

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

КАФЕДРА «Робототехника и мехатроника»

**Практикум**

по выполнению практических работ

по дисциплине

«Интеллектуальные системы ЭГПА в концепции ИНДУСТРИЯ 4.0»

Ростов-на-Дону

2025

Составители: старший преподаватель Назаров А.В.

Практикум по выполнению практических работ по дисциплине «Основы взаимозаменяемости». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2025 г.

В практикуме кратко изложены теоретические вопросы, необходимые для успешного выполнения практических работ, рабочее задание и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки (код, название):

27.03.05 Инноватика

Ответственный за выпуск:

Зав. кафедрой (руководитель структурного подразделения, ответственного за реализацию ОПОП) Изюмов Андрей Игоревич

© Издательский центр ДГТУ, 2025г.

**Практическая работа 1: Проектирование сети интеллектуальных ЭГПА-устройств с учётом отказоустойчивости и кибербезопасности**

**Теоретическая часть**

В рамках концепции Индустрия 4.0 особое внимание уделяется надёжности и защищённости промышленной сети. ЭГПА-устройства (измерительные датчики, исполнительные механизмы, контроллеры) объединяются в сеть, по которой передаются данные и команды управления. Отказоустойчивость означает способность системы сохранять работоспособность при выходе из строя одного или нескольких компонентов. Достигается это резервированием каналов, дублированием компонентов и применением надёжных топологий.

Кибербезопасность включает защиту сетевых соединений от несанкционированного доступа и атак. Используются протоколы с шифрованием (например, TLS), аутентификацией устройств (сертификаты X.509), изоляцией сегментов сети (VLAN, DMZ). Для промышленных применений наиболее распространены протоколы OPC UA и MQTT.

**Цель работы**

* + Научиться проектировать структуру сети интеллектуальных устройств, обеспечивать резервирование каналов и защиту данных.

**Рабочее задание**

* + Спроектировать сеть из 5 устройств: три датчика, контроллер PLC и HMI-панель.
  + Обеспечить резервирование одного из каналов связи и внедрить средства защиты.

**Материально-техническое обеспечение**

* + ПК с доступом к интернету.
  + Средства моделирования сети (draw.io, Microsoft Visio или аналог).
  + Документация на протоколы: OPC UA, MQTT.
  + Шаблоны блок-схем и таблиц.

**Порядок выполнения работы**

* 1. Открыть draw.io и создать новый документ с названием «Сеть ЭГПА».
  2. Разместить пять элементов: три датчика (D1–D3), контроллер PLC, HMI-панель.
  3. Выбрать топологию: изобразить главную линию связи (шина) между PLC и датчиками, а затем резервный канал от D1 к PLC через отдельный маршрут.
  4. Пронумеровать все связи и устройства, дать им описательные метки.
  5. Для каждого канала связи указать протокол (например, OPC UA по TCP/IP, MQTT через TLS).
  6. Описать в примечаниях механизм шифрования (TLS), аутентификации (сертификаты X.509) и сегментации (VLAN).
  7. В таблице модели сети указать: название канала, протокол, уровень защиты, что резервируется.
  8. Сохранить диаграмму и экспортировать в PDF для отчёта.

**Контрольные вопросы**

* + Что такое отказоустойчивость и как она достигается на сетевом уровне?
  + Какие протоколы применяются для защищенной передачи данных в Индустрии 4.0?
  + Какой механизм аутентификации вы выбрали и почему?

**Практическая работа 2: Сбор, предобработка и визуализация данных с сенсоров в облачном сервисе**

**Теоретическая часть**

Интеллектуальные системы ЭГПА всё чаще используют облачные платформы для сбора, обработки и визуализации производственных данных. Датчики собирают данные (например, температуру, влажность, вибрацию), а затем передают их через контроллер или напрямую в облако, где они агрегируются и анализируются.

Предобработка данных включает фильтрацию шумов, нормализацию значений, удаление выбросов и агрегацию (например, среднее значение за интервал). Это позволяет повысить точность анализа и снизить объём трафика. Для визуализации используются графики, шкалы, дашборды. ThingSpeak, Blynk, Azure IoT — платформы, где можно быстро реализовать систему визуального контроля производственного процесса даже без физического оборудования.

**Цель работы**

* + Освоить работу с облачным сервисом для приёма, обработки и визуализации сенсорных данных.

**Рабочее задание**

* + Настроить прототип системы на ThingSpeak или Azure IoT Hub.
  + Получить и визуализировать данные температуры и влажности.

**Материально-техническое обеспечение**

* + Аккаунт на ThingSpeak (бесплатно) или Azure (пробная подписка).
  + Формы входных данных: CSV-файл с примерами измерений.
  + Руководство пользователя выбранной платформы.

**Порядок выполнения работы**

* 1. Зарегистрироваться на ThingSpeak или Azure IoT Hub и создать новое приложение/IoT-центр.
  2. Создать устройство (Device) с двумя каналами: temp, humidity.
  3. Сгенерировать API-ключи для записи и чтения.
  4. Подготовить CSV-файл с 50 записями (время, temp, humidity) на основе шаблона.
  5. Написать скрипт (Python) или воспользоваться UI для загрузки данных через HTTP POST (URL + API-ключ).
  6. В разделе визуализации создать два графика: линия temp vs. time, линия humidity vs. time.
  7. Настроить агрегацию: среднее значение за 10‑минутный интервал.
  8. Добавить оповещение: когда temp > 30 °C, отправить email (или SMS).
  9. Сохранить дашборд и экспортировать скриншоты для отчёта.

**Контрольные вопросы**

* + Какие этапы предобработки данных вы выполнили и зачем?
  + Как настроить оповещения в выбранной платформе?
  + В чём разница между потоковой и пакетной загрузкой данных?

**Практическая работа 3: Разработка сценария адаптивного управления на основе ML-модели**

**Теоретическая часть**

Адаптивное управление в рамках Индустрии 4.0 означает использование интеллектуальных алгоритмов для динамического изменения параметров управления в зависимости от текущего состояния системы. Одним из подходов является применение моделей машинного обучения (ML), которые строятся на основе накопленных данных и позволяют предсказывать выходные параметры или формировать управляющее воздействие.

Наиболее простым и доступным методом машинного обучения является линейная регрессия — она позволяет установить количественную зависимость между входом (например, температурой) и выходом (например, скоростью вентилятора). Построение модели включает этапы: сбор данных, обучение модели, оценка качества и применение в реальной системе.

**Цель работы**

* + Научиться создавать простой ML‑прототип для адаптивного управления технологическим процессом.

**Рабочее задание**

* + Построить модель линейной регрессии для управления скоростью вентилятора по температуре.

**Материально-техническое обеспечение**

* + Python, Jupyter Notebook (локально или Google Colab).
  + Библиотеки: scikit-learn, pandas, matplotlib.
  + Набор данных: время, температура, требуемая скорость вентилятора (CSV).

**Порядок выполнения работы**

* 1. Открыть Jupyter Notebook и импортировать библиотеки: pandas, sklearn.linear\_model, matplotlib.
  2. Загрузить CSV-файл с данными в DataFrame.
  3. Выполнить разведочный анализ: .describe(), график temp vs. speed.
  4. Разделить данные на признаки (X = temp) и целевую переменную (y = speed).
  5. Разбить набор на обучающую и тестовую выборки (train\_test\_split, test\_size=0.2).
  6. Обучить модель LinearRegression на обучающей выборке.
  7. Оценить качество: R2\_score, MAE, вывести значения.
  8. Построить график предсказанной скорости vs. реальной.
  9. Сохранить модель (pickle) и описать, как её можно интегрировать в контроллер.
  10. Сделать выводы о применимости модели для адаптивного управления.

**Контрольные вопросы**

* + Почему вы выбрали именно линейную регрессию?
  + Как интерпретировать R2\_score и MAE в данном контексте?
  + Какими могут быть следующие шаги для улучшения адаптивного управления?