

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»

Факультет информационных технологий

Кафедра информационных технологий

Информационные измерительные технологии

*Материалы II заочной научно-технической
конференции студентов*

(15 декабря 2021 года, г. Барнаул)

АлтГТУ
Барнаул • 2021

Конференция является завершающим этапом научно-технических, инновационных разработок бакалавров и магистрантов кафедры информационных технологий и других материалов, соответствующих тематике конференции.

Материалы конференции будут опубликованы в виде электронного сборника трудов конференции, который будет размещен на сайте https://journal.altstu.ru/konf_2021/2021_1/96/

Материалы издаются в авторской редакции.

Ответственные редакторы:

Председатель конференции:

Анастасия Геннадьевна Зрюмова – кандидат технических наук, заведующая кафедрой «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

Секретарь конференции:

Соловьев Виталий Андреевич – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А.В. Балашов, А.Г. Зрюмова</i> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ.....	3
<i>Е. С. Жердев</i> КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЛС–ЦЕПИ.....	5
<i>И. С. Каредин, Д. И. Дашков, А. Г. Зрюмова</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ В ЦЕНТРЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	11
<i>Б. С. Первухин, И. А. Кобозев</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ МАНИПУЛЯТОРА.....	16
<i>Н. О. Лессер, В. В. Фатеев, Д. Е. Кривобоков</i> СТЕНД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЫ С БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА.....	18
<i>Н. О. Лессер, В. В. Фатеев, Д. Е. Кривобоков</i> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПИД–РЕГУЛЯТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТИ.....	22
<i>Д. Е. Кривобоков, А. К. Логинов</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕСКЛЮЧЕВОГО ДОСТУПА.....	25
<i>Е. М. Патрушев, А. А. Макаров</i> К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАТОРОВ ХАОСА, ПРИМЕНИМЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ.....	28
<i>В. В. Надвоцкая, Г. Ю. Малыхин, Е. А. Енгибарян</i> АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СТЕНДОВ БПЛА.....	32
<i>А. А. Цимбал, Н. В. Искуснова, А. Г. Зрюмова</i> АНАЛИЗ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ КОНТРОЛЕ ПОТЕНЦИАЛА ПОКОЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ.....	34

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

А. В. Балашов, А. Г. Зрюмова

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

В статье рассмотрен алгоритм работы системы сопровождения лесных пожаров, основанный на обработке изображений, полученных с беспилотного летательного аппарата. Анализ изображений включает выделение на изображении области пожара. Области, не содержащие огонь, отбрасываются. Подготовленные данные подаются на вход нейронной сети.

Ключевые слова: лес, сопровождение пожара, обработка изображений, беспилотный летательный аппарат, нейросеть.

Лесные пожары наносят огромный вред не только лесному хозяйству России, но и отрицательно сказываются на экологической ситуации в регионах, где пожары происходят систематически и длятся продолжительные периоды.

Пожары являются основными источниками негативных воздействий на состояние лесов в Российской Федерации. Кроме непосредственной гибели порой уникального лесного фонда, в результате пожара погибают тысячи диких животных. Оставшиеся в живых животные вынуждены менять ореолы обитания в связи с отсутствием на выгоревших территориях кормовой базы. Огонь уничтожает растительность на огромных территориях, что приводит к эрозии почв, к большим экономическим потерям в отсроченной перспективе. И, наконец, лесные пожары представляют большую опасность для тысячи людей, которые теряют свое имущество, а порой и гибнут в сильных, быстро распространяющихся пожарах [1,2].

По приблизительной оценке в северной зоне, к которой относится территория России, выгорает ежегодно от 10 до 15 миллионов гектаров леса, причем более 90% этих выгораний вызваны человеческим фактором. Таким образом, предотвращение лесных пожаров и их контроль являются главными задачами в деятельности лесных хозяйств и соответствующих служб. При борьбе с пожарами большое внимание уделяется контролю над распространением возгорания, который заключается в сопровождении пожара (оценивается направление распространения огня и скорость его движения).

Целью работы является разработка алгоритма работы системы сопровождения пожара, включающий программную первичную обработку информации и анализ информации с помощью нейросети, с последующей интерпретацией результатов.

Алгоритм работы системы сопровождения лесного пожара.

На первом этапе для получения первичной информации о пожаре применяется фотография, полученная с беспилотного летательного аппарата. На рисунке 1 представлена фотография пожара, полученная с квадрокоптера вблизи небольшой деревни Гондомиль, недалеко от Валенсы, Португалия, произошедшего 27.03.2019 года [3].



Рисунок 1 – Пламя приближающегося лесного пожара вблизи небольшой деревни Гондомиль, недалеко от Валенсы, Португалия, 27.03.2019

На втором этапе происходит анализ полученного изображения. Изображение содержит большой массив как ненужной, так и полезной информации. Для увеличения быстродействия необходимо оптимизировать и стандартизировать всю информацию, обрабатываемую системой. Для этого исходное изображение делим на определённое количество кластеров – 64 (рисунок 2). Именно это число обеспечит достаточное отсеивание ненужной информации.

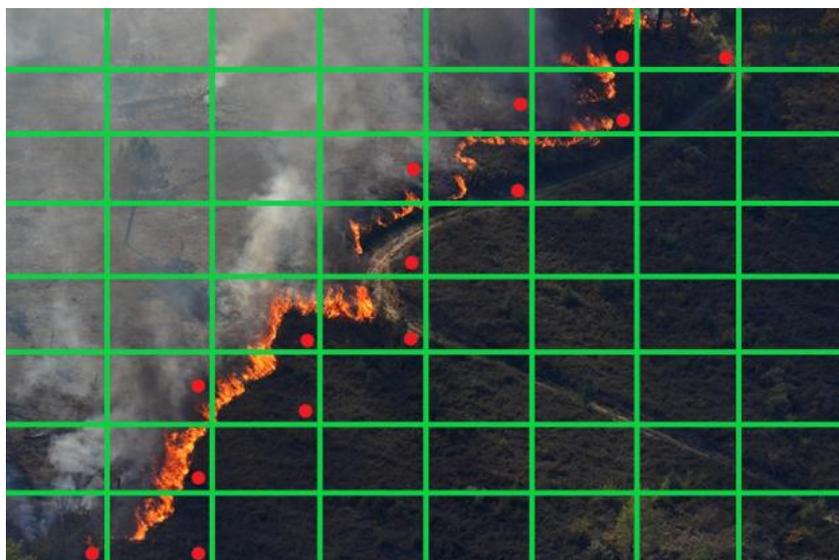


Рисунок 2 – Деление изображение для фильтрации

Путём настройки цветовых весов с помощью фильтров исключаются те кластеры, где точно отсутствует огонь. Участки, отмеченные красным цветом, анализируются более детально с помощью нейросети (рисунок 3).

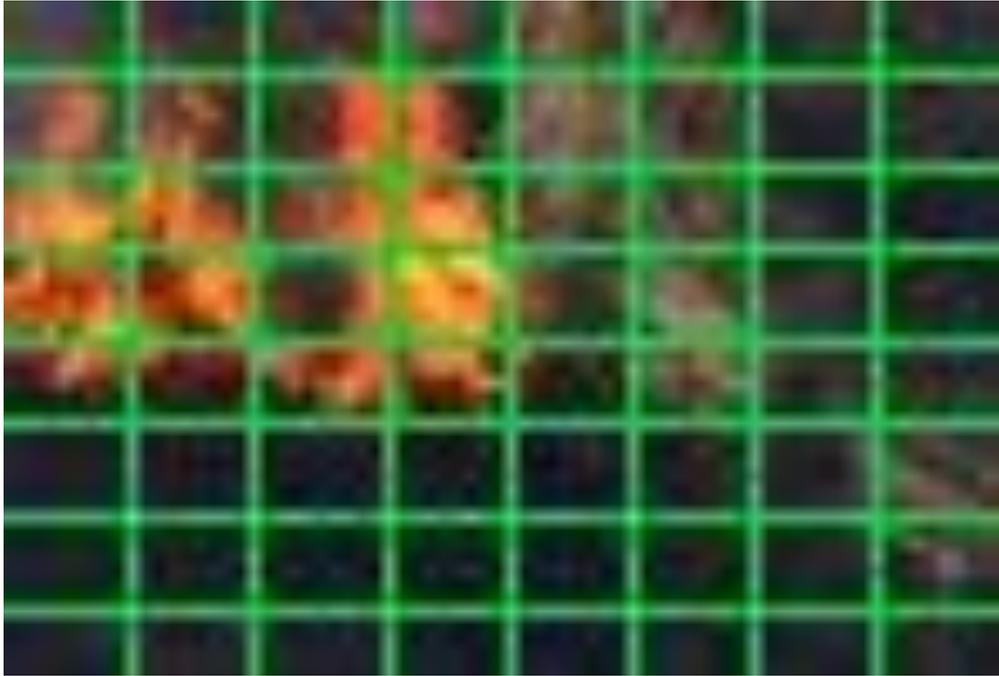


Рисунок 3 – Кластер, с которым будет работать нейросеть

Третий этап представляет собой анализ информации на изображении с помощью нейросети. Нейросеть представляет собой классический многослойный перцептрон с неявными слоями (рисунок 4) [4].

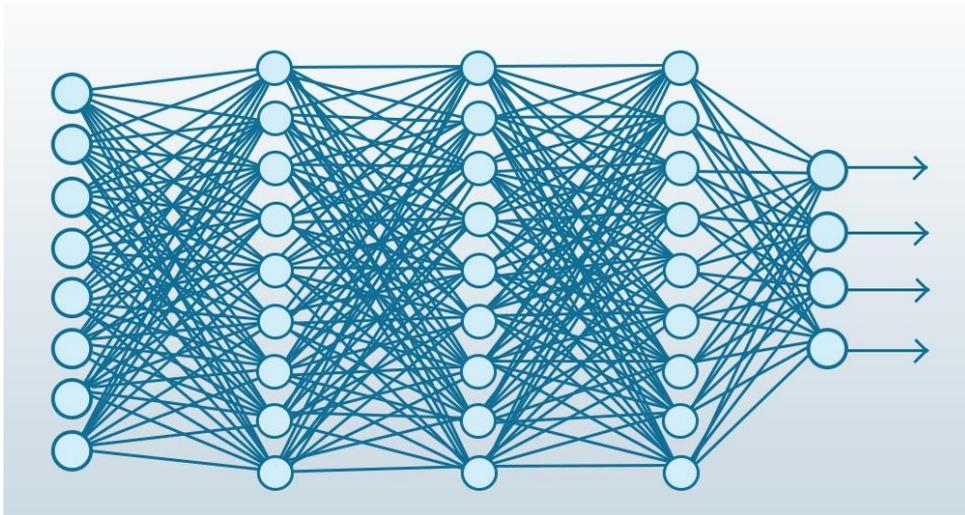


Рисунок 4 – Структура нейросети

На дендриты первого слоя, будет поступать цветовая характеристика YUV одной части кластера. Каждый нейрон первого (входного) слоя будет связан аксонами (изображены синими линиями) с каждым нейроном следующего слоя. Из выходного слоя будет рассчитываться вероятность наличия пожара в конкретной части кластера (от “совсем не пожар” до “очень похоже на пожар”). Вероятность классифицируем по 4 уровням от 0 до 3 с шагом 1.

На этапе обработки полученной информации, формируются пакеты, каждый из которых включает в себя:

- 1) часть изображения;
- 2) номер кластера и номер части;
- 3) вероятность пожара.

После формирования информационных пакетов с их помощью происходит сборка полной картины изображения. В результате на сформированном изображении выделяются зоны:

1. “Однозначно пожар” (3 уровень) – считается пожаром в полном объёме;
2. “Похоже на пожар” (2 уровень) – при анализе будет учитываться только половина площади от всей части;
3. “Возможно пожар” (1 уровень) – будут занимать лишь четверть площади и то при условии, что хотя бы одна из соседних частей характеризуется вероятностью уровня 3 или 4;
4. Уровень 0 – не будет являться пожаром.

Такая система позволит с хорошей точностью определять границы пожара на изображении и избегать ложных фиксаций.

На четвертом этапе, после формирования общей картины, к ней прикрепляются данные (Дата и время создания фотографии и Координаты устройства фиксации). Последующее сравнение этих картин, отличающихся во времени, позволит определить скорость и направление распространения лесного пожара. Эта информация обеспечит более быстрое принятие решений и поможет избежать большого ущерба и спасти множество жизней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Газизов, А.М. Современные методы борьбы с лесными пожарами / А.М. Газизов, Р.Р. Янгирова // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2021. №1, режим доступа: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/1_2021/ogbus_1_2021_p25-39.pdf (дата обращения: 05.11.2021)
2. Коровин, Г.Н. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России / Г.Н. Коровин, А.С. Исаев // Лесной бюллетень. 1998. № 8–9. URL: <http://old.forest.ru/rus/bulletin/08-09/8.html> (дата обращения: 05.11.2021).
3. Catarina, D. Portugal counts on drones to bolster defences against wildfires during pandemic // [Электронный ресурс], 2019. URL: <https://sciencemetro.com/environment/portugal-counts-on-drones-to-bolster-defences-against-wildfires-during-pandemic> (Дата обращения: 10.12.2021).
4. Faizan, Ah. Why Deep Learning is not the Holy grail of Data Science? // [Электронный ресурс], 2018. URL: <https://medium.com/@faizanahemad/why-deep-learning-is-not-the-holy-grail-of-data-science-9929c38d1c45> (Дата обращения: 10.12.2021).

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» Зрюмова Анастасия Геннадьевна, тел. (385-2) 29-09-13, e-mail: a.zrumova@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, студент кафедры «Информационные технологии» Балашов Антон Викторович, e-mail: balashovanton22@mail.ru

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ MLC-ЦЕПИ

Е. С. Жердев

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

В статье приведены исследования точек равновесия и бифуркации устойчивости периодического движения. Для исследования системы на устойчивость была применена математическая модель неавтономного генератора хаоса, а для нахождения бифуркации устойчивости периодического движения была применена программа моделирования хаотических режимов Lorenz.

Ключевые слова: диод Чуа, неустойчивый фокус, точки равновесия, перемежаемость, бифуркация, устойчивый фокус.

MLC-цепь является одним из представителей семейства генераторов Чуа. Цепь Murali-Lakshmanan-Chua включает в себя три линейных элемента (сопротивление, индуктивность и емкость) и один нелинейный элемент, который называется диодом Чуа. Так как генератор неавтономный, для его работы требуется синусоидальный источник напряжения [2].

Пример реализованной схемы приведен на рисунке 1.

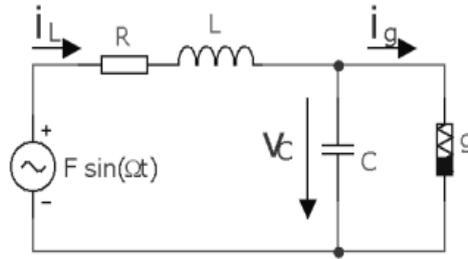


Рисунок 1 – Пример реализации MLC–цепи

Выбор значений элементов схемы (рисунок 1) должен учитываться как в попадании в область хаоса, так и в соприкосновении с другими колебательными режимами. Одним из распространенных способов изучения динамики линейных систем является создание двухпараметрических бифуркационных диаграмм [5].

Математическая модель неавтономного генератора MLC–цепи имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{x} = y - h(x) \\ \dot{y} = -\beta \cdot y - \beta \cdot x - f(\sin(z)), \\ \dot{z} = \omega \end{cases} \quad (1)$$

где $h(x)$ – кусочно–линейная функция, представлена как:

$$h(x) = m_1 \cdot x + \frac{1}{2} \cdot (m_0 - m_1) \cdot (|x + 1| - |x - 1|).$$

Эта зависимость представлена графически на рисунке 2.

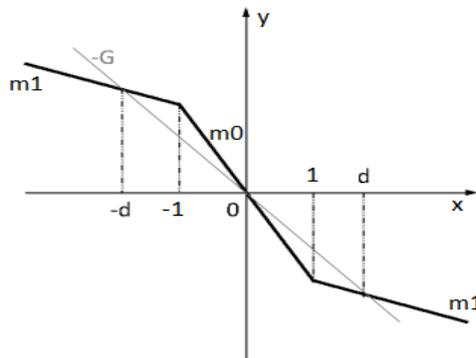


Рисунок 2 – Вольт–амперная характеристика диода Чуа

Также показана прямая $G = -1/R$, от пересечения с которой образуется три точки равновесия $d, 0, -d$, наклоны внутреннего и внешнего участков:

$$m_1 = -0.55 \text{ и } m_0 = -1.02.$$

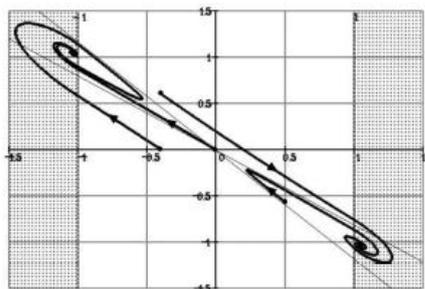


Рисунок 3 – Фазовая диаграмма для автономной MLC–цепи (x–y)

Показаны разнообразные траектории в зависимости от начальных условий. По краям диаграммы выделены области, когда диод Чуа работает на внешнем участке своей характеристики, также проведены сепаратрисы [1].

Приведем в линейный вид математическую модель MLC-цепи и решим ее через нахождение собственных значений. Для этого в системе уравнения (1), заменим динамические переменные \dot{x}, \dot{y} нулями, функции $f(\sin(z))$ присвоим 0, тогда динамическая переменная $\dot{z} = \omega$ не будет существовать, постоянному коэффициенту β присвоим значение 0.9 и решим систему уравнения (1) относительно x, y . В результате получим точки равновесия:

$$x_1 = \begin{pmatrix} -1.04(4) \\ 1.04(4) \end{pmatrix}, x_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, x_3 = \begin{pmatrix} 1.04(4) \\ -1.04(4) \end{pmatrix}. \quad (2)$$

При анализе системы на устойчивость, были найдены собственные значения матрицы, которую можно решить относительно λ :

$$M(\lambda) = |J - \lambda \cdot E|, \quad (3)$$

где J – якобиан системы уравнений (1) для точек равновесия, E – единичная матрица:

$$J_1 = \begin{pmatrix} -m_0 & 1 \\ -\beta & -\beta \end{pmatrix}, J_2 = \begin{pmatrix} -m_1 & 1 \\ -\beta & -\beta \end{pmatrix} E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Находим корни уравнения матрицы J_1 , которая является якобианом системы уравнения (1). При параметре -1.02 они равны:

$$M_1(\lambda) = \begin{pmatrix} -0.087 \\ 0.207 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Для матрицы J_2 , которая является якобианом системы уравнения (1), при параметре -0.55 они равны:

$$M_2(\lambda) = \begin{pmatrix} -0.175 - 0.612i \\ -0.175 + 0.621i \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Проанализируем бифуркацию устойчивости периодического движения и определим возникновение перемежаемости первого рода.

Рассмотрим двухпараметрическую диаграмму сначала общим планом, затем крупным планом в середине выбранной области. Слева видим переход от периода 1 к хаосу. Видим область окна периода 3 внутри области хаоса.

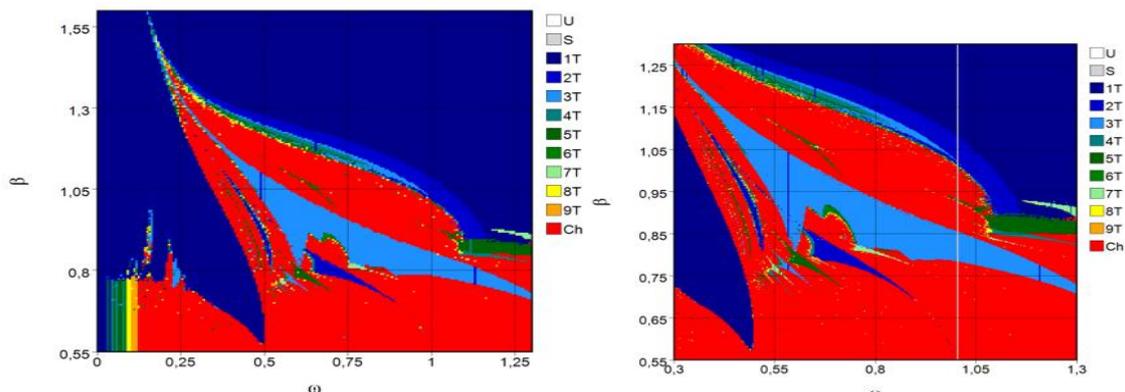


Рисунок 4 – Двухпараметрическая диаграмма при параметрах ($\beta = 1.55, \omega = 1.25$)

Исследуем однопараметрическую диаграмму при параметрах $f = 0.1$ и $\omega = 0.4$, в промежутке $\beta \in [0,88 \dots 1,3]$, обнаруживаем что при параметре $\beta = 0.937$ проявляется хаотический режим.

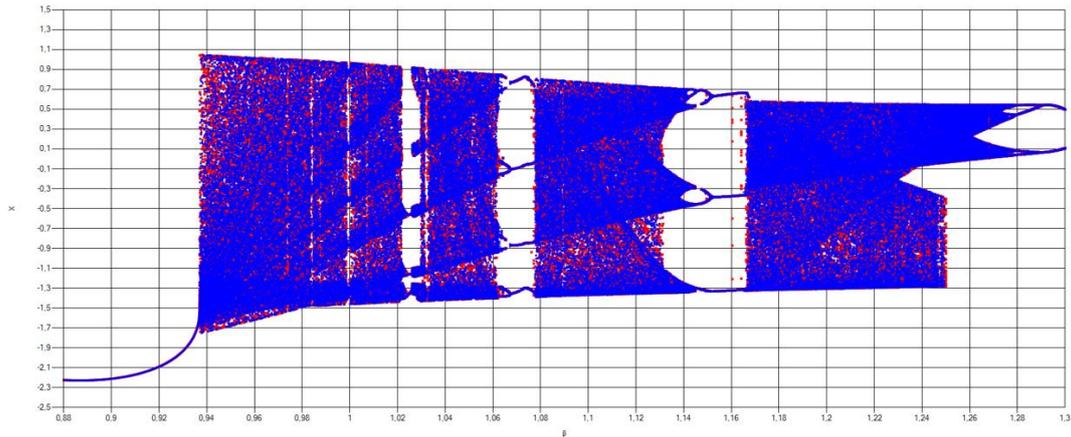


Рисунок 5 – Однопараметрическая диаграмма при изменении параметра β

Пример временной зависимости на рисунке 6 для динамической переменной x при параметрах $f = 0.1$, $\beta = 0.937$, $\omega = 0.4$. Хорошо заметна перемежаемость.

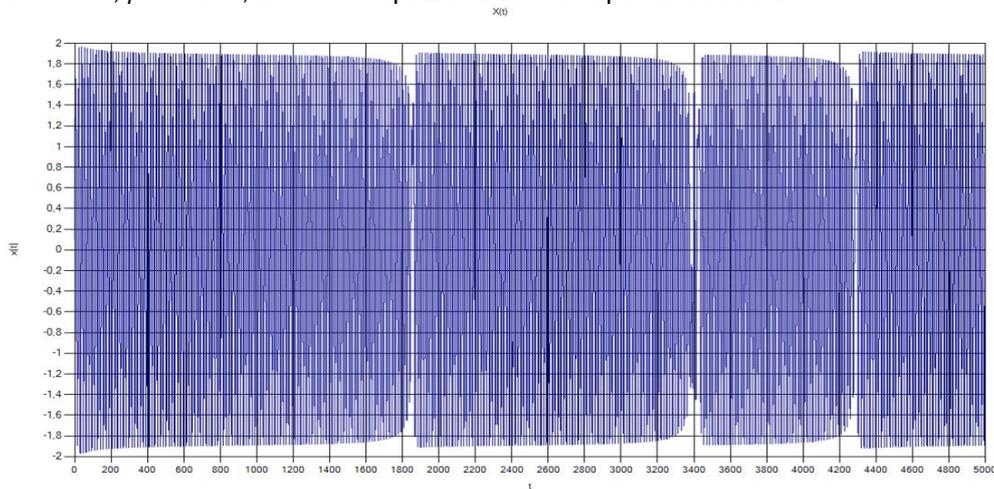


Рисунок 6 – График во временной области при параметрах ($f = 0.1$, $\beta = 0.937$, $\omega = 0.4$)

При построении сечения Пуанкаре на рисунке 7 получилось много точек, выстроенных вдоль одной линии, что свидетельствует о наличии касательной бифуркации.

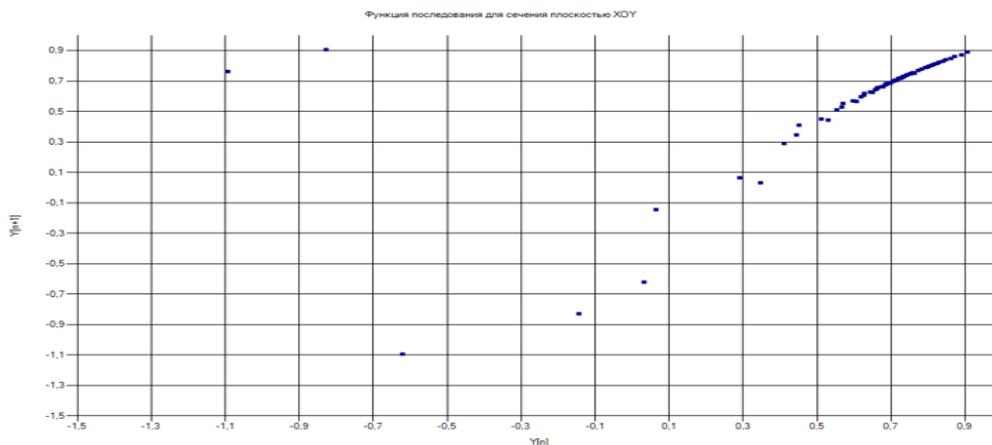


Рисунок 7 – Функция последования сечения Пуанкаре при параметрах ($f = 0.1$, $\beta = 0.937$, $\omega = 0.4$)

Постоим спектр для этого случая на рисунке 8. Видим, что основная гармоника колебаний соответствует частоте 0.0636Гц, но и кроме этого видны наличия субгармонических составляющих, а это означает что проявляется хаотический режим.

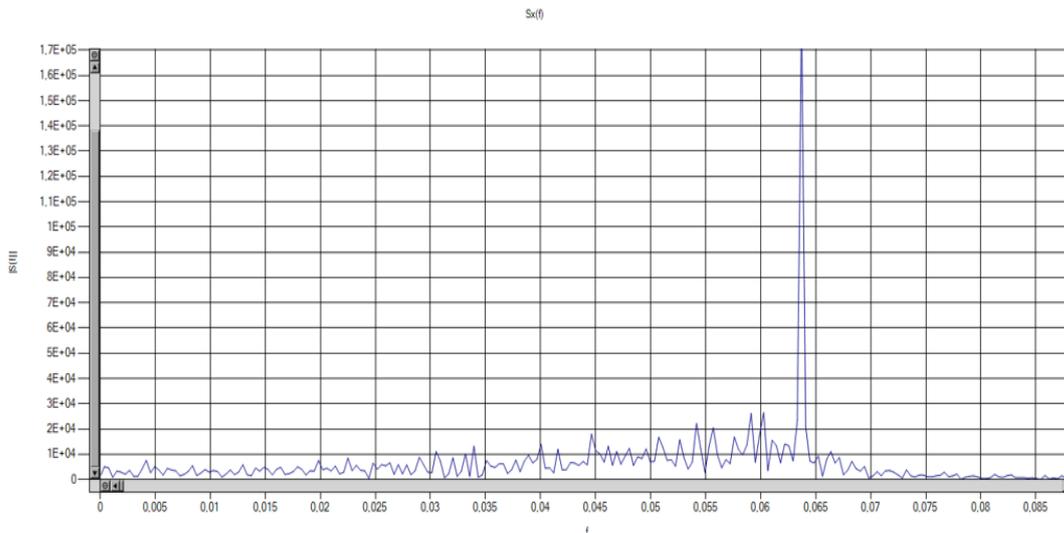


Рисунок 8 – Спектральное представление для динамической переменной x при параметрах $(f = 0.1, \beta = 0.937, \omega = 0.4$

Можно сделать следующие *выводы*. Исходя из полученных комплексно-сопряженных корней, можно предположить, что если корни с отрицательно действительной частью, то система будет демонстрировать затухающие гармонические колебания или устойчивый фокус, если корни получились с действительно положительной частью, то система будет демонстрировать возрастающие гармонические колебания или неустойчивый фокус. Также если корни получаются в виде действительных чисел, то может быть апериодический процесс либо затухающий, либо неограниченно возрастающий процесс. Это зависит от знака. При анализе бифуркации устойчивости периодического движения при построении сечения Пуанкаре и спектра можно предсказать, как поведет себя система в зависимости выбранных областей и параметров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патрушева, Т.В. Исследование механизма чувствительности измерительных преобразователей, основанных на использовании неавтономных генераторов хаоса [Текст] / Т.В. Патрушева // Барнаул:АлтГТУ, 2011. –143с.
2. Lakshmanan, M. Experimental Chaos from Non–Autonomous Electronic Circuits [Text]/ M.Lakshmanan // London,1995.– 46с.
3. Заславский, Г.М. Введение в нелинейную физику: от маятника до турбулентности и хаоса [Текст] // М.: Наука, 1988. – 368с.
4. Патрушев, Е.М. Разработка программного обеспечения для моделирования хаотических аттракторов и оптимизации параметров измерительных преобразователей на их основе [Текст] /Е.М. Патрушев // Барнаул:АлтГТУ, 2020.–143с.
5. Chua, L.O. Bifurcation and chaos in the simplest dissipative nonautonomous circuit [Text] / int 5. BifurcationandChaos, 1994.–1524с.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, бакалавр кафедры «Информационных технологий», **Жердев Евгений Сергеевич**, e-mail: zheny.zherdev@bk.ru.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ В ЦЕНТРЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

И. С. Каредин, Д. И. Дашков, А. Г. Зрюмова
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

Статья посвящена разработке системы удаленного мониторинга климат-контроля центра обработки данных для персонального компьютера (ПК) под операционную систему Windows и мобильное устройство на операционной системе Android. Система удаленного мониторинга включает аппаратную и программную части. Аппаратная часть строится на базе микроконтроллера ArduinoUno с возможностью беспроводной передачи данных от датчиков к серверу.

Ключевые слова: Мобильное приложение, центр обработки данных (ЦОД), контроль температуры и влажности, ArduinoUno.

В условиях современного рынка успешность предприятия зависит от того, насколько быстро оно может принимать решения и адаптироваться под различные условия. Скорость принятия решений играет немаловажную роль в развитии ИТ-инфраструктуры компании. Основой ИТ-инфраструктуры в любой современной компании является ЦОД или, по-другому, центр обработки данных, который обеспечивает автоматизацию вычислительных процессов, хранение данных, а также легкий доступ к ним для работников предприятия.

Для того чтобы разработать систему контроля температуры и влажности в центре обработки данных нужно решить следующие задачи:

– выбрать аппаратную часть, на основе которой будет составлена функциональная схема системы;

– разработать программную часть для обеспечения управления климатом в ЦОД.

В качестве микроконтроллера в проекте была использована плата Arduino Uno, так как она дешевая и удовлетворяет всем требованиям разрабатываемого приложения. Также в качестве альтернативы подходят любые платы Arduino с встроенным USB-портом. Модуль ESP8266 отвечает за передачу данных с датчика на базу данных [1].

В качестве датчика использовался 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.

Для соединения датчика и платы использовались специальные соединительные провода: провода Dupont (двойные розетки) для подключения к трехконтактному DHT11 и стандартные перемычки M/F (один конец – вилка, другой конец – розетка). Также для соединения платы и ПК использовался стандартный USB-кабель [2].

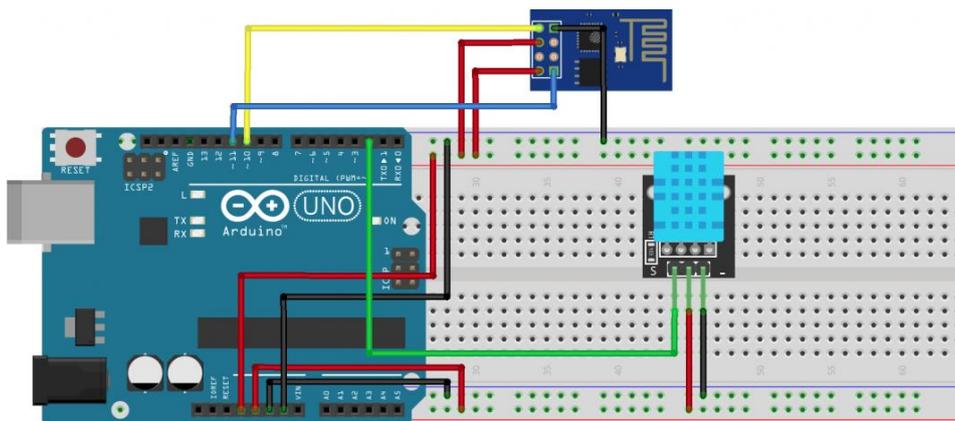


Рисунок 1 – Схема подключения датчика и платы

В качестве базы данных (БД), хранящей показания с датчика и с мобильного устройства была использована Google Firebase – это облачная база данных.

Разработка приложения для отображения данных на ПК.

В качестве программы, которая отображает данные температуры и влажности в виде гистограммы, была выбрана программа Processing. Processing – это небольшой подязык

программирования, частично основанный на Java (концепция) и частично на C ++ (синтаксис). Processing позволяет быстро и легко создавать мультимедийные приложения для разных платформ, таких как Windows, Android и т.д. Под словом «мультимедиа» подразумеваются средства языка, которые позволяют разрабатывать графику, анимацию, различные визуализации, интерактивные приложения. Все эти функции в сочетании с большим количеством функций и очень логичным синтаксисом делают этот язык идеальным для обучения и разработки простых визуальных приложений.

Структурно состоит из 3 блоков: основной блок и два класса, к которым обращаются в основном блоке (рисунок 2).

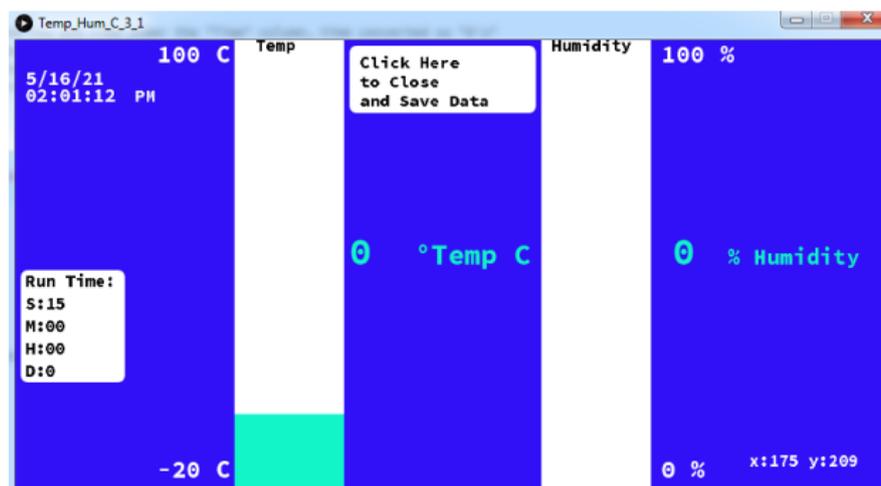


Рисунок 2 – Интерфейс приложения для ПК

Два класса, к которым обращается основной блок, – это код отображающий гистограммы. В нем создаются четыре прямоугольника, два статических, которые представляют фон, и два динамических прямоугольника, которые реагируют на данные и перемещаются вверх и вниз соответственно. Помимо перемещения прямоугольников изменяется цвет динамического прямоугольника и цвет цифрового дисплея температуры и влажности на основе данных, получаемых от платы по последовательному каналу.

Разработка мобильного приложения под операционную систему Android осуществлялась с помощью AndroidStudio [3].

Для реализации удаленного контроля над показателями температуры и влажности в ЦОД было разработано приложение для удаленного мониторинга этих параметров в помещении. Данное приложение разрабатывалось для ОС Android, т.к. данные системы на текущий момент занимают наибольшую долю рынка, а также соответствующие среды являются бесплатными. Интерфейс мобильного приложения представлен на рисунке 3.

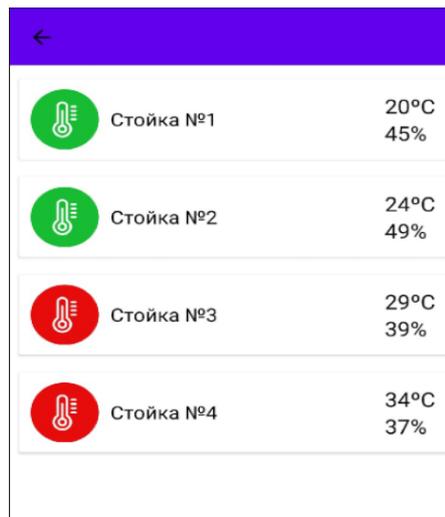


Рисунок 3 – Интерфейс мобильного приложения

Разработка базы данных для хранения данных. База данных Firebase – это облачная база данных. Данные записываются в формате JSON и непрерывно синхронизируются с каждым клиентом. Когда любое кроссплатформенное приложение разрабатывается с использованием iOS, Android и JavaScript SDK, большая часть требований пользователя основана на одном экземпляре базы данных в режиме реального времени, и этот экземпляр обновляется с каждым новыми данными.

Эта функция позволяет разработчикам пропустить этап разработки базы данных, а Firebase обрабатывает большую часть бэкенда для приложений. Он предоставляет адаптируемый язык правил на основе выражений для определения того, как данные должны быть организованы, и когда информация может быть прочитана или составлена.

Для RealtimeDatabase необходимо прописать соответствующие правила на чтение и запись данных в Firebase (рисунок 4).

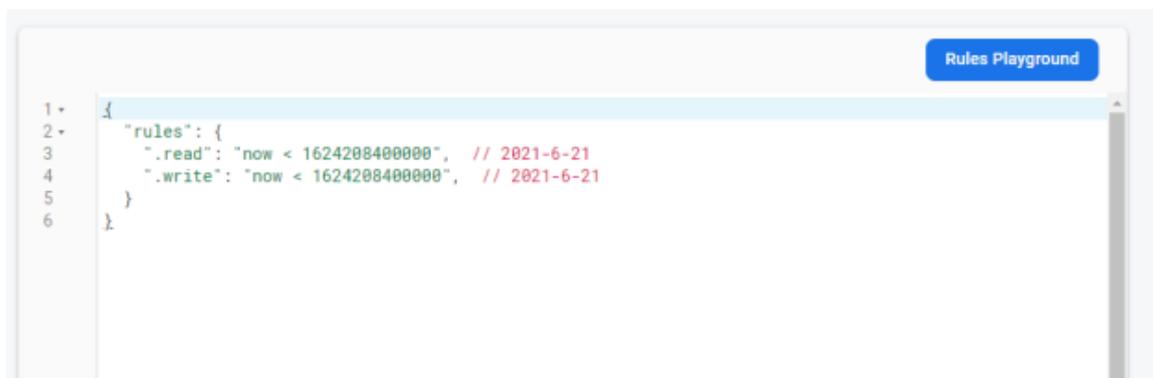


Рисунок 4 – Настройка правил

Пользователи могут зарегистрироваться и войти в приложения Firebase, а также получить защищенный доступ к данным с помощью простой схемы аутентификации по электронной почте и паролю. Так же имеется возможность проверки электронной почты, которая используется для того, чтобы пользователи могли войти в систему только с собственным адресом электронной почты.

Стартовый экран приложения представлен на рисунке 5.



Email

Password

ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ

ВОЙТИ

Рисунок 5 – Стартовый экран мобильного приложения

После авторизации пользователь переходит на активность, где может выбрать нужные ему инструменты. Это либо управление температурой кондиционера или мониторинг – просмотр информации с датчиков, которые закреплены на серверном оборудовании (рисунок 6).

Мониторинг

Терморегулятор

Вы вошли, как ikaredin99@gmail.com

Пользователь вошел успешно

Рисунок 6 – Основная форма, отображающая контролируемые параметры

Активность управления температурой (рисунок 7) представляет собой слайдер и кнопку. При помощи Seekarc выбирается нужное нам значение температуры, при нажатии на кнопку значение отправляется в базу данных.



Рисунок 7 – Форма контроля температуры

Разработанная система контроля температуры и влажности в центре обработки данных состоит из аппаратной части, которая реализует основные функции по контролю температуры и влажности, а также программного обеспечения под операционные системы Windows и Android. Система позволяет осуществлять дистанционный мониторинг показателей в ЦОД.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Компьютерные сети: Нисходящий подход Джеймс Куроуз, Кит Росс. – 6-е изд. – Москв : Издательство<Э>, 2016. – 912 с.
2. Черкесов, Г.Н. Надежность аппаратно–программных комплексов: учеб. пособие / Г.Н. Черкесов. – М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2005. – 478 с.
3. Каредин, И.С. Разработка мобильного приложения для удаленного мониторинга системы климат–контроля ЦОД // И.С. Каредин, Д.И. Дашков, А.Г. Зрюмова – Наука и молодежь: материалы XVIII Всероссийской научно–технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (19–23 апреля 2021 года, г. Барнаул): инженерно–технические науки, в 2 т. / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова; отв. редактор М. В. Гунер. – Барнаул :АлтГТУ, 2021 – Том 1, Часть 1. – 357 с. URL: https://journal.altstu.ru/konf_2021/2021_1/88/. – Текст: электронный. – С. 114–116.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» **Зрюмова Анастасия Геннадьевна**, тел. (385–2) 29–09–13, e–mail:a.zrjzmoza@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры ИТ **Каредин Илья Сергеевич**, e–mail:karedin99@gmail.com.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, студент кафедры ИТ **Дашков Данила Игоревич**, e–mail:ddashkov@mail.ru.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ МАНИПУЛЯТОРА

Б. С. Первухин, И. А. Кобозев

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

Показаны возможности применения технического зрения в области манипулятивных взаимодействий с грузами. Приведена структурная модель, разработано программное обеспечение (ПО) для обработки поступающего изображения и для связи исполнительного устройства с блоком управления. Собран макет системы на основе манипулятора.

Ключевые слова: система управления, манипулятор, лазер, распознавание образов, оптический сигнал, автоматизированные системы, техническое зрение.

Актуальность. В ходе взаимодействия с робототехникой могут возникать ситуации, в ходе которых не представляется возможность управления объектом при помощи пульта управления. Помимо узкоспециализированных чрезвычайных ситуаций данная разработка будет полезна для людей с ограниченными возможностями.

Исходя из этого, желательно иметь под рукой систему, основанную на внешнем воздействии. Наиболее информативным является визуальный источник управляющего сигнала.

Новизна. Разрабатываемый комплекс ориентирован на работу с людьми с ограниченными возможностями, а также для людей, профессия которых подразумевает риск для здоровья, т.е. МЧС, службы электросетей и др.

По результатам исследований будет получена (синтезирована) система команд, организуемая с помощью светового пятна.

Управляемый объект будет следить за световым пятном и понимать поступающие команды. Система будет способна:

- распознать и поднять указанный предмет, затем перенести его на определенное место;
- выполнять различные манипуляции с предметом, т.е. крутить, переворачивать, трясти и т.д.;
- возможны к реализации более сложные тактильные манипуляции.

Постановка задачи. На момент начала разработки макета были выдвинуты следующие требования:

- выбор конструктивных элементов, необходимых для реализации оптического управления и доработка конструкции манипулятора;
- разработка функциональной схемы системы;
- разработка и реализация программы управления манипулятором;
- тестирование разработанной системы.

Результаты. В ходе работ было разработано техническое задание (ТЗ) и структурная схема будущей системы. В качестве вычислительной платы для макета была выбрана платформа Raspberry с достаточной вычислительной мощностью для обработки поступающего изображения.

Распознавание пятна реализовано на Python с использованием OpenCV. Все вычислительные процессы происходят на платформе RaspberryPI. Изображение поступает с камеры при помощи встроенной функции, преобразовывается в формат HSV (тон, насыщенность, значение яркости). Распознавание пятна происходит на основании оттенка и яркости. Создается маска и побитово складывается с оригинальным изображением. Последним этапом предварительной обработки является обесцвечивание картинки [1].

После обработки исполняемый код приступает к поиску контуров. Для управления манипулятором нас интересуют координаты пятна, на основе которых выполняется команда.

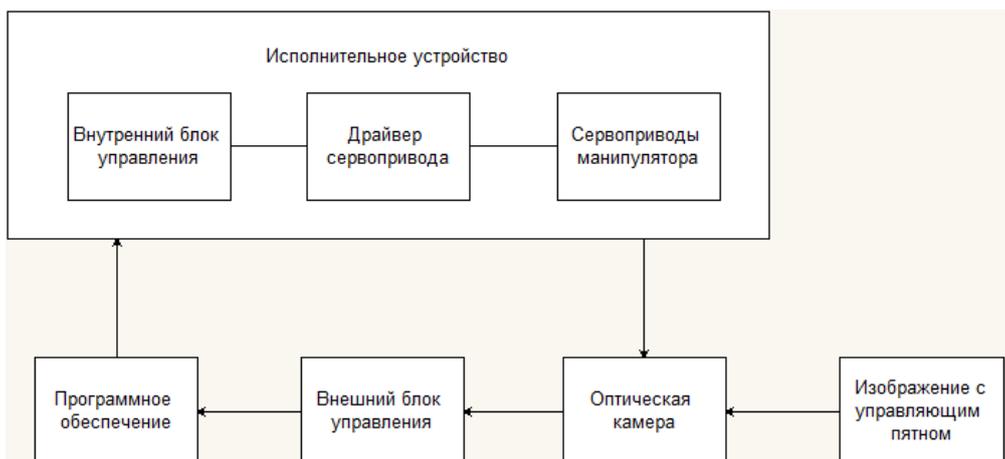


Рисунок 1 – Структурная схема

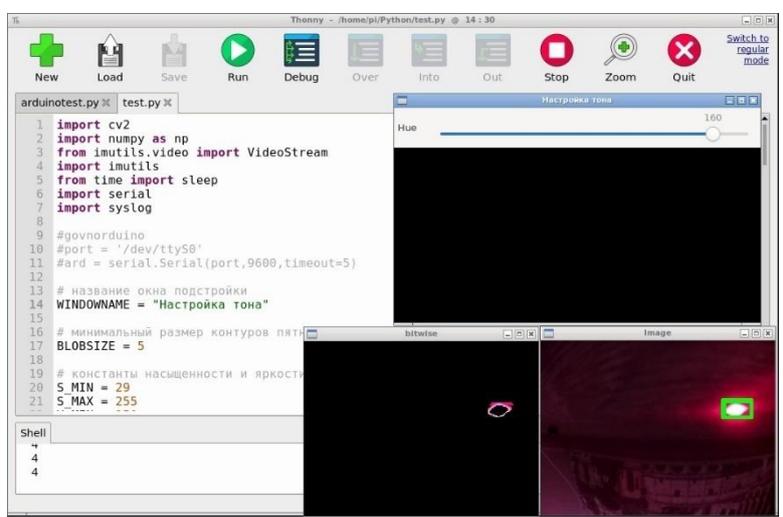


Рисунок 2 – Демонстрация работы программного обеспечения в режиме отладки

Результатом проведенных работ является полностью работоспособный макет, изображенный на рисунке 3. На данном этапе система умеет следить за управляющим пятном и брать небольшие объекты в клешни, затем перемещать их в указанное пятном место.

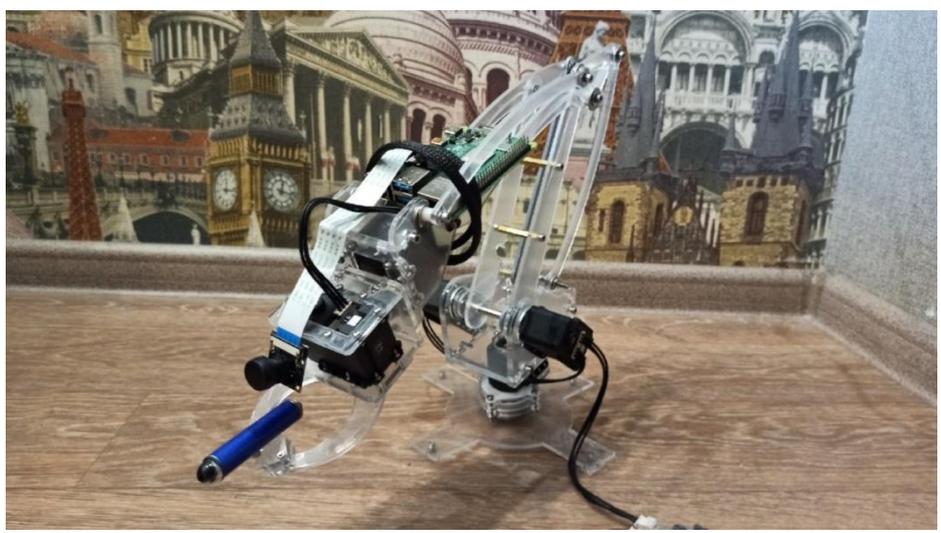


Рисунок 3 – Макет системы в сборе

Вывод. На текущем этапе предполагается развитие и усовершенствование технологии распознавания:

- повышение эффективности и качества управления, а также расширение возможностей в области манипулятивных действий;
- программная реализация управления с помощью искусственного интеллекта (ИИ);
- разработка модельного ряда для использования в разных сферах жизни, в том числе в быту;
- использование жестов и голоса для управления;
- совместимость с «умными» устройствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3. Разработка программ компьютерного зрения на C++ с применением библиотеки OpenCV / А. Кэлер, Г. Брэдки; перевод с английского А. А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 826 с. – ISBN 978–5–97060–471–7. – Текст: электронный // Лань: электронно–библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108126> (дата обращения: 02.12.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, профессор кафедры «Информационные технологии» **Первухин Борис Семенович**, тел. (385–2) 29–09–13, e–mail: a.zrumova@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Кобозев Иван Андреевич**, e–mail: kobozev_ivan@mail.ru.

СТЕНД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЫ С БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА

Н. О. Лессер, В. В. Фатеев, Д. Е. Кривобоков
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

В статье рассмотрено устройство разработанного стенда для имитации зависания дрона в полете, произведено краткое описание элементов конструкции, представлен процесс обучения нейросети для корректировки коэффициентов ПИД–регулятора блока управления дрона, показаны результаты данного обучения.

Ключевые слова: стенд, ПИД–регулирование, дрон, управление, нейронная сеть, коэффициенты.

При разработке систем управления особенно важным является их тестирование. Важно, с одной стороны, создать условия, максимально близкие к реальным. С другой стороны, на примере дрона обеспечить безопасность для экспериментатора и сохранение целостности элементов конструкции стенда в случае неудачного теста. В статье представлен вариант стенда, моделирующего условия зависания дрона, а также приведены результаты испытаний.

На рисунке 18 представлена структура стенда.

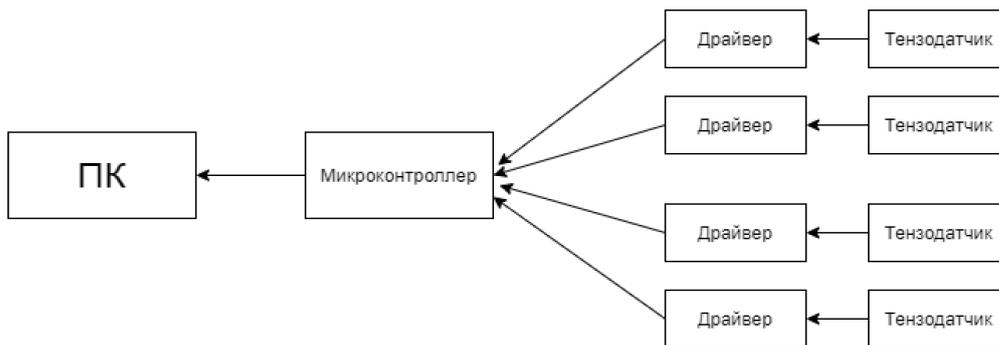


Рисунок 1 – Структурная схема стэнда

Вся конструкция вывешена на четырех тензодатчиках. По распределению нагрузки на данные датчики можно оценить подъемную силу и ее направление. Сигналы, поступающие с них через драйверы на микроконтроллер, обрабатываются и выводятся на монитор компьютера в реальном времени.

В качестве блока управления стэндом выбрана отладочная плата STM32F407G–DISC1, позволяющая использовать ресурсы 32–битного ARM Cortex–M4 микроконтроллера STM32F407VGT6 и оперативно создавать высокопроизводительные приложения. На плате установлено все, что требуется для быстрого старта как новичков в программировании, так и продвинутых пользователей.

Реализация беспроводной связи осуществлялась микроконтроллером ESP8266, соединенной интерфейсом с STM32F407G–DISC1.

Для получения информации о положении подвижной части стэнда используется комплексный датчик MPU6050, который содержит в одном корпусе 3–х осевой гироскоп, 3–х осевой акселерометр. Акселерометр измеряет ускорение вдоль оси, традиционно в метрах/секундах.

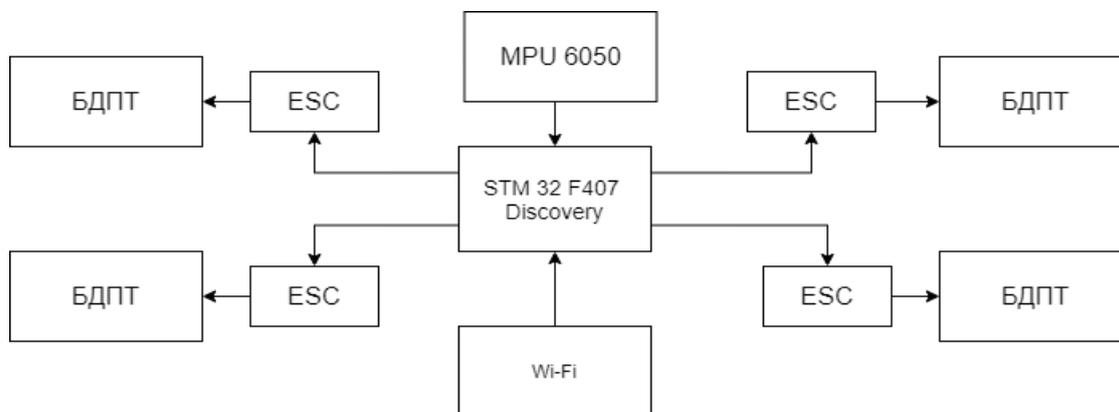


Рисунок 2 – Структурная схема квадрокоптера



Рисунок 3 – Внешний вид стенда в сборе

После сборки стенда подключаем его к компьютеру и проводим настройку компонентов.

Обучение нейросети происходило следующим образом. Используется стандартный метод обратного распространения ошибки [4]. При этом для каждого весового коэффициента рассчитывается поправка к его старому значению с учетом влияния соответствующего нейрона, для которого весовой коэффициент учувствует в формировании входного сигнала, на ошибку выходного сигнала. В результате для обучения использовалась целевая функция E , которая отражает совокупность ошибок за определенное количество циклов обучения:

$$E(y) = \frac{1}{t_k - t_0} \int_{t_0}^{t_k} e(t, y)^2 dt ,$$

где $e(t, y)$ – ошибка, определяемая, как разность между измеренным и требуемым углом положения дрона,

t – количество циклов.

Затем производится изменение значения соответствующего весового коэффициента с учетом скорости обучения:

$$\omega_i \text{ corrected} = \omega_i + \gamma \frac{\delta E}{\delta \omega_i},$$

где γ – коэффициент скорости обучения.

На рисунке 4 графически представлены результаты расчета коэффициентов ПИД-регулятора с помощью нейросети, обучение которой производилось в течение различного количества циклов. ПИД-регулятор стабилизирует плоскость дрона, в которой расположены несущие винты, относительно линии горизонта. В начале эксперимента угол между этими плоскостями составлял 30° . В начале цикла подбора коэффициентов ПИД-регулятора значения устанавливались следующим образом: для пропорционального звена оно должно незначительно превышать единицу, для интегрирующего и дифференцирующего звеньев – приблизительно на порядок меньше единицы. Стоит отметить, что БПЛА в процессе настройки подвергается изменениям положения относительно горизонта. Во время настройки коэффициентов ПИД-регулятора нейросеть изменяет его коэффициенты, качество регулировок оценивается по времени стабилизации дрона. В процессе эксперимента, в ходе обучения, задавались три варианта коэффициентов, заданных Ins . Как видно из рисунка 4, для варианта конфигурации 1 наблюдается большая амплитуда колебаний с превышением более 20° ; время перехода 2.

Вариант конфигурации 3 (ближе к конечному результату) демонстрирует гораздо лучшие результаты стабилизации, поскольку время переходного процесса составляет менее 1 секунды, и допустимые параметры отклонения угла – менее 10° .

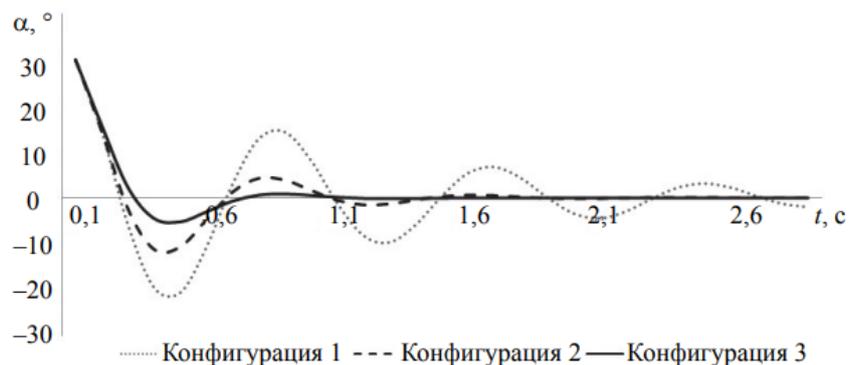


Рисунок 4 – Переходные процессы угла крена при стабилизации с использованием различных эпох обучения нейронной сети

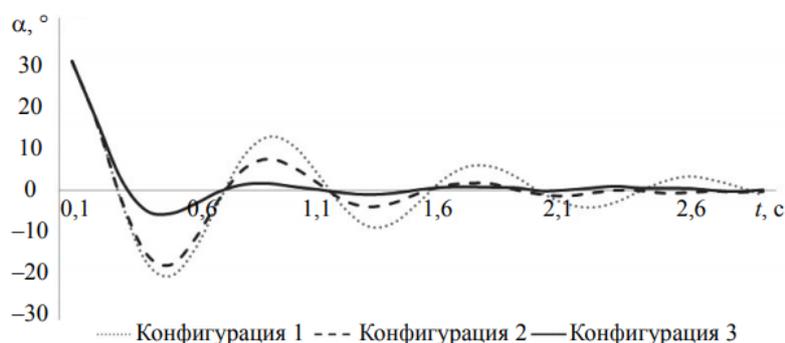


Рисунок 5 – Переходные процессы угла крена при стабилизации с учетом внешних возмущений

На рисунке 5 показан процесс стабилизации БПЛА в случае воздействия случайных возмущений (небольших толчков), мешающих стабилизации. Как видно, даже при малых случайных воздействиях увеличивается время стабилизации дрона. Как показали эксперименты, нейросеть может подобрать коэффициенты ПИД-регулятора, способного компенсировать малые внешние возмущения, но для этого требуется длительный период обучения. Стоит также отметить функциональную ограниченность ПИД-регулятора для управления сложными объектами. В планах создать систему на основе нейросети, которая сможет за короткий промежуток времени адаптироваться к меняющимся условиям полета, не требуя при этом больших вычислительных ресурсов. Для этого необходимо использовать более гибкий регулятор, чем ПИД, настройка которого будет осуществляться нейросетью.

В целом, предлагаемый подход с использованием нейросети для получения коэффициентов ПИД-регулятора позволяет улучшить систему стабилизации дронов. К тому же, процесс адаптации коэффициентов может продолжаться непосредственно в полете, что позволит реагировать на изменения внешних и внутренних условий в режиме реального времени. Однако для управления сложными объектами, такими как дрон, необходимо использовать более сложные и «гибкие» регуляторы, чем ПИД.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» **Кривобок Дмитрий Евгеньевич**, тел. (385-2) 29-09-13, e-mail: dmitriikrivobokov@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Лессер Никита Олегович**, e-mail: lesser_nikita@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Фатеев Владимир Владимирович**, e-mail: fateev.vladimir467@gmail.com.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПИД–РЕГУЛЯТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТИ

Н. О. Лессер, В. В. Фатеев, Д. Е. Кривобоков
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

Показана возможность применения нейросети для настройки коэффициентов ПИД–регулятора полетного контроллера дрона. Для поиска оптимальных значений коэффициентов ПИД–регулятора используется многослойная нейросеть, обучение которой производится стандартным методом обратного распространения ошибки.

Ключевые слова: ПИД–регулирование, дрон, управление, нейронная сеть, коэффициенты.

В современном мире нас окружает множество устройств, в которых мы не оцениваем сложность происходящих процессов. К примеру, управление обычным дроном нам кажется достаточно простым и понятным. Однако для его стабилизации, а также чтобы сделать его характер «более покладистым», применяют достаточно сложные алгоритмы управления. Но даже в случае использования хорошо отработанных алгоритмов, к которым относится реализация ПИД-регулирования, методика адаптации к изменяющимся параметрам объекта управления может представлять значительные сложности. В данной статье предлагается использовать нейронную сеть для настройки коэффициентов ПИД–регулятора.

Для получения качественного управления на основе ПИД–регулятора необходимо определить его коэффициенты, исходя из особенностей поведения объекта управления. Однако в случае управления объектами, к примеру дронами, параметры которых могут меняться как изначально (устанавливается дополнительное оборудование, возникают повреждения несущих винтов), так и непредсказуемо – из-за внешних воздействий (ветер, дождь и т.п.), коэффициенты ПИД-регулятора необходимо изменить в реальном времени относительно вновь сформировавшихся условий. Для этого предложено использовать нейросеть, которая по мере необходимости изменяет эти коэффициенты. Структура системы управления [1] представлена на рисунке 1, где выходы нейронной сети являются коэффициентами пропорционального, дифференциального и интегрального компонентов регулятора.



Рисунок 1 – Структурная схема управления ПИД–регулятором, содержащая нейросеть

Входным сигналом для ПИД-регулятор является ошибка углов наклона дрона (крен, тангаж и рысканье), в свою очередь, он формирует выходной сигнал, определяемый скоростью изменения ошибки её накопленному, а также усиленному значению:

$$f(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t),$$

где K_p , K_i , K_d – коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющей регулятора,
 e – входное значение ошибки управления.

Для настройки коэффициентов ПИД-регулятора могут использоваться методы, предложенные Циглером и Николесом [2,3]. Для достижения хороших результатов требуется достаточно точное математическое описание модели объекта управления, однако можно получить приблизительное значение коэффициентов и подстроить их вручную «по месту». Стоит отметить, что ПИД-регулятор не является достаточно «гибким» для управления сложными объектами, поэтому его, в общем случае, невозможно настроить «идеально», но даже если первоначальные настройки будут удовлетворять требуемой ошибки управления, присутствие внешних возмущающих воздействий, не учтенных в модели, существенно ухудшит его работу. Применение нейронной сети в этом случае, позволяет избавиться от необходимости «ручной» настройки, выполняя её в реальном времени при превышении заданного уровня ошибки.

В качестве требований системы для анализа качества результатов нами были выбраны следующие:

- длительность времени переходного процесса – не более 1 с;
- перерегулирование системы не должно превышать 10% от максимального угла отклонения;
- максимальный угол отклонения – 90° .

Таким образом, в рамках принятых ограничений максимальное перерегулирование не должно превышать 9° , что, на самом деле, довольно большое значение для качественного управления дроном, однако, все же, позволит оценить эффективность работы нейросети. Существует множество разновидностей нейросетевых систем, таких как линейные нейроконтроллеры, многослойные перцептроны, рекуррентные сети [4,5]. Для настройки коэффициентов ПИД-регулятора решено было использовать схему инверсного нейруправления. В этом случае нейросеть представляет собой достаточно простой, в программной реализации, многослойный перцептрон, для обучения которого применяется хорошо отработанный метод обратного распространения ошибки, в пользу которого выступают многочисленные исследования, свидетельствующие об его высокой эффективности [6].

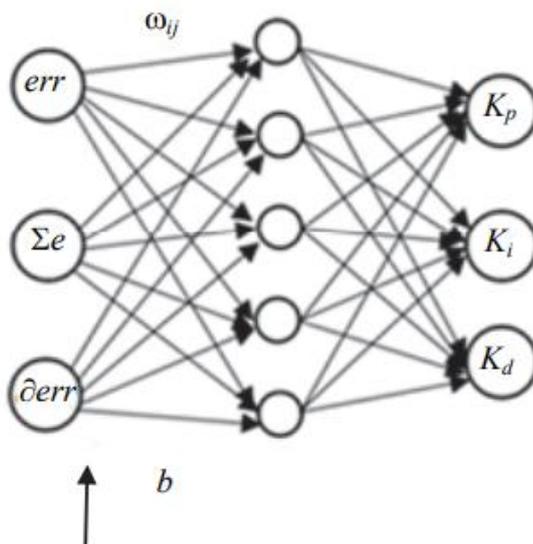


Рисунок 2 – Структура применяемой нейронной сети

На входной слой сети поступают данные от датчиков положения дрона, такие как непосредственно ошибка управления err (разность между заданным фактическим значениями углов), накопленная интегратором ошибка Σe и скорость изменения ошибки управления err , формируемая дифференциальным звеном. В этом слое не выполняются нелинейные операции, по сути, входы являются точками ветвления. Во втором, слое содержатся нейроны, чья функция активации имеет нелинейный характер в виде сигмоиды (1). На выбор количества скрытых слоёв оказывает влияние сложность решаемой задачи. Как показывает практика, для работы с объектами, схожими с ПИД-регуляторами, достаточно одного внутреннего слоя [7]. Количество нейронов в этом слое, как правило, определяется экспериментально при моделировании работы сети. В нашей работе выбрана структура сети, состоящей из одного

скрытого слоя, содержащего всего пять нейронов, что вполне реализуемо в рамках вычислительных возможностей современных микроконтроллеров.

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}, \quad (1)$$

где x – входной сигнал, представленный суммой данных x_i с учетом весовых коэффициентов соответствующей связи ω_{ij} и смещения b :

$$x = \sum \omega_{ij}x_i - b.$$

Функция (1) является типовой для нейронов подобных сетей, поскольку легко реализуется и имеет такой же простой вид записи производной, необходимой для реализации метода обучения с обратным распространением ошибки. Поскольку при вычислении нейросети основные операции носят циклический однотипный характер, применение простых функций, типа (1), оправдано с точки зрения работы в реальном времени.

В целом, блок корректировки коэффициентов ПИД-регулятора состоит из трех нейронных сетей, по одной для каждой плоскости стабилизации (крен, тангаж, рыскание). Применение трех нейросетей для корректировки коэффициентов ПИД-регуляторов также оправдано реализацией максимально быстрого способа адаптации системы управления (коэффициентов ПИД-регулятора) к меняющимся условиям в реальном времени.

Реализация схемы, представленной на рисунке 1, позволила эффективно настраивать коэффициенты ПИД-регулятора по сигналам отклонения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gong, X. Trajectory tracking control of a quad-rotor UAV based on command filtered backstepping / X. Gong, Y. Bai, C. Peng, C. Zhao, Y. Tian // 2012 Third International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP). IEEE Publ., 2012. P. 179–184. DOI: 10.1109/ICICIP.2012.6391413.
2. Krstić, M. Nonlinear and adaptive control design / M. Krstić, I. Kanellakopoulos, P.V. Kokotović // New York: John Wiley & Sons, 1995. 563 p.
3. Bouabdallah, S. Backstepping and sliding-mode techniques applied to an indoor micro quadrotor / S. Bouabdallah, R. Siegwart // ICRA 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE Publ., 2005. P. 2247–2252.
4. Курс теоретической механики / под ред. К.С. Колесникова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 736 с.
5. Гурьянов, А.Е. Моделирование управления квадрокоптером // Инженерный вестник. 2014. № 8. С. 522–534. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 01.04.2015.).
6. Программный комплекс «Универсальный механизм». 2013. Режим доступа: http://www.universalmechanism.com/download/70/rus/g_s_um.pdf (дата обращения 01.04.2015).
7. Бесколлекторный мотор. Режим доступа: <http://bkso.baidu.com/view/344829.htm> (дата обращения 01.04.2015).

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» **Кривобоков Дмитрий Евгеньевич**, тел. (385-2) 29-09-13, e-mail: dmitriikrivobokov@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Лессер Никита Олегович**, e-mail: lessar_nikita@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Фатеев Владимир Владимирович**, e-mail: fateev.vladimir467@gmail.com.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕСКЛЮЧЕВОГО ДОСТУПА

Д. Е. Кривобоков, А. К. Логинов

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

Показаны возможности применения технологий BLE в области обеспечения безопасности. Приведена структурная модель, разработано программное обеспечение (ПО) для обработки поступающих сигналов управления и для связи исполнительного устройства с блоком управления. Собрана тестовая модель устройства.

Ключевые слова: система управления, доступ, системы доступа, обработка информации, контроль доступа, автоматизированные системы, безопасность.

В настоящее время нашу повседневную жизнь все больше и больше заполняют информационные технологии. На их основе строится множество систем, упрощающих человеческие жизни, в том числе и системы бесключевого доступа. Такие системы являются актуальными, поскольку существует множество вещей, которые мы хотим защитить. Несмотря на то, что на рынке существуют подобные системы, нельзя быть уверенным в их аппаратной и программной стойкости перед злоумышленниками.

Разрабатываемая система ориентирована на обеспечение безопасного доступа к жилым помещениям, а также к помещениям, требующим усиленный контроль доступа, т.е. различные службы с охраняемыми помещениями, жилые дома и др.

По результатам анализа существующих методик разработан новый алгоритм шифрования с высокой надежностью, учитывающий так же аппаратные возможности элементов этой системы с малой вычислительной способностью.

Устройством и применяемые в нем методы позволяют:

- контролировать доступ к жилым и нежилым помещениям;
- интегрироваться с системами, такими как «умный дом».

Постановка задачи. На момент начала разработки макета ыли выдвинуты следующие требования:

- произвести аналитический обзор и выбрать способ организации связи между Bluetooth-модулями, а также метод шифрования данных;
- разработать структурную схему системы бесключевого доступа с взаимодействием через Bluetooth-интерфейс;
- выбрать аппаратную базу системы;
- адаптировать реализацию выбранного метода шифрования к требованиям аппаратной базы;
- реализовать устройство бесключевого доступа, на основе Bluetooth-интерфейса, с целью тестирования.

Результаты. В ходе работ была разработано алгоритм шифрования будущей системы. В качестве вычислительной платы для макета была выбрана платформа Raspberry с достаточной вычислительной мощностью для будущего внедрения в системы умного дома или другие сложные системы.

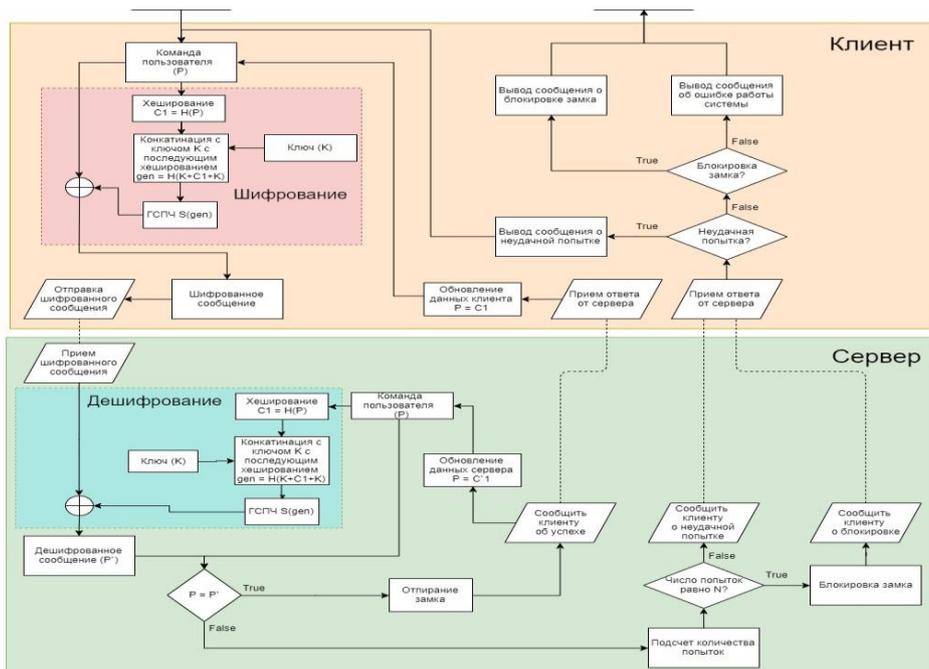


Рисунок 1 – Структурная схема

Пользователь нажимает на кнопку открывания замка. Команда, сохраненная в памяти смартфона, проходит через хеширование. Применяется хеширование с конкатенированным ключом и генератор псевдослучайной последовательности чисел, после чего полученная битовая последовательность шифрует первоначальную команду путем побитового сложения, операцией XOR, получая шифрованное сообщение. Шифрованное сообщение передается в основной поток, который отправляет шифр на сервер и переходит в режим ожидания ответа. Сервер, после приема сообщения, начинает его дешифровку, прогоняя ключевое слово по тому же пути, что и клиент, получая битовую последовательность для последующей операции XOR. Так как первоначальная команда, записанная на смартфоне, совпадает с командой, записанной на сервере, как и ключи, то за счет свойств хеш-функций и ГСПЧ, получаемые битовые последовательности, перед операцией XOR, будут идентичны, следовательно, и шифруемое сообщение, и дешифрованное, так же будут идентичны [1].

После дешифровки производится сравнения полученного ключевого слова со словом, записанным на сервере. При положительном результате происходит отпирание замка, отправляется положительный ответ клиенту, а также происходит перезапись команды на сервере путем получения от нее хеш-функции. При отрицательном результате производится подсчет неудачных попыток, сделанных подряд. Если таких попыток больше N, то замок блокируется, а клиент информируется о блокировке, если меньше, то попытка считается неудачной, и клиент информируется о неудачной попытке.

Получив ответ от сервера, клиент, при положительном результате, также обновляет ключевую команду, путем получения от нее хеш-функции, при неудачной попытке производится повторная попытка, при блокировке клиент выводит сообщение пользователю о блокировке, после чего пользователю необходимо будет открывать дверь физическим ключом.

Весь алгоритм реализован на языке Python при помощи специальной, встроенной в Raspberry, библиотеки GPIO, позволяющей свободно управлять аппаратным интерфейсом GPIO, подключая к нему необходимы аппаратные библиотеки и библиотеки, позволяющие работать со встроенным Bluetooth-модулем [2].

```

script.py *%
1 import os
2 import glob
3 import time
4 import RPi.GPIO as GPIO
5 from bluetooth import *
6
7 os.system('modprobe wl-gpio')
8 os.system('modprobe wl-lock')
9
10 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
11 GPIO.setup(17, GPIO.OUT)
12
13 base_dir = '/path/to/devices/user/'
14 evice_folder = glob.glob(base_dir + '28*')[0]
15 device_file = device_folder + '/slave'
16
17 def read_user_raw():
18     f = open(device_file, 'r')
19     lines = f.readlines()
20     f.close()
21     return lines
22
23 def read_user():
24     lines = read_user_raw()
25     while (lines[0].strip()[-3:]) != "...command...":
26         time.sleep(0.2)
27         lines = read_user_raw()
28     equals_pos = lines[1].find('maç+')
29     if equals_pos != -1:
30         temp_string = lines[1][equals_pos+2:]

```

Рисунок 2 – Среда разработки Python на RPI с фрагментом кода

Результатом проведенных работ является полностью работоспособный макет, изображенный на рисунке 3. На данном этапе система умеет получать сигнал к открытию/закрытию двери, обрабатывать и сигнализировать о том, что отпирание/запирание прошло успешно, зажигая и туша светодиод.



Рисунок 3 – Проверка работоспособности готового макета системы

Обсуждение. На текущем этапе предполагается развитие и усовершенствование системы:

- расширение возможности управления в области идентификации пользователей;
- программная реализация управления дополнительными системами контроля, такими как умный дом, контроль климата и др.;
- разработка вариативной сборки и установки;
- использование совместно с технологией NFC;
- объединение нескольких систем в одну сеть.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Панасенко, С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. / С. П. Панасенко – Санкт Петербург: БХВ–Петербург, 2009. – 576с.
2. Бонцанини, М. Анализ социальных медиа на Python. Извлекайте и анализируйте данные из всех уголков социальной паутины на Python / М. Бонцанини ; перевод с английского А. В. Логунова. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – 288 с..

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» **Кривобок Дмитрий Евгеньевич** тел. (385-2) 29-09-13, e-mail: dmitriikrivobokov@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Логинов Александр Константинович**, e-mail: 79609517615@yandex.ru.

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАТОРОВ ХАОСА, ПРИМЕНИМЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Е. М. Патрушев, А. А. Макаров

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

В статье рассмотрен процесс расчёта генератора хаоса под заданные параметры на примере jerk-системы Спротта. Авторами рассматривается вопрос расчёта элементов электрической цепи генератора хаоса под заданный диапазон частот. Проверка состоятельности предложенного подхода выполнена в среде схемотехнического моделирования Micro-Cap. Также авторами даются рекомендации по практическому осуществлению рассмотренного генератора хаоса.

Ключевые слова: генератор хаоса, аттрактор, нелинейная система, перемежаемость, бифуркации.

В настоящее время системы, демонстрирующие динамический хаос, вызывают неизменный интерес в науке. В частности, раскрыт потенциал применения генераторов хаоса в системах управления, а также для передачи информации в защищённых каналах связи. Кроме этого, генераторы хаоса могут быть применены в качестве узлов приборов измерения и контроля. Динамические системы, в которых возможен хаос, должны обладать следующими признаками: наличие хотя бы одной неустойчивой точки равновесия в фазовом пространстве, наличие нелинейности, наконец, сама система должна иметь не менее полутора степеней свободы, при условии, что речь идёт о системах непрерывного времени. Действительно, такие системы описываются дифференциальными уравнениями не менее, чем третьего порядка и достаточно хорошо изучены. Задача технического воплощения генератора хаоса накладывает на разработчика условие соответствия генерируемой полосы частот требуемой полосе частот. В настоящей работе на примере jerk-системы Спротта рассмотрен вопрос масштабирования системы под заданные параметры.

В 1999 году Жульеном Спроттом было предложено семейство простых генераторов хаоса, использующих кусочно–линейную характеристику усилительного элемента. Такие системы получили название jerk-системы. Один из вариантов таких систем представлен на рисунке 1 [1]. Важным отличием от большинства существующих автономных генераторов хаоса является отсутствие индуктивностей в схеме цепи.

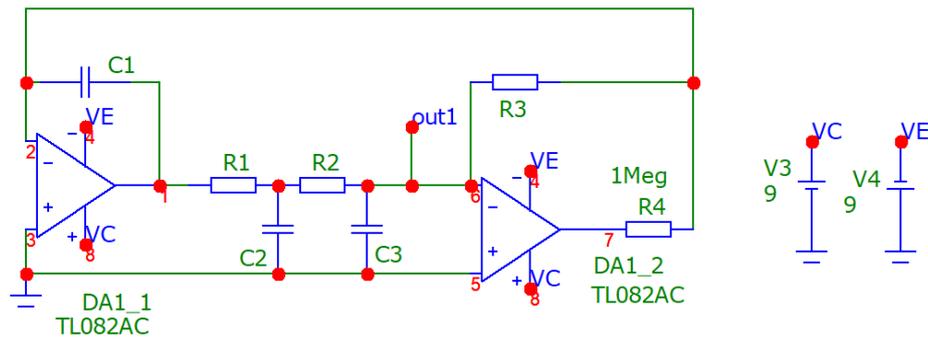


Рисунок 1 – Схема генератора хаоса [1], построенная в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap

Описание представленной системы в виде безразмерного дифференциального уравнения может быть представлено так:

$$\ddot{x} + A\dot{x} + Bx = C(\text{sgn}(x) - x), \quad (1)$$

где \ddot{x}, \dot{x}, x – обобщённая координата (динамическая переменная) и её производные по времени; A, B, C – постоянные коэффициенты, $\text{sgn}(x)$ – сигнум-функция.

Уравнение (1) можно переписать системой из трёх уравнений в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y \\ \frac{dy}{dt} = z \\ \frac{dz}{dt} = C \cdot (\text{sgn}(x) - x) - A \cdot z - B \cdot y \end{cases}, \quad (2)$$

где t – время. Если теперь требуется изменить масштаб времени в k раз, т.е. поменять t на $\tau = \frac{t}{k}$, то уравнение (2) переписывается так:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = y \\ \frac{dy}{d\tau} = z \\ \frac{dz}{d\tau} = C' \cdot (\text{sgn}(x) - x) - A' \cdot z - B' \cdot y \end{cases}, \quad (3)$$

где новые коэффициенты уравнения получаются следующими:

$$A' = A \cdot k, B' = B \cdot k^2, C' = C \cdot k^3.$$

Таким образом, получение значений элементов схемы (рисунок 1) сводится к следующей последовательности действий:

1) по двухпараметрической бифуркационной диаграмме $\text{je}k$ -системы [2] выбираем подходящие параметры A, B, C для реализуемого генератора хаоса;

2) выполняем моделирование временных рядов хаотического аттрактора с использованием специализированного ПО [3,4] и определяем полосу частот, генерируемую базовым вариантом генератора хаоса;

3) определяем коэффициент масштабирования времени k в зависимости от полосы частот, требуемых для решения задачи;

4) получаем значения A', B', C' для реализуемого случая;

5) находим значения элементов схемы генератора хаоса (рисунок 1).

В работе [1] приведены формулы для нахождения безразмерных коэффициентов A, B, C по известным значениям всех элементов схемы. Здесь же требуется обратная задача. Иными словами, задавшись величинами некоторых элементов цепи, можно найти оставшиеся 3 значения, решив систему уравнений:

$$\begin{cases} A' = \frac{R_2+R_3}{R_2R_3C_3} + \frac{R_1+R_2}{R_1R_2C_2} \\ B' = \frac{R_1+R_2+R_3}{R_1R_2R_3C_2C_3} \\ C' = \frac{1}{R_1R_2R_3C_1C_2C_3} \end{cases} \quad (4)$$

Для примера получим значения элементов схемы (рисунок 1) при заранее выбранных параметрах безразмерной системы уравнений $A = 2,5$, $B = 1,5$, $C = 6,075$. Этот выбор параметров соответствует границе между хаосом и периодическим движением периода 3 с демонстрацией перемежаемости. Приняв коэффициент масштаба $k = 10^4$ и задавшись некоторыми элементами схемы: $R_1 = 10\text{кОм}$, $R_2 = 100\text{кОм}$, $R_3 = 47\text{кОм}$, решая систему уравнений (4), определим значения остальных элементов: $C_1 = 153\text{пФ}$, $C_2 = 7,956\text{нФ}$, $C_3 = 2,799\text{нФ}$.

Моделирование электрической схемы по заданным элементам в системе схемотехнического моделирования позволяет убедиться в том, что генерируемые колебания не вполне соответствуют ожидаемому режиму. Причиной расхождения является неполное соответствие использованных операционных усилителей идеальной модели. В частности, наличие входной ёмкости операционного усилителя, соизмеримой с C_1 . Для компенсации её влияния следует уменьшить C_1 до значения 118пФ . На рисунках 2 и 3 показаны результаты моделирования в системе схемотехнического моделирования MicroCap. Качественное сравнение полученных зависимостей с результатами моделирования в программе «Лоренц» позволяет установить полное совпадение получаемых колебаний.

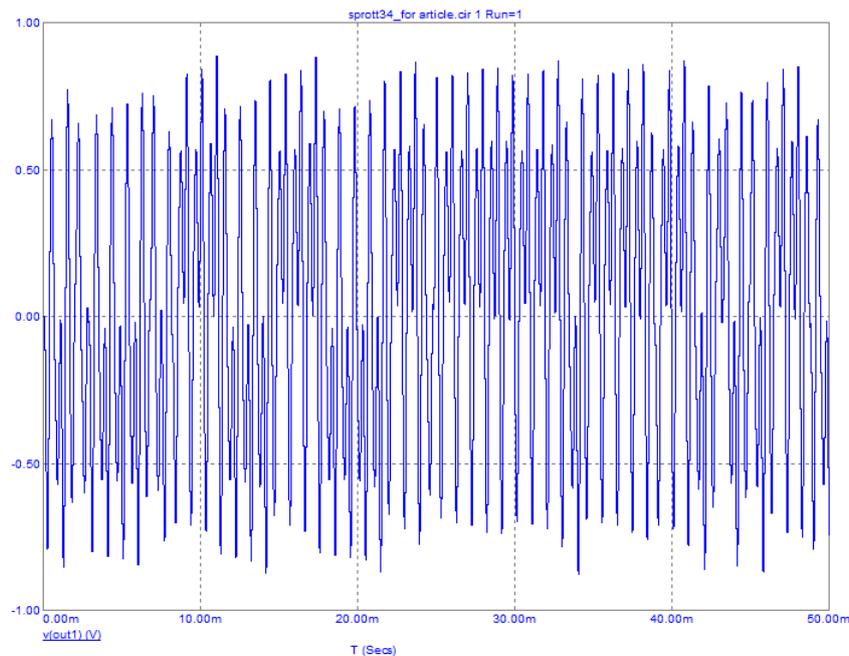


Рисунок 2 – Временная зависимость выходного напряжения в точке «out1» для разработанного варианта схемы

К дополнительным рекомендациям по реализации рассмотренной цепи следует добавить необходимость подстройки напряжения смещения усилительного элемента DA1_2. Также степень приближения создаваемого генератора к модели может быть повышена путём установки симметричного ограничения выходного сигнала элемента DA1_2. Решение уравнения (4) в действительных корнях возможно не при всяких значениях A', B', C' . Расширение диапазона допустимых значений бифуркационных коэффициентов возможно путём варьирования произвольно задаваемых R_1, R_2, R_3 . Дополнительно отметим, что элемент C_1 – единственный в схеме, управляющий всего лишь одним параметром системы – C' . С учётом небольшой ёмкости C_1 рекомендуется реализовать его с помощью подстроечного конденсатора.

Как и большинство хаотических систем, jerk-система Спротта демонстрирует большинство колебательных режимов, присущих нелинейным осцилляторам. Также в ней наблюдаются

бифуркации удвоения периода и касательные бифуркации, сопровождаемые перемежаемостью. Применение перемежаемости в приборах контроля дискретного типа ранее уже изучалось, но на примере неавтономных систем. В данной автономной колебательной системе появляется возможность обнаружения периодических сигналов на фоне помех без необходимости в наличии синхронного с обнаруживаемым источником опорного напряжения.

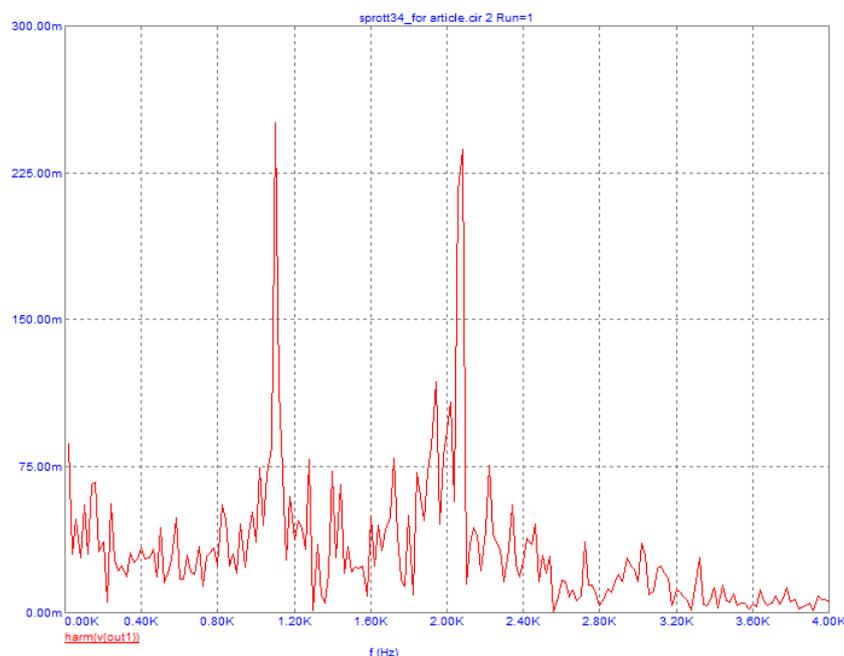


Рисунок 3 – Представление выходного напряжения в точке «out1» в частотной области для разработанного варианта схемы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Piper, J.R. Simple Autonomous Chaotic Circuits / J.R. Piper, J.C. Sprott // IEEE Transactions on circuits and Systems – II: Express briefs. – 2010. – Vol. 57, №1. – P. 730–734.
2. Патрушева, Т.В. Бифуркационный анализ измерительного преобразователя на основе jerk-системы Спротта / Т.В. Патрушева, Н.С. Верейкин // Ползуновский альманах. – 2021. – №4. – С. 20–27.
3. Макаров, А.А. Разработка программного обеспечения для моделирования хаотических аттракторов и оптимизации параметров измерительных преобразователей на их основе / А.А. Макаров, Е.М. Патрушев // Ползуновский альманах. – 2020. – №4. – С. 18–21.
4. Свид. 2021661250 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Моделирование хаотических аттракторов и исследование их временных рядов «Лоренц» / Е.М. Патрушев; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО АлтГТУ (RU). – №2021660368; заявл. 30.06.21; опубл. 07.07.21, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии» **Патрушев Егор Михайлович**, тел. (385-2) 29-09-13, e-mail: attractor13@gmail.com.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Макаров Алексей Аркадьевич**, e-mail: am.alexei.makarov1997@gmail.com.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СТЕНДОВ БПЛА

В. В. Надвоцкая, Г. Ю. Малыхин, Е. А. Енгибарян
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

Рассмотрены технические особенности лабораторных и полунатурных стендов исследования беспилотных летательных аппаратов. Патентный поиск показал, что разработка и исследование типовых вариантов конструкции БПЛА ведется как в России, так и за рубежом. Каждый стенд рассчитан на исследование и оптимизацию определенных характеристик, имеет свои недостатки.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, винтомоторные характеристики, лабораторный стенд, типовая конструкция, заданные характеристики.

В данный момент возможности практического применения беспилотных летательных аппаратов расширяются во всем мире. Для различных целей требуются БПЛА разного вида с определенными заданными характеристиками: для систем безопасности, в области развлечений или потребностей сельского хозяйства. Исходя из поставленных задач, перед разработчиками стоит актуальная цель – разработка типовых вариантов конструкции летательных аппаратов с теми или иными характеристиками [1].

Цель работы – выполнить аналитический обзор существующих стендов БПЛА. В задачи работы входит: провести патентный поиск, выявить достоинства и недостатки анализируемых устройств.

Патентный поиск показал, что работы по разработке и исследованию типовых вариантов конструкции, ввиду перспектив внедрения в повседневную жизнь беспилотной авиации, ведутся как в России, так и за рубежом. Большинство исследований производится с помощью натуральных и полунатурных лабораторных стендов [2].

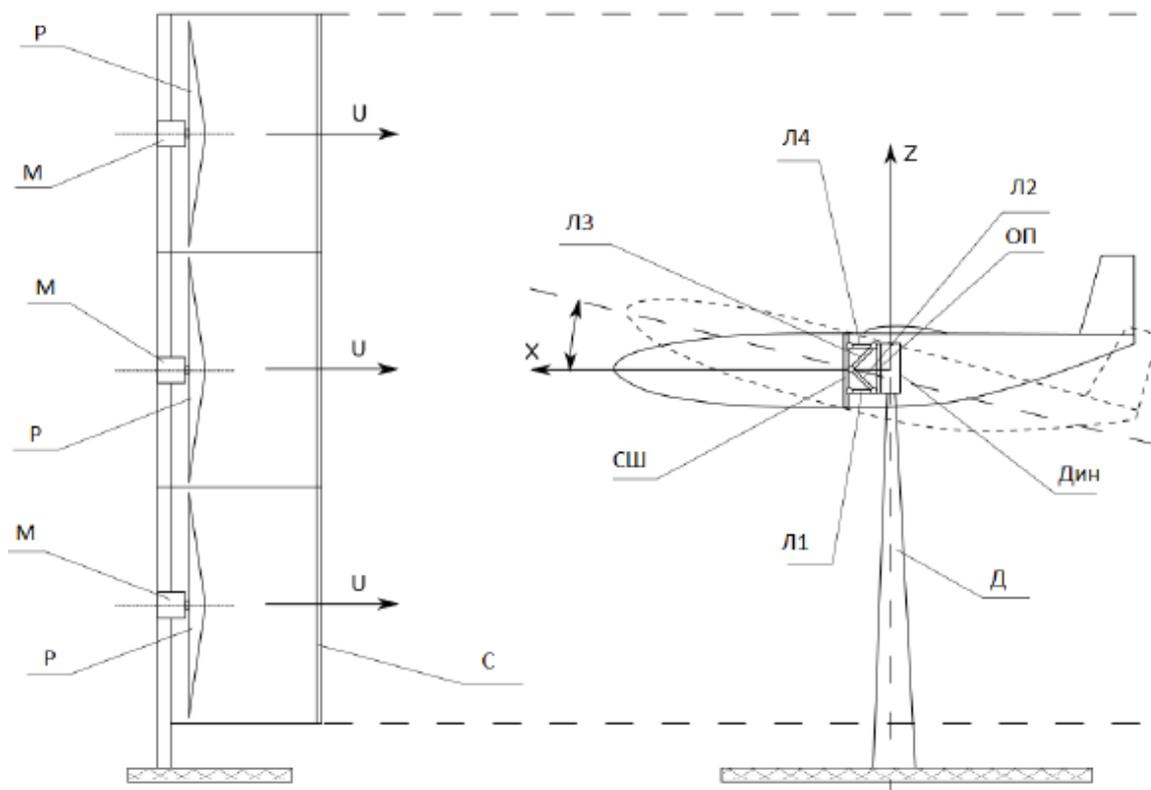


Рисунок 1 – Общий вид устройства [3]

Универсальный стенд для определения характеристик электроприводов и двигателей действующих моделей БПЛА имеет механизм генерации воздушного потока. Данный механизм состоит из нескольких винтов с быстродействующим приводом. В его состав входит

бесколлекторный мотор, который управляется регулятором оборотов, а также датчики скорости воздушного потока. Особенностью стенда является то, что можно смоделировать неравномерный поток воздуха, создать турбулентность. А достигается это путем установки двенадцати винтов диаметром 0.5 м, создающих воздушный поток в три параллельных ряда (по четыре винта в ряду) в вертикальной плоскости относительно тестируемого БПЛА непосредственно перед ним на расстоянии 0.7 м до передней части корпуса. Благодаря такому генератору воздушного потока становится возможным развивать скорость ветра до 100 м/с. Общее строение стенда показано на рисунке 1. Генератор воздушного потока отмечен винтами Р1–Рн, электромоторы показаны как М. После винтов на определенном удалении от них смонтирована стека–гаситель С, которая подавляет большие вихри [3].

Если сравнивать с известными методами эмпирических исследований аэродинамики и механики полёта БПЛА и стендами для реализации указанных методов, описываемый стенд имеет такие плюсы, как:

- при помощи датчика ускорения возможность выполнять корректировку положения с учетом скорости и направления ветра (при этом воспроизводятся такие состояния подопытного БПЛА, как ускорение и торможение);
- во время снятия показаний силы и момента, которые влияют на подопытный БПЛА, каналы не действуют друг на друга;
- возможность эмпирического исследования действия динамического воздушного потока и нединамического полёта БПЛА на особенности аэродинамики и механики полёта;
- возможность эмпирического исследования действия баланса центра масс на особенности аэромеханики БПЛА.

Однако минусом рассматриваемого стенда относительно аэродинамических труб является большой показатель турбулентности воздушного потока [4].

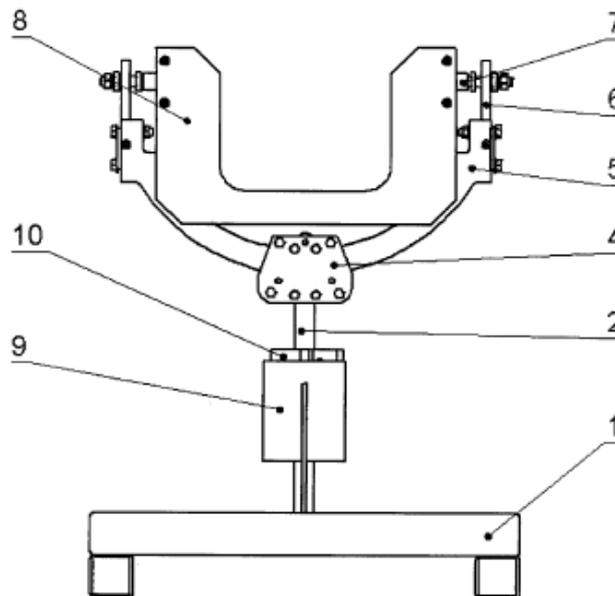


Рисунок 2 – Стенд для испытаний режимов зависания и взлета (вид спереди) [4]

Стенд для испытаний беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки в режиме зависания и взлета содержит основание, на котором закреплен вертикальный вал с возможностью вращения, и платформа, на которой установлен привод, кинематически связанный с горизонтальным валом. Платформа с закрепленным квадрокоптером осуществляет наклон относительно оси вала с помощью привода. Затем, после включения тяги квадрокоптера, произойдет вращение всей конструкции относительно оси вертикального вала. При этом создается тормозящий момент за счет муфты–тормоза, прямо пропорциональный току, подаваемому на муфту. В зависимости от величины этого момента и конструктивных размеров горизонтального вала можно измерить тяговое усилие, развиваемое квадрокоптером. Данный стенд также позволяет измерять тяговое усилие квадрокоптера при различных углах наклона вектора тяги его винтов [4].

Недостатком данного стенда для испытания квадрокоптеров является наличие нескольких приводов и электромагнитной муфты–тормоза, что, в-общем, усложняет конструкцию изделия. Конструкция стенда не позволяет проводить испытания квадрокоптеров и беспилотных конвертопланов большой массы и габаритов, что снижает функциональные возможности, а их размещение может привести к нарушению устойчивости стенда при испытаниях, что делает ее неработоспособной, а значит неэффективной.

Также российские и зарубежные исследователи представляют свои разработки как в виде стендов вращения и позиционирования, так и комплексных динамических стендов для настройки и отработки пилотажно–навигационных комплексов и пр. Каждый стенд рассчитан на исследование и оптимизацию определенных характеристик, имеет свои недостатки и рассчитан на своего потребителя. Для исследования винто–моторных характеристик БПЛА решено разработать собственный обучающий лабораторный стенд на кафедре «Информационные технологии» АлтГТУ на основе платы ArduinoMega 2560, источниками измерительной информации о полете для полетного контроллера будут являться тахометр и тензодатчик.

Таким образом, аналитический обзор видов БПЛА, особенностей и характеристик параметров полёта показал наличие как достоинств, так и недостатков стендов указанного назначения. Поскольку БПЛА является сложным устройством с большим количеством степеней свободы, которому требуется одновременное управление несколькими двигателями, ориентируясь на датчики, стабилизируя себя в 3–х плоскостях, убирая вращательное движение, проблема разработки типовой конструкции БПЛА с заданными характеристиками не решена в полном объёме, авторы разрабатывают собственный обучающий лабораторный стенд на кафедре «Информационные технологии» АлтГТУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малыхин, Г.Ю. Разработка системы связи между персональным компьютером и микроконтроллером ATMEGA8 / В.В. Надвоцкая, Г.Ю. Малыхин, Н.В. Яковлев // Материалы XVI Всероссийской научно–технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» – 2019. – С. 46–49.
2. Федосеева, Н.А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов. – Текст: электронный / Н.А. Федосеева, М.В. Загвоздкин // Научный журнал. – 2017. – №9 (22). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-oblasti-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 10.12.2021).
3. Гришанов, В.В. Универсальный стенд для определения характеристик электроприводов и движителей действующих моделей БПЛА / Патент РФ, рег. №2594048 от 12.10.2015. – М.: Роспатент, 2015. – 8 с.
4. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василин. – М.: Попурри, 2012. – 272 с.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.п.н, доцент, заместитель директора заочного института ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» **Надвоцкая Валерия Валерьевна**, e-mail: nadvotskaya7@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Малыхин Георгий Юрьевич**, e-mail: gera_1297@mail.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Енгибарян Егор Аликович**, e-mail: edaredar1@mail.ru.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ КОНТРОЛЕ ПОТЕНЦИАЛА ПОКОЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

А. А. Цимбал, Н. В. Искуснова, А. Г. Зрюмова
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
г. Барнаул

В статье предложена методика, включающая в себе многократную низкочастотную фильтрацию данных, аппроксимацию данных, выделение рабочего интервала и повторной

аппроксимации данных для этого интервала, получение графических зависимостей, выделение интервалов, каждый из которых анализируется отдельно по методу экспертных оценок. Рассчитывается интегральный показатель для каждой области, на основе его проводится оценка воздействия вытяжки на потенциал покоя зерна.

Ключевые слова: потенциал покоя зерна, обработка данных, экспертные оценки.

На сегодня актуальной и значимой проблемой для сельского хозяйства является определение не только процента всхожести зерна пшеницы, но и влияние внешних факторов окружающей среды на процесс прорастания. Одним из таких факторов является состав почвы, в которой проращивается или растёт в полевых условиях зерно. Методы контроля физиологических параметров зерна пшеницы широко исследуются на кафедре "Информационные технологии" АлтГТУ [1]. Используя разработанные методы контроля, можно оценить не только всхожесть зерна, но и как на неё будет влиять состав почвы, в которой зерно будет расти. Предположим, что готовый почвогрунт обладает рядом преимуществ перед природной почвой, следовательно, он должен характеризоваться улучшенными физическими и химическими свойствами и более плодотворно (эффективно) влиять на прорастание и рост семян, чем природная почва. Используя ранее полученные данные о контроле всхожести по изменению потенциала покоя зерна, необходимо усовершенствовать ранее разработанную методику анализа изменения потенциала покоя в зависимости от состава почвы.

Целью работы является исследование изменения потенциала покоя зерна пшеницы в зависимости от почвы разного типа и состава.

Все экспериментальные исследования будут выполняться согласно методу контроля, разработанному на кафедре ИТ АлтГТУ, поэтому рассмотрим необходимое экспериментальное оборудование и программное обеспечение для реализации методики.

Экспериментальная установка представляет собой непроницаемый короб, способствующий поддержанию устойчивой температуры как внутри, так и в измерительном блоке, опираясь на который регистрируется изменение мембранного потенциала. «ОВЕН 2ТРМ1» служит многофункциональным логическим устройством, в данном случае отвечает за температурную стабилизацию. К модулю подключают две термопары, выполняющие функцию датчиков температуры. Нагрев термопар производится за счёт остеклованного резистора С5–36 Вт, управляемый при помощи реле без подвижных частей. Реле входит в активное состояние при получении сигнала с управляющего модуля «ОВЕН 2ТРМ1». Данный резистор используется в работе, исходя из рабочих мощностей, используемых в эксперименте. Для осуществления конвекции воздуха по разным сторонам внутри установки закрепляют вентиляторы, обеспечивающие равномерную циркуляцию. Источники света в установке представляют собой две светодиодные матрицы. Освещение и циркуляция воздуха активируется одновременно, путём нажатия на выключатель, размещённый с наружной стороны [2]. Представленная установка является частью измерительной информационной системы, в которую входят также: плата сбора данных ЛА–50USB, программное обеспечение, позволяющее получить данные с ЛА–50USB и выполнить их предварительную обработку.

Исследования воздействия состава почвы на потенциал покоя зерна пшеницы проводились в марте 2020 года и в сентябре 2021 года. Исследования проходили на зерне твердых сортов «Зимушка», всхожестью 95%.

Для исследования были выбрана почвенные смеси, характеристики которых представлены в таблице 1 и 2.

Получение выдержки из почвы осуществлялось согласно ГОСТ [3].

1) Плодородный грунт изготовлен на основе фрезерованного низинного и верхового торфа, обогащён комплексным удобрением пролонгированного действия и агроперлитом, улучшающим структуру почвы и повышающий влагоёмкость.

Таблица 1 – Массовая доля питательных веществ (мг/л) и pH (%)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
300–550	≥30	450–850	5,5–6,5

2) Торфогрунт, содержащий в своём составе верховой торф со структурирующими, раскисляющими и удобрительными компонентами.

Таблица 2– Массовая доля питательных веществ (мг/л) и рН (%)

NH_4+NO_3	P_2O_5	K_2O	рН
200	250	300	5,5–6,5

Используя методику, представленную в [2,3], были получены данные потенциала действия зерна, представленные в таблице 3 для первого типа почвы и второго типа почвы.

Таблица 3 – Расчёт коэффициента Граббса

Значение потенциала покоя, мВ	Номер зерна									
Первая почва	0,025	0,0101	0,022	0,0266	0,0172	0,0422	0,0182	0,0545	0,0157	0,0223
Вторая почва	0,0084	0,01	0,007	0,005	0,007	0,0003	0,002	0,011	0,0027	0,004

Разработка методики анализа потенциала покоя зерен пшеницы, пророщенных в водной вытяжке из почвы, включает в себя следующие этапы:

1. По полученным данным строятся графические зависимости.
2. Проводится сглаживание данных на всем диапазоне полученных измерений.
3. Выполняется аппроксимация полученных данных.
4. Выделяются основные фазы и переходы в полученных зависимостях.
5. Проводится анализ с помощью метода экспертных оценок.

Все расчеты были выполнены в математическом прикладном пакете Gretle – программе для регрессионного анализа данных.

Выберем интервал сглаживания, равный 50. Результаты сглаживания представлены на рисунке 1.

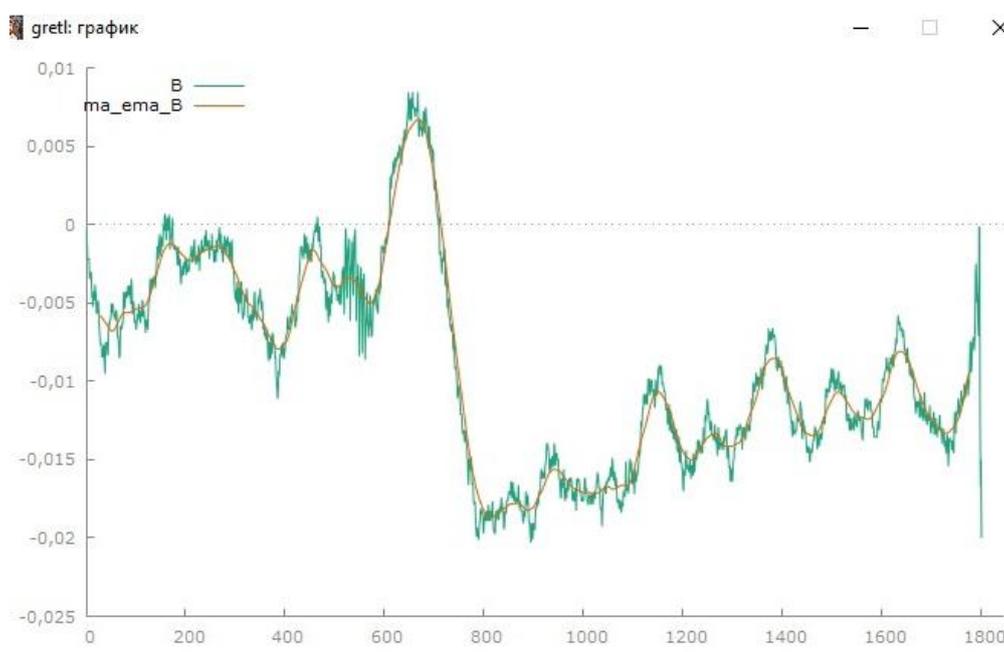


Рисунок 1 – Исходные данные (зеленый график) и их сглаживание (желтый график)

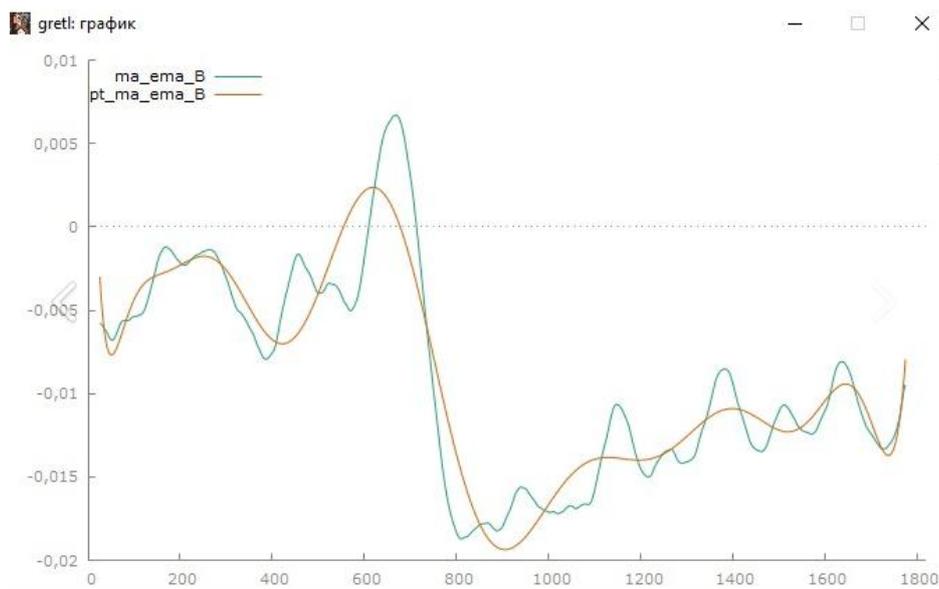


Рисунок 2 – Аппроксимация данных

Следующим этапом выполним подбор полиномиальной кривой для сглаженного ряда (зеленый сглаженный). На рисунке 2 желтый график – аппроксимация полиномиальной зависимости.

При аппроксимации был получен полином 15 порядка. Похожая тенденция сохраняется для всех экспериментальных данных.

На рисунке 2 видно, что полином теряет некоторые формы кривой (желтый график). Анализ данной зависимости не имеет физического смысла. Поэтому выполним анализ для определенной области слева и справа.

Выберем для анализа интервал от 200 до 1200.

Выберем конец интервала, где график более сглажен, и проведём анализ со всеми видами вытяжек для получения качественных выводов.

Проведём исследования для двух вытяжек и контрольной партии зерна, пророщенной в дистиллированной воде.

Для каждого вида было сделано 1800 измерений.

Поскольку данные имеют много шумов, были найдены центрированные скользящие средние по 100 значений для каждого ряда. Результат был совмещен на одном графике (рисунок 3).

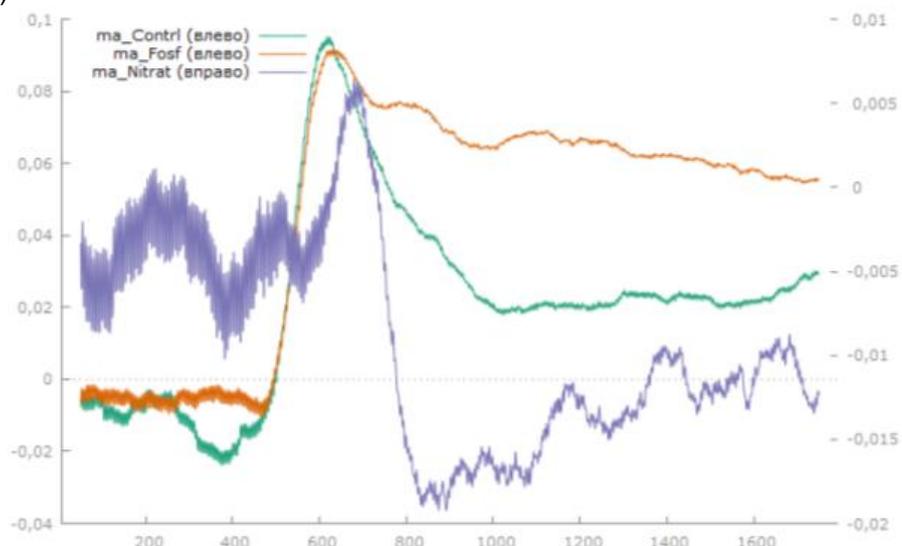


Рисунок 3 – Графическое представление после сглаживания для всех вытяжек

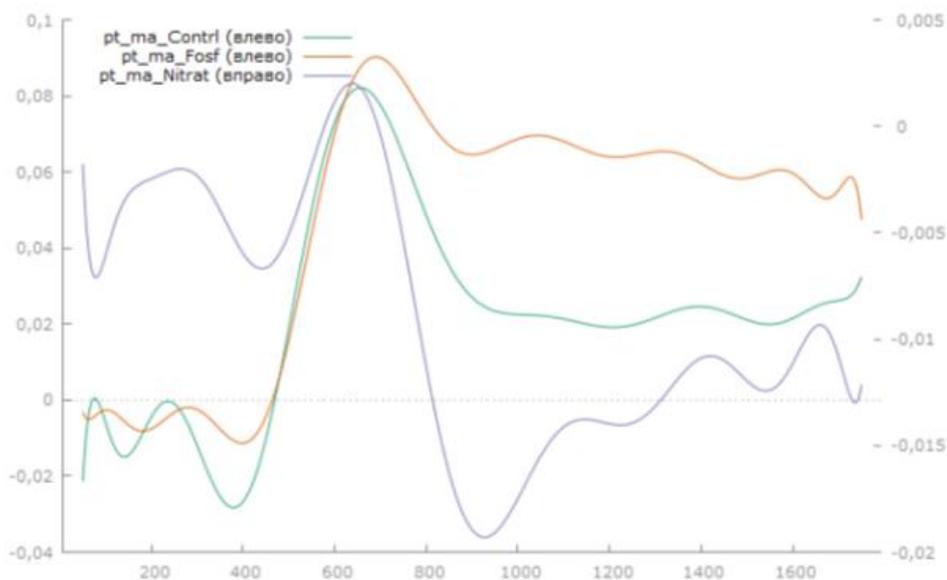


Рисунок 4 – Графическое представление полиномиальной аппроксимации

По данным графикам уже можно судить о качественных характеристиках опытов. Для лучшего визуального анализа сделаем для всех временных рядов полиномиальную аппроксимацию.

На рисунке 4 представлены: желтая линия – первая почва, синяя – вторая почва и зеленая – контрольная.

По рисунку можно определить три стадии изменения потенциала покоя у зерен:

1. Подготовительная стадия;
2. Стадия возрастания потенциала покоя;
3. Стадия сброса потенциала покоя.

Для каждой среды эти стадии симптоматичны. Поведение рядов на каждой стадии различны.

Скажем, для первой стадии в нитратной среде ПП находится гораздо выше, чем для остальных – на уровне 50% процентов от его максимума (на уровне 0,05). А для других – чуть ниже нуля, около 0,01. Причем локальная амплитуда для синего графика намного превышает амплитуды для других. Это может означать, что процесс близок к сингулярной точке, точке резкого роста потенциала.

Для оценки качественного показателя для грунта – какой грунт лучший для выращивания зерна – проанализируем каждую стадию. Три стадии вносят неодинаковый вклад в общий результат, присвоим каждой фазе весовой коэффициент:

1 стадия – 0,3; 2 стадия – 0,4; 3 стадия – 0,3.

Если сложить весовые коэффициенты, то в сумме они дадут 1. Далее воспользуемся методом экспертных оценок. Будем оценивать поведение рядов по 5-ти бальной безразмерной шкале.

Для первой стадии:

- Синяя линия – 4 балла.
- Желтая линия – 2 балла.
- Зеленая линия – 1 балл.

(Желтая линия лежит чуть выше зеленой, близко к нулю).

Для второй стадии:

Пик у всех линий примерно одинаков. На уровне 0,09. Только синяя линия резко падает до – 0,04, зеленая до 0,02, а желтая до 0,07. Поэтому оценки будут следующие:

- Синяя линия – 1 балл.
- Желтая линия – 5 баллов.
- Зеленая линия – 3 балла.

Третий этап:

Данный этап будет оцениваться по оставшемуся потенциалу и динамике его изменения. Зеленая линия осциллирует вокруг значения 0,04. Желтая линия имеет небольшой понижающий тренд. Синяя линия имеет большой восходящий тренд от –0,04 до 0,02.

Оценки:

- Синяя линия – 3 балла.
- Желтая линия – 4 балла.
- Зеленая линия – 3 балла.

Подсчитаем интегральный показатель:

- Синяя линия γ синий $=0,3*4+0,4*1+0,3*3=2,5$.
- Желтая линия γ красный $=0,3*2+0,4*5+0,3*4=3,8$.
- Зеленая линия γ зеленый $=0,3*1+0,4*3+0,3*3=2,4$.

Наибольший интегральный показатель имеет желтая линия – 3,8. На основании этого можем сделать вывод о том, что фосфорная среда является самой благоприятной для выращивания зёрен пшеницы.

Вывод. Предложенная методика включает в себя многократную низкочастотную фильтрацию данных, аппроксимацию данных, выделение рабочего интервала и повторную аппроксимацию данных для этого интервала, расчет интегрального показателя для каждой области. Методика позволяет оценить воздействие почвы на потенциал действия зерна пшеницы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
2. Пронин, С.П. Исследование изменения потенциала действия зерна пшеницы / С.П. Пронин, А.Г. Зрюмова, Н.Н. Мерченко, Л.М. Башук, И.А. Гребенникова, А.Н. Каратеева // Ползуновский Альманах. – 2010, – №2. – с. 204 – 206.
3. Шереметьев, М.В. Экспериментальная установка для исследования потенциала действия зерен пшеницы / М.В. Шереметьев, А.А. Зырянов, Н.Н. Мерченко, А.Г. Зрюмова, С.П. Пронин // Ползуновский Альманах. – 2011, – №1. – с.177 –178.
4. Барышева, Н.Н. Метод и средство контроля мембранного потенциала зёрен пшеницы и его применение для оценки всхожести / Н.Н. Барышева, С.П. Пронин, А.С. Сафатов // Ползуновский Альманах. – 2015. – №6. – с. 127–131.
5. ГОСТ 26483–85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО.

Реквизиты для справок:

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, научный руководитель, к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии» **Зрюмова Анастасия Геннадьевна**, тел. (385–2) 29–09–13, e-mail: a.zrjmov@yandex.ru.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Цимбал Анастасия Александровна**, e-mail: a.cimbal@freematiq.com.

Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, магистрант кафедры «Информационные технологии» **Искуснова Наталья Валерьевна**, e-mail: iskusnova.n@gmail.com.