы сигнала. При этом, такие параметры как СКЗ в частотной полосе 10 – 2000 Гц, пик-фактор, эксцесс, асимптота (рис. 6) не претерпели существенных изменений. Однако на амплитудных (рисунки 7, 8) и полосовых амплитудных спектрах с шагом 50 Гц (рис 9, 10) заметны существенные отличия, обусловленные появлением низкочастотной спектральной составляющей.

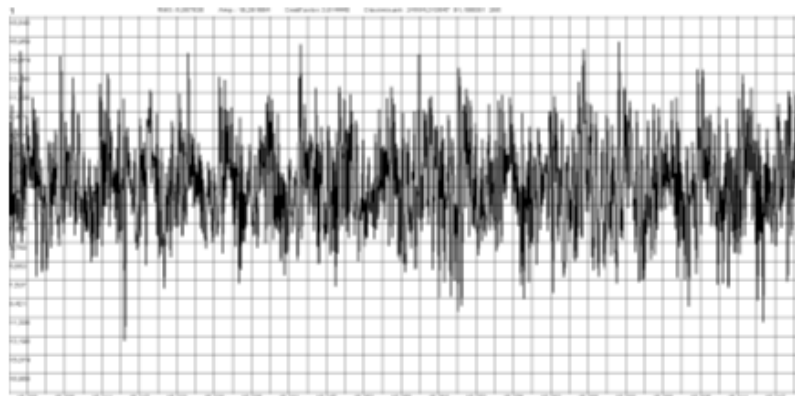


Рисунок 4. Вибрационный сигнал ( $m/s^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для нормального режима работы (ось абсцисс – время в секундах)

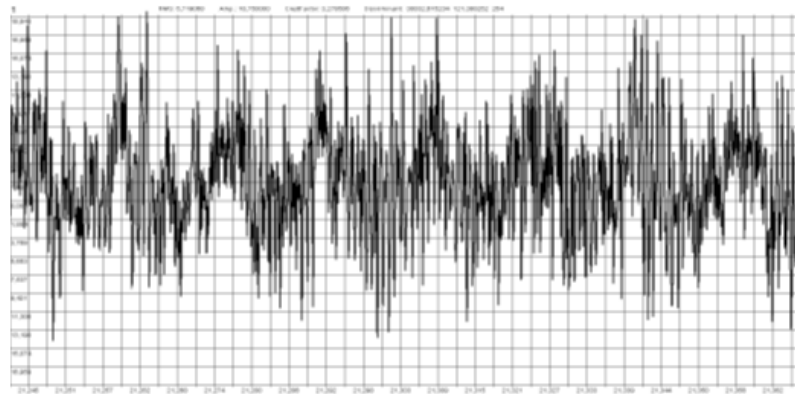


Рисунок 5. Вибрационный сигнал ( $\text{м/с}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для аварийно-опасного режима работы (ось абсцисс – время в секундах)

Динамика изменения параметров вибрации хорошо отслеживается на временных трендах СКЗ в частотных полосах полосового спектра и амплитуд частотных составляющих, кратных 160 Гц (рис. 11). Изменение вибрационного сигнала начинается (момент 17.6 сек.) с уменьшения амплитуды спектральной составляющей 160 (нижний график) и, соответственно, СКЗ в частотной полосе 150-200 Гц (верхний график). Затем (момент 20 сек.) наблюдается быстрое нарастание СКЗ в частотной полосе 50-100 Гц и амплитуды спектральной составляющей 62 Гц (рисунок 12).

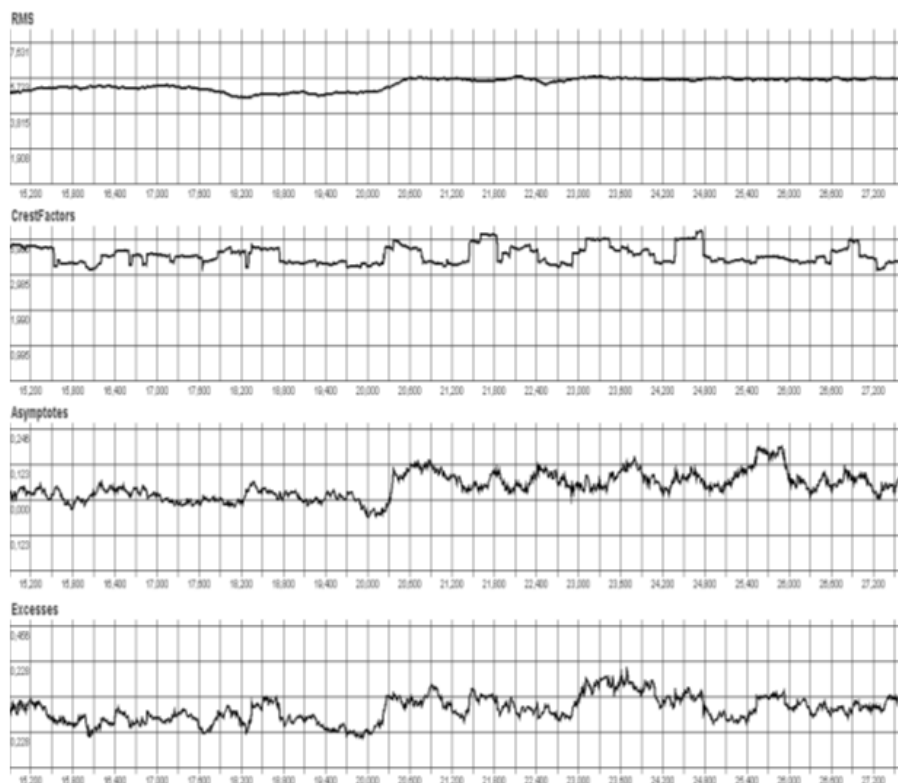


Рисунок 6. Временные тренды параметров: СКЗ; пик-фактор; асимптота; эксцесс исследуемого вибросигнала ( $\text{м/с}^2$ ) при переходе ДГА из нормального в аварийно-опасный режим работы (ось абсцисс – время в секундах)

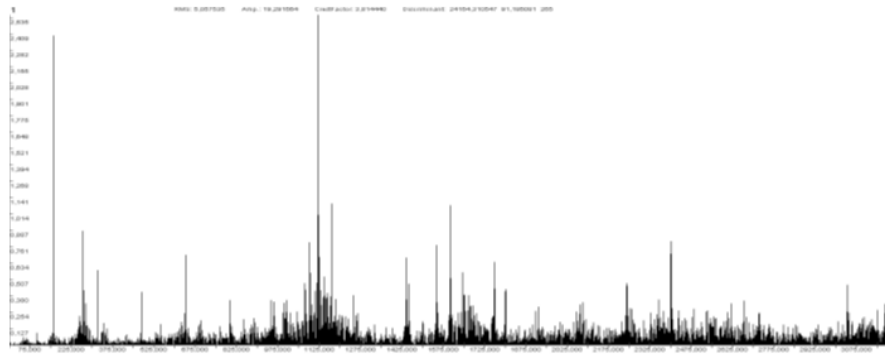


Рисунок 7. Амплитудный спектр вибрационного сигнала ( $\text{m/s}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для нормального режима работы (ось абсцисс – частота, Гц)

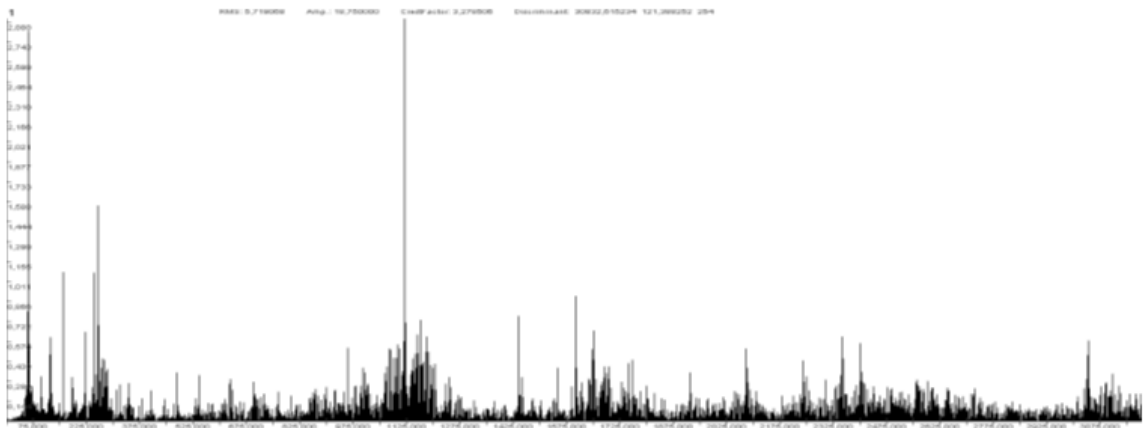


Рисунок 8. Амплитудный спектр вибрационного сигнала ( $\text{m/s}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для аварийно-опасного режима работы (ось абсцисс – частота, Гц)

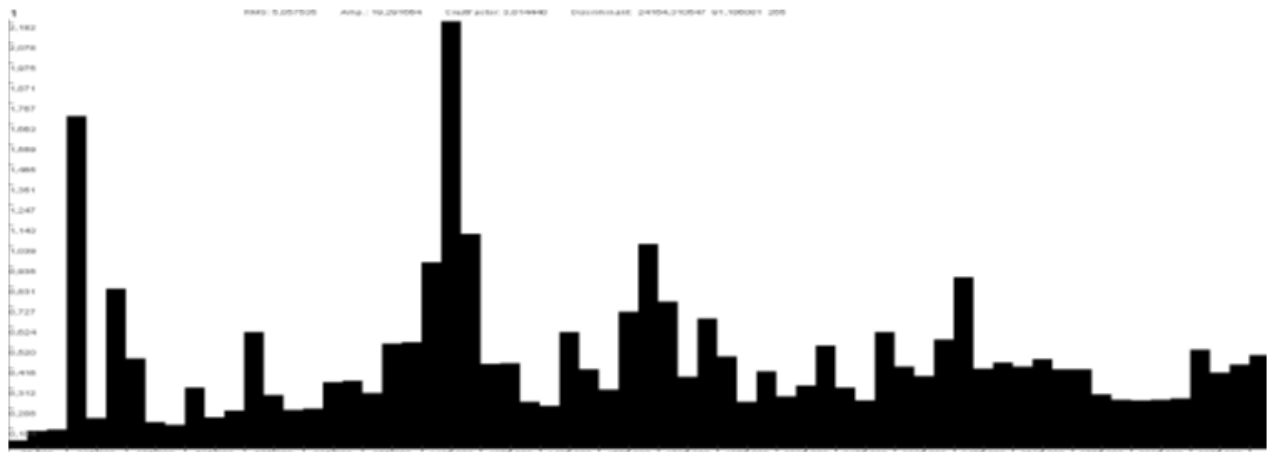


Рисунок 9. Полосовой амплитудный спектр исследуемого вибрационного сигнала (СКЗ) в единицах виброускорения ( $\text{m/s}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для нормального режима работы (ось абсцисс – частота в Гц)

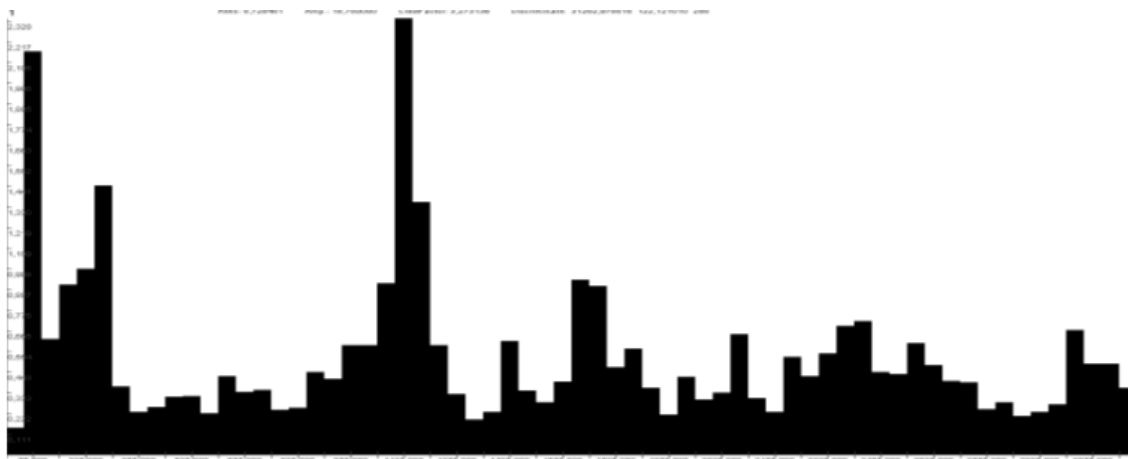


Рисунок 10. Полосовой амплитудный спектр исследуемого вибрационного сигнала (СКЗ) в единицах виброускорения ( $m/s^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для аварийно-опасного режима работы (ось абсцисс – частота в Гц)

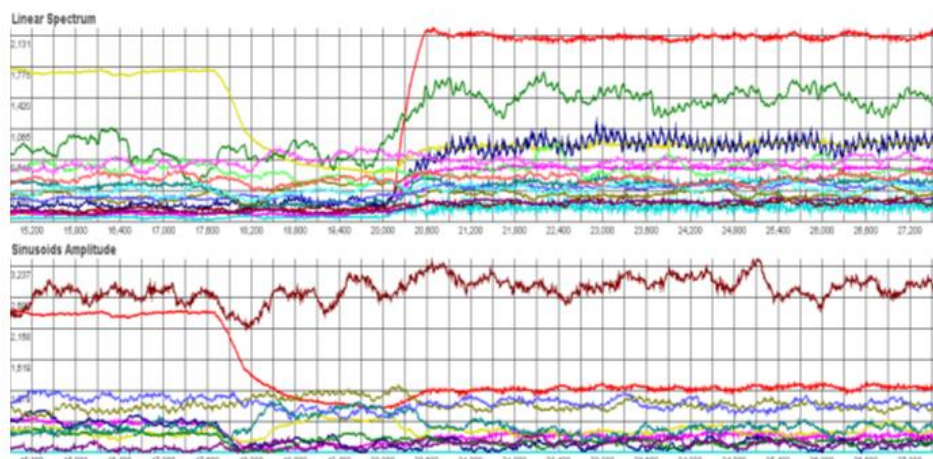


Рисунок 11. Временные тренды СКЗ отдельных полос полосового спектра (верхний график) и амплитуд спектральных составляющих, кратных 160 Гц (нижний график), при переходе ДГА из нормального в аварийно-опасный режим работы

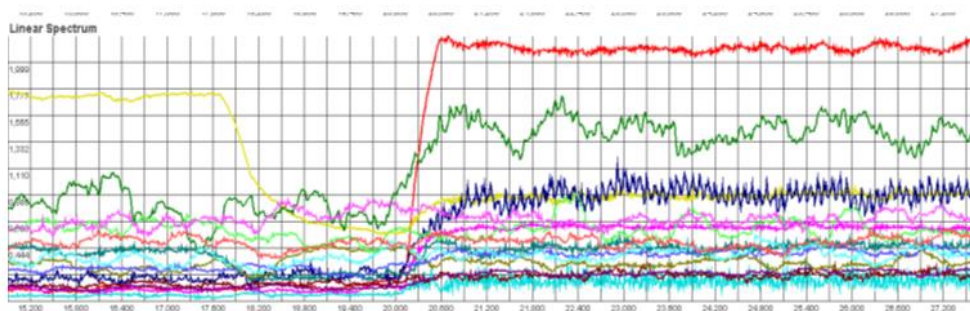


Рисунок 12. Временные тренды амплитуд спектральных составляющих, кратных 62 Гц, при переходе ДГА из нормального в аварийно-опасный режим работы

Интересные результаты получаются при поведении усреднения во временной области исследуемых сигналов.

На рисунке 13 изображен вибрационный сигнал, а на рисунке 14 его амплитудный спектр, после усреднения вибросигнала во временной области синхронно, относительно частотной составляющей 160 Гц, частоты вращения вала турбины, при нормальном режиме работы ДГА.

Легко заметить, что после усреднения вибрационного сигнала во временной области отчетливо проявляется его периодическая структура и подавляются случайные шумы, помехи и, несинхронизированные с частотой вращения частотные составляющие. Таким образом, подтверждается гипотеза о преобладающем периодическом характере вибрационных колебаний, возбуждаемых на подшипниковых опорах механизмов с вращательным движением, в ходе их эксплуатации при номинальной нагрузке.

Вибрационный сигнал для вертикального направления турбины, усредненный во временной области относительно частотной составляющей 160 Гц после возникновения аварийно-опасной ситуации изображен на рисунке 15, а на рисунке 16 его амплитудный спектр.

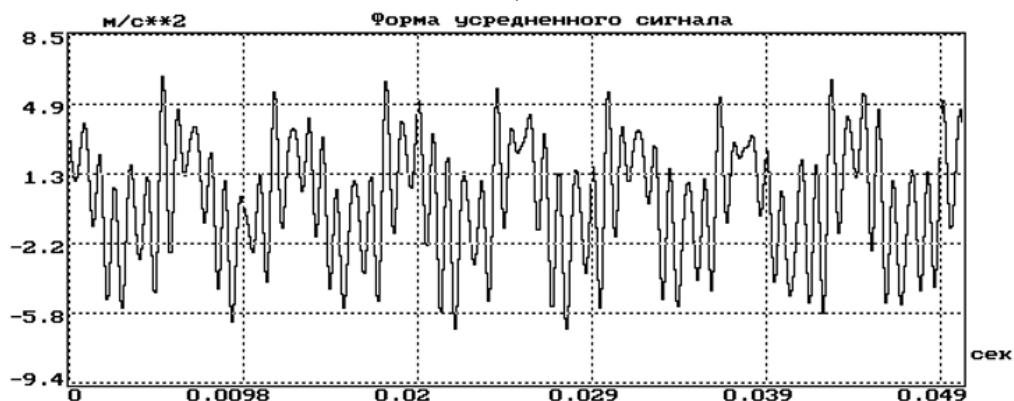


Рисунок 13. Вибрационный сигнал ( $\text{м/с}^2$ ), усредненный во временной области относительно частоты 160 Гц, в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для нормального режима работы, (ось абсцисс – время в секундах)



Рисунок 14. Амплитудный спектр вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ), усредненного во временной области относительно частоты 160 Гц, в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для нормального режима работы, (ось абсцисс – частота, Гц)

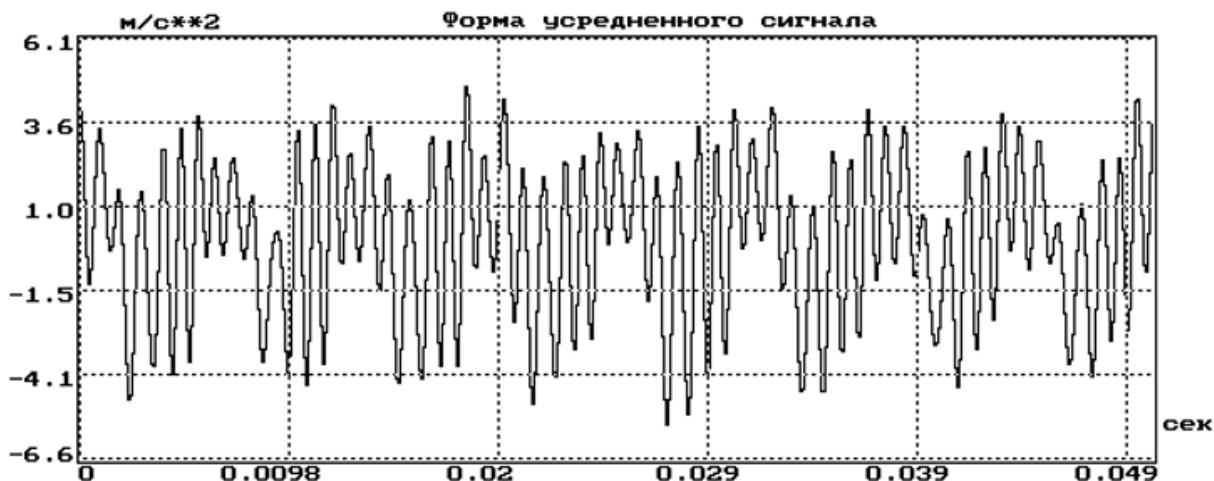


Рисунок 15. Вибрационный сигнал ( $\text{м/с}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для аварийно-опасного режима работы, усредненный во временной области относительно частоты 160 Гц (ось абсцисс – время в секундах)



Рисунок 16. Амплитудный спектр вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) ДГА для аварийно-опасного режима работы, усредненного во временной области относительно частоты 160 Гц в точке контроля вертикального направления турбины (ось абсцисс – частота, Гц)

Вибрационный сигнал для вертикального направления турбины, усредненный во временной области относительно частотной составляющей 62 Гц после возникновения аварийно-опасной ситуации изображен рисунке 17, а на рисунке 18 его амплитудный спектр.





Рисунок 17. Вибрационный сигнал ( $\text{м/с}^2$ ) в точке контроля вертикального направления турбины ДГА для аварийно-опасного режима работы, усредненный во временной области относительно частоты 62 Гц (ось абсцисс – время в секундах)



Рисунок 18. Амплитудный спектр вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) ДГА для аварийно-опасного режима работы, усредненного во временной области относительно частоты 62 Гц в точке контроля вертикального направления турбины (ось абсцисс – частота, Гц)

Полученные результаты показывают, что частотные составляющие, кратные 160 Гц, и частотные составляющие, кратные 62 Гц, абсолютно не взаимосвязаны, так как происходит их взаимное подавление при синхронных усреднениях вибросигналов во временной области относительно этих частот. Видимое размывание частотных составляющих на амплитудном спектре при усреднении относительно частоты 62 Гц происходит из-за того, что временной интервал анализа выбран не кратным периоду частотной составляющей 62 Гц, а кратным частоте 2.5 Гц.

Более детально структуру вибросигналов можно изучить путем их разложения на периодические и шумоподобные составляющие (рис. 19-26). Разложение вибросигнала, полученного при нормальной работе турбины (рис. 19-20), явно выделяет периодическую составляющую, с периодом частоты 160 Гц и шумоподобную. Разложение вибросигнала, полученного при аварийно-опасном режиме работы турбины (рис. 21-22), разделяет сигнал на периодическую составляющую, с периодом частоты 160 Гц, и остаток – шумоподобная составляющая плюс добавочный компонент.

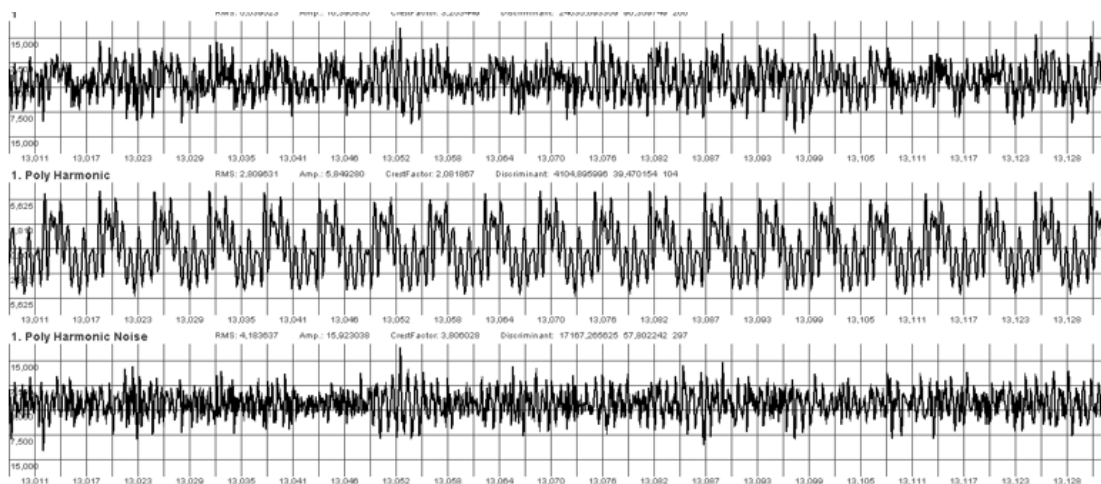


Рисунок 19. Разложение исследуемого вибрационного сигнала ( $m/c^2$ ) на периодическую, кратную периоду частотной составляющей 160 Гц, и шумоподобную составляющие для нормального режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

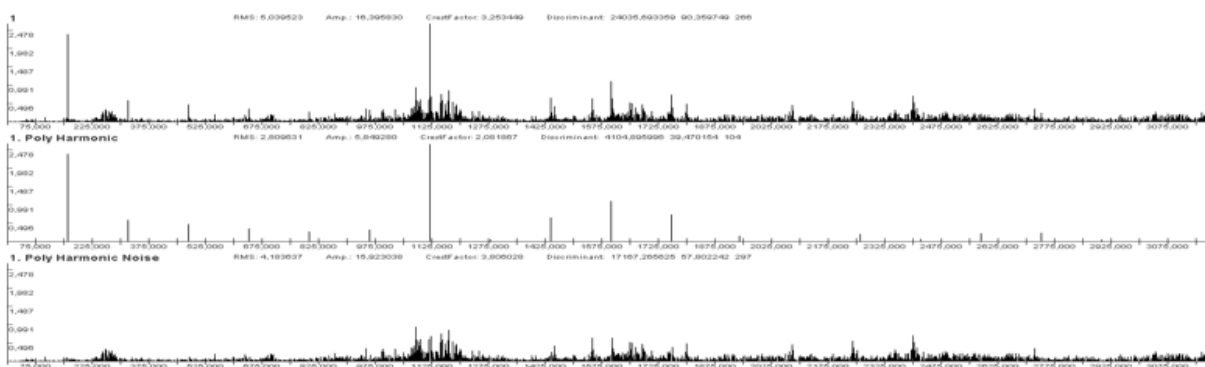


Рисунок 20. Амплитудные спектры исследуемого вибрационного сигнала ( $m/c^2$ ), периодической, кратной периоду частотной составляющей 160 Гц, и шумоподобной составляющей для нормального режима работы ДГА (ось абсцисс – частота, Гц)

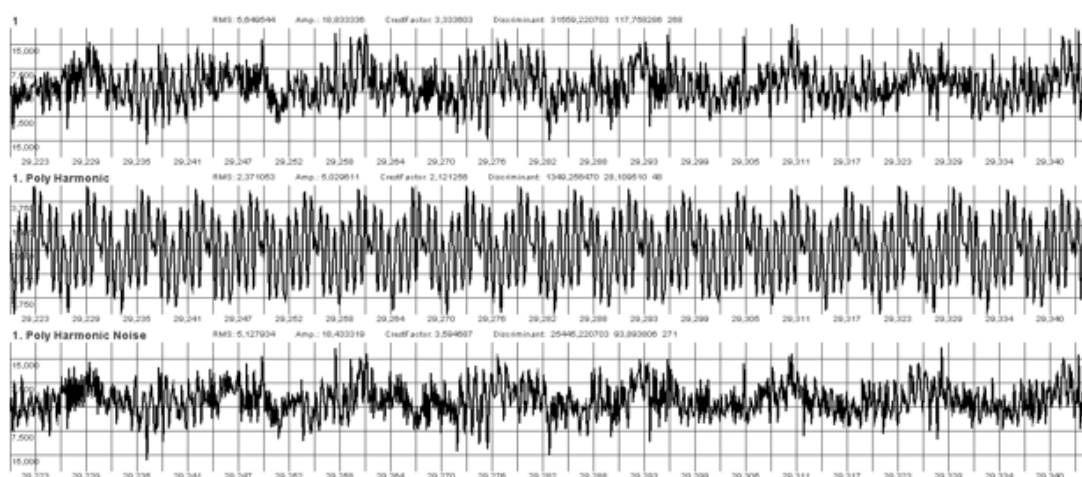


Рисунок 21. Разложение исследуемого вибрационного сигнала ( $m/c^2$ ) на периодическую, кратную периоду частотной составляющей 160 Гц, и шумоподобную составляющие для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

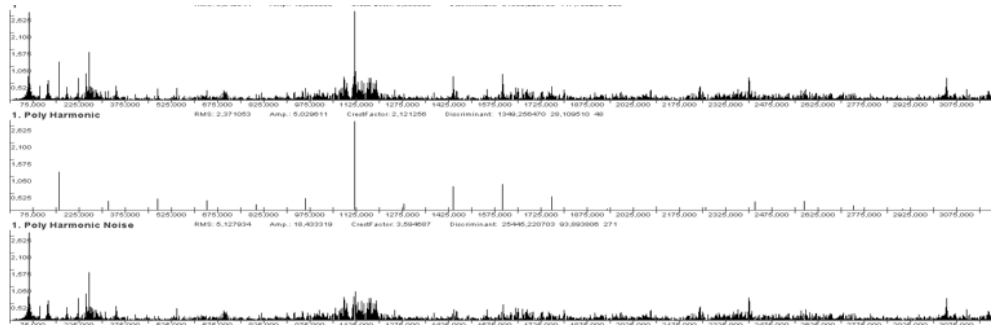


Рисунок 22. Амплитудные спектры исследуемого вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ), периодической, кратной периоду частотной составляющей 160 Гц, и шумоподобной составляющей для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – частота, Гц)

На (рисунках 23-24), представлено разложение аварийно-опасного сигнала на периодическую составляющую, с периодом частоты 62 Гц, и остаток – шумоподобная составляющая плюс периодическая составляющая, с периодом частоты 160 Гц. Полученный остаток далее подвергается разложению на периодическую составляющую, с периодом частоты 160 Гц, и остаток – уже реальная шумоподобная составляющая (рисунки 25-26),

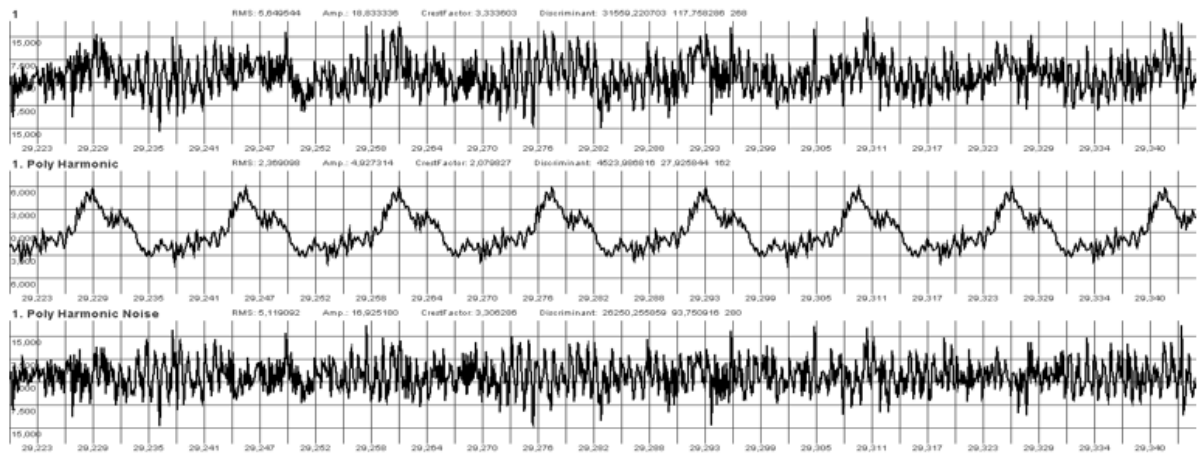


Рисунок 23. Разложение исследуемого вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) на периодическую, кратную периоду частотной составляющей 62 Гц, и шумоподобную составляющие для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

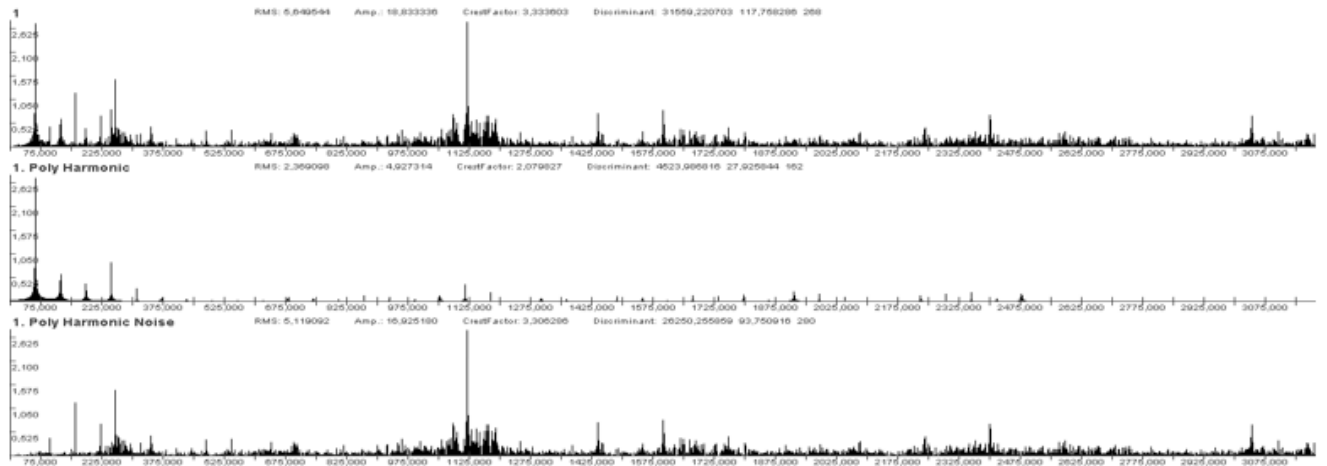


Рисунок 24. Амплитудные спектры исследуемого вибрационного сигнала ( $m/s^2$ ), периодической, кратной периоду частотной составляющей 62 Гц, и шумоподобной составляющей для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – частота, Гц)

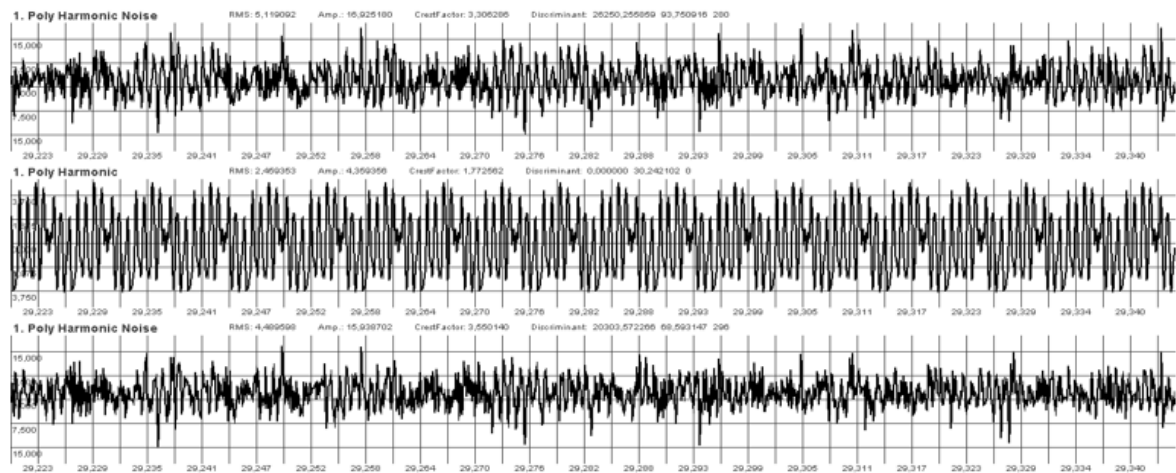


Рисунок 25. Разложение шумоподобного остатка вибрационного сигнала ( $m/s^2$ ) (рис. 23) на периодическую, кратную периоду составляющей 160 Гц, и шумоподобную составляющие для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

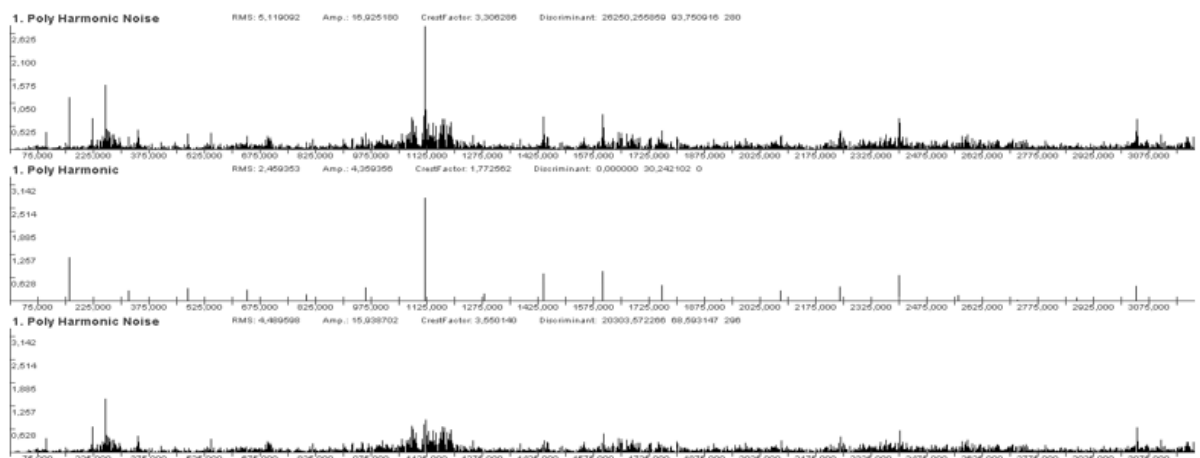


Рисунок 26. Амплитудные спектры шумоподобного остатка вибрационного сигнала ( $m/s^2$ ), периодической, кратной периоду частотной составляющей 160 Гц, и шумоподобной составляющей для нормального режима работы ДГА (ось абсцисс – частота, Гц)

Представленный способ позволяет разделять вибросигнал, а потом исследовать разные компонентные составляющие вибросигналов, отражающих вибрационное состояние механизмов с вращательным движением.

Также интересен и способ разложения вибросигнала на модовые компоненты преобразования Гильберта-Хуанга (рис. 27-28). Сравнение полученных модовых компонент, показывает, что СКЗ четвертой моды для аварийно-опасной ситуации (2.0) в четыре раза больше, чем СКЗ четвертой моды для нормального режима работы турбины (0.49). Таким образом, преобразование Гильберта-Хуанга также может использоваться при исследованиях вибросигналов и выявлять аномальные состояния. Однако, в отличие от спектрального анализа и разложения на частотные полосы, частотный состав мод имеет индивидуальные особенности, для разных вибрационных сигналов.

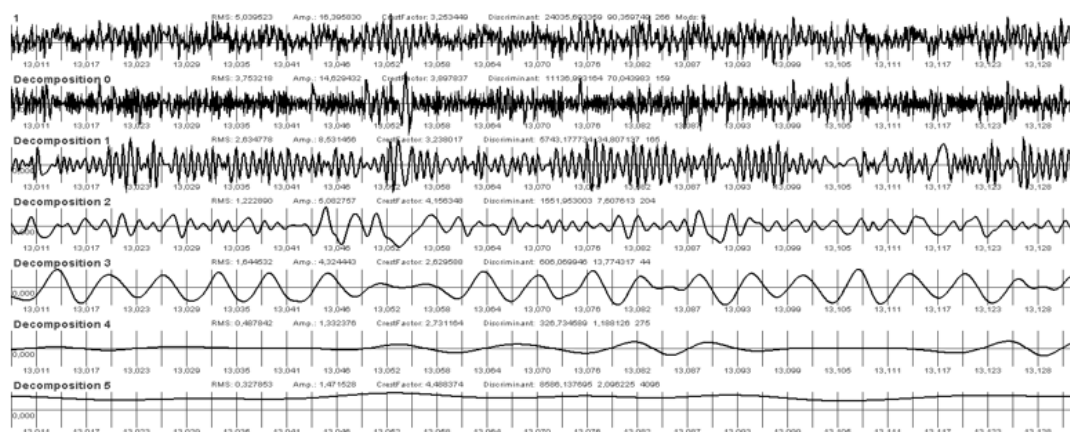


Рисунок 27. Разложение исследуемого вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) на моды Гильберта-Хуанга для нормального режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

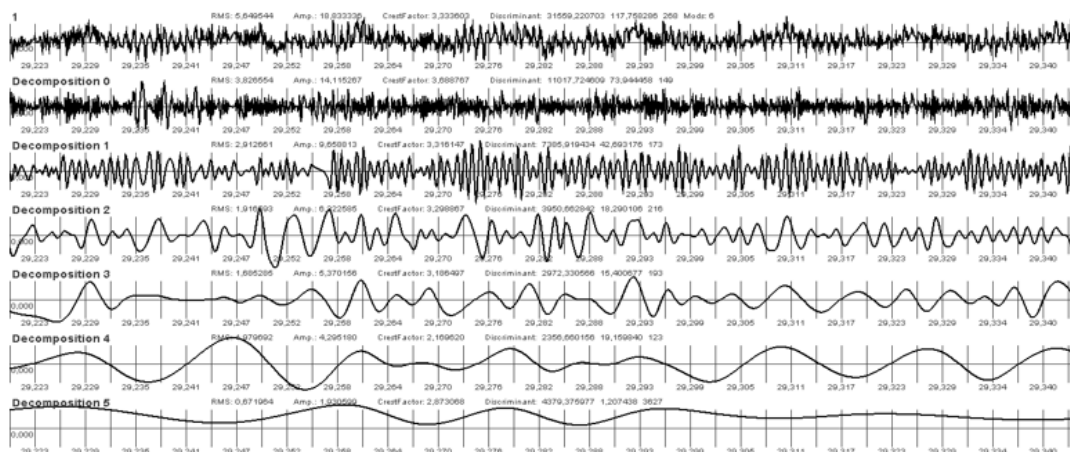


Рисунок 28. Разложение исследуемого вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) на моды Гильберта-Хуанга для аварийно-опасного режима работы ДГА (ось абсцисс – время в секундах)

Вейвлет-анализ позволяет оценить динамику происходящих процессов (рис. 29). Здесь гауссовый вейвлет четвертого порядка с центральной частотой 62 Гц выявляет динамику нарастания амплитуды соответствующей частотной составляющей, при развитии аварийно-опасной ситуации. Нарастание амплитуды происходит достаточно быстро.

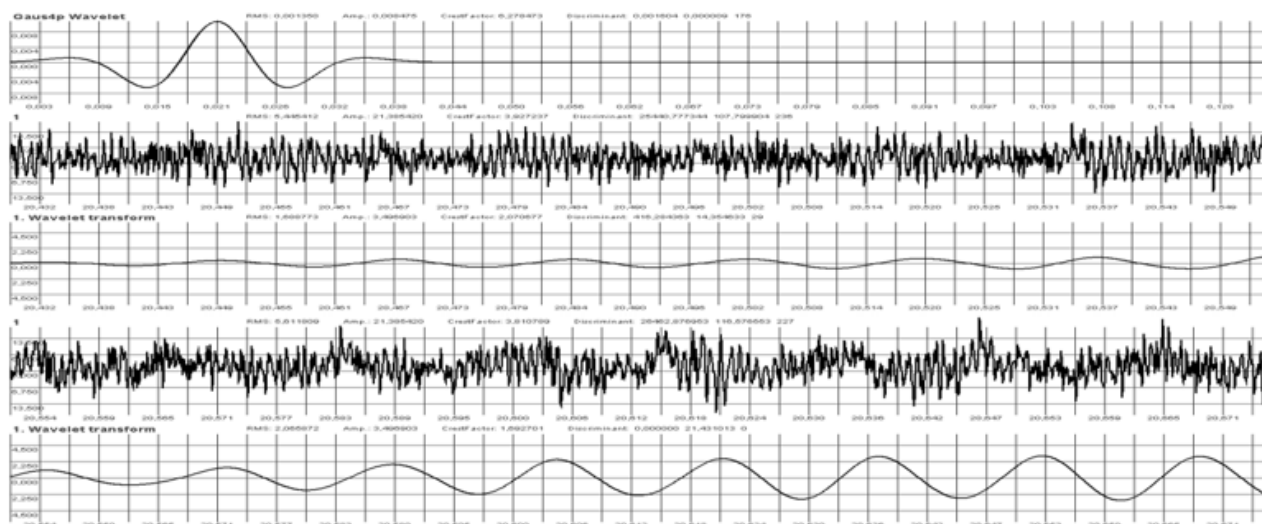


Рисунок 29. Выделение из исходного вибрационного сигнала ( $\text{м/с}^2$ ) Гаусовым вейвлетом 4-го порядка с центральной частотой 62 Гц вейвлет-составляющей при развитии аварийно-опасной ситуации

### Заключение.

Рассмотренные способы цифровой обработки позволяют разделять вибросигнал на спектральные, периодическую и шумоподобную составляющие, моды преобразования Гильберта-Хуанга, компоненты вейвлет преобразований, а затем исследовать разные компоненты вибросигналов, отражающих техническое состояние механизмов с вращательным движением, выявлять аномальные состояния и динамику их изменения. Так для рассмотренной ситуации изменение состояния ДГА происходит примерно за 0.2 с. Такие данные являются исходными для определения быстроты реакции систем контроля и защиты на аварийно-опасные ситуации.

### Список литературы

- [1] Неразрушающий контроль: справочник. Том 7. Книга 2. Вибродиагностика / Ф. Я. Балицкий и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 485 с.
- [2] Bently, D. E. Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics / D. E. Bently, C. N. Hatch, B. Grissom. – Canada: Bently pressurized bearing company, 2002. – 726 pp.
- [3] Brancevich, P., Organization of the vibration-based monitoring and diagnostics system for complex mechanical system / P. Brancevich, X. Miao, Y. Li // Proceedings of the 20th International Congress on Sound and Vibration. Bangkok, Thailand. 7-11 July, 2013. 1-8 pp.
- [4] Бранцевич, П. Ю. Система контроля и анализа технического состояния агрегатов и механизмов по вибрационным параметрам / П. Ю. Бранцевич, Э. И. Кульков, С. Ф. Костюк, А. А. Писарев // Проблемы вибрации, виброналадки, вибромониторинга и диагностики оборудования электрических станций: сб. докладов; под общ. ред. А. В. Салимона. – М.: ВТИ. – 2001. – С. 60–64.
- [5] Бранцевич, П. Ю. Организация и алгоритмы системы вибрационного контроля и оценки технического состояния турбоагрегатов по вибрационным параметрам / П. Ю. Бранцевич, С. Ф. Костюк, Г. Г. Соболев // Проблемы вибрации, виброналадки, вибромониторинга и диагностики оборудования электрических станций: сб. докладов; под общей редакцией А. В. Салимона. – М.: ВТИ. – 2003. – С. 25-29.
- [6] Бранцевич П. Ю. Оценка технического состояния механизмов с вращательным движением на основе анализа вибрационных характеристик пусков и выбегов / П. Ю. Бранцевич. – Минск: Четыре четверти, 2021. – 236 с.
- [7] Бранцевич П. Ю. ИВК «Лукомль-2001» для вибрационного контроля / П. Ю. Бранцевич // Энергетика и ТЭК. – 2008. – № 12 (69). – С. 19–21.
- [8] Бранцевич, П. Ю. Большие данные в системах вибрационного контроля, мониторинга, диагностики / П. Ю. Бранцевич, Е. Н. Базылев // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2016. – № 3. – С. 28–41.
- [9] Бранцевич, П. Ю. Обработка больших массивов данных систем вибрационного мониторинга / П.

Ю. Бранцевич // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2017): сб. ст. VII Международной заочной науч.-техн. конф. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2017. – С. 121-126.

[10] Бранцевич, П. Ю. Применение усреднения во временной области и вейвлет-анализа для исследования вибрационных сигналов / П. Ю. Бранцевич, В. А. Гузов // Проблемы вибрации, виброналадки, вибромониторинга и диагностики оборудования электрических станций: сб. докладов. – М.: ВТИ. – 2007. – С. 58–66.

[11] Brancevich, P. Assessment of mechanism vibration condition based on the intensity of vibration in the wavelet allocated frequency bands / P. Brancevich, Y. Li // Proceedings of the 22-nd International Congress on Sound and Vibration. Florence. Italy. 12-16 July. 2015. 1-8 pp.

[12] Бранцевич, П.Ю. Применение разложения вибрационных сигналов на периодическую и шумоподобную составляющие при исследовании технического состояния механизмов с вращательным движением / П.Ю. Бранцевич, В.Э Базаревский, С.Ф. Костюк // Механика 2011: сб. науч. тр. V Белорусского конгресса по теорет. и прикладной механике: в 2 т. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: М.С. Высоцкий [и др.]. – Минск, 2011. – Т. II. – с. 27-31.

[13] Brancevich, P. Detection of vibration disturbances during the analysis of long realisations of vibration signals / P. Brancevich, Y. Li // 25-th International Congress on Sound and Vibration. Hiroshima. Japan. 8-12 July. 2018.

[14] Бранцевич, П.Ю. Анализ причин изменения вибрационного состояния агрегата роторного типа / П.Ю. Бранцевич // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: А.А. Дюжев [и др.] – 2013. – С. 277-283.

[15] Huang, N. E. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / N. E. Huang, Z. Shen, S. R. Long. Lond. A. 1998.

## **COMPUTER PROCESSING OF LONG REALIZATIONS OF VIBRATION SIGNALS**

***P.J. BRANCEVICH***

*Leading Researcher Research Laboratory «Vibrodiagnostic Systems», Candidate of Technical Sciences*

*Educational institution «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics», Republic of Belarus*

*E-mail: branc@bsuir.edu.by*

**Abstract.** Since the beginning of the 90s, the laboratory of vibrodiagnostic systems began the implementation and industrial operation of computer systems for continuous vibration control and monitoring of complex rotary-type units, which form time trends for 14 vibration parameters, with a time step of 1-8 seconds for each control point (12-33) at the operated facility. In this way, computer systems of big data were created, which subsequently began to automatically make decisions on the protective shutdown of units with rotary motion according to individual vibration parameters. Currently, computer and embedded multichannel systems have been created, recording long (tens of minutes, hours, days), realizations of vibration signals, with a sampling rate of 2-100 kHz, which continuously reflect the vibration state of the investigated mechanism in different modes of operation. Software tools for fast automated multifunctional processing of the received data have been developed, to provide the user with the required information about changes in the technical state of the controlled object. As an example, the decomposition into periodic and noise-like components is compared, band spectral analysis, wavelet analysis, Hilbert-Huang transform, as methods of operational analysis of initial vibration signals, received in the event of an emergency during the operation of the expander-generator unit.

**Keywords:** vibration, signal, analysis, spectrum, wavelet, mode, transformation