

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «ПРОМОБОТ»

М.П. Чугунов  
« 14 » февраля 2025 г.

The stamp is circular and blue. It contains the text 'ООО «ПРОМОБОТ»' at the top, 'ИНН 50/03' on the right, and 'ОГРН 115500016411' at the bottom. The center features a stylized logo with the word 'PROMOBOT' and 'TM' above it. A handwritten signature in blue ink is written across the stamp.

**Документация, содержащая описание процессов, обеспечивающих  
поддержание жизненного цикла программного обеспечения**

**PROMOBOT M CONTROL**

## Содержание

1	О приложении .....	3
2	Системные требования.....	4
3	Планирование жизненного цикла ПО.....	4
4	Поддержание жизненного цикла ПО .....	5
4.1	Процессы этапа проектирования .....	5
4.2	Оценка процессов.....	5
4.3	Процессы этапа разработки.....	6
4.4	Процессы этапа тестирования.....	7
4.5	Процессы этапа эксплуатации .....	8
4.6	Поддержка пользователей .....	10
4.7	Обновление приложения .....	10
5	Уровень подготовки пользователей ПО .....	10
6	Сведения о персонале организации .....	10
6.1	Разработка и совершенствование ПО.....	10
6.2	Техническая поддержка.....	10
6.3	Адреса размещения .....	11
7	Способы обращения в техподдержку .....	11
8	Поддержка и выпуск новых версий .....	11
8.1	Процесс обновления.....	11
8.2	Устранение сбойных ситуаций .....	11

## 1 О приложении

Программное обеспечение Promobot M Control (далее – ПО) предназначено для управления роботом-манипулятором. Оно представляет собой модульную архитектуру, объединяющую открытые (ROS2, ROS2 Control, MoveIt2, BehaviorTree) и собственные разработки. ПО обеспечивает гибкость в адаптации под различные манипуляторы и решает следующие задачи:

- **Управление движением манипулятора:** планирование и выполнение траекторий.
- **Интерактивное управление внешним инструментом через веб-интерфейс:** поддержка управления в реальном времени.
- **Взаимодействие с манипулятором:** обеспечение связи между пользователем, системой и манипулятором.
- **Визуализация состояния манипулятора:** отображение текущего положения, статуса и других параметров манипулятора.
- **Создание и запуск программ автоматизации:** разработка и выполнение сценариев для автоматизации задач.
- **Обновление ПО:** обеспечение актуальности системы за счет регулярных обновлений.

Основные компоненты ПО:

- **ROS2:** набор программных библиотек и инструментов для создания приложений для роботов.
- **ROS2 Control:** стандартизация управления роботами, абстракция актуаторов, сенсоров и входов/выходов.
- **MoveIt2:** решение задач планирования движения, управления манипуляторами, обратной кинематики и 3D-восприятия.
- **BehaviorTree:** создание гибких поведенческих сценариев (программ).

Модульная архитектура позволяет быстро расширять функционал манипулятора, внедряя дополнительные модули на разных уровнях и изменяя связи между ними.

## 2 Системные требования

Для работы ПО необходимы следующие минимальные системные требования:

- **Операционная система:** Ubuntu 24.04.
- **Процессор:** 4 ядра, 2.5 ГГц.
- **Оперативная память:** 8 ГБ.
- **Свободное место на диске:** 20 ГБ.

## 3 Планирование жизненного цикла ПО

### Цели:

- Обеспечение эффективного управления разработкой, внедрением и сопровождением ПО.
- Достижение соответствия требованиям заказчика и стандартам качества.

### Задачи:

- Определение этапов жизненного цикла (проектирование, разработка, тестирование, эксплуатация, сопровождение).
- Оценка необходимых ресурсов (временных, финансовых, кадровых).
- Управление рисками и изменениями.

### Ресурсы:

- Команда разработчиков (10 человек).
- Специалисты технической поддержки (5 человек).
- Инфраструктура (серверы, тестовые стенды, манипуляторы).

### Сроки:

- Этап проектирования: 1 месяц.
- Этап оценки процессов: непрерывно.
- Этап разработки: 3 месяца.
- Этап тестирования: 1 месяц.
- Этап эксплуатации: непрерывно.

### Риски:

- Задержки в разработке из-за сложности интеграции с ROS2.
- Сбои в работе оборудования.

## 4 Поддержание жизненного цикла ПО

Жизненный цикл ПО состоит из следующих этапов:

- Процессы этапа проектирования.
- Оценка процессов.
- Процессы этапа разработки.
- Процессы этапа тестирования.
- Процессы этапа эксплуатации.
- Поддержка пользователей.
- Обновление приложения.

### 4.1 Процессы этапа проектирования

- **Анализ требований:** определение задач, которые должно решать ПО (управление движением, интерактивное управление, автоматизация).
- **Разработка архитектуры:** проектирование модульной архитектуры с использованием ROS2, ROS2 Control, MoveIt2 и BehaviorTree.
- **Проектирование интерфейсов:** разработка веб-интерфейса для интерактивного управления и API для интеграции с другими системами.

### 4.2 Оценка процессов

**Сбор метрик:**

- Время разработки (например, время на реализацию модуля).
- Количество ошибок (например, обнаруженных при тестировании).
- Удовлетворенность пользователей (например, на основе опросов).

**Анализ результатов:**

- Выявление узких мест в процессах (например, задержки в тестировании).
- Разработка планов улучшений (например, автоматизация тестирования).

**Улучшение процессов:**

- Внедрение улучшений на основе анализа метрик.
- Регулярный пересмотр процессов (ежеквартально).

## 4.3 Процессы этапа разработки

### Реализация модулей

#### Разработка модулей для выполнения следующих задач:

1. Управление движением манипулятора:
  - **Процесс:** Разработка модуля для планирования и выполнения траекторий движения манипулятора.
  - **Документирование:**
    - Описание алгоритмов планирования траекторий.
    - Инструкция по настройке параметров движения (скорость, ускорение, точность).
    - Примеры использования для различных типов задач.
2. Интерактивное управление внешним инструментом через веб-интерфейс:
  - **Процесс:** Создание модуля для управления внешними инструментами (захват, лазер, 3D-печать) через веб-интерфейс.
  - **Документирование:**
    - Описание команд и параметров управления инструментом.
    - Руководство по настройке интерфейса для различных инструментов.
    - Примеры сценариев использования.
3. Взаимодействие с манипулятором:
  - **Процесс:** Разработка модуля для обмена данными между ПО и манипулятором.
  - **Документирование:**
    - Описание протоколов обмена данными.
    - Инструкция по настройке подключения к манипулятору.
    - Примеры команд и ответов.
4. Визуализация состояния манипулятора:
  - **Процесс:** Создание модуля для отображения текущего состояния манипулятора и его компонентов.
  - **Документирование:**
    - Описание визуализируемых параметров (значения углов в градусах).
    - Руководство по настройке интерфейса визуализации.

- Руководство по настройке интерфейса визуализации.
  - Примеры отображения состояния в различных режимах работы.
5. Создание и запуск программ автоматизации:
- **Процесс:** Разработка модуля для создания, редактирования и выполнения программ автоматизации.
  - **Документирование:**
    - Описание методов программирования (текстовое, графическое, обучение "вручную").
    - Руководство по использованию редактора программ.
    - Примеры программ для типовых задач.
6. Обновление ПО и дополнительные задачи по запросу клиента:
- **Процесс:** Разработка модуля для обновления ПО и реализации дополнительных функций.
  - **Документирование:**
    - Описание процесса обновления ПО.
    - Руководство по добавлению новых функций.
    - Примеры реализации дополнительных задач.
7. Обеспечение качества:
- Проведение код-ревью для выявления ошибок и улучшения кода.
  - Использование статического анализа кода (например, SonarQube).
  - Проведение аудитов качества на каждом этапе жизненного цикла.

Этап разработки включает создание и интеграцию модулей для выполнения ключевых задач, а также разработку протоколов общения. Документирование каждого процесса позволяет обеспечить прозрачность разработки и упрощает внедрение и использование ПО.

#### 4.4 Процессы этапа тестирования

**Модульное тестирование:** проверка работы отдельных модулей (например, планирование траекторий через MoveIt2). Проводится при каждом изменении исходного кода.

**Интеграционное тестирование:** проверка взаимодействия всех компонентов системы. Проводится за 1 неделю до выпуска релиза.

**Приемочное тестирование:** проверка соответствия ПО требованиям ТЗ. Проводится за 3 дня до выпуска релиза.

#### **4.5 Процессы этапа эксплуатации**

##### **Управление конфигурацией**

###### **1. Процессы управления версиями:**

- 1) Использование системы контроля версий (Git) для хранения кода и документации.
- 2) Ведение репозитория для каждого модуля (например, управление движением, визуализация).
- 3) Маркировка версий ПО в формате X.Y.Z (X – мажорная версия, Y – минорная, Z – патч).

###### **2. Процессы управления изменениями:**

###### **1) Регистрация запросов на изменения:**

- Использование системы управления задачами (например, Jira) для регистрации запросов.
- Описание запроса (например, добавление новой функции, исправление ошибки).

###### **2) Оценка изменений:**

- Анализ технической сложности и влияния на систему.
- Оценка временных и финансовых затрат.

###### **3) Утверждение изменений:**

- Обсуждение изменений на совещаниях команды разработчиков.
- Утверждение изменений руководителем проекта.

###### **4) Внедрение изменений:**

- Реализация изменений в тестовой среде.
- Тестирование изменений перед внедрением в производственную среду.
- Обновление документации.



## **Поставка ПО**

1. **Процесс:** Предоставление пользователям инструкций по эксплуатации программного обеспечения.
2. **Документирование:**
  - 1) Разработка руководства пользователя, включающего:
    - Описание основных функций и возможностей ПО.
    - Пошаговые инструкции по установке и настройке.
    - Примеры использования для типовых задач.
  - 2) Создание справочных материалов (FAQ, чек-листы, видеоуроки).
  - 3) Подготовка документации по обновлениям и новым функциям.

## **Обучение пользователей**

1. **Процесс:** Проведение обучения для пользователей специалистами технической поддержки.
2. **Документирование:**
  - Разработка учебных материалов, включающих:
    - Презентации и методические пособия.
    - Практические задания и примеры использования.

## **Документирование сбоев в работе ПО**

1. **Процесс:** Фиксирование обращений от пользователей для выявления и устранения сбоев и ошибок.
2. **Документирование:**
  - 1) Фиксирование ошибок и описание способов их устранения.
  - 2) Документирование процедур устранения сбоев:
    - Описание типовых ошибок и способов их устранения.
    - Рекомендации по предотвращению сбоев.

Этап эксплуатации включает поставку ПО, обучение пользователей и мониторинг работы системы. Документирование каждого процесса позволяет обеспечить эффективное использование ПО, оперативное выявление и устранение проблем, а также постоянное улучшение системы на основе анализа данных.

#### 4.6 Поддержка пользователей

**Техническая поддержка:** помощь пользователям в решении проблем по электронной почте и через чат-бота.

**Документация:** предоставление руководств по эксплуатации.

#### 4.7 Обновление приложения

**Выпуск новых версий:** регулярное обновление ПО с добавлением новых функций и улучшением существующих.

**Устранение неисправностей:** оперативное исправление ошибок и сбоев.

**Документирование:** оформление описания для релизов.

### 5 Уровень подготовки пользователей ПО

Для работы с ПО пользователи должны обладать следующими навыками:

- Базовые знания Linux.
- Понимание основ ROS2 (рекомендуется).
- Навыки работы с веб-браузером.
- Знания устройства и особенностей работы манипулятора.

### 6 Сведения о персонале организации

#### 6.1 Разработка и совершенствование ПО

**Количество разработчиков:** 6 человек.

**Квалификация:** инженеры по робототехнике, разработчики ПО с опытом работы с ROS2, C++, Python.

**Обучение:** регулярные тренинги по новым технологиям и инструментам.

#### 6.2 Техническая поддержка

**Количество специалистов:** 5 человек.

**Квалификация:** опытные специалисты, способные обеспечить консультирование по эксплуатации ПО и по устранению ошибок и сбоев во время эксплуатации ПО.

**Обучение:** внутренние обучения основам робототехники и использованию ПО.

### **6.3 Адреса размещения**

**Инфраструктура разработки:** Россия, г. Пермь, Шоссе Космонавтов, стр. 111А, пом. 6.

**Разработчики:** Россия, г. Пермь, Шоссе Космонавтов, стр. 111А, пом. 6.

**Служба поддержки:** Россия, г. Пермь, Шоссе Космонавтов, стр. 111А, пом. 6.

## **7 Способы обращения в техподдержку**

**Посредством почтовой связи:** в виде письменной заявки.

**Электронная почта:** support@promo-bot.ru.

**Чат-бот Telegram:** @Promobot\_Support\_bot

**График работы:** с 9:00 до 18:00 по московскому времени, без выходных.

## **8 Поддержка и выпуск новых версий**

### **8.1 Процесс обновления**

- Новые версии ПО выходят по мере устранения обнаруженных ошибок или внедрения дополнительных функций.
- Пользователи получают уведомления через новости, рассылаемые по одному из каналов связи: электронная почта, раздел новостей на сайте компании или в чат-боте Telegram.
- Обновления включают новые функции, улучшения и исправления ошибок.

### **8.2 Устранение сбойных ситуаций**

- Сбои фиксируются через обращения от пользователей.
- Исправления выпускаются в виде патчей или включаются в следующую версию ПО.

- Сбои и технические проблемы также могут быть зафиксированы и обработаны через отдел технической поддержки. Пользователи могут обращаться в поддержку для получения помощи в устранении неполадок, а также для предоставления дополнительной информации о возникших сбоях. Техническая поддержка взаимодействует с разработчиками для оперативного устранения проблем и предоставления пользователям временных решений до выпуска официальных исправлений.