

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра компьютерных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОГРАММИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Укрупненная группа направлений
подготовки

Программа высшего образования

Направление подготовки

Профиль подготовки

Квалификация

Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная
техника

Программа бакалавриата

09.03.01 Информатика и вычислительная
техника

Информатика и вычислительная техника

Бакалавр

Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Программирование робототехнических систем» для обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Профиль подготовки: Информатика и вычислительная техника), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 929 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры
компьютерных технологий



Г.Т. Ломонос

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



Г.В. Аверин

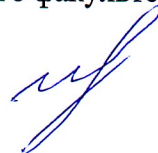
СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р технических наук, проф.
26.03.2024 г.



Г.В. Аверин

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Информатика и информационно-коммуникационные технологии, Архитектура ЭВМ, ЭВМ и периферийные устройства, Основы программирования, Сети и телекоммуникации, WEB-программирование.

1.2 Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Проектирование информационных систем, Методы и средства проектирования автоматизированных систем, Цифровая обработка сигналов, Интеллектуальные системы, Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.3 Программирование робототехнических систем
Часть образовательной программы	Базовая часть (обязательная) Безальтернативные дисциплины
Количество зачетных единиц / всего часов	6/ 210,1

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	3	5	17	17	–	38	72	Зачёт
Очная	3	6	32	32	–	74,1	138,1	экзамен
Очная, всего			49	49	–	112,1	210,1	
Заочная	3		2	4	–	96	102	Зачёт
Заочная	3		6	6	–	102	114	экзамен
Заочная всего			8	10	–	198	216	

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование базовых знаний и навыков: Овладение основами программирования микроконтроллеров и их применения в робототехнике.

Практическое применение теоретических знаний: Подготовка студентов к решению реальных задач, связанных с проектированием и программированием робототехнических систем.

Развитие инженерного мышления: Обучение студентов системному подходу к разработке робототехнических устройств, включая планирование, разработку, тестирование и внедрение проектов.

Изучение основ программирования микроконтроллеров: Обучение студентов основам программирования на языках C/C++ для микроконтроллеров Arduino, ESP8266, ESP32 и других.

Работа с периферийными устройствами: Ознакомление студентов с подключением и управлением различными датчиками, модулями и исполнительными механизмами (например, сервомоторы, датчики температуры, ультразвуковые датчики).

Изучение современных технологий и инструментов: Ознакомление студентов с актуальными технологиями и инструментами для программирования и создания робототехнических систем на базе микроконтроллеров Arduino, ESP и других платформ.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ПК-1 Способен анализировать требования к программному обеспечению

ПК-2 Способен проектировать программное обеспечение

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-1.1. Знать: возможности существующей программно-технической архитектуры; возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств; методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования; методологии и технологии проектирования и использования баз данных.

ПК-1.2. Уметь: проводить анализ исполнения требований; вырабатывать варианты реализации требований; проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.

ПК-1.3. Владеть: навыками анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению; оценки времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению; согласования требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.

ПК-2.1. Знать: принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов.

ПК-2.2. Уметь: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.

ПК-2.3. Владеть: навыками разработки, изменения и согласования архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения; проектирования структур данных; проектирование баз данных; проектирования программных интерфейсов; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.

4.3. Результаты обучения

ПК-1.1.1 Знание возможностей существующей программно-технической архитектуры; возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств; методологии разработки программного обеспечения для микроконтроллеров и технологии программирования. Владеть базовыми и углубленными знаниями по программированию микроконтроллеров Arduino, ESP.

ПК-1.2.1 Умение проводить анализ исполнения требований; вырабатывать варианты реализации требований; проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.

ПК-1.3.1 Владение навыками анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению; оценки времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению; согласования требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.

ПК-2.1.1 Знание принципов построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов. Умение разрабатывать и реализовывать робототехнические проекты с использованием различных периферийных устройств и модулей.

ПК-2.2.1 Умение использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения роботизированных систем, структур данных, баз данных, программных интерфейсов с помощью интегрированных систем разработки. Быть способными интегрировать беспроводные технологии в робототехнические системы. Уметь проводить отладку, тестирование и документирование проектов.

ПК-2.3.1 Владение: навыками разработки, изменения и согласования архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения; проектирования структур данных; проектирование баз данных; проектирования программных интерфейсов; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач. Обладать навыками командной работы и управления проектами в области робототехники. Быть готовыми к дальнейшему изучению и применению современных технологий и инструментов в области робототехники.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Тема 1. Принципы построения и области применения РТС, классификация роботов.	Предыстория робототехники. Термин "робот". Возникновение и развитие современной робототехники. Терминология в области робототехники. Поколения роботов. Параметры, определяющие технический уровень роботов. Состав роботов. Классификация роботов по назначению, конструкции, способу управления, быстродействию. Классификация по типу среды перемещения. Наземные универсальные системы передвижения: гусеничные, колёсные, шагающие роботы.
Тема 2. Микроконтроллеры для роботов, характеристики	Платформа Arduino UNO, Arduino Mega2560, ESP8266, ESP32, Node MCU. Основные особенности и характеристики микроконтроллеров. Программирование микроконтроллеров. Программирование ввода/вывода цифровых выводов.
Тема 3. Средства программирования.	Программные среды разработки программного обеспечения для РТС: Интерпретаторы. Компиляторы. Симуляторы и эмуляторы. Интегрированные средства разработки: Arduino, C++. UnoArduSim
Тема 4. Протоколы интерфейсов микроконтроллеров	Интерфейсы и протоколы микроконтроллеров UART, USB, SPI, I2C, Ethernet. Программирование и использование интерфейсов SPI и I2C. Вывод информации на LCD и TFT дисплеи. Программирование управлением двигателями постоянного тока и сервомоторами.
Тема 5. Функциональная схема робота. Исполнительная система.	Функциональная схема робота. Исполнительная система. Драйверы для управления двигателями. Управление двигателями постоянного тока. Широтно-импульсная модуляция.
Тема 5. Функциональная схема робота. Система управления	Функциональная схема робота. Система управления. Датчики и сенсоры для роботов. Преобразование данных первичных преобразователей.
Тема 7. Системы передвижения мобильных роботов	Simul IDE Симулятор электронных схем в реальном времени. Управление роботом. Основные компоненты устройств управления. Функции времени, многозадачность. Прерывания. Периферийные устройства микроконтроллеров. Подключение устройства управления к роботу.
Тема 8. Источники и приемники данных, сенсорные системы.	Источники данных. Аналоговые и дискретные сигналы. Преобразование данных. Типы и характеристики датчиков. Сенсорные системы. Назначение и классификация сенсорных систем. Контактные и бесконтактные сенсорные системы. Системы технического зрения. Приемники данных. Преобразование данных для приемников.
Тема 9. Аппаратные интерфейсы, устройства индикации.	Аппаратные интерфейсы. Макетирование устройств. Межпроцессорные коммуникации. Устройства индикации. Жидкокристаллический дисплей. Использование широтно-импульсной модуляции для управления аналоговыми устройствами. Датчики. Механические датчики. Подавление дребезга контактов. Ультразвуковой и инфракрасный детекторы столкновений.
Тема 10. Программирование обнаружения объектов.	Программирование обнаружения объектов. Ультразвуковой дальномер. Оптические датчики. Звуковые датчики. Распознавание звуковых команд.
Тема 11. Дистанционное управление роботом	Дистанционное управление роботом. Приёмник сигналов дистанционного управления. Взаимодействие с роботом по Wi-Fi.

Тема 12. Системы автоматического управления.	Понятие, система и теория автоматического управления. Системы автоматического регулирования. Движение робота к точке с заданными координатами.
Тема 13. Интеллектуальные системы управления	Интеллектуальные системы управления и их применения в управлении мехатронными и робототехническими системами

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Тема 1. Принципы построения и области применения РТС, классификация роботов.	2	2	–	4	8
Тема 2. Микроконтроллеры для роботов, характеристики	3	3	–	8	14
Тема 3. Средства программирования. Симуляторы.	4	4	–	8	16
Тема 4. Протоколы интерфейсов микроконтроллеров I2C, SPI, UART	4	4	–	8	16
Тема 5. Функциональная схема робота. Исполнительная система.	4	4	–	10	18
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	–	38	72

6.2 Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Тема 6. Функциональная схема робота. Система управления	4	4	–	9	17
Тема 7. Функциональная схема робота. Исполнительная система. Системы передвижения мобильных роботов	4	4	–	9	17
Тема 8. Источники и приемники данных, сенсорные системы.	4	4	–	9	17
Тема 9. Аппаратные интерфейсы, устройства индикации	4	4	–	9	17
Тема 10. Программирование обнаружения объектов.	4	4	–	9	17
Тема 11. Дистанционное управление роботом	4	4	–	9	17
Тема 12. Подсистемы автоматического регулирования в роботах.	4	4	–	10	18
Тема 13 Интеллектуальные системы управления	4	4	–	10,1	18,1
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	32	32	–	74,1	138,1
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	49	49	–	112,1	210,1

6.3. Форма обучения – заочная, курс – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Тема 1,2,3	2	2	–	49	53
Тема 4,5,6	2	2	–	49	53
Тема 7,8,9	2	2	–	49	53
Тема 10,11,12,13	2	4	–	51	57
ИТОГО ЗА КУРС	8	10	–	198	216
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	8	10	–	198	216

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Примеры контрольных вопросов:

1. Какие операционные системы поддерживают установку Arduino IDE?
2. Как создать новый проект (скетч) в Arduino IDE?
3. Какие основные разделы имеет интерфейс Arduino IDE?
4. Как загрузить написанный код в микроконтроллер через Arduino IDE?
5. Какова роль функции `setup()` и `loop()` в скетчах Arduino?
6. Какие библиотеки необходимо подключить для работы с датчиками, например, датчиком температуры DHT11?
7. Как читать данные с аналогового входа на платах Arduino UNO и Nano?
8. Объясните, как использовать функцию `digitalRead()` и `digitalWrite()` для работы с цифровыми входами и выходами.
9. Как добавить поддержку платы ESP8266 в Arduino IDE?
10. Какие специфические библиотеки для работы с Wi-Fi нужно подключить при работе с ESP8266?
11. Как отправить HTTP-запрос с помощью ESP8266?
12. Объясните, как использовать функции `WiFi.begin()`, `WiFi.status()` и `WiFi.disconnect()` в скетчах для ESP8266.
13. Как использовать последовательный монитор (Serial Monitor) для вывода данных и отладки кода?
14. Что делать, если загрузка скетча в микроконтроллер не удалась?
15. Как интерпретировать ошибки компиляции в Arduino IDE и что означают наиболее распространенные из них?
16. Объясните, как использовать функции `Serial.begin()`, `Serial.print()` и `Serial.println()` для отладки.

7.3 Образец тестового задания

Для подачи сигнала на ШИМ-выход используют команду

Выберите один ответ:

- a. `analogRead();`
- b. `analogWrite();`
- c. `digitalWrite();`

7.4 Пример экзаменационного билета.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Образовательный уровень БакалаврНаправление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»Учебная дисциплина «Программирование робототехнических систем» семестр 6**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Состав роботов. Классификация роботов по назначению, конструкции, способу управления, быстродействию.
2. Объясните, как использовать функции `WiFi.begin()`, `WiFi.status()` и `WiFi.disconnect()` в скетчах для ESP8266.
3. Напишите код для управления серво-мотором с помощью библиотеки `Servo` на `Arduino Nano`.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1 Семестр 5

Номера тем	Виды работ	Максимальное количество баллов
Тема 1. Программное управление цифровыми выходами	Лабораторная работа 1	5
Тема 2. Программирование устройств в симуляторе UnoArduSim	Лабораторная работа 2.1	5
	Лабораторная работа 2.2	5
	Лабораторная работа 2.3	5
	Контрольный Тест 1	10
Тема 3. Программирование в Arduino IDE	Лабораторная работа 3.1	10
	Лабораторная работа 3.2	10
	Лабораторная работа 3.3	10
Тема 4. Программирование связи между MCU	Лабораторная работа 4	10
ИТОГО		70
Зачёт	Вопросов 3, до 10 баллов каждый	30
Общий итог за семестр		100

8.2 Семестр 6

Номера тем	Виды работ	Максимальное количество баллов
Тема 5. Программирование в Simul IDE и Arduino IDE функций робота	Лабораторная работа 5	5
	Лабораторная работа 5.1	5
	Лабораторная работа 5.2	5
	Лабораторная работа 5.3	5
	Лабораторная работа 5.4	10
	Контрольный Тест	10
Тема 11. Дистанционное управление	Лабораторная работа 6	10
Тема 12. САР в роботах	Лабораторная работа 7	10
Тема 13. ИС робота	Лабораторная работа 8	10
ИТОГО		70
Экзамен	Вопросов 3, до 10 баллов каждый	30
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

1) для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.

2) для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м корпусе ДонГУ (пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

Информационные материалы, методические указания по выполнению лабораторных работ размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ» по адресу: <http://dl.donnu.ru/course/view.php?id=10>

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Курышкин, Н. П. Основы робототехники: учеб. пособие / Н. П. Курышкин ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 168 с.
2. Конюх, В. Л. Основы робототехники : учеб. пособие В. Л. Конюх ; Издательство «Феникс» – Ростов н/Д :, 2008. – 281 с.

3. Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учеб. пособие 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 240 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/1804/>

11.2 Дополнительная

4. Юревич, Е. И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. / Е. И. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 416 с. <http://elibrary.spbstu.ru/dl/325.pdf/view>
5. Спыну, Г. А. Промышленные роботы: Конструирование и применение : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей вузов / под ред. В. И. Костюка. – Киев: Вища школа, 1991. – 311 с.
6. Воробьев, В. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа / Е. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко; под ред. Ю. Г. Козырева. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
7. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Аппаратная часть платформы Arduino, URL: <http://arduino.ru/Hardware>
2. Среда разработки Arduino. URL: http://arduino.ru/Arduino_environment
3. Ranger Robot Kit. URL: <http://learn.makeblock.com/en/ranger/>
4. Программирование устройств на основе модуля ESP32 URL: https://habr.com/ru/companies/epam_systems/articles/522730/
5. Г.Т.Ломонос. Программирование робототехнических систем. Электронный репозиторий учебных курсов ДонГУ. URL: <http://dl.donnu.ru/course/view.php?id=10>
6. Научная библиотека Донецкого национального университета. URL: <http://library.donnu.ru/>

13. Программное обеспечение

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Arduino IDE
4. UnoArduSim
5. Simul IDE
6. VS Code
7. MicroPython
8. IDE (Базовая версия) Trace Mode 77 ®