# **ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

## **Інформаційна система управління 3D-принтерами Bambu Lab**

**1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**1.1 Найменування системи**

Інформаційна система управління 3D-принтерами Bambu Lab (Bambu Printer Information Management System - BPIMS).

**1.2 Підстава для розробки**

Лабораторні роботи з дисципліни "Інформаційні системи".

**1.3 Призначення системи**

Створення прикладної інформаційної системи для централізованого управління, моніторингу, обліку ресурсів та аналізу ефективності роботи 3D-принтерів Bambu Lab в мережевому середовищі з повноцінним інформаційним забезпеченням виробничого процесу.

**2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ**

**2.1 Об'єкт автоматизації**

* **Предметна область**: Інформаційне забезпечення процесів 3D-друку та управління виробничими ресурсами
* **Користувачі**: Оператори 3D-друку, технічні спеціалісти, менеджери виробництва, адміністратори системи
* **Масштаб**: Від 1 до N принтерів в локальній мережі з централізованою базою даних

**2.2 Інформаційні процеси, що автоматизуються**

* **Облік та реєстрація** обладнання та матеріалів
* **Моніторинг стану** виробничих процесів
* **Ведення журналу** всіх операцій та подій
* **Управління ресурсами** (філамент, енергоспоживання)
* **Аналіз ефективності** роботи обладнання
* **Планування завантаженості** принтерів
* **Генерація звітності** по виробничій діяльності

**3. ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

**3.1 Функціональні вимоги**

**3.1.1 Модуль управління обладнанням**

* **Реєстрація принтерів** з повною технічною інформацією
* **Ведення каталогу обладнання** з характеристиками
* **Управління конфігураціями** принтерів
* **Групові операції** з обладнанням

**3.1.2 Модуль обліку матеріалів та ресурсів**

* **Реєстрація філаменту** з параметрами (тип, колір, вага, вартість)
* **Прив'язка філаменту до принтерів** з автоматичним розрахунком залишків
* **Облік витрат матеріалів** по кожному завданню друку
* **Попередження про низькі залишки** філаменту
* **Історія використання матеріалів** з аналітикою
* **Розрахунок собівартості** друку по матеріалах

**3.1.3 Модуль журналювання та моніторингу**

* **Журнал завдань друку** з повною інформацією:
  + Час початку/завершення
  + Назва та параметри моделі
  + Використані матеріали
  + Результат виконання
  + Витрачений час
* **Журнал помилок та збоїв** з класифікацією:
  + Технічні помилки принтерів
  + Мережеві збої
  + Помилки користувачів
  + Автоматичні дії системи
* **Журнал системних подій**:
  + Підключення/відключення користувачів
  + Зміни конфігурації
  + Операції з матеріалами
* **Моніторинг стану в реальному часі**:
  + Температурні режими
  + Прогрес друку
  + Стан підключення
  + Поточне споживання ресурсів

**3.1.4 Модуль керування процесами**

* **Управління чергою завдань** друку
* **Призначення завдань на принтери** з оптимізацією
* **Контроль процесу друку** (пауза, стоп, відновлення)
* **Автоматичне перепланування** при збоях

**3.1.5 Модуль аналітики та звітності**

* **Статистика ефективності** принтерів
* **Аналіз витрат матеріалів** по періодах
* **Звіти по завантаженості** обладнання
* **Розрахунок KPI** виробничої діяльності
* **Прогнозування потреб** в матеріалах

**3.1.6 Модуль діагностики та технічного обслуговування**

* **Планування ТО** обладнання
* **Ведення історії ремонтів** та обслуговування
* **Діагностика мережевих підключень**
* **Автоматичне тестування** систем

**3.2 Інформаційне забезпечення**

**3.2.1 База даних системи**

**Таблиця "Принтери" (printers):**

* printer\_id (первинний ключ)
* name (назва)
* ip\_address (IP-адреса)
* serial\_number (серійний номер)
* access\_code (код доступу)
* model (модель)
* installation\_date (дата встановлення)
* status (поточний статус)
* total\_print\_time (загальний час друку)
* maintenance\_date (дата останнього ТО)

**Таблиця "Матеріали" (materials):**

* material\_id (первинний ключ)
* name (назва матеріалу)
* type (тип філаменту: PLA, ABS, PETG, etc.)
* color (колір)
* diameter (діаметр)
* density (щільність г/см³)
* cost\_per\_kg (вартість за кг)
* supplier (постачальник)

**Таблиця "Запаси матеріалів" (material\_stock):**

* stock\_id (первинний ключ)
* material\_id (зовнішній ключ)
* printer\_id (зовнішній ключ)
* initial\_weight (початкова вага)
* current\_weight (поточна вага)
* installation\_date (дата встановлення)
* estimated\_remaining (розрахункова кількість, що залишилась)

**Таблиця "Завдання друку" (print\_jobs):**

* job\_id (первинний ключ)
* printer\_id (зовнішній ключ)
* material\_id (зовнішній ключ)
* job\_name (назва завдання)
* file\_path (шлях до файлу)
* start\_time (час початку)
* end\_time (час завершення)
* status (статус: queued, printing, completed, failed, paused)
* estimated\_time (розрахунковий час)
* actual\_time (фактичний час)
* material\_used (витрачено матеріалу, г)
* progress (прогрес %)
* error\_message (повідомлення про помилку)

**Таблиця "Журнал подій" (event\_log):**

* event\_id (первинний ключ)
* timestamp (час події)
* event\_type (тип події: info, warning, error, critical)
* source (джерело: system, printer, user)
* printer\_id (зовнішній ключ, nullable)
* user\_name (ім'я користувача)
* message (текст повідомлення)
* details (детальна інформація JSON)

**Таблиця "Помилки та збої" (errors):**

* error\_id (первинний ключ)
* timestamp (час помилки)
* printer\_id (зовнішній ключ)
* job\_id (зовнішній ключ, nullable)
* error\_code (код помилки)
* error\_category (категорія помилки)
* description (опис помилки)
* resolution\_status (статус вирішення)
* resolution\_time (час вирішення)
* resolution\_notes (примітки по вирішенню)

**3.2.2 Вхідна інформація:**

* Конфігураційні параметри принтерів
* Інформація про матеріали та їх характеристики
* Файли моделей для друку
* Параметри завдань друку
* Дані моніторингу з принтерів (температура, прогрес, статус)

**3.2.3 Вихідна інформація:**

* Звіти по ефективності роботи принтерів
* Аналітика використання матеріалів
* Статистика завершених/провалених завдань
* Прогнози потреб в матеріалах
* Рекомендації по оптимізації процесів
* Звіти по збоям та помилкам

**3.3 Технічні вимоги**

**3.3.1 Архітектура інформаційної системи:**

* **Тип**: Триярусна архітектура
* **Рівень представлення**: Desktop-додаток на PySide6
* **Рівень логіки**: Python-модулі обробки даних та бізнес-логіки
* **Рівень даних**: SQLite база даних + JSON конфігурації
* **Зовнішня інтеграція**: MQTT API принтерів Bambu Lab

**3.3.2 Системні вимоги:**

* **ОС**: Windows 10+, Linux Ubuntu 20.04+, macOS 11+
* **Python**: 3.9+
* **База даних**: SQLite 3.36+
* **Мережа**: Локальна мережа з доступом до принтерів
* **Пам'ять**: 1 ГБ RAM (рекомендовано 2 ГБ)
* **Диск**: 500 МБ для програми + простір для логів та БД

**3.3.3 Програмні залежності:**

* **PySide6** - графічний інтерфейс користувача
* **SQLAlchemy** - ORM для роботи з базою даних
* **bambulabs\_api** - інтеграція з принтерами
* **matplotlib/plotly** - візуалізація аналітичних даних
* **pandas** - обробка та аналіз даних
* **schedule** - планувальник задач
* **logging** - системне журналювання

**3.4 Інтерфейс користувача інформаційної системи**

**3.4.1 Головне робоче місце:**

* **Дашборд** з ключовими показниками системи
* **Інтерактивна мапа принтерів** з поточними статусами
* **Панель швидкого доступу** до основних функцій
* **Область сповіщень** про критичні події

**3.4.2 Модуль управління ресурсами:**

* **Каталог матеріалів** з детальними характеристиками
* **Інвентарний облік** філаменту по принтерах
* **Калькулятор витрат** матеріалів для завдань
* **Сповіщення про критичні залишки**

**3.4.3 Аналітичні панелі:**

* **Графіки ефективності** роботи принтерів
* **Діаграми використання** матеріалів
* **Тренди по періодах** роботи
* **Порівняльний аналіз** продуктивності

**4. АЛГОРИТМИ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

**4.1 Основний цикл системи:**

ПОКИ система\_активна:

оновити\_стан\_принтерів()

розрахувати\_залишки\_матеріалів()

перевірити\_критичні\_події()

оновити\_статистику()

записати\_в\_журнал()

ЧЕКАТИ інтервал\_оновлення

**4.2 Алгоритм розрахунку залишків філаменту:**

ДЛЯ КОЖНОГО принтера:

поточна\_вага = отримати\_залишок\_філаменту()

витрати\_за\_період = розрахувати\_витрати\_з\_початку\_котушки()

оновити\_базу\_даних(поточна\_вага, витрати)

ЯКЩО поточна\_вага < критичний\_рівень:

створити\_сповіщення()

**4.3 Обробка завдань друку:**

ПРИ початку\_друку:

зареєструвати\_завдання\_в\_БД()

записати\_початкову\_вагу\_філаменту()

ПРИ оновленні\_прогресу:

оновити\_статус\_завдання()

розрахувати\_поточні\_витрати\_матеріалу()

ПРИ завершенні\_друку:

записати\_фінальні\_дані()

розрахувати\_собівартість()

оновити\_статистику\_принтера()

**5. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ДАНИХ**

**5.1 Резервне копіювання:**

* Автоматичне створення резервних копій БД щодоби
* Експорт налаштувань в JSON формат
* Збереження історичних даних за період до 2 років

**5.2 Контроль цілісності даних:**

* Валідація вхідних даних на рівні моделі
* Перевірка зв'язків між таблицями
* Автоматичне відновлення пошкоджених записів

**5.3 Аудит системи:**

* Повне журналювання всіх операцій користувачів
* Відстеження змін критичних параметрів
* Контроль доступу до функцій системи

**6. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

**6.1 Етап 1 - Проектування БД та базової функціональності:**

* Створення схеми бази даних
* Розробка моделей даних
* Базовий інтерфейс управління принтерами
* Система конфігурації

**6.2 Етап 2 - Модуль обліку ресурсів:**

* Управління каталогом матеріалів
* Облік залишків філаменту
* Розрахунок витрат та собівартості
* Сповіщення про критичні події

**6.3 Етап 3 - Система журналювання:**

* Повноцінне логування всіх операцій
* Ведення журналу завдань друку
* Реєстрація та класифікація помилок
* Історія змін системи

**6.4 Етап 4 - Аналітика та звітність:**

* Статистичні звіти по ефективності
* Аналіз використання матеріалів
* Прогнозні моделі
* Візуалізація даних

**7. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ**

**7.1 Програмний продукт:**

Повнофункціональна інформаційна система управління 3D-принтерами з повним циклом обробки інформації від збору первинних даних до формування аналітичних звітів.

**7.2 Інформаційні можливості системи:**

* Централізована база даних всієї виробничої інформації
* Автоматизований облік матеріальних ресурсів
* Повна історія операцій та аналітика ефективності
* Система раннього попередження про проблеми
* Інструменти для оптимізації виробничих процесів

**7.3 Документація:**

* Технічне завдання та специфікація системи
* Опис структури бази даних
* Керівництво адміністратора та користувача
* Методика розрахунку показників ефективності

**7.4 Демонстраційні сценарії:**

* Повний цикл роботи з завданням друку
* Автоматичний розрахунок витрат матеріалів
* Генерація аналітичних звітів
* Робота системи сповіщень та моніторингу