

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

Разработка алгоритмов распознавания дефекта изделия с использованием нейронных сетей и вейвлет-анализа

Студентка группы МИЭ-19-1Б : Соловьева Дарья
Руководитель : д.к. Д. Б. Владимирова

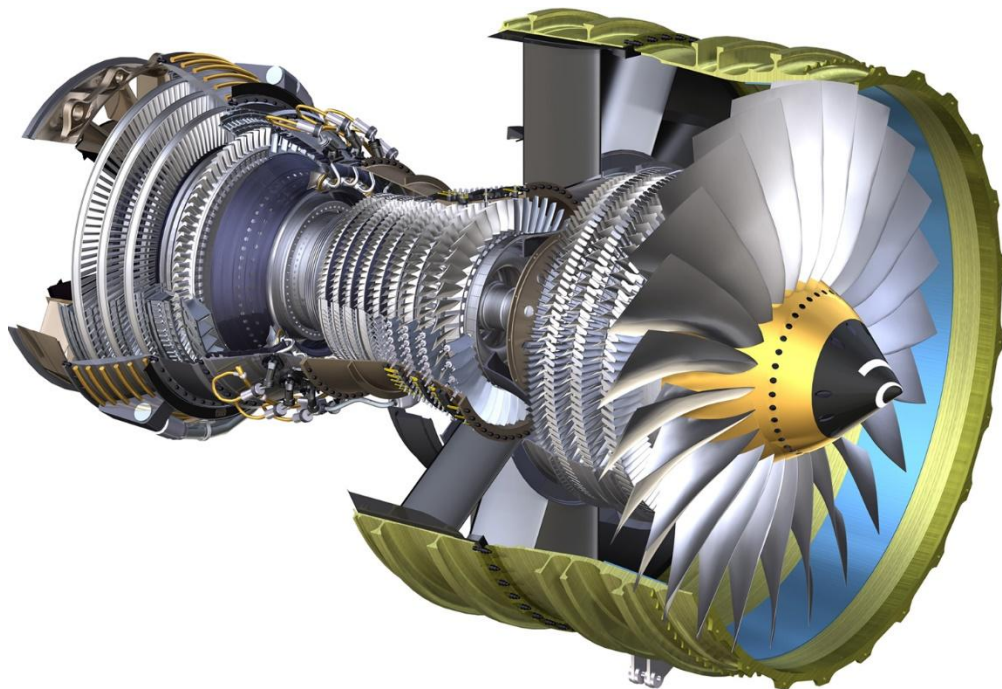


Актуальность темы исследования



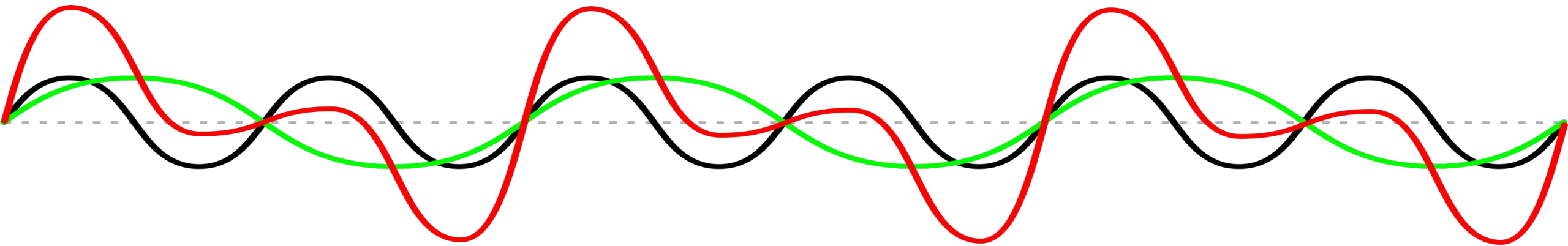
Объект исследования

Вибрационные сигналы, которые возникают при работе различных механизмов (в данном случае будут рассмотрены вибрации корпуса вентилятора в двигателе самолета)



Цель

Построение алгоритма при помощи нейросети для определения наличия неисправного состояния еще на этапе производства и как следствие снижение случаев ремонтных работ и, снижение факторов возникновения вынужденной остановки производства и аварий на основе вейвлет-анализа вибраций.



Задачи исследования

- Изучить теорию вейвлет-анализа сигналов и применение вейвлет-преобразования для анализа вибрационных сигналов.
- Разработать методику обработки вибрационных сигналов с использованием вейвлет-анализа и составить алгоритм его применения.
- Разработать интерфейс и алгоритм программы по очистке шумов.
- Обучить нейросеть для анализа обработанных вейвлет-сигналов, с целью определения возможных неисправностей.

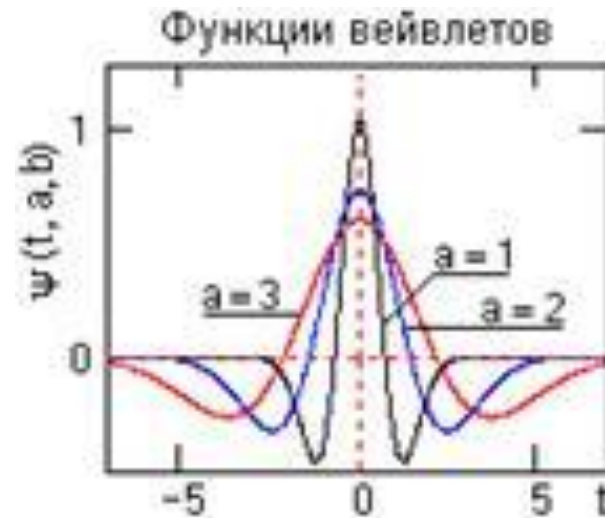
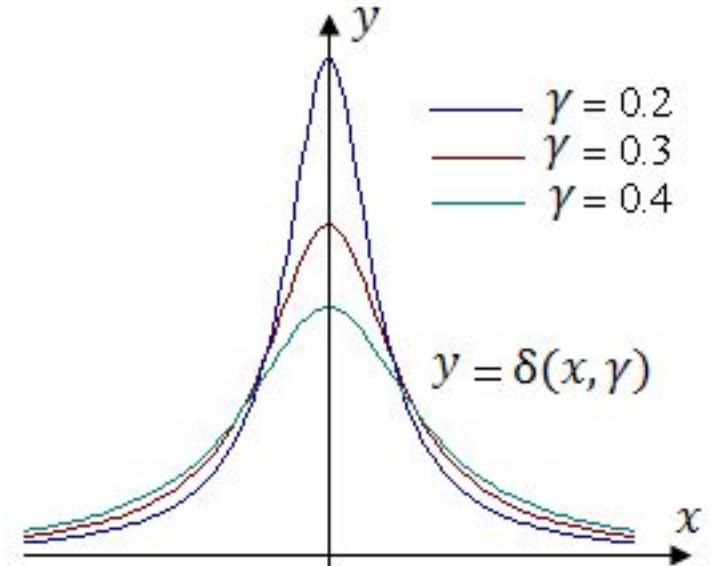
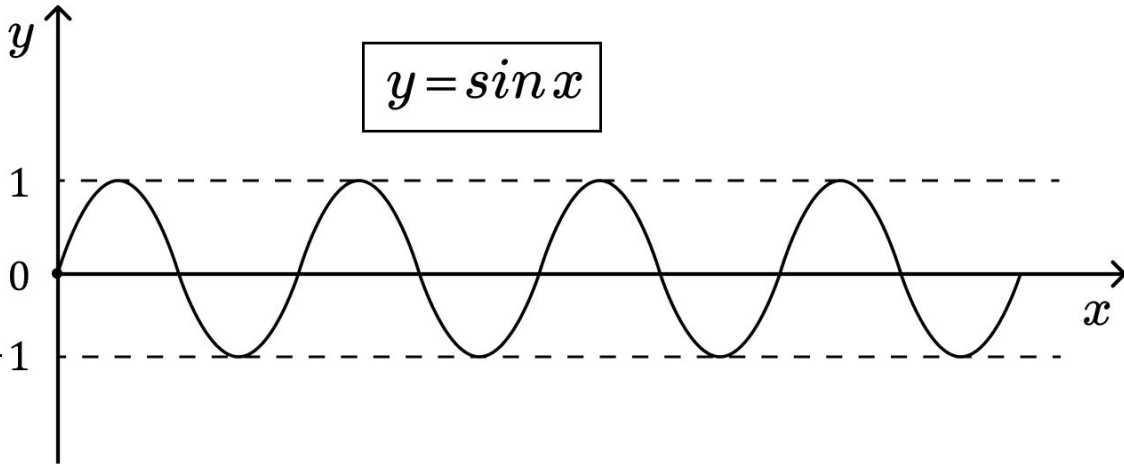
Основные определения

Вейвлеты - это обобщенное название семейств математических функций определенной формы, которые локальны во времени и по частоте и в которых все функции получаются из одной базовой (порождающей) посредством ее сдвигов и растяжений по оси времени.

Непрерывное преобразование

Дискретное преобразование

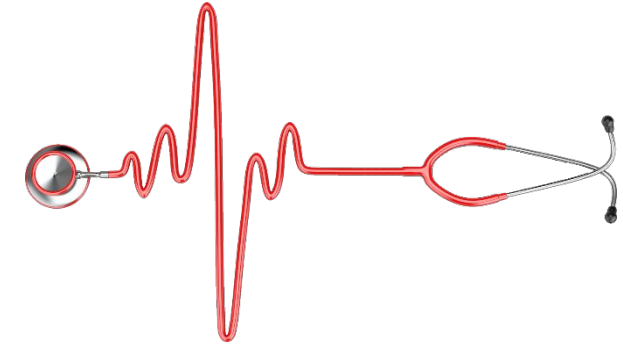
Основные определения





Основные определения

Вейвлеты

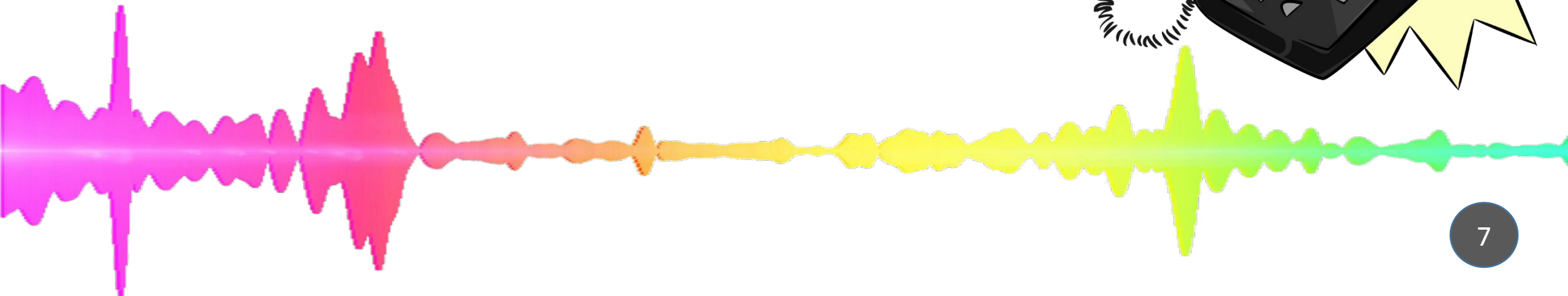


Область применения:

Анализ и обработка сигналов и функций, нестационарных во времени или неоднородных в пространстве
Получение информативных признаков

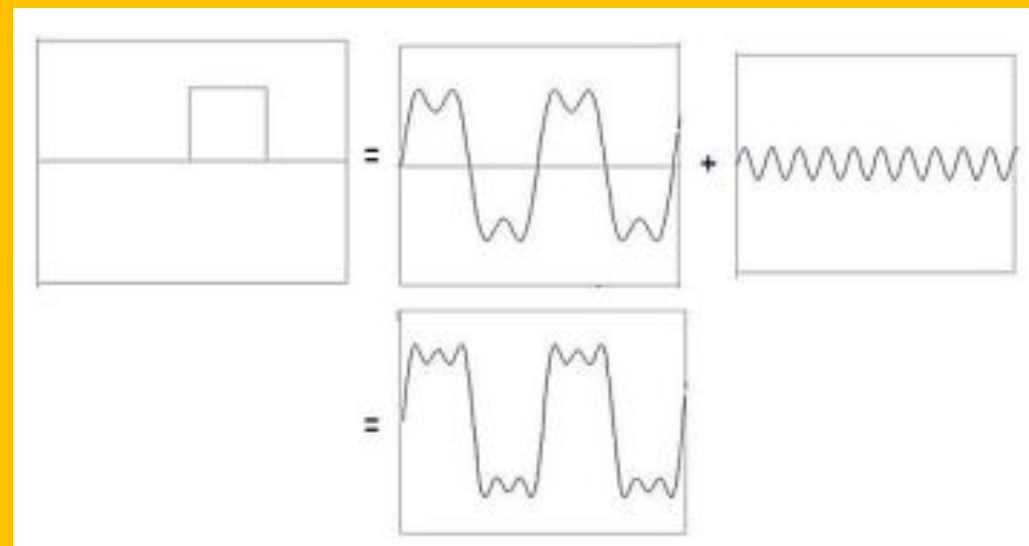
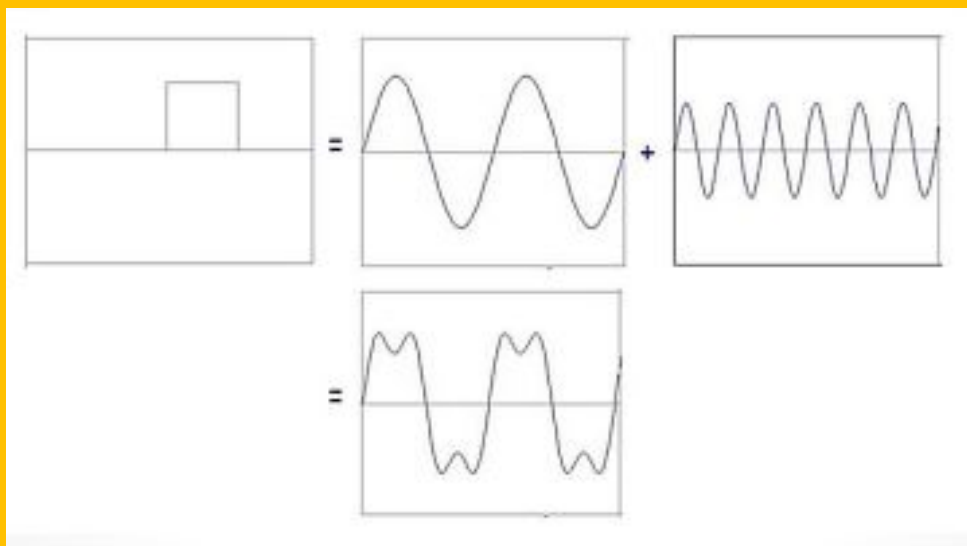


...

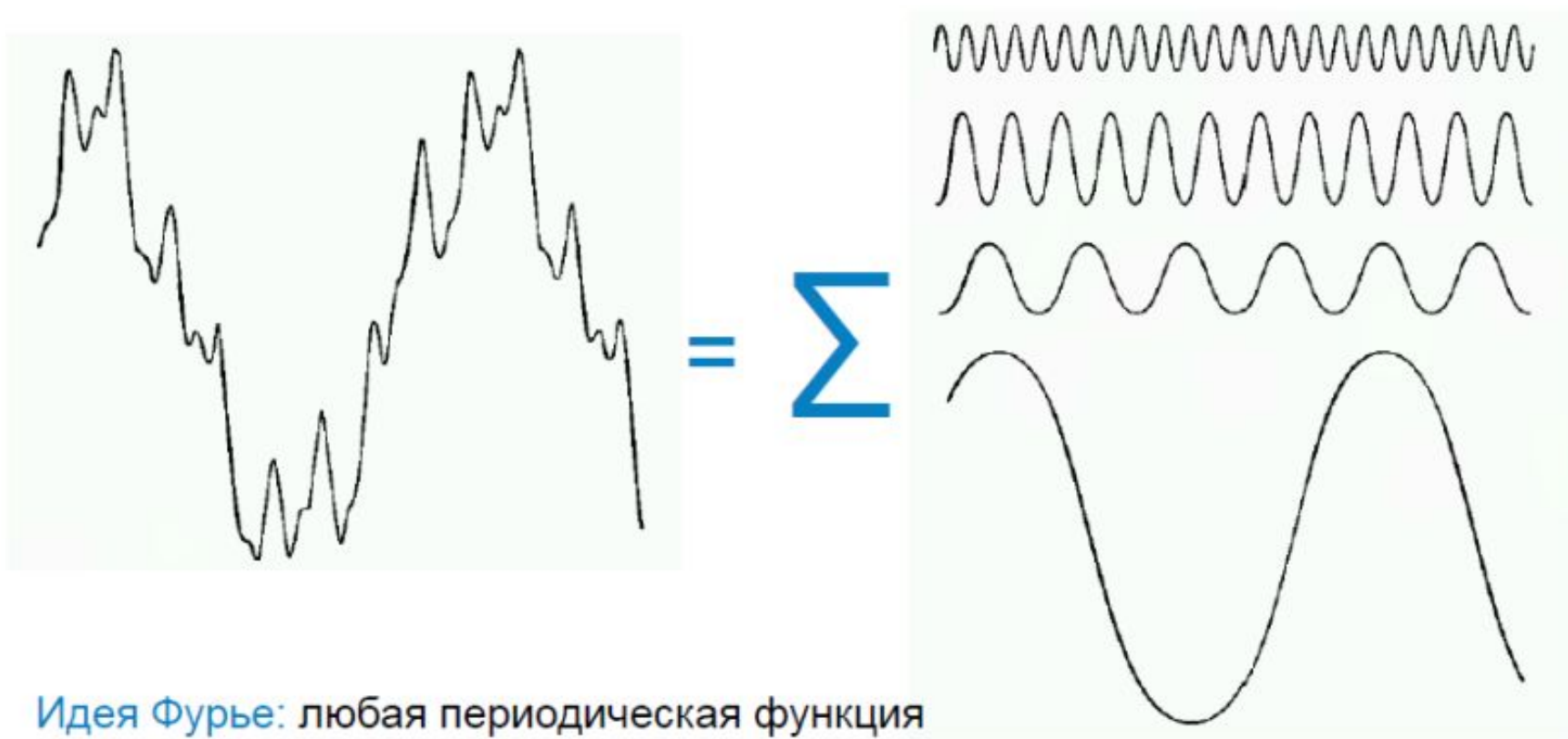


Преобразование Фурье

Ряд Фурье - любая функция, периодически воспроизводящая свои значения, может быть представлена в виде суммы синусов и/или косинусов различных частот, умноженных на некоторые коэффициенты (сложность поведения функции при этом не имеет значения).



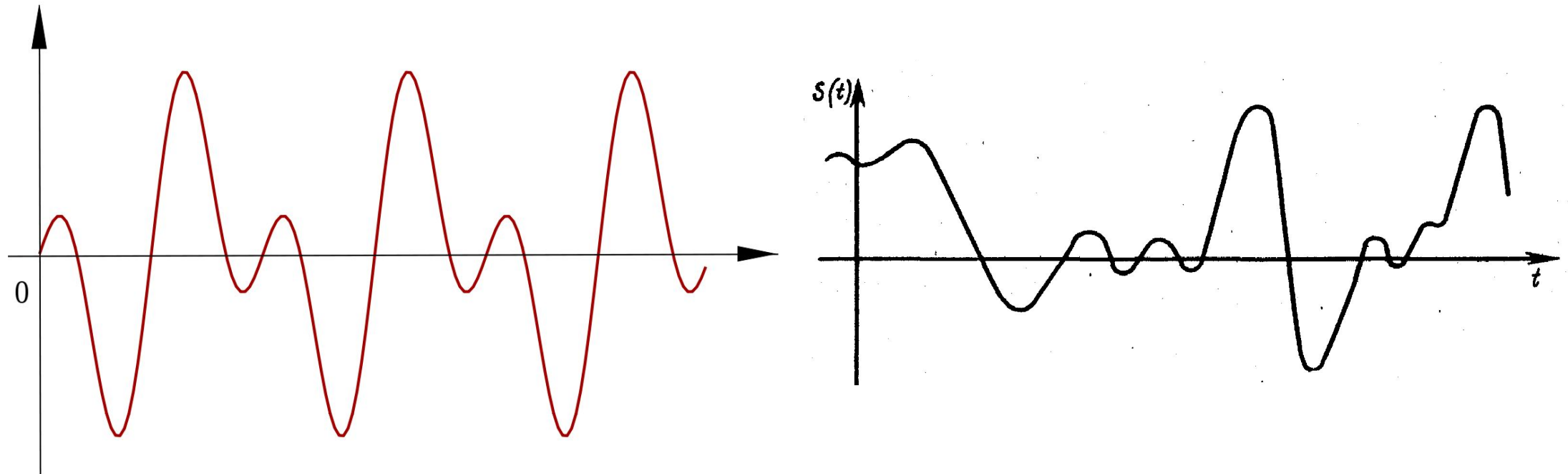
Частотное представление – основная идея



Идея Фурье: любая периодическая функция может быть представлена в виде суммы синусов и косинусов, умноженных на некоторые коэффициенты (ряд Фурье)

Когда функция непериодическая

Преобразование Фурье: Когда функция не является периодической, но площадь под ее графиком конечна, она может быть выражена в виде интеграла от синусов и/или косинусов, умноженных на некоторую весовую функцию.



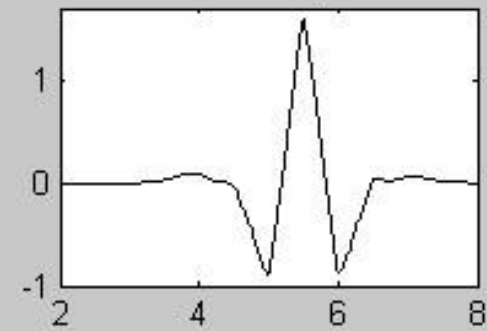
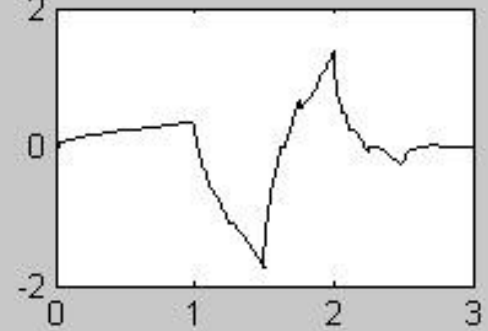
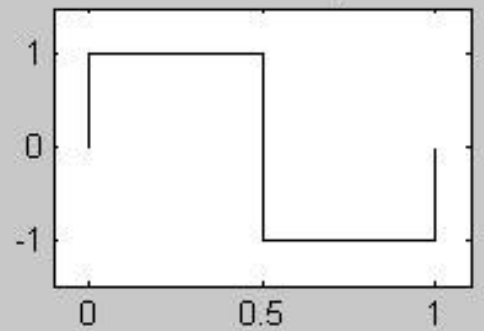
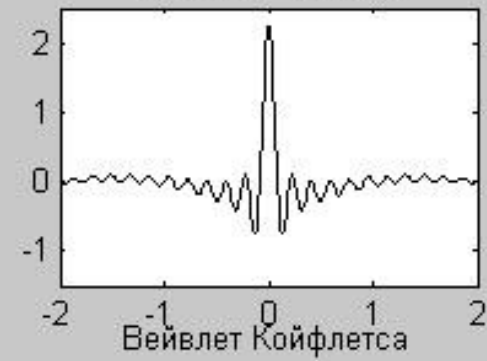
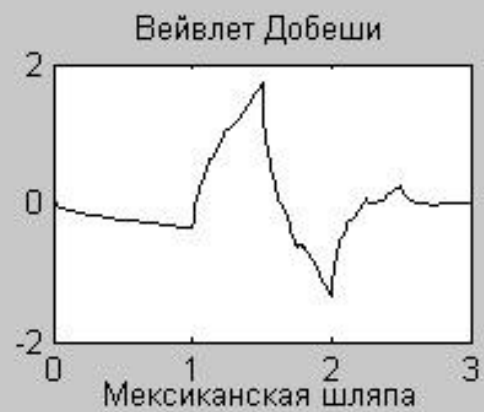
Вейвлет-преобразование

$$f(t) \in L^2(\mathbb{R}) \quad W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt$$

$$a, b \in \mathbb{R}, a > 0$$

a - масштаб

b - сдвиг



Исходная выборка данных

дефект

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	2.35039	2.45297	-0.241284	1.13027	-1.29614	-1.65029	0.429159	-0.191893
2	7.73829	6.29835	1.57607	-4.54136	-5.63272	-6.86532	-7.87947	-2.40466
3	1.79121	-3.07897	-0.310083	-0.431526	0.264563	4.01204	-0.865597	0.805557
4	2.02222	0.276163	-1.74114	-4.57787	-0.648698	-2.76478	-1.07734	3.72675
5	-3.31073	-2.32603	-1.5161	-0.125007	1.83367	2.54523	1.69731	1.82811
6	1.33668	-1.1497	-0.880896	-2.25828	-2.37253	-1.55636	-0.394313	0.463924
7	1,77272	-1,82456	-3,6428	-3,49829	-5,27609	-3,29842	0,26181	2,68238
8	2,11105	-0,10897	-1,02474	-3,31301	-3,19727	-1,58324	-0,57737	1,85731
9	3,13692	2,33662	0,210363	-1,17842	-2,55893	-2,15403	-3,28107	-3,14891
10	-7,82865	1,38306	-2,18477	-5,46819	0,486147	-1,70958	-3,54221	2,81458
11	7,10054	4,24468	4,95773	9,71338	1,67865	-2,08999	-4,0864	-7,92954
12	1,37586	2,41185	1,70626	1,30842	0,580715	-1,67988	-1,52695	-1,24404
13	-1,64888	-0,56892	1,35611	2,12954	0,722573	0,862062	-0,11857	-1,84373
14	0,626567	-0,39531	-2,67693	1,25264	-2,78114	3,72369	2,28714	0,810426
15	-2,25678	-1,91375	0,376824	0,651867	-3,76931	3,18058	-1,31903	-10,4884
16	-2,28033	-2,66433	0,373493	7,73548	8,92778	4,51814	3,22121	-3,24372
17	2,18121	9,01211	5,79205	1,37305	0,803556	-2,01933	-6,56019	-4,60246
18	-1,62469	-2,85716	-2,09336	-1,8749	-2,29662	-0,44907	1,60527	0,098709
19	1,94536	0,08343	-0,96993	0,202023	-3,70421	-2,01813	-2,28924	-0,76083
20	-2,42269	-0,6917	2,26566	-2,34481	0,816627	0,63236	-2,4364	2,41329
21	-3,89202	-5,68068	-6,41395	-2,51911	0,969747	-2,21598	-0,16218	2,60969
22	1,95722	0,492588	41699	7,03826	3,34356	-0,47651	-0,32359	-6,80318
23	-3,27586	4,00131	4,07947	-4,11117	3,45842	1,26567	-4,50413	2,73397

исправное состояние

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	4.63671	-3.76411	-4.55871	0.575382	1.35004	2.85117	1.33185	-3.14157
2	-0,94359	-1,92327	4,20815	2,40727	-3,05248	0,070694	-5,47847	-8,8984
3	9,91642	7,00398	-15,7454	-0,27049	17,6616	-15,0768	-0,30577	24,2727
4	1,65218	0,170995	-3,56956	-2,41837	-0,60651	2,14297	0,748219	-6,08186
5	-16,6832	-0,43789	-15,2037	0,486289	-7,74696	3,33808	3,42438	-13,72
6	2,85457	-1,31436	-7,25391	1,82645	2,12944	0,551098	-3,52217	-1,56593
7	-1,717	1,52883	1,46451	-1,99517	-1,61171	1,34321	-0,79404	0,577375
8	-17,2052	13,3703	1,35388	-11,9242	5,10815	6,23274	-11,3828	-3,27368
9	-2,47695	-1,40826	13,8483	-18,1068	-9,09956	18,6041	-2,27328	-12,6035
10	-3,7815	-3,93795	2,29075	-3,16126	-0,42006	5,43115	-1,04939	-3,2576
11	-0,95824	-1,06557	2,73632	3,62143	1,18946	0,070971	1,44144	-0,20299
12	-9,72301	5,31399	0,098758	-14,7249	-9,89045	8,66553	7,11622	-11,9573
13	-2,17679	-7,18292	9,14272	5,90422	-1,98004	-10,3673	-5,67351	-2,92199
14	-6,72283	-0,06127	3,37439	-1,89336	-4,18855	0,327749	0,402921	-6,70315
15	18,5741	3,83463	1,63889	0,767088	-10,2185	-6,14237	0,534244	13,2603
16	3,91506	-3,17377	-9,45146	-4,59852	7,70162	-10,2496	-0,63936	-17,1174
17	-1,46546	2,40251	6,50414	4,52592	1,1387	-2,47594	0,117091	0,56256
18	-0,70372	-1,6473	-3,06119	-0,54862	2,39218	-0,35459	-2,65466	-0,39814
19	0,710423	-0,01009	-4,05649	-3,34643	-0,03112	2,43205	-13,4067	-6,54368
20	-13,9555	5,59646	3,28254	-11,7541	-1,86376	13,8676	1,99756	-6,20068
21	-0,20972	2,34491	2,62742	-0,3465	-2,18197	-0,46143	2,41316	0,740244
22	-1,51263	-9,22523	-4,55872	2,12155	-0,48003	6,18899	7,84929	-0,68017
23	-6,17846	9,89358	9,14077	6,29577	-2,04427	-14,3928	-11,2542	7,51277

Блок-схема алгоритма вейвлет-анализа

Реализация в кодировке Python

Интерфейс программы

Вывод результата

