

# **Задание на курсовую работу:**

## **Название: Трекинг ML-экспериментов в ClearML**

### **1. Цель курсовой работы**

Цель курсовой работы – реализовать полное сопровождение экспериментов по построению модели машинного обучения с использованием ClearML, включая:

- раздельные эксперименты для подготовки выборок и обучения модели;
- версионирование датасетов;
- сохранение артефактов (модели, данных);
- логирование гиперпараметров и метрик качества;
- анализ результатов через веб-интерфейс ClearML.

### **2. Исходные данные и технологии**

Нужно использовать:

- кейс «Моделирование предрасположенности клиентов» из дисциплины «Машинное обучение»;
- библиотеки:
  - для анализа данных и ML: pandas, numpy, scikit-learn (при необходимости — xgboost, lightgbm, catboost и др.);
  - для трекинга экспериментов: clearml;
- среду выполнения: локальную среду с поддержкой ноутбуков и AI-ассистента.

Настройка подключения к ClearML может выполняться через задание переменных окружения в коде (демонстрационный вариант). В пояснительной записке необходимо явно указать, что хранение ключей в коде недопустимо в реальных проектах и должно заменяться конфигурацией/переменными окружения вне кода.

### **3. Требования к постановке экспериментов в ClearML (вариант «на 5»)**

#### **3.1. Структура экспериментов**

Обязательно:

1. Отдельный эксперимент (Task) для подготовки выборок из raw-датасета:
  - загружается «сырой» датасет;
  - выполняется предобработка (расчеты и т.п.);

- формируются обучающая/тестовая выборка или предобработанный датасет;
- результат подготовки (файлы с предобработанными данными) сохраняется как артефакт и/или как версия Dataset.

## 2. Минимум два независимых ML-эксперимента (Task) для построения модели:

- каждый эксперимент:
  - загружает данные через Dataset (определенная версия);
  - обучает модель;
  - логирует гиперпараметры;
  - сохраняет модель как pkl-артефакт;
  - логирует метрики качества.
- эксперименты должны отличаться:
  - набором гиперпараметров;
  - и/или набором признаков;
  - и/или используемым алгоритмом ML. Можно использовать тривиальную модель (на 1 признаке).

Итого: минимум один Task подготовки данных + два Task обучения моделей.

## 3.2. Использование нескольких датасетов с версионированием (Dataset)

Обязательно использовать объект Dataset не менее чем для двух версий датасета:

1. Создать и финализировать **базовую версию датасета**, например:
  - исходный или минимально очищенный датасет;
2. Создать **как минимум ещё одну версию** датасета:
  - Обучающие и тестовые выборки.
3. В каждом ML-эксперименте:
  - явно загрузить нужную версию датасета через Dataset.get(...).get\_local\_copy() или аналогичный метод;

## 3.3. Сохранение ML-модели в виде \*.pkl-объекта

Обязательно:

- в каждом ML-эксперименте обученная модель должна быть:
  - сериализована в файл формата \*.pkl (через joblib или pickle);

- загружена в соответствующий Task как артефакт ClearML.

### 3.4. Сохранение гиперпараметров ML-алгоритма

Обязательно:

- в каждом ML-эксперименте гиперпараметры модели должны быть доступны в интерфейсе ClearML (во вкладке Configuration или аналогичном разделе);
- допустимые варианты реализации:
  - использование `Task.connect` / `Task.connect_configuration` для объекта с параметрами;
  - использование конфигурационных файлов, автоматически подхватываемых ClearML;
  - явное логирование словаря гиперпараметров.

В пояснительной записке необходимо:

- перечислить, какие гиперпараметры варьировались;
- указать, как именно они были зафиксированы в ClearML.

### 3.5. Сохранение метрик качества модели

Обязательно:

- в каждом ML-эксперименте должна быть залогирована **как минимум одна итоговая метрика качества** (ROC-AUC и т.п.), отображающаяся в разделе RESULTS → SCALARS;

В пояснительной записке необходимо:

- провести сравнительный анализ результатов минимум двух ML-экспериментов.

## 4. Требования к структуре и качеству кода

Вы можете использовать за основу код кейса вашей практической работы. Допустимо разбить код на несколько ноутбуков.

## 5. Пояснительная записка (15-25 страниц)

Объём: **15–25 страниц** (без учёта титульного листа, содержания, списка литературы и приложений).

Рекомендуемая структура:

### 5.1. Введение

- актуальность трекинга экспериментов в ML;

- цель и задачи курсовой работы;
- объект и предмет исследования;
- краткое описание выбранного датасета и постановки задачи (моделирование предрасположенности клиентов).

## 5.2. Теоретическая часть

Рекомендуемое содержание:

1. **Основы трекинга экспериментов в машинном обучении:**
  - проблемы воспроизводимости;
  - понятия: эксперимент, артефакт, конфигурация, метрика.
2. **Системы управления ML-экспериментами (MLOps / experiment tracking):**
  - типовые задачи таких систем;
  - краткое сравнение подходов (в т.ч. место ClearML среди других решений).
3. **Архитектура и компоненты ClearML:**
  - Task (эксперимент);
  - Logger (метрики, графики, артефакты);
  - Dataset / Hyper-Datasets (версионирование данных);
  - артефакты и конфигурации.
4. **Версионирование данных в ML-проектах:**
  - зачем фиксировать версии датасетов;
  - как это реализовано в ClearML.

Теоретическая часть должна опираться на 5–10 источников (книги, статьи, документацию).

## 5.3. Практическая часть

Рекомендуемые разделы:

1. **Описание исходных данных и постановка задачи:**
  - источник и структура датасета;
  - целевая переменная и признаки;
  - формулировка задачи (классификация/регрессия и т.п.).
2. **Подготовка данных и эксперимент подготовки выборок:**
  - этапы предобработки;
  - логика разделения на выборки;
  - описание Task в ClearML;
  - описание созданных версий Dataset (для варианта «на 5»).

### **3. Описание ML-экспериментов:**

- инициализация Task для обучения;
- используемые алгоритмы и гиперпараметры;
- использованные версии датасетов;
- логируемые артефакты (модели, данные).

### **4. Логирование гиперпараметров, метрик и анализ результатов:**

- список зафиксированных гиперпараметров;
- перечень метрик;
- сравнительный анализ минимум двух ML-экспериментов (для «4»/«5»).

### **5. Обеспечение воспроизводимости:**

- способы фиксации версий данных;
- как воспроизвести эксперименты по ноутбуку и данным в ClearML.

## **5.4. Заключение**

- выводы по работе;
- оценка достигнутых результатов;
- направления дальнейшего развития.

## **5.5. Список литературы**

- оформление по требованиям ГОСТ (с этим сейчас хорошо справляются нейросети!);
- включить источники по ML, MLOps и ClearML.

## **5.6. Приложения**

- скриншоты из ClearML.

## **6. Скриншоты из UI ClearML (минимальный набор)**

В пояснительную записку необходимо включить скриншоты с подписями.

Обязательно:

### **1. Список задач (Task Table):**

- показаны:
  - Task подготовки данных (для варианта «на 5»);
  - минимум два Task обучения моделей (для «4»/«5»);
- пояснение, какая задача что делает.

### **2. Карточка Task подготовки данных (для «на 5»):**

- обзор / детали;
- вкладка Artifacts (файлы данных или ссылки на Dataset).

**3. Карточки двух ML-экспериментов:**

- вкладка Configuration / Hyperparameters (гиперпараметры);
- вкладка Artifacts (модели в pkl);
- вкладка Scalars (метрики).

**4. Сравнение экспериментов:**

- скриншот с сопоставлением метрик/графиков разных ML-экспериментов (для «4»/«5»).

Желательно:

- скриншот раздела Datasets с версиями датасетов (для варианта «на 5»).

## **7. Итоговый комплект материалов**

По завершении курсовой работы должен быть представлен следующий комплект:

1. **Пояснительная записка** объёмом 15-25 страниц в текстовом формате (DOCX) по структуре, близкой к описанной.
2. **Jupyter Notebook(и):**
  - с кодом:
    - подготовки данных;
    - создания/использования Dataset (для варианта «на 5»);
    - инициализации Task в ClearML;
    - логирования моделей, гиперпараметров и метрик;
  - с необходимыми комментариями.
3. **Комплект скриншотов** из UI ClearML:

## **8. Вариативные требования по ClearML для оценок «5», «4» и «3»**

Ниже обобщаются требования именно к части по ClearML, которые определяют уровень оценки.

### **8.1. Требования для оценки «5» (полный вариант, описан в разделах 3-7)**

Критерии:

- Есть **отдельный Task для подготовки данных из raw-датасета**.
- Есть **минимум два ML-эксперимента (Task) для обучения моделей**, отличающихся гиперпараметрами / признаками / алгоритмами.

- Используется объект Dataset с **минимум двумя версиями** датасета:
  - каждая версия создаётся и финализируется;
  - в каждом ML-эксперименте явно загружается нужная версия.
- В каждом ML-эксперименте:
  - модель сохраняется в виде \*.pkl-файла и логируется как артефакт;
  - гиперпараметры зафиксированы и доступны в UI ClearML;
  - залогированы метрики качества, причём хотя бы один эксперимент содержит динамику метрики (например, loss по эпохам).
- Пояснительная записка содержит:
  - теоретическую часть по трекингу экспериментов и ClearML;
  - подробное описание реализованных Task, Dataset и артефактов;
  - сравнительный анализ экспериментов с опорой на данные ClearML;
  - нужные скриншоты.

## 8.2. Требования для оценки «4» (облегчённый вариант)

Часть по ClearML считается выполненной на уровень «4», если:

- выполнены **не менее двух ML-экспериментов (Task)** для обучения модели;
- эксперименты различаются по гиперпараметрам / признакам / алгоритмам;
- **Task для подготовки данных может отсутствовать** (подготовка допускается в тех же Task, что и обучение);
- использование объекта Dataset **не является обязательным**;
- в ClearML:
  - хотя бы один вариант данных (исходный или предобработанный) сохранён как артефакт;
  - **минимум для одного ML-эксперимента** модель сохранена как \*.pkl и залогирована как артефакт (желательно – для всех);
  - для каждого ML-эксперимента зафиксированы гиперпараметры (видны в UI ClearML);
  - для каждого ML-эксперимента залогирована хотя бы одна итоговая метрика качества;
- пояснительная записка:
  - описывает структуру экспериментов;
  - показывает, как логируются модели, данные, гиперпараметры и метрики;
  - содержит скриншоты хотя бы по двум ML-экспериментам.

### **8.3. Требования для оценки «3» (минимальный вариант)**

Часть по ClearML считается выполненной на уровень «3», если:

- реализован **как минимум один эксперимент (один Task)** в ClearML, включающий:
  - загрузку и предобработку данных;
  - обучение модели;
  - расчёт метрик качества;
- Task для подготовки данных отдельно **не требуется**;
- объект Dataset **не используется**;
- сохранение гиперпараметров в ClearML **не является обязательным**:
  - можно использовать модель с параметрами по умолчанию;
  - явное логирование гиперпараметров не требуется;
- желательно:
  - модель сохранена в виде \*.pkl и прикреплена к Task как артефакт (это рекомендуемый минимум для устойчивой «3»);
- обязательно:
  - в ClearML залогирована как минимум одна итоговая метрика качества, отображающаяся в RESULT → SCALARS;
- в пояснительной записке:
  - кратко описан один эксперимент;
  - приведён скриншот Task и метрики из ClearML.