

УДК 631.1,62-5

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИВОМ ДЛЯ УМНОГО ДОМА

Кушнир Надежда Владимировна
старший преподаватель кафедры информационных систем и программирования
РИНЦ-SPIN-код=6951-4012
kushnir.06@mail.ru
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, Краснодар, Россия
350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Тотухов Константин Евгеньевич
доцент кафедры информационных систем и программирования
101KE@mail.ru
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, Краснодар, Россия
350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Лойола Куэвас Мигель Игнасио
студент кафедры информационных систем и программирования
miguel.loyola1501@alumnos.ubiobio.cl
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, Краснодар, Россия
350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Ярутин Сергей Алексеевич
студент кафедры информационных систем и программирования
yarutinsa@yandex.ru
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, Краснодар, Россия
350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

В современном городском пространстве, характеризующемся стремительным вертикальным развитием, возникает проблема обеспечения зданий регулярным и эффективным поливом растений. Такая необходимость обусловлена как урбанизацией, так и потребностью в уходе за растениями в домашних условиях. В связи с этим существует важная потребность в разработке и внедрении автоматизированных систем полива, способных регулировать частоту и объем воды, необходимые для различных видов культур: от декоративных растений до растений,

UDC 631.1,62-5

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

INTELLECTUAL IRRIGATION CONTROL SYSTEM FOR A SMART HOME

Kushnir Nadezhda Vladimirovna
senior Lecturer in the department of information systems and programming
RSCI SPIN-code=6951-4012
kushnir.06@mail.ru
FGBOU VO “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia
350020, Moskovskaya, 2, Krasnodar, Russia

Totukhov Konstantin Evgenievich
Associate Professor of the Department of Information Systems and Programming
101KE@mail.ru
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia
350020, Moskovskaya, 2, Krasnodar, Russia

Loyola Cuevas Miguel Ignacio
Student of the Department of Information Systems and Programming
miguel.loyola1501@alumnos.ubiobio.cl
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia
350020, Moskovskaya, 2, Krasnodar, Russia

Yarutin Sergey Alekseevich
student of the Department of Information Systems and Programming
yarutinsa@yandex.ru
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia
350020, Moskovskaya, 2, Krasnodar, Russia

In the modern urban space, characterized by rapid vertical development, there is a problem of providing buildings with regular and effective watering of plants. This need is due to both urbanization and the need to take care of plants at home. In this regard, there is an important need for the development and implementation of automated irrigation systems capable of regulating the frequency and volume of water required for various types of crops: from ornamental plants to plants intended for food. Effective automation of the irrigation process at home can be a real salvation for busy people who cannot

предназначенных для употребления в пищу. Эффективная автоматизация процесса полива в домашних условиях может стать настоящим спасением для занятых людей, которые не всегда могут уделять достаточно времени уходу за растениями, но при этом желают выращивать их как для украшения интерьера, так и для получения продуктов. Для решения этой задачи предлагается создание специализированного устройства, способного контролировать и поддерживать оптимальный уровень влажности по предварительно заданным параметрам для различных видов культур. В рамках настоящего научного исследования предлагается разработать концепцию такого устройства, включая описание его конструкции, а также выведение и адаптацию математических моделей, описывающих поведение жидкости в системе полива. Данные модели будут интегрированы в микроконтроллер, например, такой популярной платформы, как Raspberry Pi. Для реализации данной концепции будет разработан программный код на языке программирования Python3, который будет управлять временем работы клапанов поливочной системы и определять оптимальные моменты для активации этих клапанов в течение дня. Таким образом, предлагаемое исследование нацелено на создание и внедрение инновационной системы автоматизированного полива, что позволит эффективно управлять ресурсами и обеспечить оптимальные условия для выращивания растений в домашних условиях, удовлетворяя потребности современного городского образа жизни

Ключевые слова: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, СИСТЕМА ПОЛИВА, PYTHON3, МЕХАНИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ, ПРОГРАММНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

always devote enough time to caring for plants, but at the same time they want to grow them both for interior decoration and for obtaining products. To solve this problem, it is proposed to create a specialized device capable of controlling and maintaining the optimal humidity level according to preset parameters for various types of crops. Within the framework of this scientific research, it is proposed to develop a concept of such a device, including a description of its design, as well as the derivation and adaptation of mathematical models describing the behavior of liquid in the irrigation system. These models will be integrated into a microcontroller, for example, such a popular platform as Raspberry Pi. To implement this concept, a program code will be developed in the Python3 programming language, which will control the operating time of the irrigation system valves and determine the optimal moments for activating these valves during the day. Thus, the proposed study is aimed at creating and implementing an innovative automated irrigation system, which will effectively manage resources and provide optimal conditions for growing plants at home, meeting the needs of a modern urban lifestyle

Keywords: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IRRIGATION SYSTEM, PYTHON3, MECHANICAL COMPONENT, SOFTWARE COMPONENT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-194-015>

Введение. Развитие современных городов сопровождается увеличением количества многоэтажных строений и увеличением населения, что порождает актуальную проблему обеспечения условий для роста растений внутри помещений. Особенно важно учитывать потребности современного образа жизни, характеризующегося высокой мобильностью и временным отсутствием владельцев домов.

Такие условия требуют разработки инновационных систем, способных автоматизировать уход за растениями. Особый интерес представляет разработка систем автоматического полива, которые могут

<http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/15.pdf>

управлять частотой полива, объемом воды и создавать оптимальные условия для различных видов культур — будь то декоративные растения или растения, предназначенные для употребления в пищу [1].

В контексте этой проблематики следует обратить внимание на различные типы автоматизированных систем полива. Капельный полив предполагает доставку воды непосредственно к корням растений, обеспечивая экономию воды и минимизацию возможных повреждений корней. Однако этот метод требует укладки системы шлангов, что может негативно сказаться на эстетике окружающего пространства, особенно при благоустройстве газонов. Капельный полив наиболее эффективен для культур, выращиваемых в открытом грунте или в теплицах. В данном контексте особый интерес представляет разработка систем, в которых искусственный интеллект учитывает индивидуальные потребности растений, обеспечивая им оптимальные условия в зависимости от их типа, климатических факторов и требований культур.

Таким образом, научное исследование в данной области предполагает разработку и реализацию инновационных систем полива, способных удовлетворить потребности современного образа жизни и обеспечить растениям оптимальные условия для их здоровья и роста внутри помещений.

Проблемой исследования заключается в необходимости разработки и внедрения интеллектуальной системы автоматизированного полива растений для использования в жилых помещениях. Эта проблема обусловлена потребностью создания оптимальных условий ухода за различными видами растений в контексте современного городского образа жизни. Учитывая высокую мобильность и временное отсутствие владельцев жилищ, необходимо обеспечить непрерывный и систематический уход за растениями без прямого вмешательства человека.

Таким образом, разработка интеллектуальной системы полива

растений становится ответом на вызовы современного образа жизни и эффективным решением проблемы обеспечения должного ухода за растениями в условиях, когда человек не всегда присутствует. Эта задача критически важна не только для здоровья растений, но и для удовлетворения потребностей пользователей, которые стремятся выращивать разнообразные виды культур в своих домах в удобном и эффективном режиме. Для решения этой проблемы необходимо разработать систему, способную самостоятельно адаптироваться к потребностям различных растений и обеспечивать им необходимые условия для здоровья и процветания.

Целью данного исследования является разработка передового устройства, оснащенного искусственным интеллектом, способного автоматически контролировать и поддерживать оптимальные параметры полива растений. Это устройство опирается на predetermined факторы, такие как тип растений, климатические условия и индивидуальные потребности каждой культуры. Наша работа направлена на создание концепции этого устройства, разработку математических моделей для точного регулирования подачи воды в системе полива и интеграцию данных моделей в микроконтроллер, основанный на технологии Raspberry Pi.

Этот процесс направлен на создание системы, обладающей искусственным интеллектом, способной не только автоматизировать процесс полива, но и адаптироваться к индивидуальным потребностям растений, обеспечивая им оптимальные условия для роста и развития. Предполагается, что разработанное устройство будет способно подстраиваться под разнообразные типы растений и изменчивость окружающей среды, обеспечивая точное и эффективное управление поливом.

Исходя из вышесказанного, наша работа сосредоточена на

инженерном проектировании и разработке системы, способной оптимизировать процесс полива растений, учитывая их разнообразие и изменения в окружающей среде. Внедрение математических моделей в устройство позволит точно регулировать подачу жидкости в соответствии с заданными параметрами, что приведет к более эффективному использованию ресурсов и обеспечит устойчивый рост растений.

Объектом данного исследования является создание и внедрение уникальной системы автоматизированного полива растений внутри жилых помещений. Наша цель - обеспечить и поддерживать оптимальные условия для ухода за разнообразными видами растений в контексте современного городского образа жизни.

Мы стремимся к разработке инновационной системы, которая оснащена искусственным интеллектом, способным автономно контролировать и регулировать процесс полива растений в домашних условиях. Это несомненно важно, учитывая высокую мобильность и частые отсутствия владельцев домов, что часто препятствует своевременному уходу за растениями.

Разрабатываемая система представляет собой передовое технологическое решение, ориентированное на решение проблемы недостаточного ухода за растениями в условиях современных городских реалий. Она представляет собой интеллектуального помощника, который обеспечивает здоровье и процветание растений, даря владельцам домов возможность наслаждаться зеленью в своих интерьерах, минимизируя необходимость постоянного ухода.

Методология исследования. Методология данного исследования базируется на системном подходе к проектированию инновационных систем ухода за растениями в домашних условиях.

Описание концепции искусственного интеллекта.

Созданный в рамках данной работы искусственный интеллект

представляет собой систему, способную автоматически управлять поливом растений в зависимости от разнообразных параметров, таких как тип культуры, климатические условия и потребности растений. Этот интеллектуальный механизм базируется на алгоритмах машинного обучения и анализа данных, позволяющих ему самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды и потребностям растений.

Основная концепция этого искусственного интеллекта заключается в создании системы, которая не только контролирует режим полива, но и обучается на основе опыта, чтобы улучшать свои способности в оптимизации условий для роста растений внутри помещений. Это позволяет системе становиться более эффективной и точной с течением времени, учитывая особенности каждой культуры и окружающей среды [2].

На рисунке 1. Представлен пример перцептрона написанного на языке программирования Python.

```
import numpy as np

class Perceptron:
    def __init__(self, input_size, learning_rate=0.01, epochs=100):
        self.weights = np.zeros(input_size + 1)
        self.learning_rate = learning_rate
        self.epochs = epochs

    def activation(self, x):
        return 1 if x >= 0 else 0

    def predict(self, inputs):
        summation = np.dot(inputs, self.weights[1:]) + self.weights[0]
        return self.activation(summation)

    def train(self, training_inputs, labels):
        for _ in range(self.epochs):
            for inputs, label in zip(training_inputs, labels):
                prediction = self.predict(inputs)
                self.weights[1:] += self.learning_rate * (label - prediction) * inputs
                self.weights[0] += self.learning_rate * (label - prediction)
```

Рисунок 1 –Перцептрон

Данный код реализует простой перцептрон с обучением на основе

правила обновления весов (оптимизация весов на основе ошибки предсказания).

Данный код применяется для интеллектуального управления количеством подаваемой воды для полива, в зависимости от ключевого фактора, то есть потребностей данного растения.

Проектирование системы. Конструкция данного проекта подразумевает, наличие модуля управления, управляемый микроконтроллером Raspberry Pi, запрограммированным на языке программирования Python3.

Так как при нынешней степени развития урбанизации, городское водоснабжение не имеет стабильного давления, будет использован манометр.

Манометр - измеряет давление до достижения первого электромагнитного клапана, что позволит обеспечить калибровку системы, под имеющиеся условия [3].

Ниже на рисунке 2 показана схема механической составляющей данной системы.

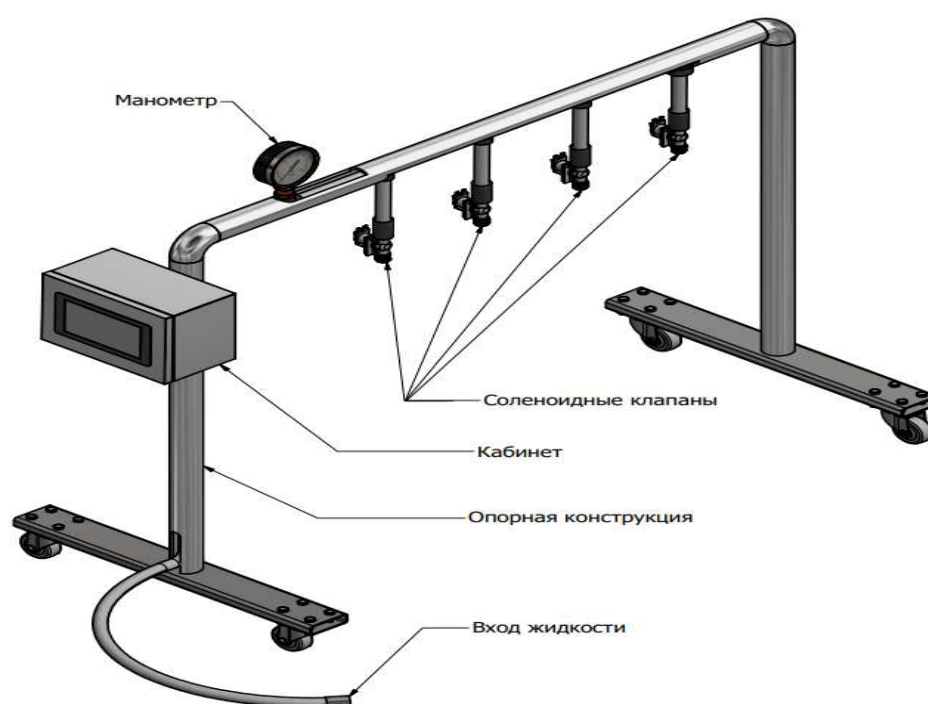


Рисунок 2 –Схема механической составляющей

Данная конструкция состоит из 4-х электромагнитных клапанов, которые могут использоваться как выходы для 4-х независимых клапанов, используемых в зависимости от потребностей пользователя.

Хотя предлагаемый экземпляр предназначен для небольших помещений, таких как квартира, данная система масштабируема, что в дальнейшем позволит развернуть её на промышленных аграрных площадях.

Ниже перечислены электронные компоненты данной системы и их назначение:

- 4 1/2-дюймовых электромагнитных клапана 12 В — позволяют включать и выключать поток воды при подаче тока 12 В.
- 4 Реле 3,3В - 12 В - Реле являются промежуточными звеньями между электроникой малины и цепью клапанов. При срабатывании реле напряжением 3,3 В оно пропускает ток 12 В цепи клапана.
- 1 дисплей Raspberry Pi с сенсорным экраном диагональю 7 дюймов — сенсорный экран, позволяющий управлять приложением, с помощью которого осуществляется управление приложением.
- 1 Raspberry pi 3 или 4 — микроконтроллер, который позволяет запускать приложения и управлять исполнительными механизмами. Ниже на рисунке 3 представлена упрощённая электронная схема данной системы.

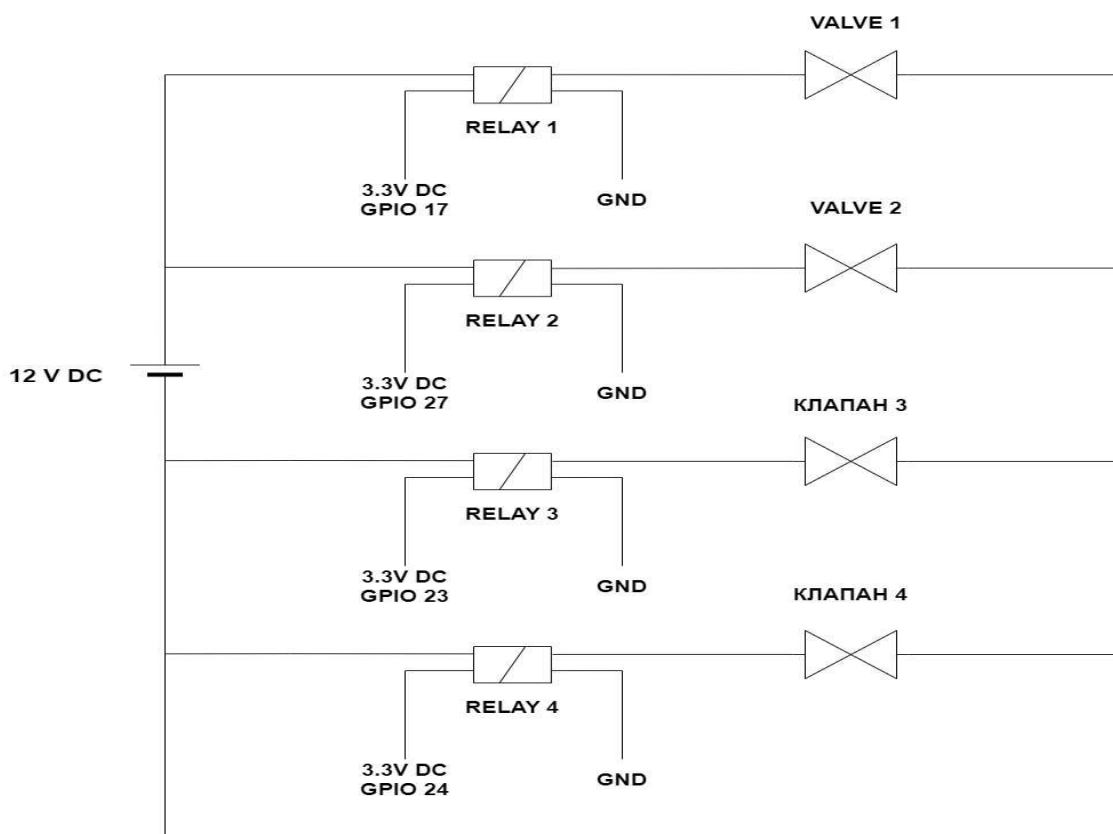


Рисунок 3 – Упрощенная электронная схема

Ниже представлены расчёты проведенные в ходе проектирования данной системы.

Для начала на рисунке 4 представлена гидравлическая схема данного проекта.

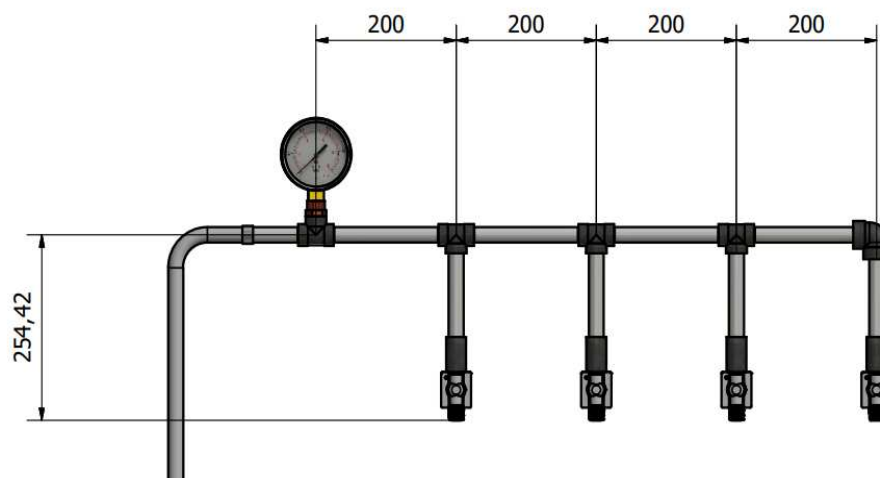


Рисунок 4 – Гидравлическая схема проекта

Сначала необходимо получить массовый расход каждого клапана в зависимости от рабочего давления, для чего разрабатывают уравнения для каждого участка, считая манометр начальной точкой «0», а остальные клапаны будем нумеровать от 1 до 4 слева направо. Считается постоянным режимом. Клапаны не будут работать вместе, не может быть больше одного открытого [4].

Расчёты для гидравлического контура 0-1:

Применяя уравнение Бернулли для пути несжимаемой жидкости из точки А в точку b:

$$H_0 = H_1 + H_{0-1}$$

Из уравнения Бернулли получаем следующие вычисления:

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_{0-1}$$

Так как:

$$H_{0-1} = \frac{P_0 - P_1}{\gamma} + Z_0 - Z_1 + \frac{V_0^2 - V_1^2}{2g}$$

Разность скоростей между точками 0 и 1 стремится к 0, поэтому эта часть выражения равна 0.

Давление в точке 1 равно атмосферному давлению, поэтому при манометрическом измерении это значение равно 0.

Будет считаться, что Z_1 является опорным уровнем, поскольку это значение также принимает значение 0.

Значение Z_1 на опорном уровне составляет 254,42 [mm]

- γ_{Water} равно $1000 \frac{Kg}{m^3}$.

Переоценка уравнения:

$$H_{0-1} = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

Из уравнения расчёта гидравлических потерь можно разработать потери гидравлической энергии:

$$H_{R(0-1)} + H_{S(0-1)} = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

Используя уравнения для расчёта гидравлических потерь на трение по длине трассы А - В (Уравнение Дарси – Вейсбаха) и для расчёта местных гидравлических потерь трассы А - В соответственно, получается:

$$f * \frac{l * V^2}{D * 2g} + \sum_1^n K_n * \frac{V^2}{2g} = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

Уравнение можно разложить на множители и выразить следующим образом:

$$\frac{V^2}{2g} * (f * \frac{l}{D} + \sum_1^n K_n) = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

Замечание: поскольку все клапаны находятся на одном опорном уровне, а выход находится при атмосферном давлении, при разработке уравнений в других гидравлических контурах будет получено то же выражение, но с другими значениями L и с более единичными потерями из-за гидравлических компонентов. В связи с этим анализ следующей гидравлики можно начинаться с этого общего уравнения.

Местные гидравлические потери часто получают экспериментальным путем, но есть и средние значения, которые можно использовать. В этом случае будут использоваться средние значения, полученные из книги Schaum McGraw-Hill Mechanics of Fluids and Hydraulics, потеря нагрузки в аксессуарах. В наших расчетах интерес представляют следующие значения:

$$K_{Tees\ connector} = 2$$

$$K_{Elbow\ 90^\circ} = 0.75$$

$$K_{Control\ valve} = 3$$

Расчет коэффициента трения возможен с помощью итеративного решения (это решение даст результат, очень близкий к реальному).

Ориентировочная скорость жидкости составляет 3 м/с, можно

получить число Рейнольдса и узнать, является ли течение ламинарным или турбулентным.

Из уравнения числа Рейнольдса получаем следующее:

Диаметр клапана равен 13,868 [mm].

Вязкость воды равна $1,3 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$.

$$Re = \frac{2.5 \cdot 0.013868}{1.3 \cdot 10^{-6}} = 26.669$$

Поскольку это турбулентный поток, уравнение для расчёта коэффициента трения при ламинарном течении отбрасывается и используется уравнение коэффициента трения при турбулентном потоке (Уравнение Блазиуса) получаем следующее [5]:

$$f = \frac{0.3164}{26669^{0.25}} = 0.02476$$

Следовательно, подставив эти значения в общее уравнение:

$$\frac{V^2}{2 \cdot 9.81} \cdot \left(0.02476 \cdot \frac{(0.2 + 0.25442)}{0.013868} + 2 + 3 \right) = \frac{P_0}{1000} + 0.25442$$

Решение скорости как функции давления на входе:

$$V^2 = \frac{\left(\frac{P_0}{1000} + 0.25442 \right) \cdot 19.62}{\left(0.02476 \cdot \frac{(0.45442)}{0.013868} + 5 \right)}$$

Формула скорости клапана 1 (V_1) в зависимости от входного давления:

$$V_1 = \sqrt{\frac{\left(\frac{P_0}{1000} + 0.25442 \right) \cdot 19.62}{\left(0.02476 \cdot \frac{(0.45442)}{0.013868} + 5 \right)}}$$

Теперь можно рассчитать расход по уравнению №9:

$$Q_1 = \pi \cdot \left(\frac{0.013868}{2} \right)^2 \cdot V_1$$

Наконец, массовый расход можно рассчитать с помощью уравнения № 10:

$$\dot{m}_1 = Q_1 \cdot \rho$$

ρ_{water} равно $1000 \frac{kg}{m^3}$.

Как упоминалось ранее, при составлении первых пяти уравнений теоретической основы получается общее уравнение, из которого можно продолжить для этой гидравлической схемы и остальных.

$$\frac{V^2}{2g} * (f * \frac{l}{D} + \sum_1^n K_n) = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

Решение скорости как функции давления на входе, учитываются новые значения, соответствующие гидравлическому контуру 2, различной длине и большему количеству аксессуаров с соответствующими коэффициентами:

$$\frac{V^2}{2 * 9.81} * (0.02476 * \frac{(0.2 * 2 + 0.25442)}{0.013868} + 2 * 2 + 3) = \frac{P_0}{1000} + 0.25442$$

$$V^2 = \frac{(\frac{P_0}{1000} + 0.25442) * 19.62}{(0.02476 * \frac{(0.65442)}{0.013868} + 7)}$$

Формула скорости клапана 2 (V_2) в зависимости от входного давления:

$$V_2 = \sqrt{\frac{(\frac{P_0}{1000} + 0.25442) * 19.62}{(0.02476 * \frac{(0.65442)}{0.013868} + 7)}}$$

Аналогично предыдущему случаю, можно рассчитать расход по уравнению №9:

$$Q_2 = \pi * (\frac{0.013868}{2})^2 * V_2$$

Аналогично предыдущему случаю, массовый расход можно рассчитать с помощью уравнения массового потока:

$$\dot{m}_2 = Q_2 * \rho$$

Аналогично предыдущим случаям, при разработке первых пяти уравнений теоретической основы:

$$\frac{V^2}{2g} * (f * \frac{l}{D} + \sum_1^n K_n) = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

С учетом длины и аксессуаров в гидравлическом контуре 3:

$$\frac{V^2}{2 * 9.81} * (0.02476 * \frac{(0.2 * 3 + 0.25442)}{0.013868} + 2 * 3 + 3) = \frac{P_0}{1000} + 0.25442$$

$$V^2 = \frac{(\frac{P_0}{1000} + 0.25442) * 19.62}{(0.02476 * \frac{(0.85442)}{0.013868} + 9)}$$

Формула скорости клапана 3 (V_3) в зависимости от входного давления:

$$V_3 = \sqrt{\frac{(\frac{P_0}{1000} + 0.25442) * 19.62}{(0.02476 * \frac{(0.85442)}{0.013868} + 9)}}$$

Аналогично предыдущим случаям, можно рассчитать расход по уравнению для потока жидкости:

$$Q_3 = \pi * (\frac{0.013868}{2})^2 * V_3$$

Аналогично предыдущим случаям, массовый расход можно рассчитать с помощью уравнения для расчёта потока жидкости [6]:

$$\dot{m}_3 = Q_3 * \rho$$

Также, как и в предыдущих случаях, при разработке первых пяти уравнений теоретической основы:

$$\frac{V^2}{2g} * (f * \frac{l}{D} + \sum_1^n K_n) = \frac{P_0}{\gamma} + 0.25442$$

С учетом длины и аксессуаров в гидравлическом контуре 4:

$$\frac{V^2}{2 * 9.81} * (0.02476 * \frac{(0.2 * 4 + 0.25442)}{0.013868} + 2 * 3 + 0.75 + 3) = \frac{P_0}{1000} + 0.25442$$

$$V^2 = \frac{(\frac{P_0}{1000} + 0.25442) * 19.62}{(0.02476 * \frac{(1.05442)}{0.013868} + 9.75)}$$

$$V_4 = \sqrt{\frac{\left(\frac{P_0}{1000} + 0.25442\right) * 19.62}{\left(0.02476 * \frac{1.05442}{0.013868} + 9.75\right)}}$$

По принципу, что и предыдущих случаях, можно рассчитать расход по уравнению для расчёта потока жидкости:

$$Q_4 = \pi * \left(\frac{0.013868}{2}\right)^2 * V_4$$

Аналогично предыдущим случаям, массовый расход можно рассчитать с помощью уравнения массового потока:

$$\dot{m}_4 = Q_4 * \rho$$

Перед ПО, разработанным в ходе данного проекта были поставлены следующие задачи.

Программа должна уметь знать массовый расход каждого открытого клапана отдельно, для чего в коде будет предусмотрена система ручной калибровки и другая с измерением манометром, для которой будут использоваться ранее разработанные формулы. Ниже на рисунке 5 показан метод, в котором происходят расчёты, подаваемой водной массы, на языке программирования python.

```
def calculate_mass_flows_from_pressure(self, pressure):
    pressure = float(pressure)
    dict_valves = {
        1: [0.45442, 5],
        2: [0.65442, 7],
        3: [0.85442, 9],
        4: [1.05442, 9.75],
    }
    x = ((pressure * math.pow(10, 4))/1000 + 0.25442)*19.62
    y = (0.02476 * dict_valves[self.pipe_num][0] /
        0.013868) + dict_valves[self.pipe_num][1]
    v = math.pow(x/y, 0.5)
    q = math.pow(0.013868/2, 2) * math.pi * v
    self.mass_flow = q*1000
    config['Callibration'][f'valve{self.pipe_num}'] = str(self.mass_flow)

    with open('configuration/config.ini', 'w') as configfile:
        configfile.write(configfile)
```

Рисунок 5 – Метод расчёта подаваемой водной массы

Зная массовый расход, можно контролировать количество воды, которое хочет подать пользователь, контролируя время открытия клапана. Время открытия клапанов определяется следующим выражением, учитывающим время открытия [5].

Результаты исследования. Результаты проведенного исследования представляют собой успешное проектирование интеллектуальной системы ухода за растениями внутри жилых помещений. **Конструктивная составляющая.** Проект предполагает наличие модуля управления, контролируемого микроконтроллером Raspberry Pi с использованием языка программирования Python3. Для калибровки системы под условия городского водоснабжения в проекте предусмотрено использование манометра для измерения давления до первого электромагнитного клапана. **Механическая составляющая системы** включает в себя 4 электромагнитных клапана, способных функционировать как независимые выходы для контроля 4 отдельных потоков воды в зависимости от потребностей пользователя. Пригодность системы для небольших помещений и возможность ее масштабируемости до промышленных аграрных площадей также отмечается. **Электронные составляющая** Включают 4 электромагнитных клапана 12 В, 4 реле 3,3В - 12 В, 7-дюймовый сенсорный экран для управления системой, а также микроконтроллер Raspberry Pi 3 или 4. Это оборудование обеспечивает функционирование системы и управление ее компонентами. Задачи программы разработанное программное обеспечение способно измерять массовый расход каждого открытого клапана, осуществлять калибровку системы и контролировать подачу воды в соответствии с установленными параметрами. Время открытия клапанов определяется по формулам, учитывающим время открытия и массовый расход воды [7].

Реализация данного проекта позволяет эффективно управлять растениями в домашних условиях, обеспечивая необходимый уровень

полива и удовлетворяя требованиям современного образа жизни. Полученные результаты представляют собой успешную инженерную разработку системы, готовой к практическому использованию в различных условиях.

Заключение данного исследования отражает значимость разработки инновационной системы автоматизированного полива растений, адаптированной к современным потребностям жизни и сфере сельского хозяйства. Процесс разработки этой системы ориентирован на создание универсального и интеллектуального решения, способного эффективно управлять поливом растений в различных условиях. Использование микроконтроллера Raspberry Pi, электромагнитных клапанов и манометра для калибровки обеспечивает гибкость и функциональность системы, позволяя ей успешно адаптироваться к различным типам растений и окружающей среде.

Разработанная система демонстрирует свою эффективность через способность регулировать полив с учетом потребностей различных видов растений, обеспечивая им оптимальные условия для здоровья и роста. Это существенно как для домашних условий, где система облегчает уход за растениями в отсутствие пользователей, так и для сельскохозяйственных предприятий, где она может быть масштабирована для оптимизации полива на больших площадях.

Кроме того, успешная реализация этого проекта открывает новые перспективы для будущих исследований в области сельского хозяйства и умного домашнего хозяйства. Возможны улучшения функциональности системы и ее интеграция с другими умными технологиями для обеспечения наилучшего ухода за растениями в разнообразных условиях.

Таким образом, данное исследование подчеркивает важность создания инновационных технологий для облегчения быта и раскрывает потенциал "умных" систем для сельского хозяйства, способных

оптимизировать уход за растениями, повышая их качество и урожайность.

Исходя из проведенного исследования, можно сделать несколько **ключевых выводов:**

1. **Техническая реализация:** Проектирование системы автоматизированного полива растений на базе микроконтроллера Raspberry Pi с использованием электромагнитных клапанов и манометра для калибровки обеспечивает создание гибкой и функциональной системы, способной контролировать полив различных видов растений в домашних условиях.

2. **Эффективность использования:** Разработанная система позволяет эффективно управлять режимом полива, учитывая потребности и особенности каждого вида растений, что является важным аспектом для обеспечения их здоровья и роста.

3. **Практическое применение:** Проект имеет потенциал для широкого практического использования в домашнем хозяйстве, обеспечивая удобство ухода за растениями при отсутствии постоянного присутствия пользователей.

4. **Возможности для расширения:** Гибкость и масштабируемость системы позволяют рассматривать ее применение не только в домашних условиях, но и на промышленных аграрных площадях, что открывает новые перспективы для развития данного проекта.

5. **Перспективы для дальнейших исследований:** Данное исследование поднимает важные аспекты развития умных систем для сельского хозяйства и домашнего ухода за растениями, предоставляя базу для дальнейших исследований и разработок в этой области.

Таким образом, результаты данного исследования подтверждают перспективность разработки и использования систем автоматизированного полива растений, что имеет значение как для повседневного ухода за растениями в домашних условиях, так и для применения в аграрной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умный дом: управление системой полива / г. Санкт-Петербург/ 27.03.2023// <https://dom-automation.ru/umnyj-dom/articles/umnyj-dom-upravlenie-sistemoj-poliva.html>
2. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737>
3. Система автоматического полива / г. Краснодар / 23.02.2017// <https://avtcom.ru/sistema-avtomaticheskogo-poliva/>
4. Истомина Е.Е, Программа производства и применения полива растений/ г. Иркутск / 05.07.2018
5. Shihley's mechanical engineering desing, by Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett.: Учебник, 2008 – 1092 с.: ил.
6. Ranald V. Giles Schaum's Outline of Fluid Mechanics and Hydraulics: Учебник, 1962 – 281 с.: ил.
7. Еремин А. Л. Информационная и цифровая гигиена : учебное пособие для вузов / А. Л. Еремин. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 92 с. : ил. — Текст : непосредственный.

REFERENCES

1. Umnyj dom: upravlenie sistemoj poliva / g. Sankt-Peterburg/ 27.03.2023// <https://dom-automation.ru/umnyj-dom/articles/umnyj-dom-upravlenie-sistemoj-poliva.html>
2. Lucenko E.V. Intellektual'nye informacionnye sistemy: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti 351400 "Prikladnaja informatika (po otrasljam)". – Krasnodar: KubGAU. 2004. – 633 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737>
3. Sistema avtomaticheskogo poliva / g. Krasnodar / 23.02.2017// <https://avtcom.ru/sistema-avtomaticheskogo-poliva/>
4. Istomina E.E, Programma proizvodstva i primenenija poliva rastenij/ g. Irkutsk / 05.07.2018
5. Shihley's mechanical engineering desing, by Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett.: Uchebnik, 2008 – 1092 s.: il.
6. Ranald V. Giles Schaum's Outline of Fluid Mechanics and Hydraulics: Uchebnik, 1962 – 281 s.: il.
7. Eremin A. L. Informacionnaja i cifrovaja gigiena : uchebnoe posobie dlja vuzov / A. L. Eremin. — Sankt-Peterburg : Lan', 2023. — 92 s. : il. — Tekst : neposredstvennyj.