

Для принятых исходных данных выбирается код обработки [14], т. е. следующий состав и порядок выполнения технологических операций и переходов:

Точение черновое + Точение полустачное + Точение чистовое + Точение тонкое.

Если бы на чертеже были указания по термообработке, то при остальных тех же данных был бы выбран код [15].

Следующая задача – из отдельных МОП строятся допустимые технологические процессы обработки.

Основываясь на вышесказанном, можно сделать следующий вывод. САПР технологических процессов являются типичным примером человеко-машинных систем, в которых инженеры решают творческие задачи, а типовые и шаблонные части проекта выполняются с помощью ЭВМ. Но при этом САПР ТП обладают всеми признаками современных САПР, предполагая открытость, возможность развития и интеграции с другими компонентами и системами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кондаков, А. И. САПР технологических процессов / А. И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/37727/>.

2. Андриченко, А. Н. Три поколения отечественных САПР технологических процессов / А. И. Андриченко. – СТАНКОИНСТРУМЕНТ / Информационные технологии; 2017. № 1 (006). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.stankoinstrument.su/](http://www.stankoinstrument.su/).

УДК 681.5

## РОБОТИЗИРОВАННАЯ МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ЗДОРОВОГО СНА И ПРОБУЖДЕНИЯ

**Ю. Н. Матрунчик<sup>1</sup>, Е. Г. Красько<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет;  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Национальный детский технопарк»;  
г. Минск, Республика Беларусь

В процессе освоения индивидуальной учебной программы дополнительного образования одаренных детей и молодежи для дистанционной формы получения образования по направлению «Робототехника» («Сервисные роботизированные системы») учащейся УО «Национальный детский технопарк» Красько Елизаветой Георгиевной был реализован проект изобретательского характера «Роботизированная мобильная система здорового сна и пробуждения».

Актуальность программы обуславливается неизменным ростом роботизации всех сфер жизнедеятельности человека, отраслей народного хозяйства и

промышленности. Учащейся предоставляется возможность изобретения собственного законченного устройства, которое может послужить прототипом роботизированного технического средства (системы, комплекса и т. п.), актуальным в современном научном мире и способном на должном уровне соперничать с существующими аналогами на рынке робототехники. А также предоставляется возможность научиться создавать элементы конструкции сложных роботизированных средств по собственным цифровым трехмерным моделям с использованием современных САПР и 3D-печати и разрабатывать собственные управляющие программы микроконтроллеров при реализации аппаратно-программной части роботизированных систем.

Цель реализации программы: совершенствование творческих способностей учащейся, приобщение ее к современным технологиям и знакомство с тенденциями развития в области робототехники, развитие навыков в научной и практической деятельности.

Задачи:

ознакомить со способами создания сервисных роботизированных технических средств и робосистем – ассистентов, необходимых для улучшения качества жизни человека, помощи в различных сферах его жизнедеятельности, а также в быту;

привить навыки и умения при разработке сервисных роботизированных мобильных или стационарных систем в ходе реализации проекта;

формировать у учащейся способности к принятию самостоятельных продуманных решений при реализации ранее запланированных задач, умения рационально организовывать свою научно-практическую и исследовательскую деятельность.

Прототипом для разрабатываемой системы здорового сна и пробуждения послужил исследовательский проект «Роботизированная мобильная система пробуждения «Умный будильник» образовательной смены УО «Национальный детский технопарк» (разработчики - Красько Елизавета, Згирская Дарья, Карла Никита). Данная система была построена на базе робототехнического набора с использованием датчиков набора «Схемотехника» и робототехнического набора-конструктора «Машина-робот 4-хколесная Keystudio 4WD BT Robot Car V2/0 Kit for Arduino». В качестве устройства управления был выбран микроконтроллер ATmega328P на платформе Arduino UNO. Система была спроектирована по принципу «Умный будильник».

Создание будильника является актуальной задачей в нашей современной жизни. В мире, где люди все больше заняты работой и другими обязательствами, важно иметь возможность точно отслеживать время и быть готовыми к началу нового дня. Поэтому создание умного будильника остается актуальной задачей, которая помогает людям организовывать свой день и повышать эффективность своей жизни.

Кроме того, задача простого оповещения (звонок будильника) должна быть дополнена:

– подсистемой здорового сна и пробуждения, т. е. программной настройки срабатывания будильника по оптимальным временным параметрам и индивидуальным предпочтениям (заданию) пользователя;

- подсистемой автоматизированной проверки параметров окружающей среды помещения для сна (температура окружающего воздуха, влажности воздуха, уровня естественного освещения помещения и т. п.);
- роботизированной мобильной подсистемой перемещения «убегающий будильник» на базе робокомплекта робот – балансир;
- подсистемой отображения всех необходимых параметров текущего времени и даты, времени сна и момента пробуждения, параметров окружающей среды и т. п.

Роботизированная мобильная система здорового сна и пробуждения с электротехнической точки зрения включает в себя две отдельные подсистемы – подсистему контроля параметров окружающей среды и умного будильника и подсистему перемещения, построенную по принципу самобалансирующегося мобильного робота. Управление устройствами системы осуществляется от микроконтроллеров ATmega328P, установленных на плате Arduino Uno и Keystudio.

Электрическая принципиальная схема подсистемы здорового сна и пробуждения представлена на рисунке 1.

Подсистема контроля параметров окружающей среды и умного будильника включает в себя:

- управляющий микроконтроллер ATmega328P;
- DS1302, модуль часов реального времени с возможностью бесперебойного питания от литиевой батарейки.
- датчик влажности и температуры DHT11, цифровой датчик влажности и температуры, состоящий из термистора и емкостного датчика влажности. Также датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры;

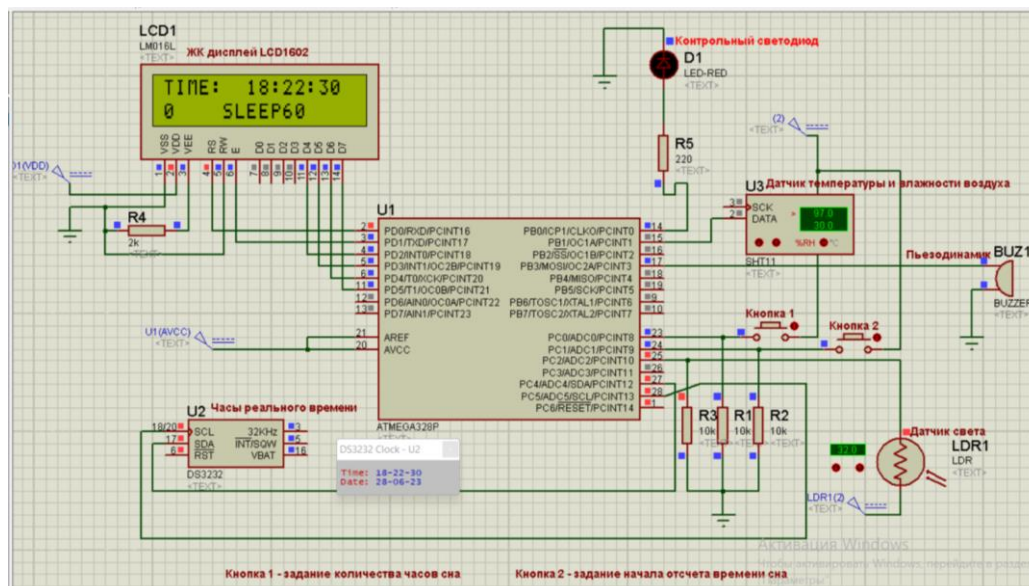


Рисунок 9 – Электрическая принципиальная схема устройства подсистемы контроля параметров окружающей среды и умного будильника

- фоторезистор;
- красный светодиод;
- тактовые кнопки;

- безопасную макетную плату;
- резисторы на 220Ом и 10кОм
- LCD-дисплей 1602А, электронный модуль, основанный на драйвере HD44780 от Hitachi. LCD1602, который имеет 16 контактов и может работать в 4-битном режиме (с использованием только 4 линии данных) или 8-битном режиме (с использованием всех 8 строк данных), также можно использовать интерфейс I2C.

- пьезоизлучатель звука НРА17А без собственного генератора частоты. Его характеристики: частота – 4 кГц, интенсивность – 78 дБ, номинальное рабочее напряжение – 5В.

Подсистема перемещения представляет собой самобалансирующуюся машину, собранную из компонентов робототехнического конструктора Ks0193 KeyeStudio.

В состав подсистемы входят микроконтроллер ATmega328P, плата расширения типа MotorShield, 2 двигателя постоянного тока TB6612FNG, модуль гироскопа и акселерометра MPU-6050, модуль беспроводной связи Bluetooth XBee, блок питания, элементы крепежа.

Алгоритм работы разрабатываемой системы предусматривает:

- отслеживание параметров окружающего воздуха и уровня естественного освещения в помещении для сна;

- расчет времени пробуждения пользователя и настройку будильника;

- движение мобильной части роботизированной системы.

Для расширения возможностей системы предусмотрено беспроводное управление по каналу Bluetooth, а также настройка времени сна и момента пробуждения, назначение которых осуществляется по нажатию кнопок (кнопка 1 и кнопка 2 на рисунке 9).

Индикация и звуковое сопровождение осуществляется с помощью светодиода красного цвета и активного пьезодинамика.

В алгоритм срабатывания будильника вводятся два параметра:

- желательное количество часов сна – 1;

- время отхода ко сну – 2.

1-й параметр вводится перед отходом ко сну из приложения Serial Port Terminal на телефоне через Bluetooth модуль, как переменная «Время сна» либо нажатием на кнопку 1 определенное количество раз.

2-й параметр – по нажатию кнопки 2 начинается отсчет времени сна, т. е. записывается значение в переменную «Начало сна».

Далее в программе рассчитывается 3 параметр – желательное время пробуждения, исходя из предложенной выше таблицы соответствий.

3-й параметр заносится в переменную «Время срабатывания будильника» и по нему будет включаться будильник (светодиод и пьезодинамик).

На ЖК-дисплей выводится текущее время, время сна и количество часов сна, заданное пользователем.

По одновременному нажатию на две кнопки выводятся параметры уровня освещенности помещения для сна, температуры и влажности окружающего воздуха.

Фазы медленного сна:

Первая фаза длится 15 минут, известна как дремота.

Вторая фаза длится 25 минут, происходит замедление работы внутренних органов.

Третья и четвертая фаза длятся около 40 минут, являются основной частью здорового сна.

В быстрой фазе организм полностью расслаблен, но начинается мозговая деятельность. Сновидения, увиденные на этой фазе, хорошо запоминаются.

Происходит учащение пульса, глазные яблоки активно двигаются.

Быстрая фаза занимает примерно 20 % всего времени отдыха.

Сон начинается с 1-й фазы медленного сна, доходит до 4-й, что занимает около 2 -х часов.

Это полный цикл, который должен повториться не менее 4-х раз.

Из этого следует, что нужно вставать утром через 8 часов с момента вступления в первую фазу.

Если человек привык ложиться в промежутке между 11–12 вечера, нужно вставать в 7–8 часов.

То время, которое человек проспал, при условии хорошего самочувствия утром, считается индивидуальной нормой. Пробуждение происходит в начальной медленной фазе, когда организм готов к бодрствованию, но еще не перешел в быструю фазу.

Если приходится вынужденно просыпаться в фазе медленного сна, будет ощущаться усталость, организм долго восстанавливает мышечную активность.

Есть теория, что люди, которых постоянно будит будильник на фазе медленного глубокого сна, склонны к различным нервно-психическим нарушениям. Используя знания о продолжительности каждой фазы, можно сократить время отдыха, просыпаться в определенный момент – на этапе, когда организм к этому готов.

Блок-схема алгоритма работы системы представлена на рисунке 2.

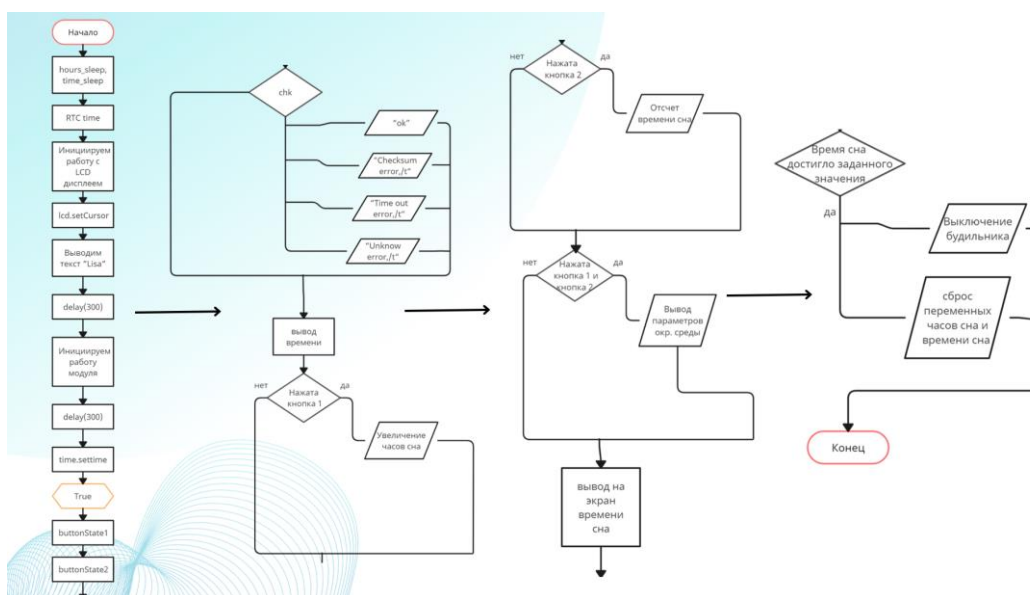


Рисунок 2 – Блок – схема алгоритма

Подсистема перемещения была построена на базе самобалансирующего робота, который использует мощность робота для поддержания относительного баланса, что представляет собой процесс динамического баланса. Для определения положения робота – балансира в проектируемой системе используются акселерометр и гироскоп. Сила для поддержания баланса робота исходит от движения колес, приводимых в движение двумя двигателями постоянного тока. Управление роботом – балансиром можно разделить на три задачи управления следующим образом:

1. Контроль баланса: удерживание робота в вертикальном положении и балансировании, контролируя вращение колеса автомобиля вперед и назад.
2. Контроль скорости: реализация переднего и заднего движения и контроль скорости с контролем наклона робота.
3. Управление направлением: реализация рулевого управления с контролем разницы в скорости вращения между двумя двигателями робота.

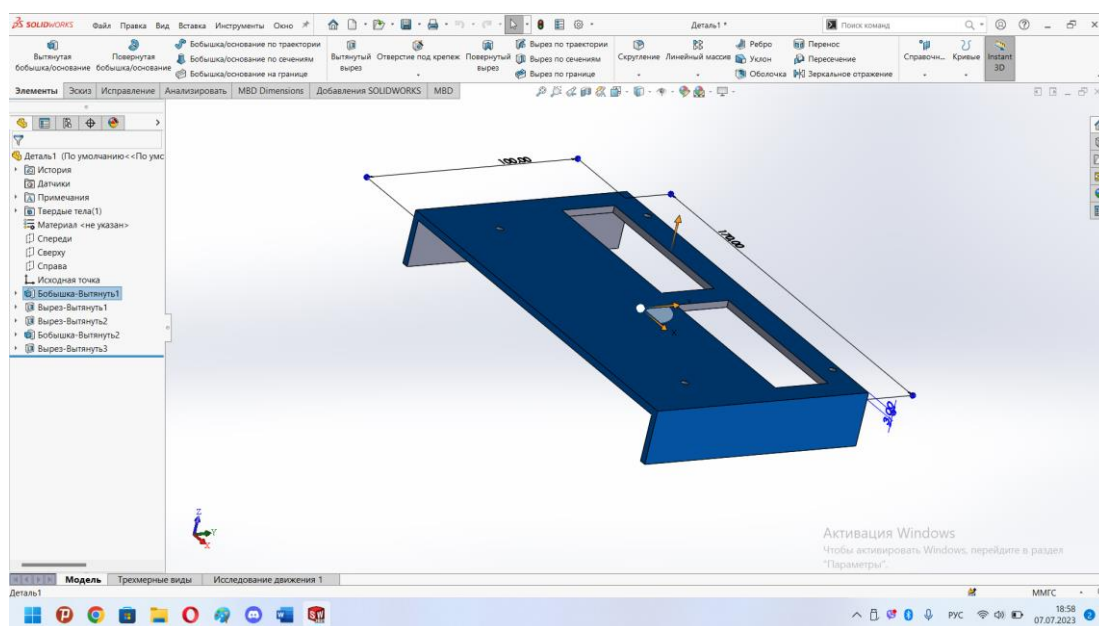
В процессе окончательного контроля все сводится к измерению контрольной величины.

Таким образом, между тремя задачами будет связь, которая будет мешать. Решение проблемы в том, чтобы контролировать баланс автомобиля; управление скоростью и направлением должно быть как можно более плавным.

Пропорциональное, интегральное и дифференциальное отклонение от задающего воздействия линейно комбинируются, чтобы сформировать контрольную величину, а затем управлять объектом с помощью этой контрольной величины. Такой регулятор называется ПИД-регулятором. В аналоговых системах управления наиболее распространенным законом управления для регуляторов является ПИД-регулирование.

Для создания корпусных деталей разрабатываемой системы использовалась система автоматизированного проектирования SolidWorks.

На рисунке 3 представлена модель корпуса для роботизированной системы здорового сна и пробуждения.



**Рисунок 3 – 3-D модель одной из корпусных деталей (крышка корпуса) разрабатываемой системы**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матрунчик, Ю. Н. Микропроцессорные системы управления. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] – Минск : БНТУ, 2020. – 66 с. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/70441?show=full>. – Дата доступа: 14.10.2023.
2. Матюшин, А. О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика / А. О. Матюшин. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 355 с.

УДК 004

### **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА 3D-ПРИНТЕРА**

**В. А. Мисякова, И. Л. Ковалева**

Белорусский национальный технический университет;  
г. Минск, Республика Беларусь

Одним из подходов, применяемым для оценки правильности позиционирования рабочего инструмента 3-D принтера, может быть сравнение заданных координат инструмента с реальными. В [1] для получения реальных координат инструмента используется веб-камера, установленная над рабочей зоной 3D-принтера. Для обработки сигнала, поступающего от камеры, разработана программа, в основу которой положены базовые алгоритмы компьютерного зрения. Тестирование программы показало удовлетворительные результаты. Для повышения точности определения положения рабочего инструмента в режиме реального времени предлагается использовать нейронную сеть YOLO, т. к. она показывает наилучшие результаты по точности и скорости детектирования объектов в режиме реально времени независимо от размеров объектов.

Большинство систем используют сверточные нейронные сети (CNN) несколько раз для обработки разных частей изображения, в то время как YOLO выполняет обработку всего изображения за один раз.

Нейронная сеть YOLO разбивает входное изображение на сетку размером  $S \times S$ . Если центр объекта находится внутри ячейки сетки (grid cell), эта ячейка сетки отвечает за обнаружение этого объекта. Каждая ячейка предсказывает ограничивающие рамки (bounding boxes) и показатели уверенности (confidence) для этих рамок (рисунок 1).