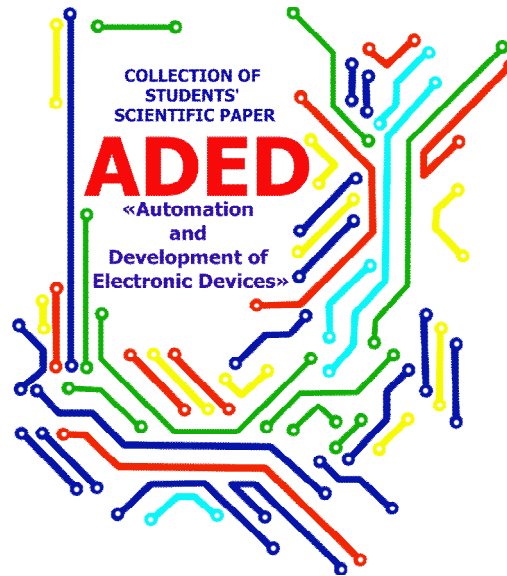


Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2018

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2018

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(КІТАМ)

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2018

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2018

УДК 65.01

Редакційна колегія:

Голова: **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Филипенко Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Палагін Віктор Андрійович, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки

Косенко Віктор Васильович, кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Шило Галина Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Малий Олександр Юрійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2018) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – Вип. 2. – 227 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2018 Part 2 (Key infrastructure 2018) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2018.- 227p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Радіоелектроніки та
телекомунікацій
Запорізького національного технічного
університету
протокол № 2 від 25.10.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Електроніки і комп'ютерної
інженерії
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
протокол № 4 від 30.10.2018

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

ЗМІСТ

Д. В. Игнатенко Анализ проблем утилизации отработанных элементов питания	8
В. Гуркин Системы живления электронных имплантатов	12
А.І. Демська Дослідження технологій підвищення ефективності UI web-систем.....	18
Є. Літвінов Оптически-электронная система диагностирования стравоходу	24
Д.В. Мамонько Аналіз методів локалізації об'єкта в розподілених сенсорних мережах за допомогою акустичних джерел	29
В.И. Мандзина Исследование методов регенерации растворов для травления меди в процессе производства печатных плат	33
И.О. Волощенко Анализ материалов, используемых в 3D-печати технологией FDM (FFF)	38
Т.С. Ревін Огляд електромагнітного привода робота	42
О.Ф. Голуб Аналіз методології сімейства IDEF для розробки бізнес-процесів	45
А.В. Кугір Використання розпізнавання мовлення в сучасних автоматизованих системах	50
П.Е. Солодовник Використання датчиків гнучкості в мобільних роботах	53
А.В. Пащенко Анализ современных автоматизированных PetFeeder систем	57
Д.В. Ганага Реактивные системы. Модель акторов. Акторы как альтернатива RPC и потокам	61
Д.В. Зеленов Автоматизированная система управления и контроля конвейерной линии	65
В.С. Крапивин Вычислительная сложность. Анализ асимптотической сложности алгоритма ...	69
В.В. Русаков, А.А. Кулик Аналіз та практичне застосування систем 3D-моделювання	74
И. О. Волощенко Исследование технологических особенностей применения флюсов в операциях монтажа электронных компонентов на печатные платы	78
К. Черевко Генератори тривалих часових імпульсів в медичній апаратурі	82
Д.О. Шевченко Использование сервоприводов в качестве двигателей для робота-гуманоида	87
О.С. Профатіло, К.О. Батаєва Шляхи підвищення енерговіддачі сонячних батарей	91
Т.І. Павленко, Н.Ю. Шило Фотолітографічні процеси у виробництві інтегральних мікросхем	96
И.А. Альчаков, Д.Ю. Иванисенко, Д.А. Рысь, А.К. Розгон Анализ современных тенденций в создании интеллектуальных материалов для микросистемной радиоэлектронной техники	101

В.К. Матюшенко, А.А. Скрипкін, Є.Ю. Валківська, С.А. Кулик Аналіз сучасних розробок у галузі перетворення звукових хвиль в електричну енергію	108
П.А. Костяной Методика визначення оптимальної кількості датчиків для системи автоматичного пожежогасіння	114
А.В. Гулий, К.Є. Курбатов, Д.С. Смілий, Є.О. Ковальов Аналіз високоякісних методів бездефектної очистки металічних поверхностей	121
Ю.М. Піцур, Д.С. Сорокін, Б.Ю. Лукашов, Є.К. Хрустальов Дослідження принципів визначення SMART-освіти.....	127
К.Е. Скрипник Аналіз технології TOUCH ID, історія і перспективи розвитку	133
А.Д. Благодарь, Б.Ю. Компанієць Методи та засоби дослідження впливу інфразвуку на цитоплазматичну мембрану	138
Я. Ю. Александров Топологічна оптимізація інформаційних мереж комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів	144
К.З. Закинпый Интеллектуальные датчики физических величин в автоматических системах управления технологическими процессами	149
Д.О. Бойко, Д.С. Близнюк, Д.М. Чікель 3D принтер. Огляд кінематики	154
Д.С.Близнюк, Д.М. Чікель, Д.О. Бойко 3D принтер. Огляд прошивок та слайсерів	159
Д.М. Чікель, Д.С. Близнюк, Д.О. Бойко 3D принтер. Огляд основних вузлів	165
В.О. Терновий Аналіз перемикачів світлового потоку в оптичних коммутаторах	170
К. Ю. Лапкин, Д.В. Стадник Аналіз автономних систем освітлення на сонячних модулях	174
Я.О. Радченко, К.С. Максименко Синтез метода идентификации видеоизображения интерференционной полосы поверхности подложек	178
І. А. Сітало, Е.О. Левченко Аналіз систем автоматичного контролю	184
Р.Е. Стрелец, Д.С. Сирко, К. И. Гладских Особенности технологии DLP	188
Д.С. Сирко, К. И. Гладских, Р.Е. Стрелец Механика и принцип работы DLP 3D печати	192
Д.Ю.Гавриленко Розробка структурної схеми керування двигуном мобільного робота	196
О.М. Кривуля Интеллектуальные мехатронные и робототехнические системы	200
К.О. Пільгуй Підвищення безпеки технологічного процесу перевантаження палива реакторних установок	204
Ю.В. Бондаренко Светофильтры	208
О.М. Дудка Методи віброзахисту під час виробництва друкованих плат	212

В.В. Манохін

Вибір методу для комп'ютерно-інтегрованої технології очищення поверхні деталей від шорсткостей та задирок 216

Е. А. Левченко, И. А. Ситало

Исследование оптической восприимчивости поглощения и оптического усиления .. 222

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВОПРИВОДОВ В КАЧЕСТВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ РОБОТА-ГУМАНОИДА

Д. О. Шевченко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14

E-mail: dima.sheva22@gmail.com

Аннотация: В данной работе проведены исследования и анализ применения системы сервоприводов в роботах на основе работы с роботом-гуманоидом построенным на базе Ардуино уно. Сервоприводы имеют огромную популярность и широкое применение в робототехнике и моделизме ввиду большой доступности, малой массы, невысокого энергопотребления и возможности точного управления углом поворота.

Ключевые слова: сервопривод, робот-гуманоид, ардуино, гироскоп, шилд, акселерометр, управление роботом.

USE OF SERVO DRIVES AS ENGINES FOR ROBOT-HUMANOID

D. O. Shevchenko

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: dima.sheva22@gmail.com

Abstract: The research and analysis of servo systems used in robotics by using humanoid robot based on Arduino uno. Servomotors are very popular because of their availability, low weight, low power consumption and precise steering angle control.

Key words: servo, humanoid robot, Arduino, shield, gyroscope, accelerometer, robot control.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ: Робототехника развивается очень быстро и имеет как профессиональный, так и любительский интерес. В современном мире применение роботизированных систем с использованием сервоприводов можно видеть почти на каждом производстве что даёт возможность перейти на новый уровень ведения производства в рыночных условиях. Данные системы способствуют снижению энергозатрат, повышению качества продукции и производительности. Так же сервоприводы широко применяются моделизме. Огромное количество моделей имеют в своей конструкции сервопривода.

Сервопривод — привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервоприводом является любой тип механического привода (устройства, рабочего органа), имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т. п.) и блок управления приводом (электронную схему или механическую систему тяг), автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике (и, соответственно, на устройстве) согласно заданному внешнему значению (положению ручки управления или численному значению от других систем). Проще говоря, сервопривод является «автоматическим точным исполнителем» — получая на вход значение управляющего параметра (в режиме реального времени), он «своими силами» (основываясь на показаниях датчика) стремится создать и поддерживать это значение на выходе исполнительного элемента.

Целью данной работы являлось исследование применения сервоприводов «MG996R» в качестве двигателей для управления роботом-гуманоидом построенным на основе аппаратно-вычислительной платформы Arduino uno с подключенным шилдом Adafruit «16-Channel 12-bit PWM/Servo Shield» и модулем «MPU-6050» гироскоп и акселерометр.

МАТРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: Конструкция робота состоит из 42 алюминиевых частей на которые крепятся 16 серводвигателей. Алюминий был выбран материалом основных частей из-за своей прочности. Вследствие выбора металлических основных деталей, вес робота существенно увеличился. Из-за утяжеленной конструкции, в качестве двигателей были выбраны сервоприводы Tower Pro MG996R.

Сервоприводы бывают разными и отличаются характеристиками такими как : усилие, вес, скорость, рабочим напряжением, рабочей температурой, вес и материал из которого изготовлены части. MG996R удовлетворяли всем условиям для использования в данной модели, они достаточно прочны, так как сделаны из металла, их вес составляет 55г, усилие одного двигателя 10кг/см. Скорость движения двигателей 0.2с/60°. Данная модель зарекомендовала себя как довольно точная и надёжная что важно для робота.

На рисунке 1 представлены все металлические детали робота-гуманоида и его собранный вид.

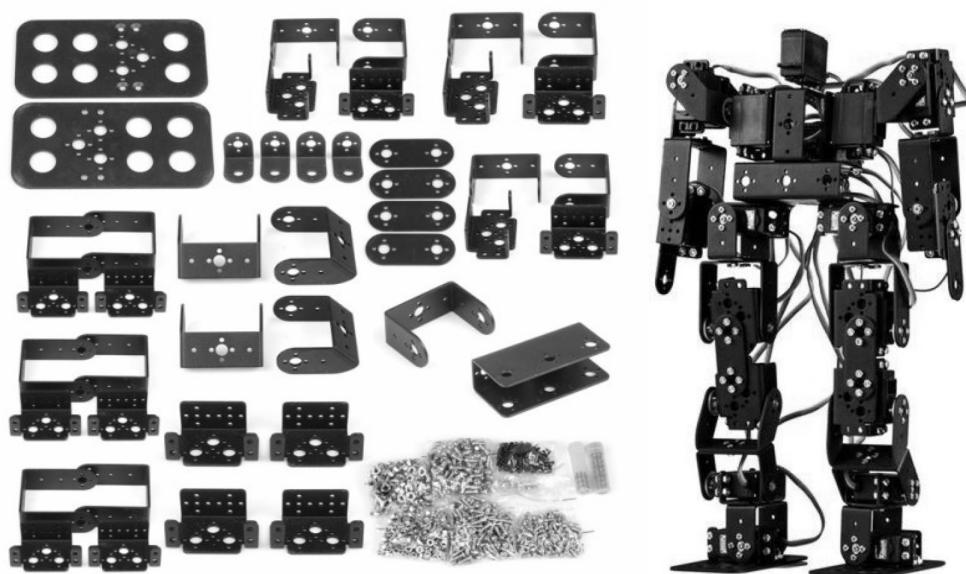


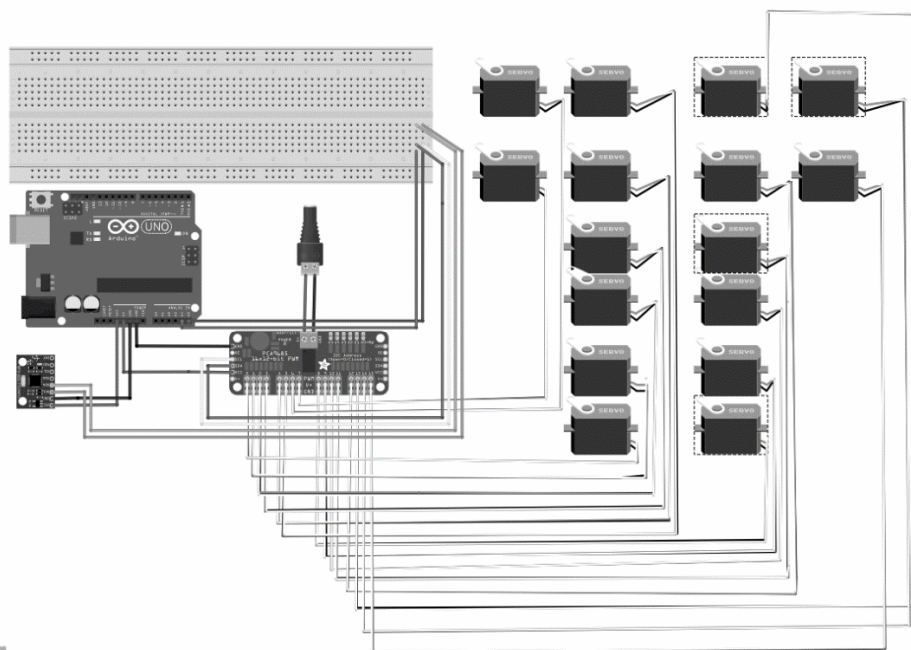
Рисунок 1 – Конструкция робота-гуманоида в разобранном и собранном виде

Для аппаратно-программной части используется аппаратно-вычислительная платформа Arduino uno. К данному контроллеру подключили плату расширения Adafruit «16-Channel 12-bit PWM/Servo Shield» для управления сервоприводами. Для того чтобы робот-гуманоид мог держать равновесие и не падать при легком внешнем воздействии был подключен датчик «MPU-6050» гироскоп и акселерометр.

Для того чтобы всё работало, нужно все элементы подключить правильно. Для питания ардуино используется батарейка типа «крона» на 9V, которую подключили к разъему DC 2,1мм. Шилд требует внешнего питания с напряжением 5V и силой тока до двух ампер. Для питания был выбран подходящий аккумулятор. Шилд подключается к аналоговым выходам A4-A5 и пину GND и 5V на ардуино. Датчик гироскоп и акселерометр питается от ардуино подключившись к пинам 3.3V и GND, работает по протоколу I2C для чего подключается к аналоговым выходам платформы A4-A5.

Все сервоприводы подключаются непосредственно к плате расширения (шилду) используя выходные порты схемы. Всего на шилде 16 портов, следовательно максимальное количество подключенных сервоприводов тоже 16. Каждый порт состоит из трёх пинов: V+, GND, PWM. Каждый пин PWM работает отдельно, но все 16 должны иметь общую частоту.

Пример правильного подключения всех элементов на рисунке 2.



ritzing

Рисунок 2 – Схема подключения всех элементов аппаратно-программируемой части.

Каждый сервопривод робота-гуманоида вращается на 180° , что позволяет ему выполнять различные действия подобно человеку. На рисунке 3 представлена кинематическая модель робота.

Программирование модели осуществляется в программной среде Arduino IDE на языке программирования C++. Для работы подключаем нужные библиотеки, в нашем случае это библиотеки: «Wire.h», «Adafruit_PWM_Servo_Driver.h», «Kalman.h», указываем адреса подключения: «Adafruit_PWM_Servo_Driver pwm = Adafruit_PWM_Servo_Driver(0x41)», настраиваем ширину импульсов и частоту. Для управления сервоприводами, углами их поворота, используем: «pwm.setPWM(n, 0, pulseWidth(p));», где n-номер привода, а pulseWidth(p)-нужный нам угол. Задержки между движениям задаются командой «delay(значение)». Акселерометр и гироскоп используется для отслеживания положения робота в пространстве, что позволяет задать ему команду при отклонениях от базовой позиции стоя, удерживать равновесия при небольших воздействиях на него. На рисунке 4 представлены примеры кода.

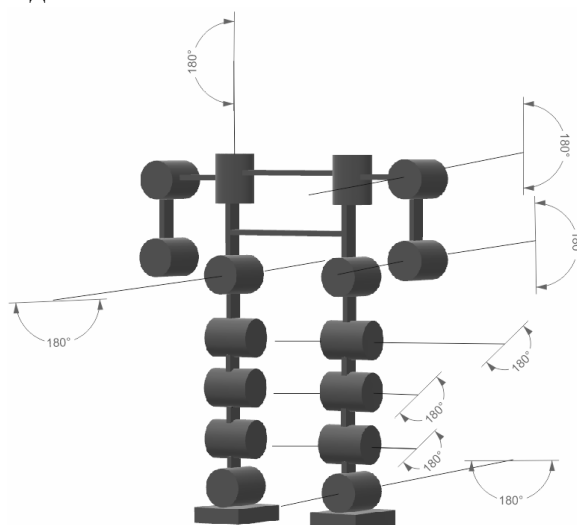


Рисунок 3 – Кинематическая модель робота-гуманоида

```

void loop() {
  pwm.setPWM(0, 0, pulseWidth(110));
  pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(65));
  pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(95));
  pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(110));
  pwm.setPWM(6, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(7, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(8, 0, pulseWidth(65));
  pwm.setPWM(9, 0, pulseWidth(95));
  delay (500);
  pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(30));
  pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(50));
  delay (500);
  pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(80));
  pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(60));
  delay(1000);

  pwm.setPWM(6, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(7, 0, pulseWidth(60));

  delay(500);

  pwm.setPWM(6, 0, pulseWidth(110));
  pwm.setPWM(7, 0, pulseWidth(110));

  delay(500);

  pwm.setPWM(6, 0, pulseWidth(60));
  pwm.setPWM(7, 0, pulseWidth(60));

```

Рисунок 4 – Пример кода для работы с роботом-гуманоидом.

ВЫВОДЫ. В конечном результате получен функционирующий робот-гуманоид способный выполнять движения подобно человеку. Так же удалось использовать модуль гироскопа и акселерометра для удерживания равновесия роботом.

Проведя данный эксперимент успешно использованы сервоприводы в качестве двигателей робота, что доказывает их пригодность для роботов-гуманоидов. При тестировании было выявлено явное преимущество металлической конструкции – прочность, из-за падений робота при тестовых попытках, некоторые пластиковые детали скорее всего были бы сломаны. Так же в ходе эксперимента было доказана необходимость правильного подбора деталей, так как слабые пластиковые сервоприводы не могли удержать вес алюминиевой конструкции, а металлические идеально подошли.

Учитывая успех применения сервоприводов в данной модели, их можно применить при постройке других роботов, на пример: манипуляторы, робот-паук, робот-змея и подобные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гапонов В.С. Модернизация программно-аппаратного обеспечения модельных сервоприводов для использования в антропоморфных робототехнических комплексах [Электронный ресурс]/ В. С. Гапонов, В. П. Дашевский, М. М. Бизин 2016. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/modernizatsiya-programmno-apparatnogo-obespecheniya-modelnyh-servoprivodov-dlya-ispolzovaniya-v-antropomorfnyh-robototekhnicheskikh-svobodnyh>.
2. Robin Mitchell An Introduction to Circuit Design With Fritzing, Available at: <https://maker.pro/custom/tutorial/an-introduction-to-circuit-design-with-fritzing>.
3. Евсегнеев О. Ардуино: акселерометр MPU6050 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robotclass.ru/tutorials/arduino-accelerometer-mpu6050> , свободный.

4. Момот М. В. Мобильные роботы на базе Arduino: руководство. –2-е изд., Издательство: БХВ-Петербург.2018.–336с.
5. Bill Earl Adafruit 16-Channel Servo Driver, Available at: <https://learn.adafruit.com/16-channel-pwm-servo-driver/hooking-it-up>.
6. Гагарин А. Arduino для начинающих. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edurobots.ru/2014/04/arduino-servoprivod/9/> , свободный.
7. Невлюдов І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2018. 320 с.
8. Невлюдов, І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник [Текст] / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. – Кривий Ріг: КК НАУ, 2018. – 316 с.