

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**на разработку системы восстановления пропущенных значений  
датчиков, измеряющие физические величины на технологической  
установке**

**На 9 листах**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
2. ЦЕЛИ И НАЗНАЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ .....	4
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ .....	5
4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ .....	6
5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ .....	8
6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ .....	8
7. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ .....	9
8. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ .....	9

## ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

Термины и сокращения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Термины и сокращения

Термин	Сокращение	Описание
Высшая школа технологий искусственного интеллекта	ВШТИИ	
Искусственный интеллект	ИИ	
GitHub		Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки и версионирования
Application Programming Interface	API	Набор правил и инструментов, которые позволяют программам общаться друг с другом и обмениваться данными
Mean Absolute Percentage Error	MAPE	Средняя абсолютная ошибка в процентах, где $n$ – количество элементов в пакете; $y_i$ – истинное значение; $\hat{y}_i$ – восстановленное значение: $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $
K-Nearest Neighbors Imputer	KNNImputer	Метод для заполнения пропущенных значений в данных, основанный на модели К-ближайших соседей

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

- 1.1. Полное наименование системы: система восстановления пропущенных значений датчиков измерения потребления электроэнергии в домохозяйстве.
- 1.2. Условное обозначение системы: Watt's App
- 1.3. Наименование организации заказчика (пользователя) системы и наименование организации (команды) разработчика: заказчик – доцент ВШТИИ, кандидат физико–математических наук, Вениаминов Николай Андреевич; разработчик системы – команда 2 направления подготовки «Искусственный интеллект и машинное обучение».
- 1.4. Перечень документов, на основании которых создается система: задачи для командной работы в рамках курса «Проектирование приложений с элементами искусственного интеллекта» от 26.04.2025 г.
- 1.5. Плановые сроки начала и окончания работ по созданию системы: разработка должна быть завершена в промежуток времени с момента получения задания (см. п. 1.4.) до даты зачета включительно.
- 1.6. Общие сведения об источниках и порядке финансирования работ: источник финансирования – заказчик системы (см. п. 1.3.); порядок финансирования работ – по усмотрению заказчика в балловом эквиваленте.

## **2. ЦЕЛИ И НАЗНАЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ**

- 2.1. Цели создания системы: получение опыта проектирования приложений с элементами ИИ в рамках прохождения курса «Промышленное программирование на языке Python».
- 2.2. Назначение системы: восстановление пропущенных значений датчиков, измеряющих физические величины на технологической установке, в специфике измерения потребления электроэнергии.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

#### 3.1. Основные сведения об объекте автоматизации:

Установка №1 обладает датчиками измерения энергопотребления распределительных сетей:

- 1) распределительный узел №1 (кВт);
- 2) распределительный узел №2 (кВт);
- 3) распределительный узел №3 (кВт).

Помимо указанных выше характеристик, снимаемых с датчиков, информация дополняется датой и временем. Частота измерений: 10 минут.

В процессе работы установки №1 датчики могут не записывать физические показатели (сбой возникает примерно в 1.25% случаях).

Установка №2 обладает датчиками измерения энергопотребления в домохозяйстве:

- 1) бытовая техника (Вт · ч);
- 2) осветительные устройства (Вт · ч);

Данная установка, помимо датчиков электроэнергии, оснащена датчиками, которые передают информацию о температуре и влажности:

- 3) температура в помещении А (°С);
- 4) влажность в помещении А (%);
- 5) температура в помещении В (°С);
- 6) влажность в помещении В (%).

Помимо указанных выше характеристик, снимаемых с датчиков, информация дополняется датой и временем. Частота измерений: 10 минут.

В процессе работы установки №2 датчики могут не записывать физические показатели (сбой возникает примерно в 2.5% случаях).

Разрабатываемая система (см. п. 1.1.) эксплуатируется согласно своему назначению (см. п. 2.2.) и возвращает пользователю восстановленные значения датчиков электроэнергии.

## **4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ**

### **4.1. Требования к структуре системы в целом**

#### **4.1.1. Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики:**

- 1) Подсистема получения данных с датчиков установки;
- 2) Подсистема восстановления пропущенных значений датчиков;
- 3) Подсистема предоставления результатов и визуализации;
- 4) Подсистема взаимодействия и обмена данными между компонентами.

#### **4.1.2. Требования к режимам функционирования системы по возможному взаимодействию на систему:**

- 1) штатный режим, в котором пакетами обрабатываются пропущенные значения датчиков, в соответствии с идентификатором установки;
- 2) тестовый режим, в котором оценивается качество заполнения пропусков на валидационной выборке (см. п. 4.2.2.(4)).

#### **4.1.3. Перспективы развития, модернизации системы:**

Одним из аспектов потенциальной масштабируемости системы является увеличение количества поддерживаемых установок. Ключевым условием внедрения установки является соответствие данных определенному формату (см. 4.2.2.(2)).

Следующим аспектом является предоставление пользователю настраивать алгоритмы валидации и восстановления данных. Это возможно при внедрении новых моделей. Пользователю в будущем может быть предоставлена возможность выбора алгоритма восстановления пропущенных значений и задание гиперпараметров выбранной модели, если это уместно.

#### **4.1.4. Способ взаимодействия с пользователем:**

В штатном режиме функционирования пользователь вводит идентификатор интересующей его установки. Система, после восстановления пропусков, предоставляет результаты заполнения и визуализирует их в веб-приложении.

В тестовом режиме функционирования, система, после восстановления пропусков, предоставляет визуализацию заполнения и значения метрики качества MAPE (см. 4.2.2.(4)).

#### 4.1.5. Архитектура разрабатываемой системы:

Система восстановления пропусков предоставляется как монолитное приложение.

#### 4.2. Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

##### 4.2.1. Перечень функций (программ):

##### 4.2.1.1. функции (программы), доступные пользователю:

- 1) функция (программа) предоставления результатов и визуализации

##### 4.2.1.1. внутренние функции (программы):

- 2) функция (программа) приема и валидации входных данных;
- 3) функция (программа) выявления пропущенных значений;
- 4) функция (программа) восстановления пропущенных значений;
- 5) функция (программа) взаимодействия и обмена данными между компонентами.

##### 4.2.2. Результат выполнения функций (программ):

Нумерация результатов выполнения соответствует перечню функций (программ) (см. п. 4.2.1.).

- 1) функция (программа) возвращает восстановленные значения датчиков и визуализирует их;
- 2) функция (программа) получает на вход показания датчиков и временные характеристики (см. п. 3.1.), причем некоторые показатели (кроме временных) могут отсутствовать. Данные приходят пакетами. Взаимодействие происходит через API. Пользователь вводит параметр – идентификатор установки. Данные должны соответствовать следующему формату: первая колонка (название колонки: date) – дата формата dd/mm/yyyy, последующие колонки – показания датчиков (числовые признаки);

- 3) функция (программа) должна выявлять объекты с пропущенными значениями;
- 4) функция (программа) восстанавливает пропущенные значения с качеством не меньшей, чем при заполнении средним значением. На выходе пропущенных значений быть не должно. Для получения информации о качестве заполнения пропусков доступен тестовый режим, в котором используется отложенная валидационная выборка, где отсутствуют пропущенные значения, для каждой реализуемой установки (см. п. 3). Пропущенные значения случайно заполняют выборку. Зная истинные показания датчиков, качество заполнения оценивается через значение MAPE, причем заказчик в праве потребовать реализацию прочих метрик качества при условии их применимости;
- 5) функция (программа) возвращает восстановленные значения датчиков и визуализирует их;
- 6) функция (программа) обеспечивает взаимодействие и обмен данными составных частей системы.

## **5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ**

Перечень этапов работ по созданию системы и сроки их выполнения определяются командой разработчиков (см. п. 1.3.) в пределах планового срока начала и окончания работ (см. п. 1.5.).

## **6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ**

### **6.1. Общие требования к приемке работ, порядок согласования:**

Демонстрация разработанной системы будет производиться на оборудовании разработчика.

В качестве перечня материалов, которыми будет оформляться приемка, выступает презентация с демонстрацией разработанной системы и ссылка на репозиторий проекта в GitHub.



## **7. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ**

7.1. Перечень подлежащих разработке материалов: техническое задание на создание системы восстановления пропущенных значений датчиков; презентация с демонстрацией разработанной системы; ссылка на репозиторий проекта в GitHub.

## **8. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ**

Разработчик технического задания: Кококов Амир Айдарович, команда 2 (см. п. 1.3.).

Полное наименование: техническое задание на создание системы восстановления пропущенных значений датчиков физической установки.