

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кафедра "Информатика и управление в технических системах"

ТЕСТИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ MIDDLEAUV В БАССЕЙНЕ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине "Моделирование робототехнических систем"
для студентов направления подготовки
27.04.04 «Управление в технических системах»,
15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
дневной формы обучения



Севастополь
СевГУ
2025

УДК [629.584:007.52]:001.891.5(076.5)
ББК 39.427.5-07я73
Т367

Р е ц е н з е н т :

А. А. Кабанов - канд. техн. наук, доцент

Составители: В.А. Крамарь, А.Д. Ляшко, Р.Д. Якунин

Т367 Тестирование базовых функций MiddleAUV в бассейне :
методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине "Моделирование робототехнических систем " для студентов направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения / Севастопольский государственный университет ; сост.: В. А. Крамарь, А. Д. Ляшко, Р. Д. Якунин. – Севастополь : СевГУ, 2025. – 8 с. – Текст : электронный.

Приводится описание лабораторной работы, целью которой является овладение умениями и практическими навыками.

Предназначены для студентов дневной формы обучения направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

УДК [629.584:007.52]:001.891.5(076.5)
ББК 39.427.5-07я73

Рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры информатики и управления в технических системах, протокол № 5 от 28 января 2025 г.

© Крамарь В. А., Ляшко А. Д.,
Якунин, Р. Д., сост., 2025
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
3. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ.....	7
4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ РАБОТЫ	7
5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	8
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	8

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы: приобрести практические навыки управления и эксплуатации автономного необитаемого подводного аппарата MiddleAUV, включая его тестирование, настройку и отладку в соответствии с техническими требованиями, для последующего применения в учебных, научно-исследовательских и соревновательных мероприятиях.

Все вычислительные процедуры и построения предлагается проводить с помощью математических пакетов MathCAD, MatLab, Octave, которые обеспечивают высокую точность расчетов и удобство визуализации результатов. Для отработки и тестирования алгоритмов рекомендуется использовать среду разработки PyCharm, MuRIDE со встроенным симулятором, позволяющий моделировать движение подводных аппаратов в условиях, близких к реальным. Такой подход обеспечивает комплексную проверку корректности работы алгоритмов их готовность к практическому внедрению.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение и область применения

Комплект MiddleAUV представляет собой образовательный автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА), предназначенный для учебных целей, участия в соревнованиях и проведения практических исследований. Аппарат оснащен системой движителей, двумя видеокамерами, аккумуляторной батареей и навигационно-пилотажным датчиком, что позволяет ему автономно перемещаться в водной среде, производить видеосъемку подводных объектов и выполнять запрограммированные задачи.

Предосторожности и рекомендации (перед использованием)

При работе в условиях повышенной запыленности или загрязнения (песок, пыль и т.п.) возможно попадание посторонних частиц на внутреннюю поверхность крышек, особенно в области резиновых уплотнителей. Наличие таких загрязнений может нарушить герметичность устройства. Рекомендации по обслуживанию:

При обнаружении инородных частиц на уплотнительных поверхностях аккуратно удалите их сухой тканью.

Для поддержания герметичности рекомендуется периодически обрабатывать резиновые уплотнения силиконовой смазкой.

Требования к условиям эксплуатации

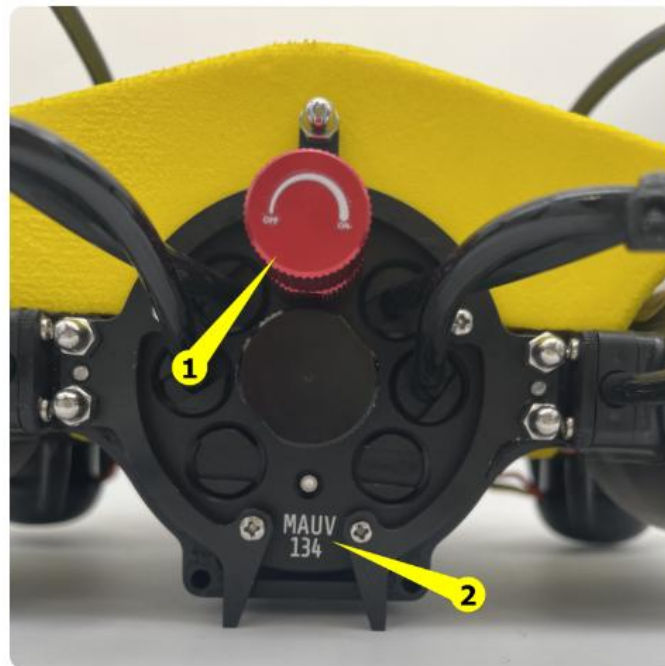
Перед открытием/закрытием крышек убедитесь в отсутствии влаги на поверхности устройства и руках.

Следует избегать механических воздействий: ударов, падений, вибрации.

Запрещается эксплуатация устройства под давлением, превышающим расчетное (глубина погружения более 10 метров).

Проверка работоспособности на воздухе

1. Включите блок бортового компьютера поворотом выключателя 1.
2. Подключитесь к аппарату с помощью Wi-Fi. Имя Wi-Fi сети должно начинаться с `mur_ssid` (например, `mur_ssid_134`, где 134 - номер аппарата). Пароль для подключения: `vladivostok`.



3. Запустите `MurIde`.
4. Убедитесь, что кнопка в левом верхнем углу находится в режиме **Robot** и иконка ракеты горит зеленым.
5. Перейдите в меню **Help** -> **Examples** -> `auv_motors_test.py`. В редакторе кода должен появиться код запуска движителями.
6. Убедитесь, что никакие посторонние предметы не мешают вращению движителей.
7. Нажмите кнопку **Play**. Все движители должны начать вращение. По истечению 5 секунд вращение движителей должно прекратиться. Дождитесь прекращения работы движителей.

8. Нажмите на вкладку **Remote** в левом нижнем углу и нажмите кнопку Enable/Disable remote mode на панели инструментов (на ней изображен джойстик).

9. После нажатия кнопки, во вкладке Remote должно отобразиться видео с двух камер.

10. Нажмите кнопку **Telemetry** (на ней изображена буква i). Вы должны увидеть показания с датчиков, убедитесь, что они не нулевые.

Проверка в воде

Проверьте, что все устройства работают на столе. Воспользуйтесь инструкциями «Проверка на воздухе».

Выключите, и проверьте на протекание, опустив робота в воду в выключенном состоянии.

Если визуально воды в блок не попало, то включите и проверьте в воде включенным, используя пример стабилизации по глубине **Help -> Examples -> test_depth.py**. Робот должен погрузиться на глубину 30 см (глубина погружения датчика давления) и удерживаться на этой глубине в течение 20 секунд.

Подключение к аппарату.

Есть два варианта подключения: по Wi-Fi или по Ethernet-кабелю. При тестировании нужно проверить на работоспособность оба способа подключения. В любом случае, после успешного подключения аппарат будет доступен по IP-адресу 10.3.141.1. Для подключения к нему по ssh: логин - pi, пароль – raspberrу Для продвинутых пользователей рекомендуется изучить работу с SSH. Спустя некоторое время после включения аппарата (придётся немного подождать) будет доступна Wi-Fi сеть mur_ssid, пароль - vladivostok. Название точки доступа также может включать серийный номер аппарата. Беспроводное подключение годится для испытаний на суше, но не подходит при погружении в воду. Для работы по Ethernet необходим специальный кабель, один конец которого подключается к аппарату (необходимо надёжно закрутить, во избежание попадания воды), а на другом конце располагается обычный Ethernet, который можно подключить к компьютеру.

Телеметрия

Нужно проверить, что телеметрия передаётся и датчики исправны. Когда MUR IDE успешно подключен к аппарату, можно посмотреть телеметрию, нажав на кнопку (i) в правом верхнем углу. Особенно нужно обратить внимание на навигационно-пилотажный датчик (значения **yaw, pitch, roll**). В полном покое они не должны аномально увеличиваться или уменьшаться (бывает, что неисправный датчик "плывёт" на месте, будто бы аппарат постоянно вращается). Можно покрутить аппарат

и посмотреть на изменения значений. Достаточно на глаз проверить адекватность поступающих значений. Проверить датчик давления можно, сильно зажав его пальцем, после чего значение **depth** должно поменяться. Также стоит обратить внимание на индикатор заряда. Если точно известно, что аппарат совсем недавно был полностью заряжен, то нулевое значение должно вызвать подозрение.

Режим телеуправления (геймпад и камеры)

Нужно проверить, что работает передача видео и управление геймпадом. Если в MUR IDE нажать на значок геймпада, то будет включён режим телеуправления:

- на вкладке Remote будет отображаться изображение с камер,
- станет возможным управлять аппаратом с помощью геймпада,
- можно будет включить регуляторы по курсу и глубине.

При проверке изображения с камер надо учесть, что приемлемая частота кадров обеспечивается лишь при проводном подключении к аппарату.

3. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Выполнить последовательное тестирование всех основных систем аппарата в двух режимах управления:

1. **Проводное подключение** (через Ethernet-кабель)
2. **Автономный режим** (по Wi-Fi)

Начните с проверки двигателей через `auv_motors_test.py` - все 4 мотора должны поочередно запускаться на 2-3 секунды. Затем перейдите к тесту стабилизации курса `auv_yaw_preg.py` - аппарат должен сохранять заданное направление при внешних воздействиях. Далее проверьте стабилизацию глубины `auv_depth_preg.py` - робот должен удерживать глубину 30-50 см. Протестируйте светодиодную ленту `auv_led.py` - подсветка должна плавно менять цвета (красный → зеленый → синий). Завершите проверкой видеотрансляции `auv_stream.py` - убедитесь в четком изображении с обеих камер без задержек.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ РАБОТЫ

Отчёт должен включать в себя следующие разделы:

- цель работы;
- постановка задачи – номер варианта, исходные данные, формула вычисления и значения входных переменных;

- краткие теоретические сведения, содержащие описания используемых функций MatLab, Python (назначение функции, перечень и назначение входных и выходных параметров, основные варианты вызова функции);

- тексты программ;
- результаты работы программ – числовые данные, графики;
- общие выводы по работе;
- перечень использованной литературы.

Выполнение и защита лабораторной работы производится каждым студентом индивидуально. Защита результатов лабораторной работы осуществляется при наличии работающих программ, полностью оформленного отчёта и состоит в следующем:

- представление работающих программ на компьютере;
- предъявление отчёта, оформленного в соответствии с указанными требованиями;
- ответы на вопросы преподавателя по теоретической и практической части работы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

При сдаче лабораторной работы необходимо уметь выполнять все задания, приведённые в методических указаниях без использования справочной литературы. Уметь сформулировать все основные понятия, используемые в работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Fossen T. I. Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control / Fossen T. I. — 2nd edition. — Chichester; New York : Wiley, 2021. — 1030 p. — ISBN-13: 978-1119575054.
2. Antonelli G. Underwater robots: motion and force control of vehicle manipulator systems / G. Antonelli. — 2nd edition. — Berlin [u.a.] : Springer, 2006. — 268 p.
3. Fossen T. I. Guidance and control of ocean vehicles / T. I. Fossen. — Chichester; New York : Wiley, 1994. — 480 p.

В авторской редакции