

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.391

Мельничук  
Никита Григорьевич

Формирование пространства информативных признаков для решения задачи  
классификации состояний объекта наблюдения

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

---

(подпись магистранта)

Научный руководитель  
Давыдов Игорь Геннадьевич  
к. т. н., доцент

---

(подпись научного руководителя)

Минск 2018

## **КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ**

Одной из наиболее распространенных проблем в промышленности является невозможность своевременного получения информации о техническом состоянии функционирующего оборудования. Своевременно не выявленные дефекты промышленного оборудования приводят к возникновению аварийных ситуаций и влекут за собой крупные потери времени, средств, а в ряде случаев – и негативные последствия для людей и окружающей среды. С другой стороны, своевременно проведенное техническое обслуживание способно существенно увеличить ресурс оборудования и тем самым существенно сократить капитальные вложения в бизнес.

Вибрационная диагностика – это инструмент, позволяющий выявлять дефекты промышленного оборудования, связанные как с естественным износом его узлов, так и с иными эксплуатационными факторами. Применение методов прогнозирования, основанных на глубоком анализе вибрационных сигналов, позволяет увеличить межремонтные интервалы, а также предотвратить аварийные ситуации, связанные с недопустимым износом механических компонентов производственного оборудования. Это позволит уйти от внеплановых ремонтов внезапно отказавшего оборудования и, в перспективе, существенно сократить плановые простои в технологических циклах, перейдя к его обслуживанию «по состоянию». Будущее систем оценки технического состояния оборудования лежит в плоскости полностью автоматических решений.

Для создания полностью автоматических систем, во всех областях производства, активно применяются алгоритмы машинного обучения. Для внедрения подобного класса алгоритмов необходимо четкое представление на каком этапе работы системы и с каким типом данными будет работать алгоритм. Рассмотрим этапы анализа вибрационных сигналов в рамках анализа состояния промышленного оборудования.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы магистерской диссертации:**

Актуальность темы заключается в возможности создания автономной системы и своевременной глубокой оценки и прогнозирования состояния промышленного оборудования путем анализа акустических и вибрационных сигналов.

Задача формирования пространства информативных признаков, описывающих состояние наблюдаемых объектов, путем анализа виброакустических сигналов является одним из ключевых факторов повышения достоверности диагностики.

**Объект исследования:**

Методы формирования пространства информативных признаков.

**Предмет исследования:**

Пригодность исследуемых методов для формирования пространства информативных признаков.

**Цель работы:**

Предложить алгоритмы формирования информативных признаков и оценить их пригодность по критерию верно классифицированных объектов и быстродействию алгоритма.

**Задачи исследования:**

- Исследовать имеющиеся наработки в области машинного обучения и их применения для анализа промышленного оборудования.
- Разработка алгоритмов обучения и тестирования рассматриваемых классификаторов.
- Исследовать эффективность классификации состояний наблюдения.

**Структура и объем диссертации:**

Диссертация состоит из общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, список публикаций автора и приложения. Общий объем диссертационной работы составляет 63 страницы машинного текста, 21 иллюстрация, список использованных источников из 27 наименований на 2 страницах, список публикаций автора из 1 наименования на 1 странице и приложение на 7 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В данной исследовательской работе использовались две выборки вибросигналов:

- выборка вибросигналов для определения типа промышленного оборудования;
- выборка вибросигналов для определения режима работы промышленного оборудования.

Каждая выборка делилась на обучающую выборку и тестирующую выборку. В обучающей выборке находилось не менее десяти файлов для каждого класса оборудования и каждого режима работы. В тестирующей выборке при определении типа промышленного оборудования на каждый тип оборудования было по 15 тестирующих файлов, классы которых заранее известны. При определении режима работы оборудования на каждый из двух режимов работы оборудования тестирующая выборка содержит по шесть тестирующих файлов.

В данной работе оценка оборудования происходила по трем величинам:

- средняя вероятность принадлежности объекта тестирующей выборки к верному классу по всем объектам класса;
- процент верно классифицированных объектов;
- среднее время работы алгоритма.

В данной работе необходимо, чтобы количество верно классифицированных объектов было максимальным, а время работы минимально. Вероятность принадлежности объекта тестирующей выборки к предсказанному классу должна быть максимальна при верно предсказанном классе и минимально при неверно предсказанном классе.

В ходе работы было исследовано два алгоритма: SVM классификатор и наивный Байесовский классификатор.

В качестве меры оценки будет использоваться следующая величина:

$$K = \frac{\eta_{\text{ср}} \cdot N}{t_{\text{ср}}},$$

который будет показывать степень оптимальности работы по трем критериям. Чем больше этот показатель, тем лучше подходит данный классификатор для задачи.

В качестве информативных признаков в данной исследовательской работе будут использоваться общие метрики сигналов: среднее квадратическое значение (СКЗ), пик-фактор, крест-фактор, которые будут применяться к вибрационному сигналу, прямому спектру этого сигнала, к спектру огибающей этого сигнала.

Выбор СКЗ, как одного из информативных признаков, обоснован тем, что даже при зашумлении сигнала основные вибрационные и ударные составляющие будут намного более четко выражены по сравнению с шумом, поэтому СКЗ будет лежать в определенных пределах для каждого типа оборудования.

Выбор пик-фактора в качестве информативного признака обоснован тем, что даже при сильном зашумлении исходного сигнала пик-фактор будет колебаться в небольших пределах, поскольку пик-фактор является отношением максимального значения сигнала к его СКЗ.

Выбор крест-фактора основан на том же предположении, что и для пик-фактора, с той лишь разницей, что крест-фактор вычисляется как отношение максимального значения сигнала к СКЗ этого сигнала в скользящих окнах, которые частично накладываются друг на друга.

Идея анализа спектров сигнала (прямого и спектра огибающей) основана на том, что для разных типов промышленного оборудования и для разных режимов работы оборудования спектры сигналов будут отличаться, даже если частично совпадают, а для одинаковых типов оборудования спектры сигналов будут примерно одинаковыми, т.е. даже при сильном зашумлении сигнала шумовые компоненты в спектре будут менее выражены, чем информативные.

# СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

## Статьи

1. Мельничук Н.Г. Формирование пространства информативных признаков для решения задачи классификации состояний объекта наблюдения / Мельничук Н.Г., А. В. Цурко // Информационные радиотехнологии: Материалы 53-ей научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, апрель 2017 – Минск, Белорусь, 2017. – С. 123.