## **Вывод по модели деградации с датасета PWR Anomaly**

### **1. Использованный подход:**

### **- Параметр:** RMS-вибрация RCP (среднеквадратичное значение вибросигналов насоса).

### **- Модель:** и линейная, и экспоненциальная регрессии проверялись, после оценки по R² была выбрана **линейная модель**.

### **- Порог** установлен на уровне 4.5 мм/с (по стандартам ISO 10816 для защиты от чрезмерной вибрации).

### **2. Результаты:**

#### 2.1 Модель:

#### **- Линейная регрессия** показала R² ≈ 0.064

#### - Это означает, что линия тренда объясняет ~6.4 % вариативности данных — тренд очень слабый.

#### **- Экспоненциальная модель** была проигнорирована, так как дала худший R².

#### 2.2 Прогноз RUL:

#### **- Предсказанный RUL: ≈ 23 777 единиц времени**

#### **-** Учитывая, что ось времени представлена в виде номеров записей (например, измерения раз в 10 минут), оставшийся ресурс реально больше физического и говорит о **медленной деградации**.

#### 2.3 График:

#### 

#### - Модель показала плавный **медленный спад вибрации** — возможно, сигнал демпфируется или измерения включают шум.

#### - Горизонтальный красный уровень (порог на 4.5 мм/с) находится ниже основной части данных, т.е. актуальное значение вибрации уже **выше порога**.

#### - Вертикальная пунктирная линия (RUL) расположена значительно в будущем, но стоит учесть:

#### - Показатель выше порога уже в начале, то есть технически оборудование **в уже «предельном» состоянии**.

#### - Тренд говорит, что признаки должны вернуться к уровню нормы спустя очень длительное время — хотя на практике это бессмысленно, поскольку вибрация не будет уменьшаться сама по себе.

### 

### **3. Интерпретация:**

### **- Тренд слабый (низкий R²)** — полагаться на линейную экстраполяцию надёжности не стоит. Деградационный процесс выражен слабо.

### **- Начальный уровень вибрации уже выше порога** — сигнал отражает **устоявшуюся нестабильность** или длительное износное состояние. RUL в таком случае равен нулю с точки зрения безопасности.

### **- Большой RUL численно говорит про достижение порога снизу**, но с практической точки зрения, когда RUL считается до **EQUIPMENT\_RECOVERY** (возврата к порогу), его нужно интерпретировать аккуратно: в нашем случае это не восстановление оборудования, а фикция модели.

### **4. Итоговое заключение:**

### **- Физический смысл RUL оказывается нулевым**, потому что уровень RMS-вибрации уже превышает допустимый порог.

### - Полученная линейная модель скорее подтверждает, что **оборудование работает в предельном режиме** и требуется немедленный ремонт или диагностика.

### - Использование такого слабого тренда для прогноза RUL **не надёжно**. Следует рассмотреть, например, другие деградационные признаки (давление или тепловые параметры) либо дополнить модель знанием контекста (паттерны отказа, резкие скачки и т.д.).