

# Предсказание рисков поломки оборудования

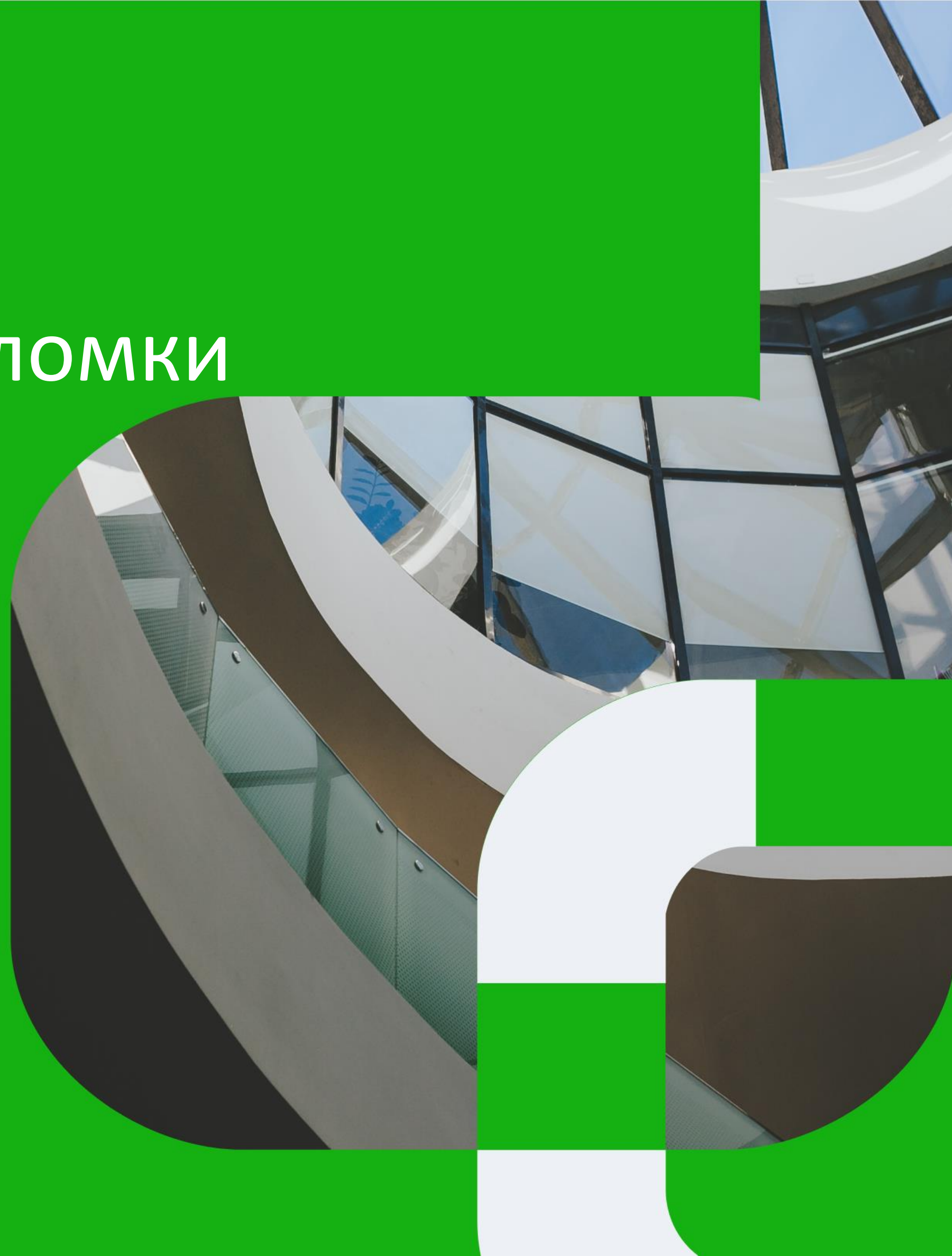
Тема № 22: «Машиностроительная промышленность»

Платформа с использованием ИИ для определения неисправностей и обслуживания на основе данных машинного обучения еще до того, как они привели к остановке и замене оборудования.

Наставник: Иван Тимохин

Билалов Радмир

[BilalovRadmirR@gmail.com](mailto:BilalovRadmirR@gmail.com)



# Анализ предметной области и исходных данных



# Анализ предметной области и обзор решений

## Сбор данных в реальном времени

Использование IoT-сенсоров для непрерывного мониторинга. Выявление предвестий проблем до критической стадии.

## Применение машинного обучения

Анализ данных для предсказания вероятности отказа. Точная оценка рисков и принятие мер для снижения.

## Регулярное техническое обслуживание

Предотвращение отказов через систематическое обслуживание.

## Виртуализация

Эмуляция работы и симуляция сценариев отказа для тестирования.

# Описание исходной информации

AI4I 2020 Predictive Maintenance Dataset		
Donated on 8/29/2020		
The AI4I 2020 Predictive Maintenance Dataset is a synthetic dataset that reflects real predictive maintenance data encountered in industry.		
<b>Dataset Characteristics</b>	<b>Subject Area</b>	<b>Associated Tasks</b>
Multivariate, Time-Series	Computer Science	Classification, Regression, Causal-Discovery
<b>Feature Type</b>	<b># Instances</b>	<b># Features</b>
Real	10000	14

Источник данных:

«AI4I 2020 Predictive Maintenance Dataset - UCI Machine Learning Repository»

(DOI: 10.24432/C5HS5C)

<https://archive.ics.uci.edu/dataset/601/ai4i+2020+predictive+maintenance+dataset>

Отказ станка включает следующие режимы:

- Отказ по износу инструмента (TWF)
- Отказ теплоотвода (HDF)
- Отказ по мощности (PWF)
- Отказ из-за перегрузки (OSF)
- Случайные отказы (RNF)

Параметры:

- **UID** (уникальный идентификатор): Нумерация от 1 до 10000
- **ID станка**: Составлен из букв L, M или H и серийного номера
- **Тип станка**: L, M или H
- **Температура воздуха [K]**
- **Температура процесса [K]**
- **Скорость вращения [об/мин]**
- **Крутящий момент [Нм]**
- **Износ инструмента [мин]**
- **Метка "Отказ станка"**: Указывает, произошел ли отказ станка в данной точке данных и какой режим отказа активирован.

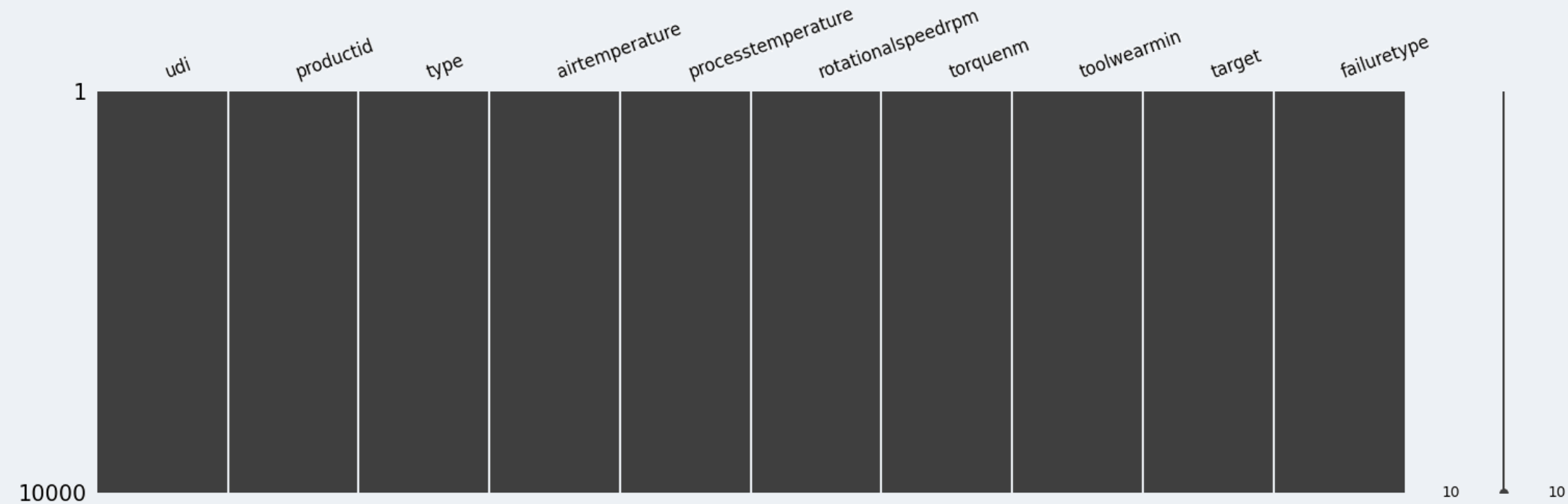
# Анализ данных



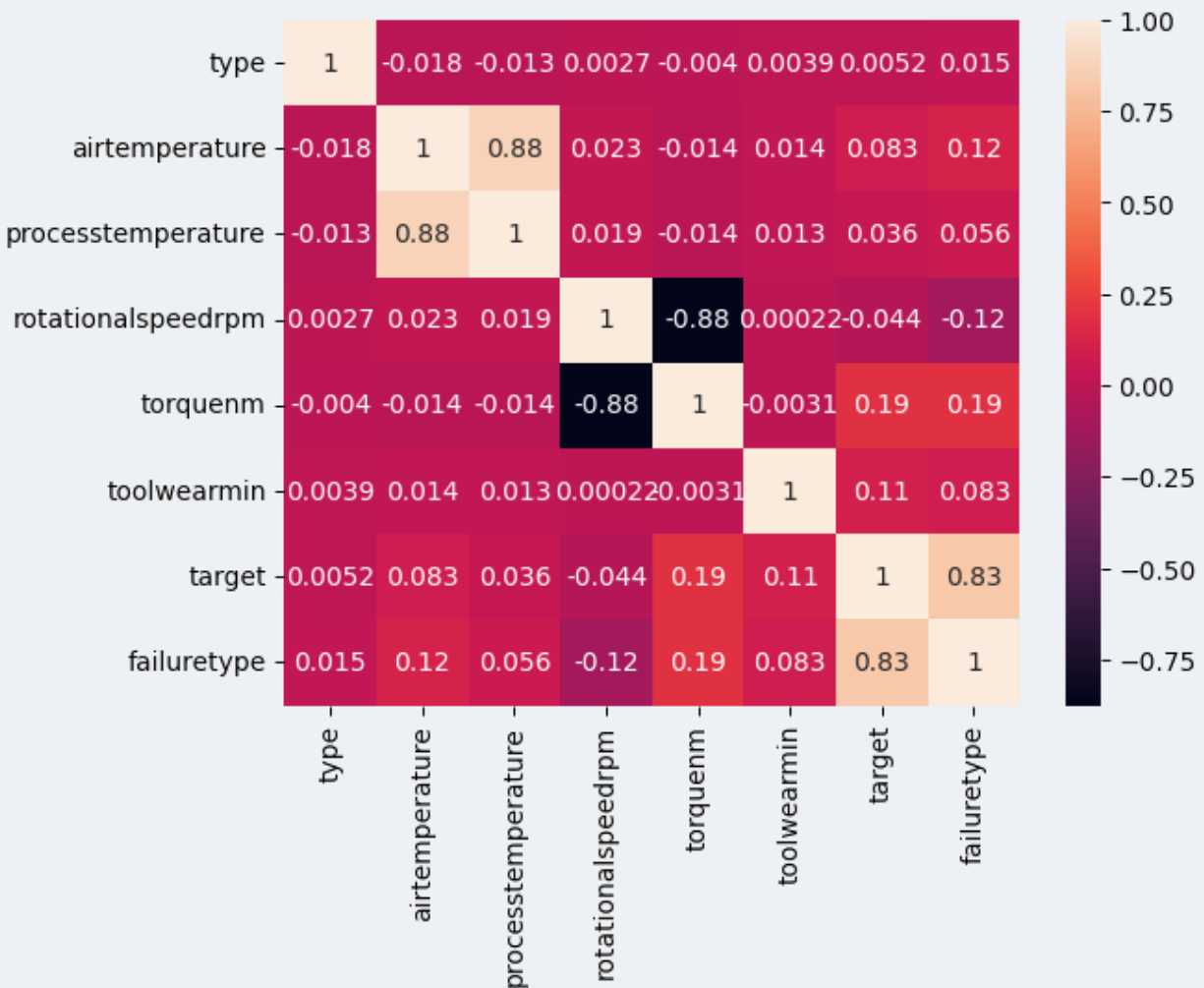


# Анализ данных

10000 строк данных без пропусков и нулевых значений



Тепловая карта показывает, что явные корреляции между параметрами температур и сильная отрицательная корреляция между скоростью вращения инструмента и крутящего момента



Видно, что между некоторыми параметрами есть сложная взаимная корреляция.

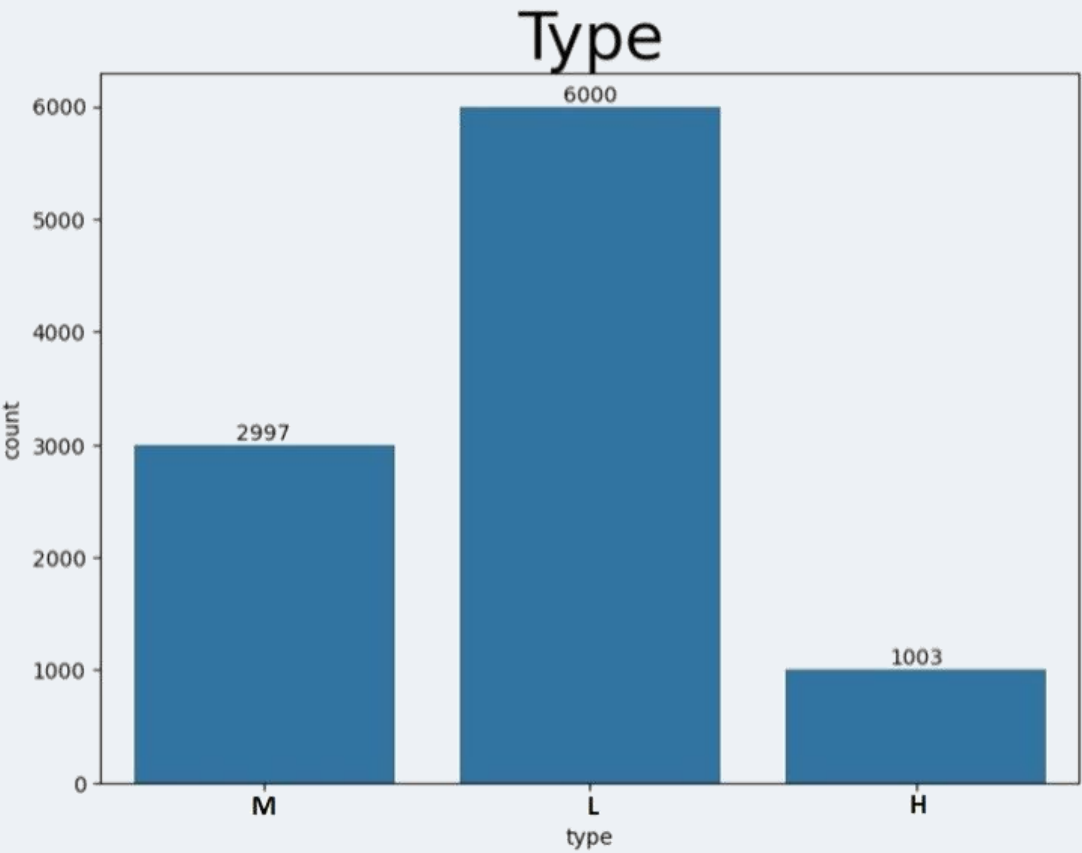


# Анализ данных

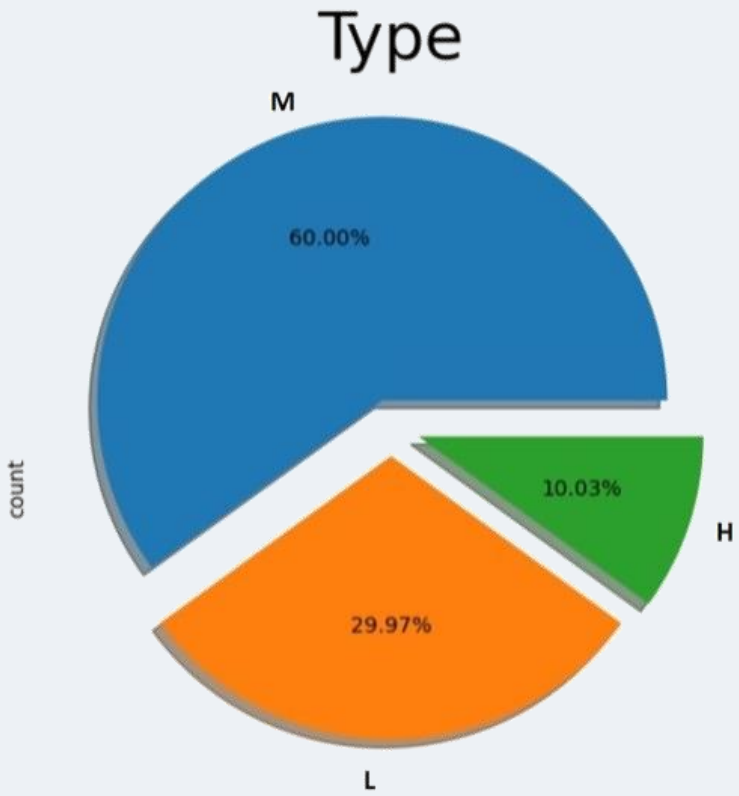
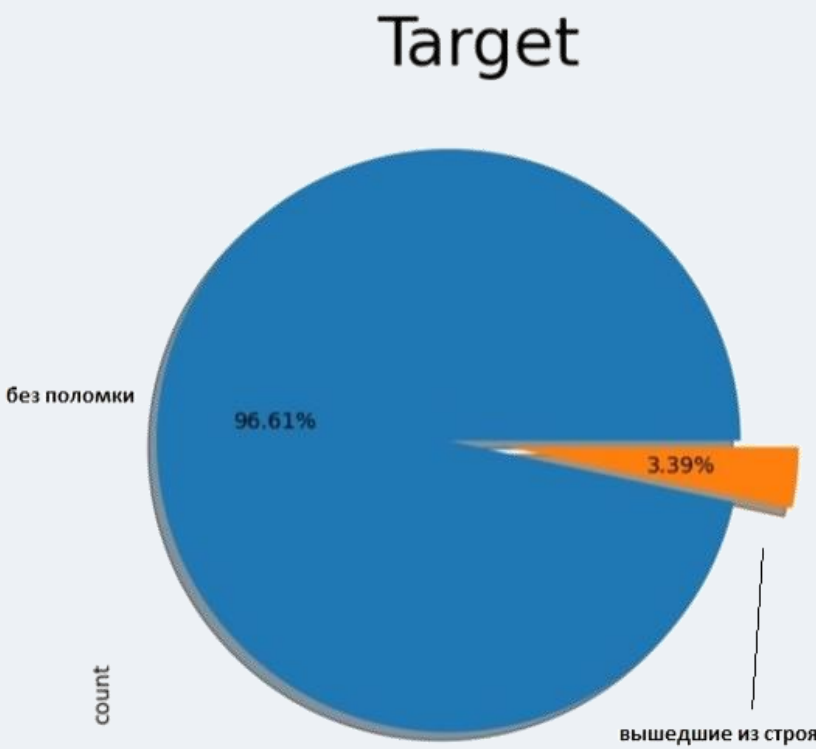
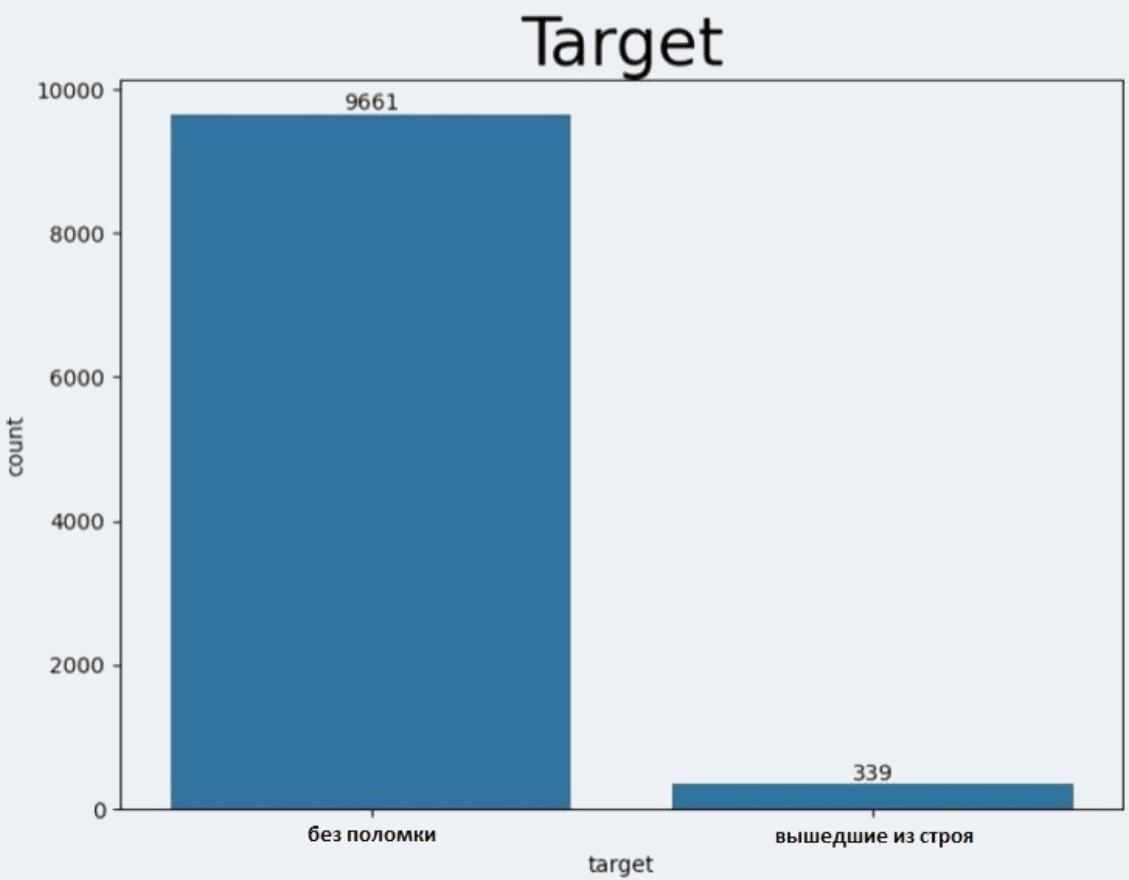
В качестве основной оценки моделей была выбрана метрика *recall*

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

Распределение типов станков



Распределение целевого параметра

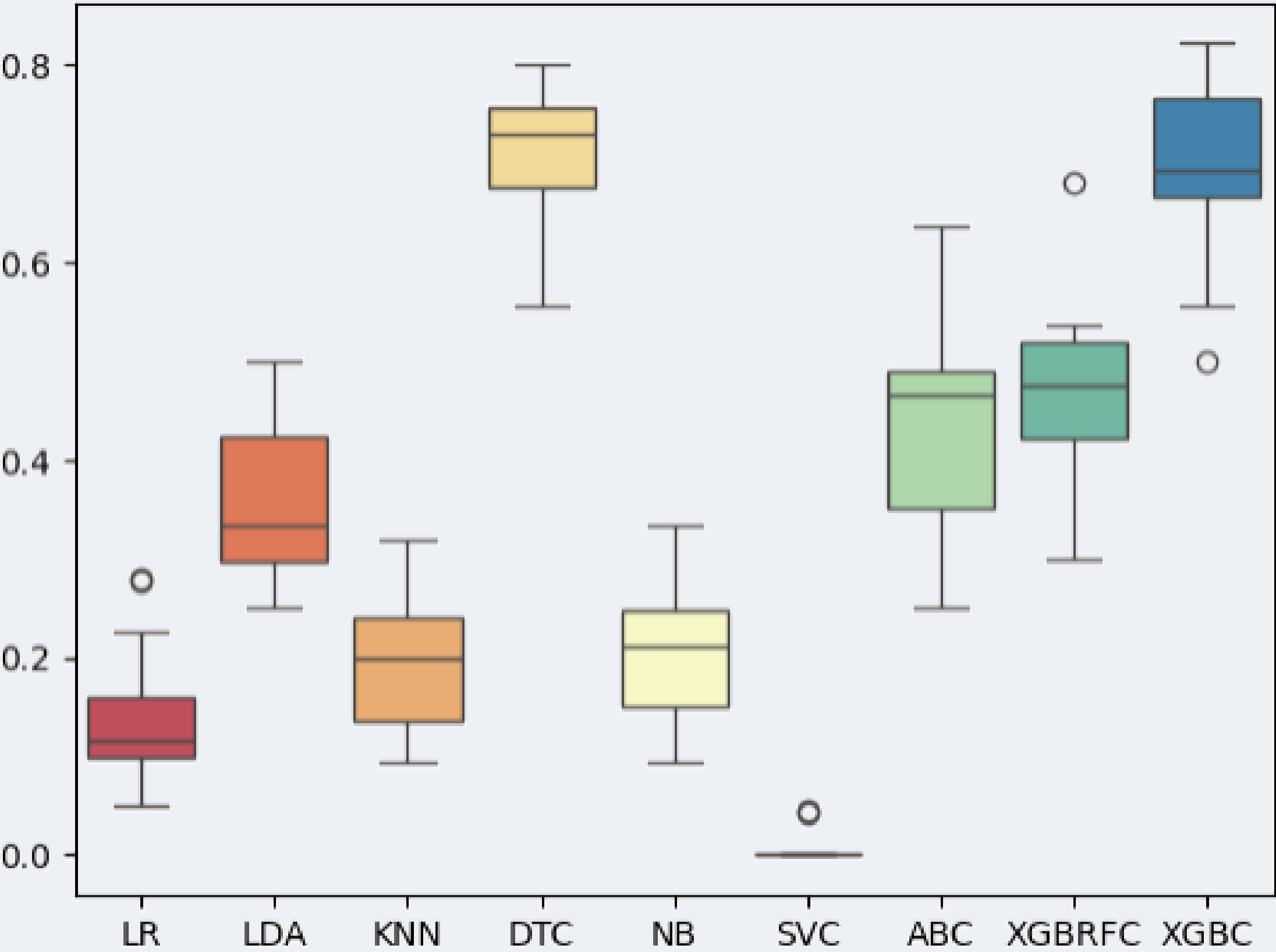


# Машинное обучение





# Обучение набора классических алгоритмов



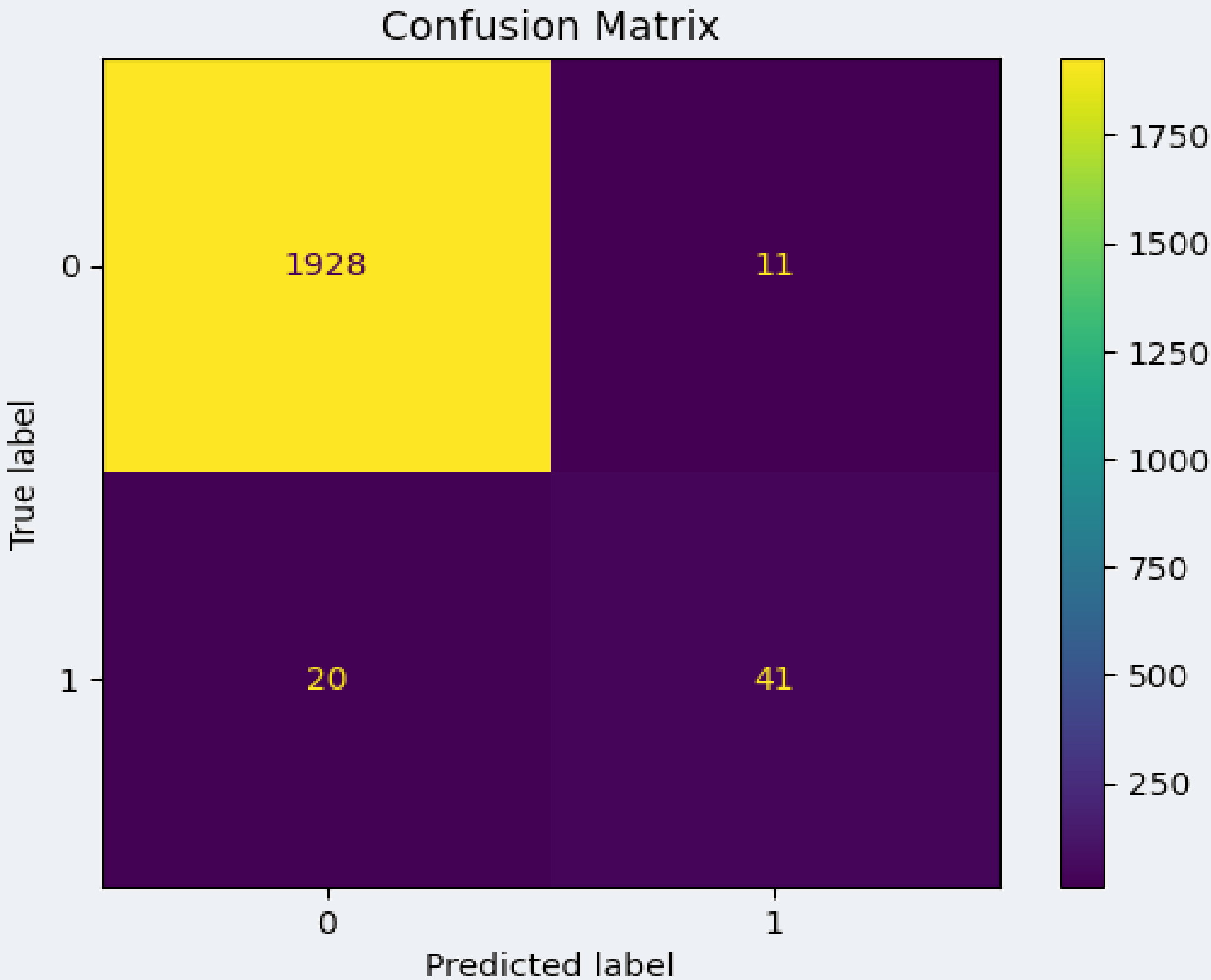
	recall (mean)	recall (std)
Logistic Regression	0.139	0.068
Linear Discriminant Analysis	0.358	0.078
K-Nearest Neighbors	0.193	0.068
Decision Tree Classifier	0.688	0.061
Gaussian Naive Bayes	0.204	0.067
Support Vector Classifier	0.005	0.015
AdaBoost Classifier	0.428	0.097
XGBRFClassifier	0.473	0.084
XGBClassifier	0.693	0.087

```
# Оценим каждую модель
results = []
names = []
scoring = 'recall'
for name, model in models:
    kfold = model_selection.KFold(n_splits=15, random_state=42, shuffle=True)
    cv_results = model_selection.cross_val_score(model, X, Y, cv=kfold, scoring=scoring)
    results.append(cv_results)
    names.append(name)
    msg = "%s: %f (%f)" % (name, cv_results.mean(), cv_results.std())
    print(msg)

# Построение боксплота для сравнения алгоритмов
fig = plt.figure()
fig.suptitle('Сравнение алгоритмов')
ax = fig.add_subplot(111)
sns.boxplot(results, palette='Spectral')
ax.set_xticklabels(names)
plt.show()
```

# Результаты обучения модели XGBClassifier

Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	ROC AUC Score
0.985	0.788	0.672	0.726	0.833



# Интерфейс пользователя



# Интерфейс веб-приложения

Выберите тип станка

М

▼

Температура воздуха, °C

Введите температуру воздуха, °C

Температура процесса, °C

Введите температуру процесса, °C

Скорость вращения инструмента, об/мин

Введите скорость вращения инструмента, об/мин

Крутящий момент, Нм

Введите крутящий момент, Нм

Износ инструмента, мин

Введите износ инструмента, мин

ПРОВЕРИТЬ СТАНОК

Выпадающий список

Поля ввода

Кнопка для запуска

Результат предсказания модели

Заранее обученная модель загружается при запуске сервера.

Пользователю необходимо:

- Выбрать тип станка в выпадающем списке
- Ввести параметры работы станка
- Нажать кнопку «Проверить станок»

Далее будет представлен результат выполнения прогноза в отдельном контейнере на Главной странице.

Краткое описание

Данное веб-приложение предназначено для прогнозирования поломки станка.

Оно предоставляет возможность для повышения надежности и эффективности промышленных установок, а также подчеркивает потенциал для дальнейших усовершенствований и применений в сфере предупреждения технических сбоев.

В левой части страницы необходимо задать параметры работы станка и нажать на кнопку "Проверить станок". В нижней части страницы расположены диаграммы анализа данных

Результат прогноза

Станок подвержен поломке с вероятностью: 69.64%

# Заключение

- Решена задача бинарной классификации с применением классических алгоритмов;
- Написан пользовательский интерфейс.
- Проект выложен на **GitHub** (с учетом всех требований)

[https://github.com/rad2white/innopolis-predicting\\_machine\\_failure](https://github.com/rad2white/innopolis-predicting_machine_failure)

## Перспективы:

- Улучшить алгоритмы машинного обучения (оптимизация гиперпараметров, использование сложных архитектур)
- Использование реальных данных с бóльшим количеством параметров (влажность, интенсивность использования и др.)
- Интеграция с интеллектуальной системой управления

## Технические требования:

В работе был использован Python 3.11

Библиотеки и версии  
для запуска веб-приложения:

- flask==3.0.0
- pandas==2.1.2
- joblib==1.3.2
- datetime==5.2



# Демонстрация





ИНСТИТУТ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
УНИВЕРСИТЕТА ИННОПОЛИС

Спасибо  
за внимание

Билалов Радмир  
[BilalovRadmirR@gmail.com](mailto:BilalovRadmirR@gmail.com)