Исходные документы:

[*[Спецификация][2] Дефекты*](https://docs.google.com/document/d/14hIx7VFSZUQu5KH6Z4ucgwNGokVyTd5lvolmEH7-Ggw/edit)

Описание функций расчёта вероятности дефектов валов и подшипников качения

Данный документ частично описывает алгоритмы расчёта вероятностей дефектов валов и подшипников. Целью создания данного документа является описание констант, использующихся в алгоритмах, влияющих на итоговую вероятность определения дефектов.

Суть определения вероятности дефекта состоит в нахождении валидных (требуемых) отсчётов в структурах (массивах данных), поступающих на вход каждой функции определения дефекта элемента, и математических операциях с весовыми коэффициентами каждого такого отсчёта.

Каждая структура, основанная на своей частоте и указанная через тег дефекта, состоит из следующих векторов, для расчёта которых имеются специальные функции:

* position – вектор, взятый из файла *informativeTags.xml*, показывающий номера гармоник, участвующих в анализе дефекта.
* magnitude – вектор, показывающий амплитуды каждой гармоники, частота которых получена поэлементным произведением вектора position с основной частотой структуры.
* logProminence – вектор значений логарифмической выраженности амплитуды каждой гармоники над уровнем шума.
* weights – вектор весовых коэффициентов (значимости каждой гармоники на дефект), взятый из файла *informativeTags.xml*.

Перед непосредственным описанием алгоритмов указываются теги частот и параметры, использующиеся в алгоритме.

Для оценки вибрации в некоторых случаях используется [ГОСТ ИСО 10816-1-97](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0Bz74U4EL4KwpSlUzUGRqMFRnTkU) и его переиздание [ГОСТ ИСО 20816-1-2016](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0Bz74U4EL4KwpaWQwdm10N212SVU).

В документе используются следующие сокращения и обозначения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| shaftFreq | – | частота вращения вала; |
| BPFO | – | частота обкатывания тел качения по внешней обойме подшипника; |
| BPFI | – | частота обкатывания тел качения по внутренней обойме; |
| BSF | – | частота вращения тел качения; |
| FTF | – | частота работы сепаратора; |
| shaftFreqTag, BPFOTag, BPFITag, BSFTag, FTFTag | – | идентификаторы (теги) частот. Указывают, на основе какой частоты будут рассчитываться структуры для расчёта вероятности дефекта; |
| modTag | – | идентификатор модуляции. В квадратных скобках указываются частоты, использующиеся для расчёта, например, [BPFI ± shaftFreq]; |
| difTag | – | идентификатор разностной частоты. В квадратных скобках указываются частоты, использующиеся для расчёта, например, [shaftFreq - FTF]; |
| shaftFreqStucture | – | структура, основанная на частоте вращения вала; |
| BPFOStucture | – | структура, основанная на частоте обкатывания тел качения по внешней обойме подшипника; |
| BPFIStucture | – | структура, основанная на частоте обкатывания тел качения по внутренней обойме; |
| BSFStucture | – | структура, основанная на частоте вращения тел качения; |
| FTFStucture | – | структура, основанная на частоте работы сепаратора; |
| modStucture | – | структура, основанная на модуляции частот; |
| logProminenceThreshold | – | порог логарифмической выраженности. На сколько собственных уровень логарифмической выраженности отсчёта в структуре должен превышать уровень шума, чтобы отсчёт стал валидным; |
| displacement spectrum | – | спектр виброперемещения сигнала (вектор); |
| velocity spectrum | – | спектр виброскорости сигнала (вектор); |
| acceleration spectrum | – | спектр виброускорения сигнала (вектор); |
| acceleration envelope spectrum | – | спектр огибающей виброускорения сигнала (вектор); |
| modEstimations | – | оценка модуляции. Параметр, показывающий наличие либо отсутствие модуляционных компонент относительно основной частоты модуляции. |

1. ***SHAFT\_RUN\_OUT* – Бой вала**

Функция **shaft\_SHAFT\_RUN\_OUT.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В displacement spectrum:**

1. Определить обязательное наличие первого валидного отсчёта в *shaftFreqStructure*:
   1. Первый отсчёт в *shaftFreqStructure* является валидным, если является максимальным по амплитуде, не учитывая второго отсчёта.
   2. Если первый отсчёт не является валидным – итоговая вероятность по данному спектру равна 0 **[конец алгоритма]**.
2. Каждый последующий отсчёт в *shaftFreqStructure* сравнивается с предыдущими валидными и будет являться валидным, если он:
3. Меньше **75%** уровня амплитуды всех предыдущих валидных.
4. Больше **25%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего валидного.
5. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В velocity spectrum:**

1. Все валидные отсчёты, обнаруженные в displacement spectrum, оцениваются по ГОСТ 10816 по СКЗ.
2. ***ROTOR\_IMBALANCE* – Неуравновешенность ротора**

Функция **shaft\_ROTOR\_IMBALANCE.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить обязательное наличие первого валидного отсчёта в *shaftFreqStructure*:
   1. Если первый отсчёт не является валидным – итоговая вероятность по данному спектру равна 0 **[конец алгоритма]**.
2. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В displacement spectrum:**

1. Определить обязательное наличие первого валидного отсчёта в *shaftFreqStructure*:
   1. Первый отсчёт в *shaftFreqStructure* является валидным, если является единственным в структуре либо если следующий отсчёт меньше **25%** уровня амплитуды первого отстчёта.
   2. Если первый отсчёт не является валидным – итоговая вероятность по данному спектру равна 0 **[конец алгоритма]**.
2. Каждый последующий отсчёт в *shaftFreqStructure* сравнивается с первым и будет являться валидным, если он:
   1. Меньше **25%** уровня амплитуды первого отсчёта.
3. Отфильтровываются валидные отсчёты, не прошедшие неравенство:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В velocity spectrum:**

1. Все валидные отсчёты, обнаруженные в displacement spectrum, оцениваются по ГОСТ 10816 по СКЗ.
2. ***SHAFT\_MISALIGNMENT* – Расцентровка вала**

Функция **shaft\_SHAFT\_MISALIGNMENT.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В displacement spectrum:**

1. Определить обязательное наличие первого и второго валидного отсчётов в *shaftFreqStructure*:
   1. Первый и второй отсчёт в *shaftFreqStructure* являются валидными, если оба по амплитуде являются выше остальных, причём второй отсчёт является валидным, если он:
      1. Больше **75%** уровня амплитуды первого.
   2. Если первый и второй отсчёты не являются валидными – итоговая вероятность по данному спектру равна 0 **[конец алгоритма]**.
2. Каждый последующий отсчёт в *shaftFreqStructure* сравнивается с предыдущими и будет являться валидным, если он:
   1. Меньше **75%** уровня амплитуды всех предыдущих.
   2. Больше **25%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего.
3. Отфильтровываются валидные отсчёты, не прошедшие неравенство:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В velocity spectrum:**

1. Все валидные отсчёты, обнаруженные в displacement spectrum, оцениваются по ГОСТ 10816 по СКЗ.
2. ***NON\_UNIFORM\_RADIAL\_TENSION* – Неоднородный радиальный натяг**

Функция **rollingBearing\_NON\_UNIFORM\_RADIAL\_TENSION.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Определить наличие валидных чётных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых
   1. **50%** уровень их амплитуд должен быть больше **100%** уровня предыдущего нечётного.
   2. При отсутствии предыдущего, сравнивается с «0».
2. Отфильтровываются валидные отсчёты, не прошедшие неравенство:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.
2. ***COCKED\_OUTER\_RING* – Перекос наружного кольца**

Функция **rollingBearing\_COCKED\_OUTER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BPFOTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFOStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Определить наличие чётных отсчётов в *BPFOStructure*, у которых
   1. **50%** уровень их амплитуд должен быть больше **100%** уровня предыдущего нечётного.
   2. При отсутствии предыдущего, сравнивается с «0».
2. Отфильтровываются валидные отсчёты, не прошедшие неравенство:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.
2. ***WEAR\_OUTER\_RING* – Износ наружного кольца**

Функция **rollingBearing\_WEAR\_OUTER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BPFOTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFOStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Первый отсчёт в *BPFOStructure* является валидным, если является максимальным по амплитуде.
2. Каждый последующий отсчёт в *BPFOStructure* сравнивается с предыдущими и будет являться валидным, если он:
3. Меньше **75%** уровня амплитуды всех предыдущих валидных.
4. Больше **25%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего валидного.
5. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.
2. ***GROOVES\_CRACKS\_OUTER\_RING* –** **Раковины (трещины) на наружном кольце**

Функция **rollingBearing\_GROOVES\_CRACKS\_OUTER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BPFOTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFOStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Первый отсчёт в *BPFOStructure* является валидным, если он составляет:
   1. Больше **91%** от амплитуды максимального отсчёта.
2. Каждый последующий отсчёт в *BPFOStructure* сравнивается с предыдущими и будет являться валидным, если он:
3. Меньше **110%** уровня амплитуды всех предыдущих валидных.
4. Больше **90%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего валидного.
5. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.
2. ***WEAR\_INNER\_RING* –** **Износ внутреннего кольца**

Функция **rollingBearing\_WEAR\_INNER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BPFITag, shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFIStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна **50%** от суммы весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *shaftFreq*:
   1. Первый отсчёт в *shaftFreqStructure* является валидным, если является максимальным по амплитуде.
   2. Каждый последующий отсчёт в *shaftFreqStructure* сравнивается с предыдущими и будет являться валидным, если он:
      1. Меньше **100%** уровня амплитуды всех предыдущих валидных.
      2. Больше **75%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего валидного.
   3. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

* 1. Вероятность дефекта по признаку *shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *BPFIStructure* с основной частотой *BPFI*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFIStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *BPFI* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна **50%** от суммы вероятностей по каждому признаку.
2. ***GROOVES\_CRACKS\_INNER\_RING* –** **Раковины (трещины) на внутреннем кольце**

Функция **rollingBearing\_GROOVES\_CRACKS\_INNER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BPFITag, shaftFreqTag, modTag = [BPFI ± shaftFreq]*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Для структуры *BPFIStructure* с основной частотой *BPFI*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *BPFIStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *BPFI* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *shaftFreq*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **90%** от вероятности по признаку *BPFI* и **10%** от вероятности по признаку *shaftFreq*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Для структуры *modStructure* с основной модуляцией *[k1·BPFI ± k2·shaftFreq]*, где *k1* – значения вектора *position*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *modStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *[BPFI ± shaftFreq]* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *shaftFreq*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **90%** от вероятности по признаку *[BPFI ± shaftFreq]* и **10%** от вероятности по признаку *shaftFreq*.
2. ***WEAR\_ROLLING\_ELEMENTS\_AND\_CAGE* –** **Износ тел качения и сепаратора**

Функция **rollingBearing\_WEAR\_ROLLING\_ELEMENTS\_AND\_CAGE.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *FTFTag, difTag = [shaftFreq - FTF]*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Для структуры *FTFTag* с основной частотой *FTF*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *FTFTagStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *FTF* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *difTag* с основной частотой *[shaftFreq - FTF]*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *difStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **100%** от вероятности по признаку *FTF* и **25%** от вероятности по признаку *[shaftFreq - FTF]*.
2. ***GROOVES\_CHIPPED\_ROLLING\_ELEMENTS* –** **Раковины, сколы на телах качения**

Функция **rollingBearing\_GROOVES\_CHIPPED\_ROLLING\_ELEMENTS.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *BSFTag, modTag = [BSF ± FTF]*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Для структуры *BSFStructure* с основной частотой *BSF*:
   1. Определить наличие валидных чётных отсчётов в *BSFStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *BSF* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *modStructure* с основной модуляцией *[k1·BSF ± k2·FTF]*, где *k1* – значения вектора *position*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *modStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

*modEstimation = 1*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *[BSF ± FTF]* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **200%** от вероятности по признаку *BSF* и **20%** от вероятности по признаку *[BSF ± FTF]*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *modStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Весовые коэффициенты валидных отсчётов, взятые из *weights*, умножаются на коэффициент **[modEstimations+1]**, например, при modEstimations = 1 вес каждого отсчёта равен **200%** от исходного.
2. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме полученных весовых коэффициентов валидных отсчётов.
3. ***COCKED\_INNER\_RING* –** **Перекос внутреннего кольца**

Функция **rollingBearing\_COCKED\_INNER\_RING.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *difTag = [shaftFreq - FTF]*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *difStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Первый отсчёт в *difStructure* является валидным, если является максимальным по амплитуде, не учитывая второго отсчёта.
2. Второй отсчёт в *difStructure* будет являться валидным, если он:
   1. Является максимальным по амплитуде,
   2. Больше **120%** уровня амплитуды первого.
3. Каждый последующий отсчёт в *difStructure* сравнивается с предыдущими и будет являться валидным, если он:
4. Меньше **100%** уровня амплитуды всех предыдущих валидных.
5. Больше **25%** уровня амплитуды хотя бы одного предыдущего валидного.
6. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. ***COCKED\_INNER\_RING\_DEFECT\_ROLLING\_ELEMENT* –** **Перекос внутреннего кольца и дефекты тел качения (нарушение формы, неравномерный износ, сколы)**

Функция **rollingBearing\_COCKED\_INNER\_RING\_DEFECT\_ROLLING\_ELEMENT.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *modTag = [BSF ± shaftFreq]*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Определить наличие валидных отсчётов в *modStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

*modEstimation = 1*.

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.
2. ***ROTATING\_LOOSENESS* –** **Ослабление вращающихся элементов**

Функция **rollingBearing\_ROTATING\_LOOSENESS.m**:

Теги частот для валидации дефекта: *shaftFreqTag*.

Параметры: *logProminenceThreshold = 3*.

Для определения общей вероятности дефекта требуется определить частные вероятности в следующих спектрах, для чего:

**В acceleration spectrum:**

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *k·shaftFreq*, где *k* – значения вектора *position*:
   1. Ряд нечётных валидных отсчётов сравнивается по амплитуде с чётным рядом отсчётов.
   2. Ряд чётных валидных отсчётов сравнивается по амплитуде с нечётным рядом отсчётов
   3. Определяется правило: какой ряд отсчётов преобладает по амплитуде над другим.
   4. Выделяются валидные отсчёты, подходящие под это правило.
   5. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

* 1. Вероятность дефекта по признаку *k·shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *(k-0.5)·shaftFreq*, где *k* – значения вектора *position*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов, у которых
      1. **100%** уровень их амплитуд должен быть меньше **50%** уровня отсчётов, полученных в *shaftFreqStructure* с основной частотой *k·shaftFreq*.
      2. При отсутствии отсчётов, полученных в *shaftFreqStructure* с основной частотой *k·shaftFreq*, сравнивается с «0».
   2. Все валидные отсчёты, не прошедшие неравенство, отфильтровываются:

*logProminence* > *logProminenceThreshold.*

* 1. Вероятность дефекта по признаку *(k-0.5)·shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **100%** от вероятности по признаку *k·shaftFreq* и **20%** от вероятности по признаку *(k-0.5)·shaftFreq*.

**В acceleration envelope spectrum:**

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *k·shaftFreq*, где *k* – значения вектора *position*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *k·shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*.

1. Для структуры *shaftFreqStructure* с основной частотой *(k-0.5)·shaftFreq*, где *k* – значения вектора *position*:
   1. Определить наличие валидных отсчётов в *shaftFreqStructure*, у которых

*logProminence > logProminenceThreshold*.

* 1. Вероятность дефекта по признаку *(k-0.5)·shaftFreq* равна сумме весовых коэффициентов валидных отсчётов, взятых из *weights*

1. Частная вероятность дефекта по данному спектру равна сумме от **100%** от вероятности по признаку *k·shaftFreq* и **20%** от вероятности по признаку *(k-0.5)·shaftFreq*.