

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Высшая школа киберфизических систем и управления ИКНТ

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ**

по направлению подготовки(специальности)

27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль)

27.03.04\_05 Интеллектуальные системы обработки информации и управления

Выполнил

студент гр. 3532704/90501

В. С. Карпухин

Руководитель

доцент ВШ КФСУ, к.т.н., доцент

В. М. Филиповский

Санкт-Петербург

2023 г.

# Содержание

1	Введение . . . . .	3
2	Цели и задачи . . . . .	3
3	Архитектура ПВК . . . . .	3
4	Выбор языков программирования, фреймворков и библиотек . . . . .	3
5	Параметрическая идентификация . . . . .	4
6	Выбор методов идентификации . . . . .	5

# 1 Введение

Программно-вычислительный комплекс (ПВК) – это совокупность программных средств и вычислительной техники, которые используются для решения задач в различных областях науки и техники. В данном документе будет рассмотрен план по реализации ПВК.

## 2 Цели и задачи

Основной целью ПВК является автоматизация решения задач в различных областях науки и техники. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить функциональные требования к ПВК.
2. Разработать архитектуру ПВК.
3. Выбрать языки программирования, фреймворки и библиотеки для реализации ПВК.
4. Разработать и реализовать модули ПВК.
5. Протестировать и отладить ПВК.
6. Разработать документацию для ПВК.

## 3 Архитектура ПВК

Архитектура ПВК должна обеспечивать модульность, масштабируемость и гибкость. ПВК должен состоять из следующих модулей:

- Модуль обработки данных.
- Модуль визуализации данных.
- Модуль управления данными.
- Модуль анализа данных.

## 4 Выбор языков программирования, фреймворков и библиотек

Для реализации ПВК можно выбрать различные языки программирования, фреймворки и библиотеки в зависимости от требований к ПВК. В данном случае рекомендуется использовать следующие инструменты:

Для разработки пользовательского интерфейса (UI) в Matlab можно использовать:

- Язык программирования Python.
- Библиотеку PyQt5 для создания графических интерфейсов на языке Python.
- Библиотеку Matplotlib для визуализации данных на языке Python.
- Библиотеку NumPy для работы с массивами и матрицами на языке Python.

- Библиотеку scikit-learn для машинного обучения на языке Python.
- Библиотеку TensorFlow для глубокого обучения и нейронных сетей на языке Python.

Для разработки пользовательского интерфейса (UI) в Matlab можно использовать:

- Функции и инструменты GUI, доступные в MATLAB Guide.

Для реализации идентификации системы в Matlab можно использовать:

- Библиотеку Statistics and Machine Learning Toolbox, которая включает в себя статистические функции и алгоритмы машинного обучения. Например, для задачи классификации можно использовать алгоритм SVM (Support Vector Machines) или дерево решений (Decision Tree) из этой библиотеки.
- Библиотеку Deep Learning Toolbox для решения задач глубокого обучения и нейронных сетей.

## 5 Параметрическая идентификация

Параметрическая идентификация моделей объектов позволяет оценить значения коэффициентов модели объекта, используя измеряемые значения управляемого и управляющего сигналов. При этом предполагается, что структура и порядок модели уже известны. Измеряемые значения представляются в виде временного ряда, что позволяет оценить параметры АРСС-модели объекта или параметры его дискретной передаточной функции. Зная коэффициенты модели и ее структуру, можно перейти к непрерывным структурированным моделям и моделям в пространстве состояний. Преимуществами параметрической идентификации являются возможность оценить параметры модели объекта с высокой точностью и использование полученной модели для прогнозирования и управления объектом.

Конечная цель параметрической идентификации моделей объектов - получение значений параметров модели объекта, на основе измерений управляющих и измеряемых сигналов объекта.

Для этого предполагается, что структура и порядок модели объекта уже известны. Измеряемые значения  $y$  и  $u$  представляются в виде временного ряда, поэтому в результате идентификации оцениваются параметры АРСС-модели объекта или параметры его дискретной передаточной функции.

АРСС-модель объекта имеет следующий вид:

$$y(k) = - \sum_{i=1}^{n_a} a_i y(k-i) + \sum_{i=0}^{n_b} b_i u(k-i) + \sum_{i=1}^{n_c} c_i e(k-i) + e(k) \quad (1)$$

где:

- $y(k)$  - измеряемое значение на выходе объекта в момент времени  $k$
- $u(k)$  - значение управляющего сигнала в момент времени  $k$
- $e(k)$  - шумовой член в момент времени  $k$
- $n_a$  - порядок авторегрессионной (AR) части модели
- $n_b$  - порядок части модели, соответствующей воздействию (B)
- $n_c$  - порядок модели шума (MA)
- $a_i, b_i, c_i$  - коэффициенты модели

где  $a_i$  и  $b_j$  - коэффициенты модели,  $e(k)$  - случайная составляющая.

## 6 Выбор методов идентификации

- Метод наименьших квадратов (МНК)
  - Прост в использовании и имеет простую математическую формулу.
  - Хорошо подходит для моделей с малым количеством параметров.
  - Чувствителен к выбросам и шумам в данных, что может привести к неустойчивым оценкам параметров.
- Метод максимального правдоподобия (ММП)
  - Позволяет оценить параметры модели с максимальной вероятностью получения наблюдаемых данных.
  - Более устойчив к выбросам и шумам, чем МНК.
  - Требуется знание вероятностной модели данных и априорных знаний о параметрах модели.
- Метод стохастической аппроксимации (МСА)
  - Позволяет оценить параметры модели, используя итеративный метод на основе стохастической оптимизации.
  - Хорошо подходит для моделей с большим количеством параметров.
  - Может потребовать большого количества вычислительных ресурсов и времени.

Таким образом, выбор метода зависит от особенностей модели и доступных данных. МНК может быть хорошим выбором, если данных достаточно и модель имеет мало параметров. ММП может быть более устойчивым выбором при наличии выбросов или шумов в данных. МСА может быть полезным при моделировании систем с большим количеством параметров или при недостаточном количестве данных для других методов.