

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 27.04.04 – Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Подход к поиску эффективных параметров полива и система автоматического регулирования полива комнатных растений

УДК 681.52:631.347:635.914

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	И Цзяньфэн		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Лулева Е.Е.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Скаковская Н.В.	К.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н. А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Пушкарев М.И.	К.Т.Н.		
Руководитель ОАР	Леонов С.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Профессиональные
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами.
P2	Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с разработкой технических систем управления с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения.
P7	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий партнеров
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 27.04.04 – Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Пушкарев М.И.
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8AM71	И Цзяньфэн

Тема работы:

Подход к поиску эффективных параметров полива и система автоматического регулирования полива комнатных растений

Утверждена приказом директора (дата, номер) №1160/с от 14.02.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования являются процессы автоматизированного полива комнатными растениями и методы идентификации эффективных параметров полива растений. Система АРПКР позволяет обеспечивать полив для поддержания влажности почвы в определенном диапазоне, в котором растения живёт комфортно, а также система может получить данный диапазон после автоматического обучения. Кроме этого, система также обеспечивает экономичное решение в случае длительного отсутствия человека. Также в качестве исходных данных к работе используется:

	<ul style="list-style-type: none"> – Документация по работе с программируемыми микроконтроллером Arduino UNO; – Документация к используемым компонентам при проектировании системы.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ существующих подход к поливу комнатных растений. – Подход к поиску эффективных параметров полива комнатных растений. – Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений. – Проектирование и разработка программной части системы. – Тестирование системы на комнатных растениях.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	презентация в формате *.pptx на 17 слайдах

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Основная часть	Доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н. Лунёва Е.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.ф.н. Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП, Алексеев Н. А.
Английский язык	Доцент ОИЯ ШБИП, к.п.н. Сидоренко Т.В.

Названия разделы, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Анализ существующих подход к поливу комнатных растений

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Лунёва Е.Е.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	И Цзяньфэн		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 27.04.04 – Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования – магистрант
Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения
выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.05.2019	Основная часть	75
15.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
22.05.2019	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Лунёва Е.Е.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Пушкарев М.И.	к.т.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8AM71	И Цзяньфэн

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	27.04.04 Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты 400 руб.; амортизация компьютерной техники 2129 руб.; затраты на оплату труда руководителя и магистра 188079 руб.; затраты на социальные отчисления 56424 руб.
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Данная НИР проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют.
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Специальное научное оборудование 648022,5 руб.; согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению. На основании п. 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году, вводится пониженная ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 27,1% от фонда оплаты труда.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Предпроектный анализ	1.Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, анализ конкурентных решений.
2.Планирование управления научно-техническим проектом	2.Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика.
3.Составление бюджета научно-исследованного проекта	3.Определение бюджета научно-исследованного проекта
4.Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности научно-исследованного проекта и потенциальных рисков	4.Оценка сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. Календарный план работ и оценка времени их выполнения	
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности научно-исследованного проекта	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП.	Скаковская Н.В.	к. ф. н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	И Цзяньфэн		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8AM71	И Цзяньфэн

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	27.04.04 Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Подход к поиску эффективных параметров полива и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	1. Специальные правовые нормы трудового законодательства; 2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Вредные факторы: 1. Отклонения показателей микроклимата; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровня шума; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; Опасные факторы: 1. Электрический ток 2. Опасность возникновения пожара
3. Экологическая безопасность	Источники выбросов в атмосферу; Образование сточных вод и отходов. Мероприятия по снижению вредного воздействия на ОС.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Вероятные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения и меры по их предупреждению.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н. А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	И Цзяньфэн		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 131 страницы, 36 рисунков, 22 таблиц, 34 источников, 2 приложение.

Ключевые слова: система АРПКР, микроконтроллерная плата Arduino UNO, мобильное приложение «Система управления полива», Xamarin for Visual Studio.

Объектом исследования являются процессы автоматизированного полива комнатными растениями и методы идентификации эффективных параметров полива растений.

Целью работы является разработка подхода к поиску эффективных параметров полива и системы автоматического регулирования полива комнатных растений.

В ходе исследования были изучены технологии автоматического полива и характеристики различных датчиков, измеряющие параметры жизни растений. Кроме того, была изучена разработка мобильного приложения с использованием среды разработки Xamarin for Visual Studio.

В результате исследования выполнена разработка подхода к поиску эффективных параметров полива и системы АРПКР. Система делится на две части: аппаратную и программную, созданную на основе микроконтроллерной платы Arduino UNO. Система АРПКР позволяет обеспечивать полив для поддержания влажности почвы в определенном диапазоне, в котором растения живёт комфортно, а также система может получить данный диапазон после автоматического обучения. Кроме этого, система также обеспечивает экономичное решение в случае длительного отсутствия человека.

Результаты работы могут быть применены на отделении автоматизации и робототехники как для ухода за растениями отделения, так и в учебном процессе в рамках изучения специальных курсов по направлению 27.04.04 Управление в технических системах.

Экономическая эффективность и значимость работы, себестоимость исследуемой системы представлена в главе финансовый менеджмент,

ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Выявлены основные опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть в процессе работы разработаны меры по снижению воздействий системы на экологию, что представлено в главе социальная ответственность.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

Определения и обозначения

МП – микроконтроллерная плата.

АРПКР – автоматического регулирования полива комнатных растений.

Оглавление

Введение.....	14
1 Анализ существующих подходов к поливу комнатных растений.....	16
1.1 Система «умный дом» и обзор устройств и их ключевых элементов, автоматизирующих выполнение домашней работы.....	16
1.2 Обзор научных работ и систем полива комнатных растений.....	20
1.3 Анализ факторов, влияющих на полив растения и обзор существующих методик полива растений.....	24
1.4 Цель и задачи работы.....	28
2 Подход к поиску эффективных параметров полива комнатных растений.....	30
2.1 Описание параметров, которые необходимо учитывать при поливе комнатных растений и ограничений, которое накладывает устройства для измерения этих параметров.....	30
2.2 Описание подхода к поиску эффективных параметров полива комнатного растения с учетом различных ситуаций.....	32
3 Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений.....	37
3.1 Проектирование и разработка аппаратной части системы АРПКР	37
3.2 Проектирование и разработка программной части системы.....	48
3.2.1 Программная часть системы АРПКР.....	48
3.2.2 Разработка мобильного приложения.....	60
3.3 Тестирование системы автоматического регулирования полива комнатных растений.....	68
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	73
4.1 Предпроектный анализ.....	73
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	73

4.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	75
4.1.3	SWOT-анализ	76
4.2	Календарный план работ и оценка времени их выполнения	77
4.3	Бюджет научно-технического исследования	81
4.3.1	Расчет материальных затрат на выполнение проекта.....	81
4.3.2	Амортизация компьютерной техники	82
4.3.3	Затраты на заработную плату	82
4.3.4	Затраты на социальные нужды.....	83
4.3.5	Прочие затраты	83
4.3.6	Накладные расходы	83
4.3.7	Смета затрат на материалы для реализации проекта.....	84
4.4	Вывод	84
5	Социальная ответственность	86
5.1	Анализ вредных факторов рабочего помещения.....	87
5.1.1	Отклонения показателей микроклимата рабочей зоны	87
5.1.2	Электромагнитные излучения	88
5.1.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	90
5.1.4	Шум на рабочем месте	92
5.2	Анализ опасных факторов производственной среды.....	93
5.2.1	Электробезопасность.....	93
5.3	Экологическая безопасность	94
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях.....	95
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	

Заключение	100
Conclusion.....	102
Список использованных источников	103
Приложение А	107
Приложение Б.....	118

Введение

Комнатные растения расставляют почти в каждой комнате, чтобы создать комфортное пространство жизни и работы для человека. Но люди, которые обычно заняты работой, не имеют достаточно времени и энергии, для своевременного и точно дозированного полива. При поливе растений без учета таких факторов как материал горшка, состав грунта, вид растения, текущая влажность грунта и т.д. возникает опасность излишнего полива или недостаточного полива комнатных растений. Это в свою очередь, может стать началом болезни растений (таких как гниение корней, пожелтение листьев и т.п.) и даже гибели растений. Таким образом, нужно иметь определенный навык для учета перечисленных факторов при выборе оптимального времени полива, а также объема воды для полива определенного комнатного растения. Также своевременный полив затруднителен во время длительного отсутствия человека в доме, например, при командировках и путешествиях.

Для того, чтобы снизить зависимость от знаний и умений человека и обеспечить растению своевременный эффективный полив необходимо разработать подход к поливу комнатных растений, учитывающий ключевые факторы, влияющие на выбор времени полива, а также фактор отсутствия человека дома продолжительное время.

Данная работа посвящена разработке подхода к поиску эффективных параметров полива и системы автоматического регулирования полива комнатных растений, позволяющей обеспечивать полив растений в соответствии с заданными параметрами, и обеспечивать экономичное решение полива растений в случае длительного отсутствия человека, а также обучаться «оптимальному» поливу.

В ходе выполнения данной работы выполнено проектирование и разработка экспериментального образца, включающего аппаратную и программную части системы полива с использованием микроконтроллерной платы Arduino UNO, среды разработки Arduino IDE. Кроме этого, разработано

мобильное приложение для управления системы полива с использованием среды разработки Xamarin for MS Visual Studio.

1 Анализ существующих подход к поливу комнатных растений

1.1 Система «умный дом» и обзор устройств и их ключевых элементов, автоматизирующих выполнение домашней работы

Умный дом – это система домашних устройств, способных выполнять работу по дому и решать определённые повседневные задачи без участия человека. Системы, выполняющие домашнюю работу автоматически, рассматриваются как частный случай концепции интернет-вещей, и включает доступные к управлению через интернет домашние устройства, в то время как интернет вещей включает любые связанные через интернет устройства в принципе [1].

Наиболее распространённые примеры автоматических действий в «умном доме» – автоматическое включение и выключение света, автоматическая коррекция работы отопительной системы или кондиционера и автоматическое уведомление о вторжении посторонних лиц в дом, возгорании или протечке воды. При этом, устройства, автоматически выполняющие работу по дому, должны представлять собой гибкие системы, которые пользователь конструирует и настраивает самостоятельно в зависимости от собственных потребностей.

В настоящее время на рынке представлено разнообразное оборудование для системы умный дом, типовыми элементами которого представлены ниже [2]:

- контроллер умного дома (главный и дискретные модуляторы ввода-вывода);
- модули расширения и связи (коммутаторы, роутеры, GPS/GPRS модули);
- элементы коммутации электрической цепи (реле, диммеры, блоки питания);
- измерительные приборы, датчики и сенсоры (движения, температуры, света и др.);
- элементы управления системой (пульта, сенсорные панели, КПК, планшеты);

- исполнительные механизмы (клапаны воды, вентиляции, газа, ролеты и т. д.).

Центральной частью умного дома являются микроконтроллеры. Список наиболее популярных моделей представлен ниже [3]:

- МП Arduino UNO;
- МП Iskra Neo;
- МП Strela;
- STM32 Nucleo F401RE;
- Teensy 3.2;
- Netduino 2.

Исходя из исследования контроллеров, можно отметить, что МП Arduino UNO в настоящее время является самым популярным контроллером на рынке. Преимущества МП Arduino UNO представлены ниже [4]:

- открытый код программы. Кодирование программы может расширяться на платформе C++.

- простая и удобная среда программирования. Оболочка программы является легкой в применении для начинающих программистов, однако имеет достаточную гибкость для работы профессионалов. Она наиболее удобна для среды обучения студентов, которым легко будет разобраться в работе этой платформы.

- приемлемая цена.

- подробная документация, уроков и готовых библиотек, огромное сообщество.

Таким образом, контроллер Arduino UNO является лучшим выбором. Дополнительная информация о контроллере Arduino UNO представлена в разделе 3.1.

Можно отметить, что сегодня потребители ожидают от систем, составляющих умный дом, возможностей управления ими через смартфон или планшет. Таким образом, расширенный функционал для настройки и управления устройствами выведен в программное приложение, которое устанавливается в

большинстве случаев на смартфон. Под смартфоном понимается мобильный телефон, дополненный функциональностью карманного персонального компьютера. В то же время минимальный функционал содержит само умное устройство (одна из систем «умный дом»), часто это только функции включения и отключения устройства.

Для управления устройствами через смартфон в помещении обычно используется локальный Wi-Fi роутер, установленный в помещении и модули Wi-Fi и Bluetooth, встроенные в смартфон. Для того, чтобы управлять устройствами на удалении используются следующие варианты: Bluetooth-шлюз и ZigBee-шлюз [5]. Принцип работы Bluetooth-шлюза аналогичен ZigBee-шлюзу, устройство с модулем Bluetooth подключается к одному из устройств, которое имеет одновременно 2 беспроводных интерфейса, по блютузу держит связь с устройством, а по Wi-Fi обменивается данными с облаком. Пример схемы дистанционного управления устройствами через смартфон приведена на рисунке 1 [6].

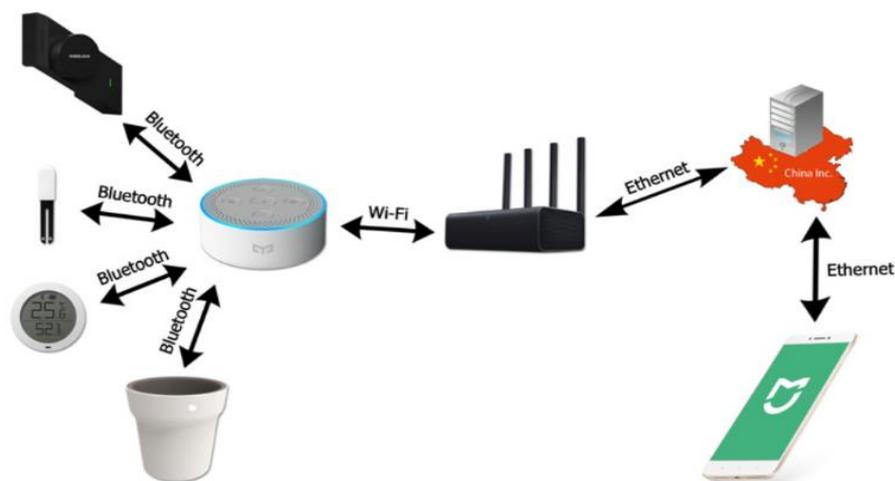


Рисунок 1 – Схема дистанционного управления устройствами через смартфон

Среди популярных устройств составляющих системы умного дома можно выделить:

- робот-пылесос;
- умная лампочка;
- умный очиститель воздуха;

- умный увлажнитель воздуха;
- умный очиститель воды и т.д.

Различные устройства умного дома приведены на рисунке 2 [7].



Рисунок 2 – Различные устройства умного дома

Обзор литературы [8], посвященный системам умного дома позволил выявить ведущих изготовителей таких систем. В таблице 1 перечислены ведущие бренды разрабатывающие устройства для умного дома в настоящее время.

Таблица 1 - Ведущие бренды разрабатывающие устройства для умного дома

Место	Наименование	Характеристика в рейтинге
1	Rubetek	Лучший выбор готовых комплектов для создания умного дома
2	Apple	Лучшее сочетание стильного дизайна и надежности. Русскоязычный голосовой помощник.
3	Amazon	Самая перспективная система по версии Forbes. Вариативность и универсальность.
4	Google	Универсальность. Совместимость со многими устройствами других брендов.
5	REDMOND	Самый обширный выбор умных устройств с управлением через единое приложение.
6	Xiaomi	Самые доступные цены и хорошее качество. Разнообразие.
7	Ajax Systems	Эффективная система безопасности с поправкой на питомцев. Отзывчивый сервис.
8	TP-Link	2-в-1: усилитель Wi-Fi и умная розетка. Поворотные ночные камеры по разумной цене.
9	GAL	Стартовый комплект "Умный дом" по лучшей цене. Простота и подробные инструкции.
10	Ростелеком	Популярный отечественный бренд. Акции и скидки на официальном сайте.

Таким образом, разработка интеллектуальных устройств стала тенденцией времени. Кроме системы умного дома, интеллектуальные роботы и интеллектуальные автомобили также являются направлением исследований и разработок многих технологических компаний.

1.2 Обзор научных работ и систем полива комнатных растений

На протяжении около 5000 лет люди выращивают комнатные растения и украшают ими свои дома и место работы [9]. Для того, чтобы растение не погибло в первую очередь необходимо обеспечить его своевременный полив. В ходе выполнения настоящей работы был проведен обзор существующих на рынке полива растений. Основные системы полива растений представлены таблице 2.

Таблица 2 – Существующие системы полива и их функций

Название систем	Цена систем	Функциональные характеристики	Производитель
Набор для автоматического микро-капельного полива Green Apple "GWDK20-071" [10]	2859 Р	Постепенный и равномерный капельный полив предотвращает эрозию и переувлажнение почвы и способствует здоровому и быстрому росту растений. Полив достигается с помощью таймера подачи воды: частота включения от 1 мин до 1 недели, длительность полива от 1 мин до 2 часов.	Тайвань
Контроллер управления поливом Hunter Eco-Logic-401i-E, на 4 зоны [11]	4589 Р	Пульты управления поливом Hunter серии Eco-Logic – это надежное, экономичное решение для управления поливом небольших участков. Данные контроллеры отличаются легким кнопочным программированием и возможностью быстрой проверки работы системы. Имеют две независимые программы с четырьмя временами запуска в каждой, 365-дневный календарь, сезонную корректировку, совместимость с датчиками погоды, и энергонезависимую память. Eco-Logic ELC-401i-E управляет четырьмя зонами полива. Особенности: времена запусков в программе: 4; максимальное время работы зоны полива: 4 часа; программируемая задержка полива: 1 – 7 дней; программа диагностики для быстрой проверки системы.	Китай

Продолжение таблицы 2 – Существующие системы полива и их функций

<p>Комплект микро-капельного полива "Gardena", базовый таймером [12]</p>	<p>9691 Р</p>	<p>Комплект микрокапельного полива "Gardena" предназначен для микрокапельного полива, который может применяться в различных целях. Комплект может использоваться для 7 горшечных растений и 3 цветочных ящиков. Таймер автоматического полива EasyControl обеспечивает полностью автоматический полив. Предусмотрена возможность включения в систему дополнительных элементов. В готовый к использованию базовый комплект входят все основные компоненты системы микрокапельного полива Micro-Drip-System, необходимые для простого полива различных растений.</p>	<p>Германия</p>
<p>Gardena Комплект автоматического полива арт. 01266 (с емкостью 9 л) [13]</p>	<p>8763 Р</p>	<p>Комплект полива Gardena позволяет автоматически поливать до 36 горшечных растений. Точный дозирующий полив обеспечивает наличие распределителей с тремя режимами расхода воды. Герметичный трансформатор устанавливается как внутри, так и вне помещения. Автоматический комплект полива не требует программирования, сразу готов к использованию. Особенности: в комплект также входят распределители с тремя режимами расхода воды, которые обеспечивают полив с учетом конкретных требований; он также является очень надежным и универсальным прибором, который полностью герметичен; комплект для полива очень легкий в использовании и не требует программирования. Емкость: 9 л; автоматический полив: 36 горшечных растений. <i>Расход воды:</i> Светло-серый распределитель: 15 мл/мин; Серый распределитель: 30 мл/мин; Темно-серый распределитель: 60 мл/мин.</p>	<p>Германия</p>
<p>Rain Bird RZXe 4 i - контроллер внутренний, 4 зоны / WiFi для автоматического полива [14]</p>	<p>6329 Р</p>	<p>Особенности: модель для установки внутри помещения; время запуска: 6 на каждую зону на один день; время работы установки от 1 минуты до 199 минут, увеличение по одной минуте; ручной запуск одной или всех зон полива; внешний сетевой трансформатор (включен в комплект); цепь управления главным клапаном/запуска насоса; возможность подключения WiFi-модуля.</p>	<p>США</p>

Как видно из таблицы 2, не существует универсальной системы полива растений, и большинство систем только позволяют обеспечивать полив по таймеру, в этом случае полив, не зависит от окружающей среды (влажности почвы, температуры и влажности воздуха и интенсивности света) и времени дня.

Такой подход повышает зависимость состояния растения от знаний человека в области ухода за комнатными растениями из-за необходимости подобрать оптимальный режим полива. Также при использовании устройств такого типа делает необходимым корректировать время полива в зависимости от температуры в комнате, а также времени года.

Далее представлен обзор существующих в России разработок, направленных на полив комнатных растений, отраженных в публикациях, а также в патентах на изобретение, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Публикации и патенты на изобретение разработок, направленных на полив комнатных растений

Название	Описание	Автор	Индекс
Разработка системы автоматизированного полива и поверхностного увлажнения декоративных экзотических комнатных растений [15]	Статья посвящена разработке системы автоматизированного полива и поверхностного увлажнения декоративных экзотических комнатных растений.	Т.В. Котлубовская, А.В. Голосов	УДК 681.518.52:635.91
Моделирование работы системы автоматизированного полива и поверхностного увлажнения декоративных экзотических комнатных растений в программной среде .net framework [16]	Статья посвящена моделированию работы системы автоматизированного полива и поверхностного увлажнения декоративных экзотических комнатных растений в программной среде .NET Framework.	Т. В. Котлубовская	УДК 004.432:681.518.52:635.91

Продолжение таблицы 3 – Публикации и патенты на изобретение разработок, направленных на полив комнатных растений

<p>Устройство для внутрпочвенного полива комнатных растений [17]</p>	<p>Полезная модель относится к области садоводства, более конкретно, к устройствам для внутрпочвенного полива растений и может найти применение при разведении и выращивании цветов и овощей в горшках в условиях закрытых помещений. Решаемой задачей является создание сравнительно простого и эффективного устройства для полива комнатных растений, обладающего способностью длительного внутрпочвенного полива этих растений в автоматическом режиме при одновременной аэрации корневой системы со стороны дренажного слоя. Дополнительно к этому решается задача уменьшения площади, необходимой для размещения устройства, снижение уровня травм корневой системы и улучшение внешнего вида изделия.</p>	<p>Дубенок Николай Николаевич, Евграфов Алексей Владимирович</p>	<p>RU 66657 U1</p>
<p>Способ автоматического полива растительных плантаций [18]</p>	<p>Изобретение относится к области полива растений в закрытом грунте и может быть использовано для полива комнатных растений. При осуществлении способа автоматического полива предварительно накапливают воду в емкости. Устанавливают горшок с растением на плечо рычага. На другом плече рычага размещают направляющий клапан. Клапан перекрывает трубку подачи воды из емкости. После полива сравнивают вес емкости, из которой подавалась вода, с весом соседней емкости. Производят полив второго растения из соседней емкости. Полив из соседней емкости осуществляют пропорционально весу второго растения с горшком или пропорционально площади поливаемой поверхности</p>	<p>Круковский Леонид Ефимович, Аверьянова Вероника Викторовна, Родоманова Юлия Сергеевна</p>	<p>RU 2671 109 C1</p>

Опираясь материалы, представленные в работах и патентах, можно сказать, что тема является актуальной, и в настоящее время ведутся работы по разработке таких систем. Однако, больший интерес вызывает полив полей и растений, выращиваемых в открытом или закрытом грунте в промышленных масштабах, таким образом и больше работ ориентировано именно на эту задачу. Также часть работ использует подход к поливу по таймеру. Можно отметить, что экспериментальные образцы и модельные образцы устройств для полива основаны платформе Arduino, что подтверждает рациональность выбора данной платформы при разработке собственной системы полива.

1.3 Анализ факторов, влияющих на полив растения и обзор существующих методик полива растений

Комнатные растения нуждаются в регулярном потреблении воды так же, как и все живые существа на нашей планете. Недостаток или наоборот – избыток влаги в цветочном горшке с субстратом может привести к увяданию цветка, пожелтению или появлению пятен на листьях, усыханию и опадению листьев, поражению вредителями или болезнями [19].

Основная методика полива комнатного растения заключается в определении оптимального состояния грунта для данного растения и насыщения влагой грунта в зависимости от потребностей растения. При этом существуют рекомендации поливать растение рано утром, и если это невозможно, то также можно вечером.

Сложность полива растения заключается в необходимости учета многих факторов при оценке необходимости полива растения.

Факторы, которые следует учитывать при поливе растений, приведены ниже [19]:

1) Посуда для полива комнатных растений:

– *лейка с длинным носиком*. Практичный инвентарь - длинный носик легко можно направить сквозь густую крону, под нижние листья или прямо под корневую розетку, чтобы не капнуть водой на нежные листья цветка;

– *колба*. Специальное приспособление с вытянутым наконечником и шаровидной емкостью-контейнером для воды. Такой инвентарь здорово сможет выручить, когда вам нужно надолго уехать. Достаточно наполнить емкость водой и воткнуть носик колбы в почву, которая будет постепенно насыщаться влагой по мере высыхания;

– *пульверизатор для опрыскивания (опрыскиватель)*. С помощью опрыскивания водой из пульверизатора можно обеспечивать дополнительное поступление влаги через верхние части растения. Этот метод поможет вам сохранить декоративные качества растения в летнюю жару или во время отопительного сезона, когда уровень влажности в комнате очень низкий;

– *поддон с водой*. Отличный способ дополнительного увлажнения грунта в горшке, если в комнате слишком сухой воздух. Желательно цветочный горшок ставить не прямо в воду, а на влажный керамзит или на гальку в поддоне.

2) Вода для полива комнатных растений:

– *дождевая, речная, прудовая вода*. Растения хорошо реагируют на полив мягкой водой из естественных природных источников. Но необходимо продезинфицировать воду, добавить несколько кусочков древесного угля;

– *водопроводная вода*. Хлорированная водопроводная вода с малорастворимыми солями кальция очень жесткая. Обязательно надо отстаивать эту воду не менее 24 часов перед поливом цветов, а остатки с самого дна выливайте. Поливать растения водой комнатной температуры или чуть теплой.

3) Влаголюбивая степень комнатных растений:

- *растения с большими и широкими листьями* поливают чаще;
- *луковичные виды* надо поливать умеренно и реже, так как переувлажнение может привести к загниванию корневой системы;
- *суккулентные виды*, которые легко переносят длительные перерывы между поливами.

4) Способы полива комнатных растений:

– *верхний полив*. Для полива цветка сверху желательно использовать специальную посуду с длинным носиком (лейку, колбу). Желательно направлять

носик поближе к стеблю, чтобы вода не попадала на листья. Если у растения развитая листовая розетка, старайтесь направлять струю воды под неё, чтобы вода не застаивалась. Поливайте растение равномерно, небольшими порциями, чтобы вода не застаивалась на верхнем слое почвы. Всю стекающую в поддон воду выливайте. Это универсальный способ полива комнатных видов. Недостаток этого способа - быстро вымываются полезные вещества ил субстрата. Поэтому не забывайте вовремя подкармливать растения.

– *нижний полив*. Некоторые виды декоративно-лиственных растений теряют свою привлекательность, если на листья попадают капли воды (появляются желтоватые или черные пятна, листовая пластинка деформируется). Поэтому водой для полива наполняют поддон. В течение 30-40 минут субстрат увлажняется до верхнего слоя и всю лишнюю воду из поддона надо слить. Недостаток этого способа - минеральные соли не вымываются на оборот - надолго задерживаются в почве. Если на поверхности почвы появилась известковая корочка, то аккуратно удалите её вместе с верхним слоем, добавив свежий субстрат.

– *погружение горшка в воду*. Очень хороший метод увлажнения, позволяющий почве полностью пропитаться водой. Опустите горшок с цветком в ёмкость с водой так, чтобы вода не затекала в субстрат через края горшка. Вода быстро пропитает все слои субстрата через дренажные отверстия. Затем разместите горшок на решетке, чтобы вся лишняя вода свободно стекала вниз. Не желательно использовать этот способ увлажнения в период цветения растения, когда перемещение горшка может вызвать опадение бутонов и лепестков.

Частота поливов зависит от разных факторов: разновидность растения, возраст и размер растения, микроклимат в комнате, время года (сезон покоя или вегетации), а также материал, из которого сделан горшок (керамический, пластиковый, стеклянный).

1) Растения поливать больше:

– Растения, находящиеся с стадии роста;

- Растения с большим количеством листьев;
 - Растения с крупными широкими листьям, испаряющие много влаги;
 - Цветущие растения (кроме тех, что цветут в период покоя, например, орхидеи);
 - Взрослые растения с мощной корневой системой;
 - Если в горшке хороший дренаж и большие дренажные отверстия;
 - Растения в глиняных горшках;
 - В помещениях с сухим теплым воздухом зимой;
 - Если летом стоит сухая, жаркая погода.
- 2) Растения поливать меньше:
- Растения, находящиеся в период покоя;
 - Растения с небольшим количеством листьев;
 - Растения с сочными мясистыми листьями, стеблями, луковицами;
 - Растения с небольшой корневой системой, особенно если корни растения пострадали от вредителей, болезней или вследствие не правильного ухода;
 - Если в горшке нет дренажных отверстий;
 - Растения в непористой посуде;
 - Растения, находящиеся в прохладном или влажном помещении;
 - Если летом стоит дождливая пасмурная погода.

Анализируя вышеуказанные факторы, можно сказать, что их учет принимают во внимание для того, чтобы визуальнo оценить текущую влажность почвы и оценить необходимость полива растений, а также приблизительно определить объем воды, требуемый для полива.

При поливе растений без учета хотя бы части вышеуказанных факторов возникает опасность излишнего полива или недостаточного полива комнатных растений. Это в свою очередь, может стать началом болезни растений (таких как гниение корней, пожелтение листьев и т.п.) и даже гибели растений. Таким образом, нужно иметь определенный навык для учета перечисленных факторов

при выборе оптимального времени полива, а также объема полива определенного комнатного растения. Также своевременный полив затруднителен во время длительного отсутствия человека в доме, например, при командировках и путешествиях.

Для того, чтобы снизить зависимость от знаний и умений человека и обеспечить растению своевременный эффективный полив необходимо разработать подход к поливу комнатных растений учитывающий ключевые факторы, влияющие на выбор времени полива, а также фактор отсутствия человека дома продолжительное время.

1.4 Цель и задачи работы

Исходя из проведенного анализа существующих методик, устройств, факторов влияющих на полив комнатных растений, проведенных выше, можно сформулировать цель и задачи данной работы следующим образом.

Целью данной работы является разработка подхода к поиску эффективных параметров полива и системы автоматического регулирования полива комнатных растений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести исследования в области идентификации эффективных параметров полива и разработать соответствующий подход.
- 2) Выбрать необходимые для функционирования системы датчики и устройства, изучить их возможности и получить знания в области их программирования с помощью среды Arduino IDE;
- 3) Создать и протестировать аппаратную часть системы АРПКР;
- 4) Разработать программную часть микропроцессора Arduino для системы АРПКР;
- 5) Разработать мобильное приложение для управления системы АРПКР с помощью IDE Xamarin;

6) Создать интерфейс между микропроцессором Arduino UNO и мобильном приложением с помощью WiFi-модуля, реализовать передачи данных;

7) Провести комплексное тестирование системы АРПКР и отработать алгоритм орошения и обучения на реальных комнатных растениях.

2 Подход к поиску эффективных параметров полива комнатных растений

2.1 Описание параметров, которые необходимо учитывать при поливе комнатных растений и ограничений, которое накладывает устройства для измерения этих параметров

Опираясь на проведенный анализ, можно назвать параметры, которые следует учитывать при поливе комнатного растения. Во-первых, необходимо знать в каком годичном цикле находится растение. Выделяют три основных состояния растения или цикла в зависимости от времени года [20]:

- Период покоя – обычно это осенний и зимний период с коротким световым днем, и более низкой температурой. Для определения периода спячки можно ориентироваться на календарь, а также на показатели температуры и освещенности. Следует также учитывать, что освещение может быть искусственным и человек может по определенным причинам вводить или выводить растение в спячку или в режим спячки.

- Активный период – нормальное состояние растения. В этот момент растение активно растет, наращивает листву, и может готовиться к цветению.

- Период цветения-плодоношения. В зависимости от вида комнатного растения, его владельца может интересовать либо только период цветения из-за декоративных качеств растения, либо также период зрения плодов, если комнатным растением является лимон, апельсин, карликовый гранат и т.п.

Также растения можно классифицировать на три больше группы в зависимости от потребности влаги [21]:

- сухолюбивые – растения, которые приспособлены к существованию в засушливой местности. К таковым относятся пырей, песколюб, а также кактусы, в том числе и комнатные.

- мезофиты – растения, которые предпочитают среднюю влажность. К таковым относятся практически все широко известные растения, в том числе и те, которые чаще всего выращиваются в садах и огородах.

– влаголюбивые – растения – живущие на сильно увлажненных почвах. К ним относятся многие виды папоротников, чаровница, болотный подмаренник и т.д.

Кроме этого, можно выделить дополнительные параметры, косвенно влияющие на необходимость частого или более редкого полива. К таким параметрам можно отнести материал горшка т.е. пластиковый он или глиняный, характеристики дренажа, а также состав самого грунта влияет на показатели влажности и специально оценивать все эти параметры не требуется.

Наиболее важным вопросом является наличие ресурса, т.е. воды для полива. В условиях, когда человек бывает в доме, квартире утром и вечером, проблема своевременного пополнения воды решается посредством информирования и напоминания о необходимости — это сделать. Наибольшим образом, растения страдают в период длительного отсутствия человека. Промышленные системы полива часто напрямую позволяют соединиться с источником воды, однако в условиях квартиры, дома – используются ограниченные, автономные емкости воды, размер которых составляет 3-9 литров [13]. В зависимости от потребностей растения необходимо эффективно распределять воду, имеющуюся в емкости на период отсутствия человека. При этом можно использовать более обильный, но редкий полив, либо регулярный, но более скудный полив [22].

Несмотря на то, что сегодня существуют подробные справочники и литература за уходом за многими растениями в условиях дома, такие показатели как нижняя и верхняя граница влажности почвы, практически отсутствуют в такой литературе. Также владельцы таких растений по различным косвенным параметрам могут хорошо ухаживать за растением и не знать количественных параметров влажности. В этом случае необходимо использовать знания владельцев растения для идентификации оптимальных параметров полива растений.

2.2 Описание подхода к поиску эффективных параметров полива комнатного растения с учетом различных ситуаций

Опираясь на проведенный анализ параметров и ограничений, которые могут возникнуть при использовании ресурсов для полива, предлагается следующий подход, обеспечивающий поиск и мониторинг эффективных параметров полива с учетом существующих ограничений.

Введем следующие обозначения: пусть $H \in [H_{min}, H_{max}]$ – диапазон значений влажности почвы, при котором растение чувствует себя наиболее благоприятно. То есть, полив растения рационально осуществлять при достижении минимального порога влажности и насыщать почву водой до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное значение влажности. При этом, в зависимости от сезонного цикла растения, наличия дома или длительного отсутствия человека дома или в квартире, а также от того является ли растение влаголюбивым или сухолюбивым, границы H , в общем случае могут варьироваться. Более формально, значение минимального и максимального значений влажности является значением функции $f(\theta) \rightarrow R^2$, где $\theta = (P_1, P_2, P_3)^T$ – вектор от параметров P_1 – текущий годовой цикл растения, данный параметр является категориальным и набор категорий составляет множество $C = \{‘\text{период покоя}’, ‘\text{активный период}’, ‘\text{период цветения}’, ‘\text{период плодоношения}’\}$, $P_2 \in B$ – бинарный признак, которые принимает значение 1 при необходимости экономить воду для полива из-за длительного отсутствия человека в доме, квартире или помещении, где располагается комнатное растение и 0 в противном случае, P_3 – параметр, также представляющий категориальный признак устойчивости растения к отсутствию воды, набор значений берется из множества $W = \{‘\text{влаголюбивое}’, ‘\text{мезофит}’, ‘\text{сухолюбивое}’\}$. Следует отметить, что представленные категории для параметров P_3 и P_1 могут в дальнейшем быть расширены.

Рассмотрим более параметр P_2 , который представляет собой функцию $g(b_1, b_2) \rightarrow B$, где $b_1 \in B$ и равно 1, если человек находится в длительной

поездке или длительно отсутствует, $b_2 \in B$ и равно 1, если имеются ограничения в воде для полива при длительном отсутствии человека т.е. $g(b_1, b_2) = b_1 \wedge b_2$. Функция принимает значение 1, тогда, когда требуется корректировка исходных параметров полива с учетом длительного отсутствия человека и при дефиците воды для полива.

Будем исходить из того случая, когда параметр H известен при каких-то определенных значениях параметров P_i , $i \in [1, 3]$. Тогда очевидно, что для конкретного вида растения, значения параметра P_3 задается один раз и больше не меняется. Также, если зафиксировать значение параметра P_2 , то изменение параметра P_1 может смещать исходно известные параметры влажности H для заданного значения. Или иными словами $f_k(\theta) = \mathbf{a}f_{k-1}(\theta) + \mathbf{c}$, где \mathbf{a} – вектор коэффициентов $(a_1, a_2)^T$, \mathbf{c} – вектор свободных членов $(c_1, c_2)^T$, а k – некоторое текущее состояние, $k-1$ состояние предшествующее текущему состоянию.

Аналогично при помощи линейной трансформации можно представить новые значения диапазона влажности H_k из предыдущих известных значений этого параметра H_{k-1} при изменении параметра P_2 и фиксировании значений параметров P_1 и P_3 .

Опираясь на определенные параметры, предлагаемый подход можно описать в виде блок-схемы, представленной на рисунке 3.

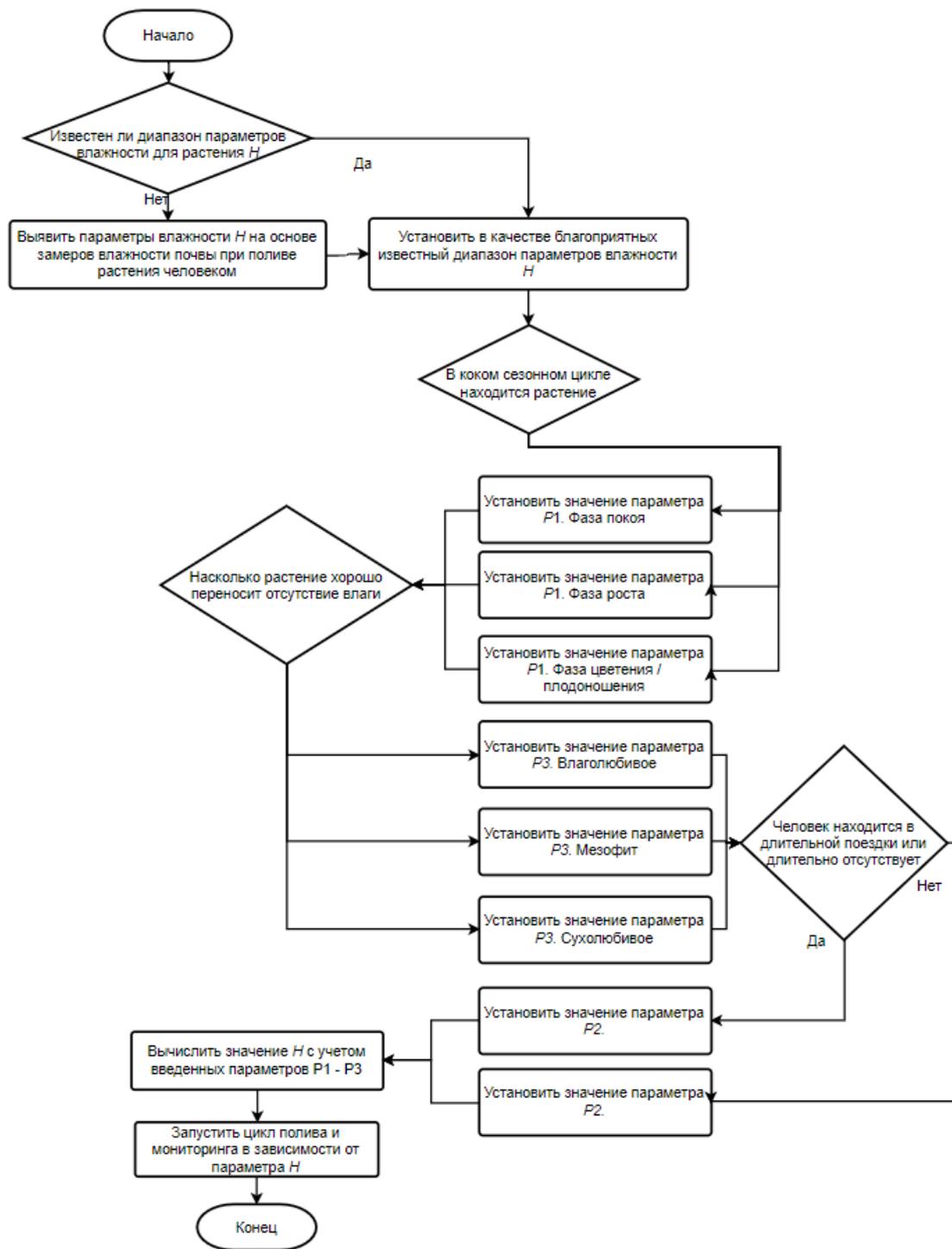


Рисунок 3 – Блок-схема подхода к поиску эффективных параметров полива комнатного растения с учетом различных ситуаций

Анализ литературы [23] [24] позволяет сказать, что в природной среде характерны значительная вариация объема выпадаемых осадков. При этом для умеренного климата такая вариация ниже, для тропического и влажного климата такие колебания могут превышать 60% от среднего значения. Таким образом,

небольшие отклонения в пределах до 25% не должны повлиять на жизнеспособность растения. Исходя из этих рассуждений были выбраны экспериментальные значения по умолчанию для получения новых диапазонов влажности при изменении параметров $P_i, i \in [1, 3]$. Эти данные сведены в таблицу 4. Следует отметить, что базовым (начальным) состоянием является следующее значение параметров: P_1 – активная фаза роста и $P_3 = 0$. Соответственно поправочные коэффициенты применяются к исходным данным для начального состояния.

Таблица 4 – Экспериментальные параметры $P_i, i \in [1, 3]$

Параметр	Значение параметра	Поправочный коэффициент для нижнего диапазона влажности	Поправочный коэффициент для верхнего диапазона влажности
P_1	Фаза покоя	0,8	1,15
	Активная фаза	1	1
	Фаза цветения-плодоношения	1,2	1,2
P_3	влаголюбивое	1,2	1,1
	мезофит	1	1
	сухлюбивое	0,9	0,75

Однако сам пользователь может задавать поправочные коэффициенты при смене сезонности.

Ниже будет рассмотрена более подробно методика подбор параметров полива при длительном отсутствии человека. Методика была разработана из предположения, что время отсутствия человека, выраженное в сутках, будет известно заранее. Исходя из этих параметров и нескольких последних замеров времени между поливами можно приблизительно рассчитать на какой срок хватит воды для полива. В случае если воды хватит на весь предполагаемый срок отсутствия человека, то полив можно осуществлять в обычном режиме. Если же расчёты показывают дефицит воды, то выбирается более скудная схема полива, которая позволит поливать растение регулярно, но меньшим объемом воды. На схеме рисунках 4 показана схема полива в режиме экономии воды.

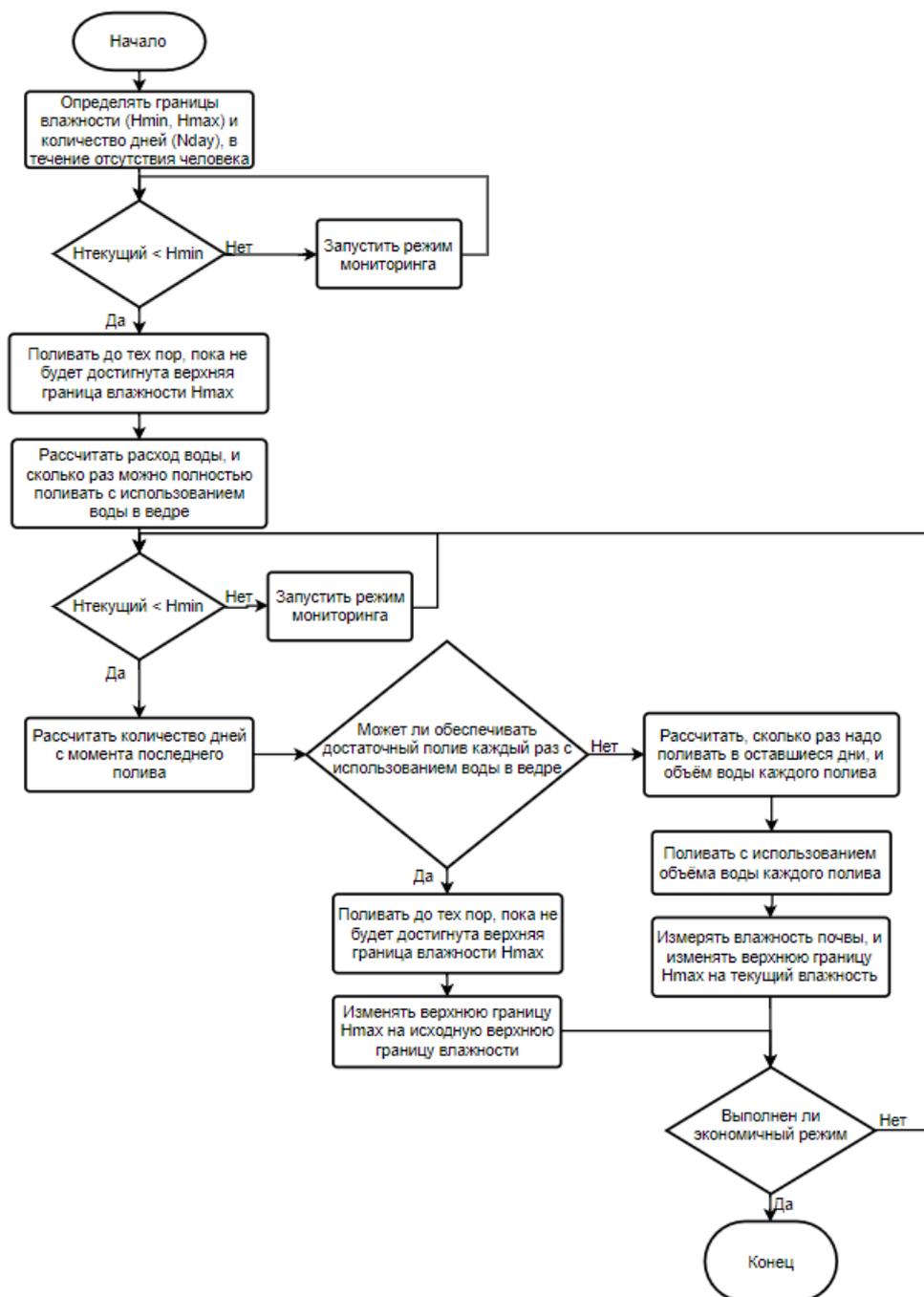


Рисунок 4 – Схема полива в режиме экономии воды

Таким образом, разработанный подход опираясь на параметры влажности почвы позволяет управлять поливом растения, которое может находится в различных сезонных циклах, иметь различную устойчивость к отсутствию воды, в условиях, когда человек может обеспечивать своевременное пополнение воды в емкости или при отсутствии такой возможности в течение некоторого продолжительного но ограниченного временного промежутка. На базе данного подхода далее будет описана разработка системы полива.

3 Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений

Данный раздел представляет собой описание важного этапа создания системы автоматического регулирования полива комнатных растений – ее проектирование и реализацию.

3.1 Проектирование и разработка аппаратной части системы АРПКР

В ходе проектирования системы были выбраны следующие датчики и компоненты, представленные на рисунках 5 – 12. Ниже приведен список выбранных датчиков и компонентов системы:

- микроконтроллерная плата Arduino UNO;
- датчик влажности почвы YL69;
- датчик влажности и температуры окружающей среды AM2301;
- микро водяной насос;
- WiFi модуль ESP8266;
- дисплей OLED 128x64;
- 5 кг тензодатчик и HX711 24 bit AD модуль;
- двухканальное реле.

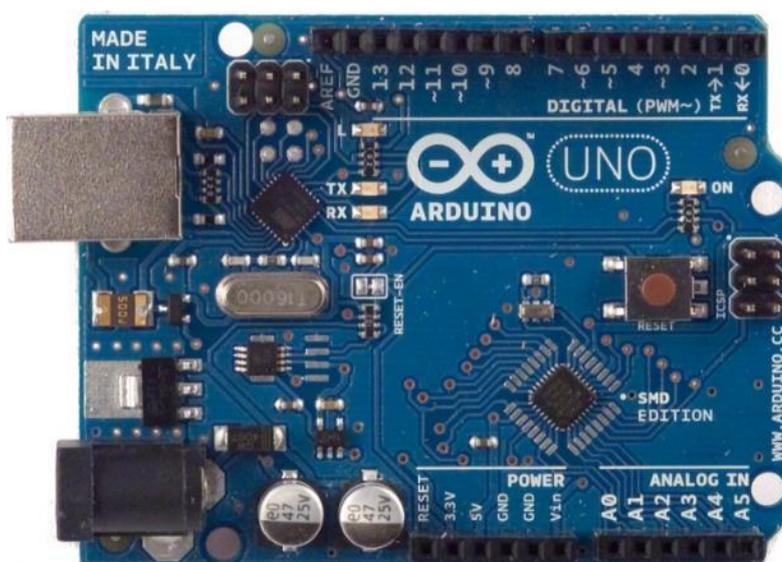


Рисунок 5 – Микроконтроллерная плата Arduino

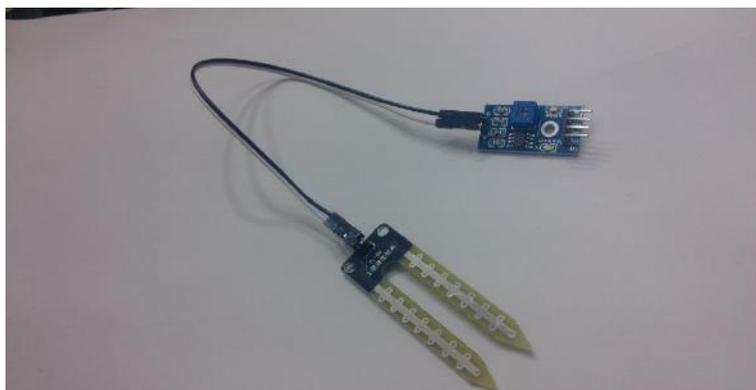


Рисунок 6 – Датчик влажности почвы YL69



Рисунок 7 – Датчик влажности и температуры окружающей среды AM2301



Рисунок 8 – Микро водяной насос

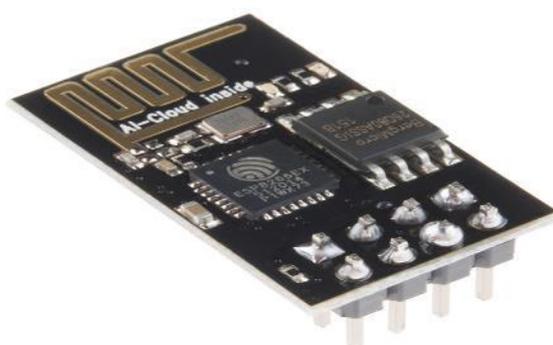


Рисунок 9 – WiFi модуль ESP8266



Рисунок 10 – Дисплей OLED 128x64

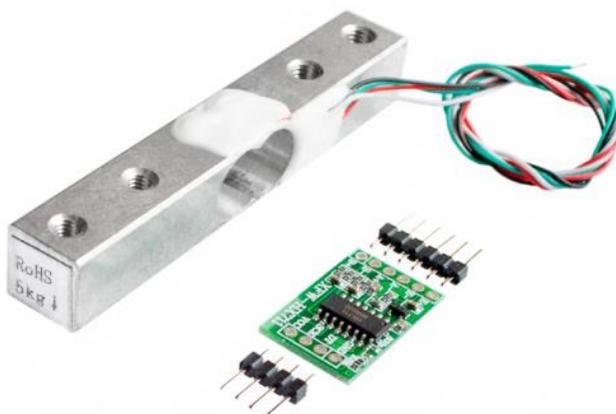


Рисунок 11 – 5 кг тензодатчик и HX711 24 bit AD модуль



Рисунок 12 – Двухканальное реле

Технические характеристики выбранных компонентов и датчиков представлены в таблице 5. Выбор данных компонентов и датчиков в основном учитывает функциональные характеристики, требуемых для системы полива комнатных растений.

Таблица 5 – Технические характеристики датчиков и компонентов

Датчики и компоненты	Технические характеристики
<p>Микро-контроллерная плата Arduino UNO</p>	<p>Arduino Uno контроллер построен на ATmega 328. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Микроконтроллер: ATmega328; - Рабочее напряжение: 5 В; - Входное напряжение (рекомендуемое): 7 - 12 В; - Входное напряжение (предельное): 6 - 20 В; - Цифровые Входы/Выходы: 14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ); - Аналоговые входы: 6; - Постоянный ток через вход/выход: 40 Ма; - Постоянный ток для вывода 3.3 В: 50 мА; - Флеш-память: 32 Кб (ATmega328) из которых 0.5 Кб используются для загрузчика; - ОЗУ: 2 Кб (ATmega 328); - EEPROM: 1 Кб (ATmega 328); - Тактовая частота: 16 МГц. <p>Каждый из 14 цифровых выводов Uno может, настроен как вход или выход, используя функции <code>pinMode ()</code>, <code>digitalWrite ()</code>, и <code>digitalRead ()</code>. Выводы работают при напряжении 5В. Каждый вывод имеет нагрузочный резистор 20-50 кОм и может пропускать до 40 мА. Некоторые выводы имеют особые функции: <i>Последовательная шина</i>: 0 (RX) и 1 (TX). Выводы используются для получения (RX) и передачи (TX) данных TTL. Данные выводы подключены к соответствующим выводам микросхемы последовательной шины ATmega8U2 USB-to-TTL.</p> <p><i>Внешнее прерывание</i>: 2 и 3. Данные выводы могут быть сконфигурированы на вызов прерывания либо на младшем значении, либо на переднем или заднем фронте, или при изменении значения. Подробная информация находится в описании функции <code>attachInterrupt ()</code>.</p> <p><i>ШИМ</i>: 3, 5, 6, 9, 10, и 11. Любой из выводов обеспечивает ШИМ с разрешением 8 бит при помощи функции <code>analogWrite ()</code>.</p> <p><i>SPI</i>: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Посредством данных выводов осуществляется связь SPI, для чего используется библиотека SPI.</p> <p><i>I2C</i>: 4 (SDA) и 5 (SCL). Посредством выводов осуществляется связь I2C (TWI), для создания которой используется библиотека Wire.</p> <p><i>AREF</i>. Опорное напряжение для аналоговых входов.</p> <p><i>Reset</i>. Низкий уровень сигнала на выводе перезагружает микроконтроллер.</p>

Продолжение таблицы 5 – Технические характеристики датчиков и компонентов

<p>Датчик влажности почвы YL69</p>	<p>Модуль состоит из двух частей: контактного щупа YL-69 и датчика YL-38, в комплекте идут провода для подключения. Между двумя электродами щупа YL-69 создается небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление велико и ток будет меньше. Если земля влажная — сопротивление меньше, ток — чуть больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности. Щуп YL-69 соединен с датчиком YL-38 по двум проводам. Кроме контактов соединения с щупом, датчик YL-38 имеет четыре контакта для подключения к контроллеру. Vcc – питание датчика; GND – земля; A0 – аналоговое значение; D0 – цифровое значение уровня влажности. - Напряжение питания: 3.3-5В; - Ток потребления 35 мА; - Выход: цифровой и аналоговый.</p>
<p>Датчик влажности и температуры воздуха AM2301 (DHT21)</p>	<p>3-проводное подключение; 1-wire интерфейс обмена данными; пониженное энергопотребление; не нужно никаких дополнительных компонентов; Высокая долговременная термостабильность, заводская калибровка; Цифровой выход; Передача сигнала на большое расстояние. Измерение температуры и влажности воздуха: - Напряжение питания: 5В; - Измерение влажности: 0 ~ 100 %RH; - Точность: ±2-5 %RH; - Разрядность: 0.1 %RH; - Температура: -40 ~ 80 °С; - Точность: ±0.5 °С; - Разрядность: 0.1 °С; - Частота опроса: 1 раза в 1-2 секунды.</p>
<p>Микро водяной насос</p>	<p>Напряжение 12 В когда: мощность 5 Вт/ч; Рабочее напряжение: DC6-12V; Рабочая мощность: 5 Вт/ч; Поток: 900 cc/min; Максимальное всасывание: 1.2 М.</p>

Продолжение таблицы 5 – Технические характеристики датчиков и компонентов

<p>WiFi модуль ESP8266</p>	<p>Пины WiFi модуля ESP8266: Vcc — питание, +3,3В (максимум 3,6В); GND — общий; TXD — передача данных (уровень 3,3В); RXD — приём данных (уровень 3,3В); CH_PD — выключение модуля (низкий уровень активный, для включения модуля следует подать Vcc); GPIO0 — 0 вывод общего назначения; GPIO2 — 2 вывод общего назначения; RST — сброс модуля (низкий уровень активный).</p> <ul style="list-style-type: none"> - поддержка Wi-Fi протоколов 802.11 b/g/n; - Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP; - встроенный стек TCP/IP; - встроенный TR переключатель, balun, LNA, усилитель мощности и соответствие сети; - встроенный PLL, регуляторы, и система управления питанием; - выходная мощность +20.5 дБм в режиме 802.11b; - поддержка диверсити антенн; - ток утечки в выключенном состоянии до 10 мкА; - SDIO 2.0, SPI, UART; - STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO; - MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4µs guard interval; - пробуждение и отправка пакетов за время до 22 мс; - потребление в режиме Standby до 1.0 мВт (DTIM3).
<p>Дисплей OLED 128x64</p>	<p>Технические характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрешение: 128×64 пикселей; - энергопотребление: 0.08 Вт; - рабочее напряжение: 3 - 5 в; - рабочая температура: -30 с - 70 °с; - интерфейс: i2c / IIC; - диагональ дисплея: 0,96" дюйма. <p>Всего у дисплея 4 пина – VCC, GND, SDA, SCL. VCC и GND подключаются к VCC и GND Arduino соответственно (чтобы перестраховаться, лучше питать дисплей от пина 3.3В – не на всех модулях стоят понижающие преобразователи), а линии данных находятся у каждой версии Arduino на разных пинах.</p>
<p>5 кг тензодатчик и HX711 24 bit AD модуль</p>	<p>Особенности: - два выбираемых дифференциальный вход каналы;</p> <ul style="list-style-type: none"> - On-chip активный низкий уровень шума pga с возможностью выбора коэффициента усиления 3264 и 128; - On-chip регулятор питания для нагрузки и аналогового источника питания ADC; - на чипе осциллятор, не требующий внешнего компонента с дополнительным внешним кристаллом; on-chip power-on-reset; - простое цифровое управление и последовательный интерфейс; - программирование с контактным управлением не требуется; - выбор 10sps или 80sps скорость передачи данных; - одновременное отклонение питания 50 и 60 Гц; - потребление тока, включая аналоговый регулятор питания на микросхемах: нормальная работа <1,5 мА power вниз <1µа; - рабочий диапазон напряжения: 2,6 ~ 5,5 в; - диапазон рабочих температур: -20 градусов ~ + 85 градусов. <p>Тип подключения: красный E+; черный для электронных сигарет; зеленого цвета, A +; переход от белого к A-.</p>

Продолжение таблицы 5 – Технические характеристики датчиков и компонентов

<p>Двухканальное реле</p>	<p>Технические параметры: - напряжение питания: 5; - потребляемый ток: 30 МА ... 40 МА; - сигнал включение: 0 в (низкий уровень); - оптическая изоляция: есть; - количество реле: 2 шт.; - тип реле: электромеханическое; - максимальный ток нагрузки: 10 а; - коммутируемое напряжение: 250vac, 30vdc; - габариты: 50.5мм x 32.5мм x 17м.</p> <p>Если вам нужна полная электрическая изоляция, подключите пин "Vcc" на реле к выводу +5В на Arduino, но не подключайтесь к выводу Gnd на Arduino. Уберите джампер Vcc to JD-Vcc. Подключите отдельное питание +5В (от другого источника питания) к выводу "JD-Vcc" и Gnd с платы — это даст питание для транзистора оптрона и обмотки реле.</p> <p>Если же вам достаточно изоляции реле, то можно просто запитать модуль от выводов Arduino +5В и Gnd и оставить джампер Vcc to JD-Vcc на своем месте.</p>
---------------------------	--

После выбора основных компонентов и датчиков, был спроектирован процесс полива растений для разрабатываемой системы. При этом система АРПКР обладает следующими функциональными характеристиками:

- режим обучения;
- режим полива;
- режим мониторинга;
- экономичный режим.

Данные функциональные характеристики могут быть показаны на структурной схеме системы АРПКР, представленной на рисунке 13. Исходя из которого, что система АРПКР разделена на две части: «Light» режим и обычный режим. «Light» режим предназначен для управления системой без смартфона. Система АРПКР в «Light» режиме может автоматически выполнять только три режима, а именно режим обучения, режим полива и режим мониторинга. В обычном режиме система АРПКР может выполнять все четыре режима. Режим обучения включает в себя сбор и анализ данных для получения оптимальных характеристик полива. Затем система АРПКР выполняет передачу этих характеристик полива мобильному приложению, показывающих пользователю. В режиме полива система АРПКР управляет водяным насосом для полива

комнатных растений по правилам, описанным ниже и опираясь на подход, представленный в главе 2. С момента запуска системы АРПКР режим мониторинга включается, и параметры окружающей среды растения отображаются в режиме реального времени на OLED-дисплее, а также могут быть переданы в приложение мобильного телефона. Экономичный режим можно включить, когда люди уезжают из дома.

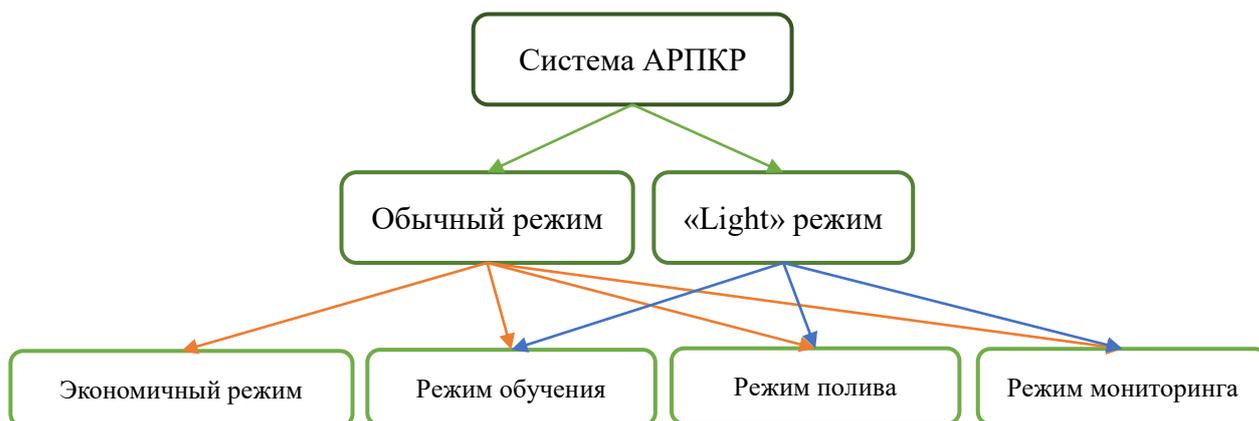


Рисунок 13 – Структурная схема проектируемой системы АРПКР

Если пользователем будет выбран «Light» режим, система может работать только в соответствии с первоначальными настройками. Когда система АРПКР начинает работать, режим обучения и режим мониторинга выполняются одновременно, и система выполняет сбор и анализ данных. Когда измеренная влажность почвы ниже нижней границы, а температура воздуха ниже +30 градусов, система начинает поливать растения. Данные о температуре используются только для того, чтобы идентифицировать утреннее и вечернее время, являющееся наиболее благоприятным для полива.

Если пользователем будет выбран обычный режим, то, для того чтобы определить, каким образом система переходит из одного режима в другой и функционирует в рамках каждого состояния, была разработана диаграмма состояний системы UML. Диаграмма состояний системы АРПКР представлена на рисунке 14. Исходя из рисунка 14, можно выделить следующие процессы работы системы АРПКР. Сначала система АРПКР находится в режиме ожидания, в ходе которого пользователь может задать исходные данные для работы системы.

Исходные данные разделены на три группы, которые соответствуют трем режимам системы: первую группу – данные о количестве дней обучения системы и периодичность сбора данных для обучения в течение дня; вторую группу – нижнюю и верхнюю границу влажности почвы для полива системы и свойства растения (фаза роста и влаголюбивость растения); третью группу – количество дней при отсутствии человека, и нижнюю и верхнюю границу влажности почвы для полива системы. После этого система АРПКР может выполнить переход либо в режим обучения, либо в режим полива, либо в экономичный режим. Конечно, система отслеживает состояние окружающей среды растений в режиме реального времени. Если будет выбран режим обучения, система выполнит сбор данных, проанализирует их и передаст результаты обучения в мобильное приложение. Если будет выбран режим полива, то система будет осуществлять полив растения, в зависимости от заданных свойств растения, заданных нижней и верхней границ влажности, а также времени дней или температуры воздуха. Если будет выбран экономичный режим, система начала распределять воду разумно.

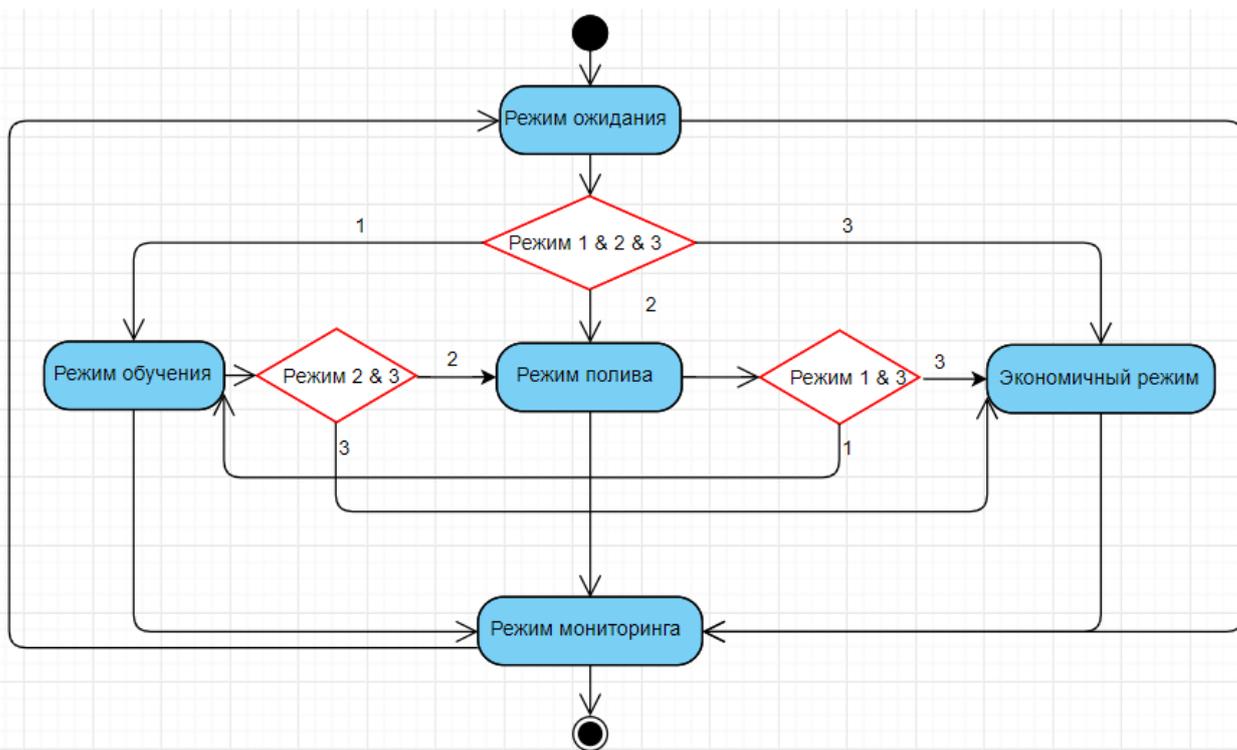


Рисунок 14 – Диаграмма состояний системы АРПКР

Функциональная схема системы АРПКР представлена на рисунке 15, на котором показывается принцип работы различных датчиков и компонентов системы.

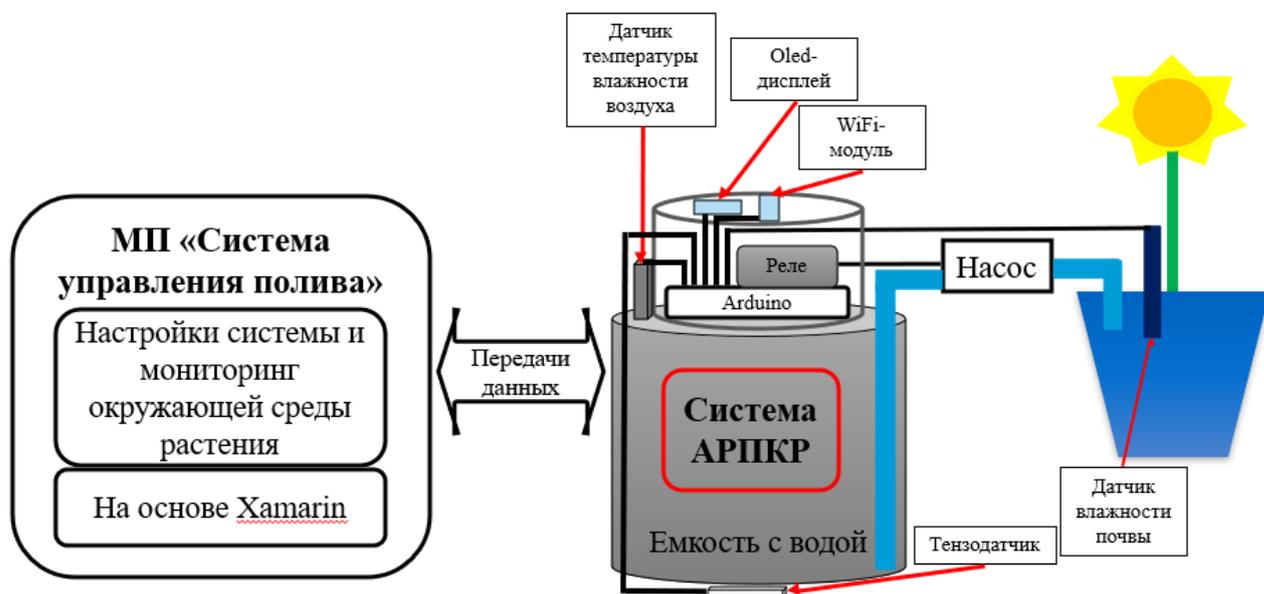


Рисунок 15 – Функциональная схема системы АРПКР

Натурная схема системы АРПКР представлена на рисунке 16, на котором обозначены различные датчики и микроконтроллерная плата.

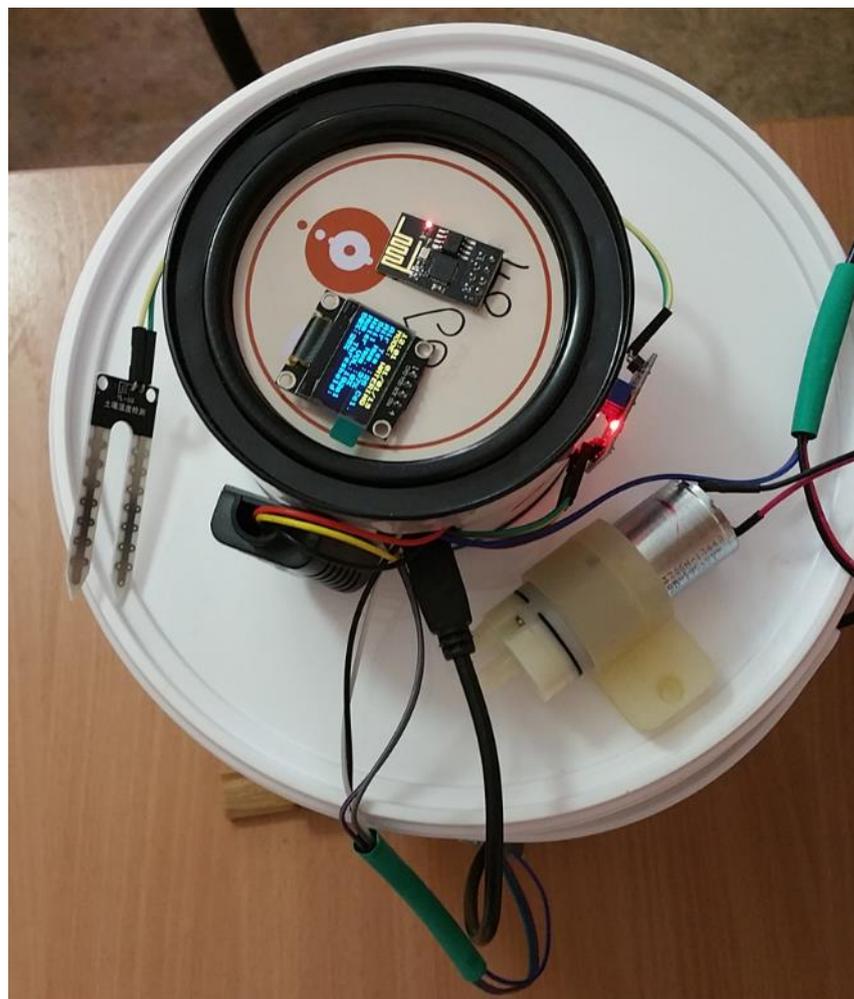


Рисунок 16 - Натурная схема системы АРПКР

Таким образом, в ходе разработки аппаратной части были получены следующие результаты:

- разработанная система позволяет отслеживать показатели окружающей среды растения (влажность почвы, влажность и температуру окружающей среды), и отображать их на OLED-дисплее в режиме реального времени;
- система позволяет поливать растения, в зависимости от заданных свойств растения, заданных нижней и верхней границ влажности, а также времени дня или температуры воздуха;
- система позволяет собирать данные (влажность почвы) и анализировать их для получения оптимальных границ;

- система позволяет выполнять передачи данных с мобильного приложения;
- система позволяет достичь оптимального распределения водных ресурсов в экономичном режиме.
- Однако аппаратная часть системы АРПКР имеет следующие недостатки:
 - Датчик температуры и влажности воздуха не должен намокать, а также МП Arduino UNO, реле и OLED-дисплей.

3.2 Проектирование и разработка программной части системы

Данный раздел разделен на две части: программную часть системы АРПКР и разработку мобильного приложения. Программная часть системы АРПКР разработана на МП Arduino UNO, которую выполняют с помощью среды разработки Arduino IDE. В ходе выполнения разработки программной части системы АРПКР был использован язык C++. Затем для разработки мобильного приложения, была применена среда разработки Xamarin. Самым большим преимуществом среды разработки Xamarin является то, что могут программировать на языке C#.

3.2.1 Программная часть системы АРПКР

В ходе выполнения разработки программной части системы АРПКР были использованы библиотеки для управления различных датчиков и компонентов, назначение и характеристики которых представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Назначения и характеристики используемых библиотек

Название библиотек	Назначения и характеристики
#include "dht.h"	Измерение влажности и температуры окружающей среды при использовании датчики влажности и температуры окружающей среды AM2301.
#include <TimeLib.h>	Синхронизации времени системы АРПКР с временем, полученным через приложение смартфона.
#include <U8x8lib.h>	Отображение текста на дисплее OLED 128×64.
#include <HX711_ADC.h>	Измерение веса воды при использовании тензодатчика.

Первый шаг: запуск системы АРПКР

Когда система АРПКР будет запущена, модуль Wi-Fi будет включен, и различные параметры будут измерены с помощью различных датчиков, а затем все данные будут отображены на дисплее OLED. Программы запуска системы АРПКР, выполненные с помощью среды разработки Arduino IDE, представлены на таблице 7.

Таблица 7 – Программы запуска системы АРПКР

Задачи	Написанные программы в Arduino IDE
Включение модуля Wi-Fi	<pre>mySerial.println("AT"); mySerial.println("AT+RST"); mySerial.println("AT+CIPMODE=0"); mySerial.println("AT+CWMODE=2"); mySerial.println("AT+CWSAP=\"ESP8266\", \"123456789\", 11, 0"); mySerial.println("AT+CIPMUX=1"); mySerial.println("AT+CIPSERVER=1, 8080");</pre>
Измерение различных параметров	<pre>float Ha = dht.readHumidity(); HA = (int) Ha; float Ta = dht.readTemperature(); TA = (int) Ta; SensorValue = analogRead(A0); double v1 = 100 - double (SensorValue/10.23); v = (int)v1; LoadCell.update(); V_all = LoadCell.getData();</pre>
Отображение данных на дисплее OLED	<pre>u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r); u8x8.setCursor(0, 1); if (mode == 0){u8x8.print("MODE: STANDBY"); } if (mode == 1){u8x8.print("MODE: TRAINING"); } if (mode == 2){u8x8.print("MODE: WATERING"); } if (mode == 4){u8x8.print("MODE: PASSING DATA"); } if (mode == 6){u8x8.print("MODE: SIMPLE"); } u8x8.setCursor(0, 2); u8x8.print("Air Tem."); u8x8.print(TA); u8x8.print(" Cel."); u8x8.setCursor(0, 3); u8x8.print("Air Hum."); u8x8.print(HA); u8x8.print("%"); u8x8.setCursor(0, 4); u8x8.print("Soil Hum."); u8x8.print(v); u8x8.print("%"); u8x8.setCursor(0, 5); u8x8.print("Water VOL."); u8x8.print(V_all); u8x8.print("ml"); u8x8.setCursor(0, 6); u8x8.print("Hum. Threshold."); u8x8.setCursor(0, 7); u8x8.print(thresholdUp); u8x8.print("%"); u8x8.print(thresholdDown); u8x8.print("%");</pre>

добиться передачи данных между системой АРПКР и мобильным приложением, модуль Wi-Fi установлен в режим точки доступа, и создан TCP

сервер с помощью AT команды. При разработке системы АРПКР были использованы датчик влажности почвы, датчик влажности и температуры воздуха, и тензодатчик. Используя эти датчики, были получены следующие параметры: влажность почвы, влажность и температуры воздуха, и вес (объём) воды для полива растения. А затем эти параметры, режим системы и границы для полива растения были отображены на дисплее OLED в режиме реального времени.

Второй шаг: выбор и работа режима системы АРПКР

Система АРПКР обычно работает в обычном режиме, может работать во всех режимах (режиме обучения, режиме полива, режиме мониторинга и экономичном режиме), и может управлять системой через мобильное приложение. Конечно, также был разработан лёгкий режим для людей, у которых нет смартфона. Если хотят выбрать лёгкий режим, просто нужно коротко замкнуть датчик влажности почвы. В легком режиме система АРПКР может выполнять только режим полива и режим обучения на основе необработанных данных.

После запуска системы АРПКР, система может получать данные из мобильного приложения. Ключевые фрагменты программного кода для получения данных из мобильного приложения и их назначения приведены в таблице 8:

Таблица 8 – Ключевые фрагменты программного кода для получения данных из мобильного приложения и их назначения

Фрагменты программного кода	Назначения
<code>String phinfo = mySerial.readString();</code>	Получение данных из мобильного приложения
<code>int A1 = phinfo.indexOf('@');</code>	Осуществляет поиск символа (@) или подстроки в строке (<i>phinfo</i>), индекс подстроки <i>val</i> в строке, или -1, если подстрока не найдена.
<code>String info = phinfo.substring(A1+1,phinfo.length());</code>	Получение подстроки из переменной типа String (<i>phinfo</i>). Начальный индекс включительно, но не включая символы начиная с индекса, заданного вторым параметром. Второй параметр указывает длину подстроки с помощью кода <i>length()</i> .

Используя данные ключевые фрагменты программного кода, система может отделять большие строки данных, полученных от мобильного приложения. Когда мобильное приложение устанавливает связь с системой АРПКР через модуль Wi-Fi, мобильное приложение может начать мониторинг системы и одновременно отправлять время до системы для синхронизации времени системы. А время системы будет отображено на дисплее OLED. Для синхронизации времени системы была использована библиотека `#include <TimeLib.h>`, и был написан код - `setTime(pctime);`.

Режим полива

В режиме полива реализованы следующие функциональные возможности:

- Текущая влажность почвы отображается в мобильном приложении;
- полив комнатных растений осуществляется с учетом заданных верхней и нижней границ влажности в соответствии со специальным алгоритмом орошения.

Процесс режима полива представлен на рисунке 17. Исходя из рисунка 17, можно выделить два состояния системы: мониторинг и полив. Система непрерывно измеряет параметры окружающей среды (влажность почвы, влажность и температуру воздуха) с помощью соответствующих датчиков и отображает их на дисплее OLED в режиме реального времени. Постепенно в состоянии мониторинга влажность почвы H уменьшится. Как только влажность почвы опустится к нижней заданной границе H_{min} , система АРПКР переходит в режим полива и начинает работать по разработанному алгоритму орошения. На рисунке 17 показано то, что полив осуществляется в несколько циклов. Каждый цикл длится небольшой период Δt и затем выполняется остановка на маленький период $\Delta t1$. Это необходимо для того, чтобы обеспечить постепенное впитывание воды в почву, а также для получения более точного показателя текущей влажности почвы.

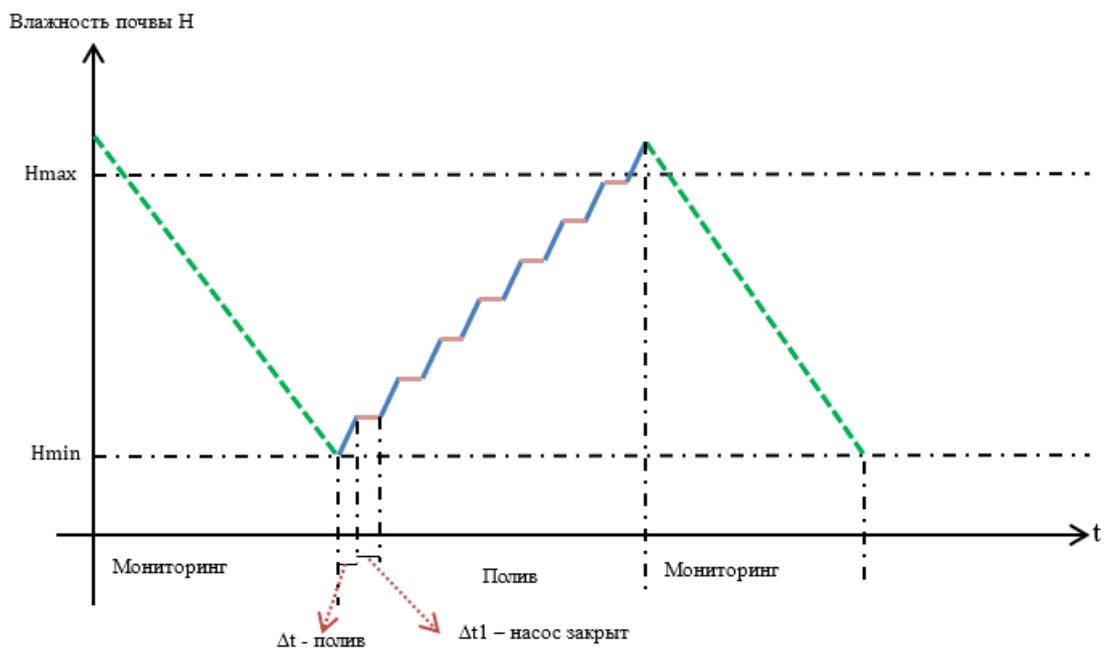


Рисунок 17 – Режим полива и мониторинга

На рисунке 18 представлена диаграмма деятельности режима полива. Для того чтобы поливать, нужно получить нижнюю и верхнюю границы влажности почвы и свойства растения (фаза роста и влаголюбивость растения). После этого нужно опросить датчики влажности почвы, влажности и температуры окружающей среды. Если объём воды для полива достаточен, а текущее время – утро или вечер, система АРПКР может осуществлять полив, в противном случае система сообщит пользователю, что воды для полива недостаточно, или подождать до следующего утра или вечера. Потом определять фазу роста растения: семени или зрелого растения. Если это семя, нужно держать почву влажной, но не надо поливать ее часто, поэтому увеличивается верхняя граница ($H_{max} * 1.15$) и уменьшается нижняя граница ($H_{min} * 0.8$). Если это зрелое растение, система продолжает определять влаголюбивость растения: влаголюбивого, или обычного, или сухолюбивого. Если растение влаголюбивое, верхняя и нижняя граница увеличивается ($H_{max} * 1.1$, $H_{min} * 1.2$). Если растение обычное, верхняя и нижняя граница не изменяется. Если растение сухолюбивое, верхняя и нижняя граница уменьшается ($H_{max} * 0.9$, $H_{min} * 0.75$). А затем если текущая влажность ($H_{текущий}$) меньше, чем нижняя граница влажности почвы (H_{Min}), выполнит переход в режим орошения. Когда текущая влажность больше, чем верхняя

граница, полив закончен и насос выключен, и система выполнит переход в режим мониторинга. Если текущая влажность (*Нтекущий*) больше, чем нижняя граница влажности почвы (*HMin*), система продолжает осуществлять мониторинг показателя окружающей среды растения.

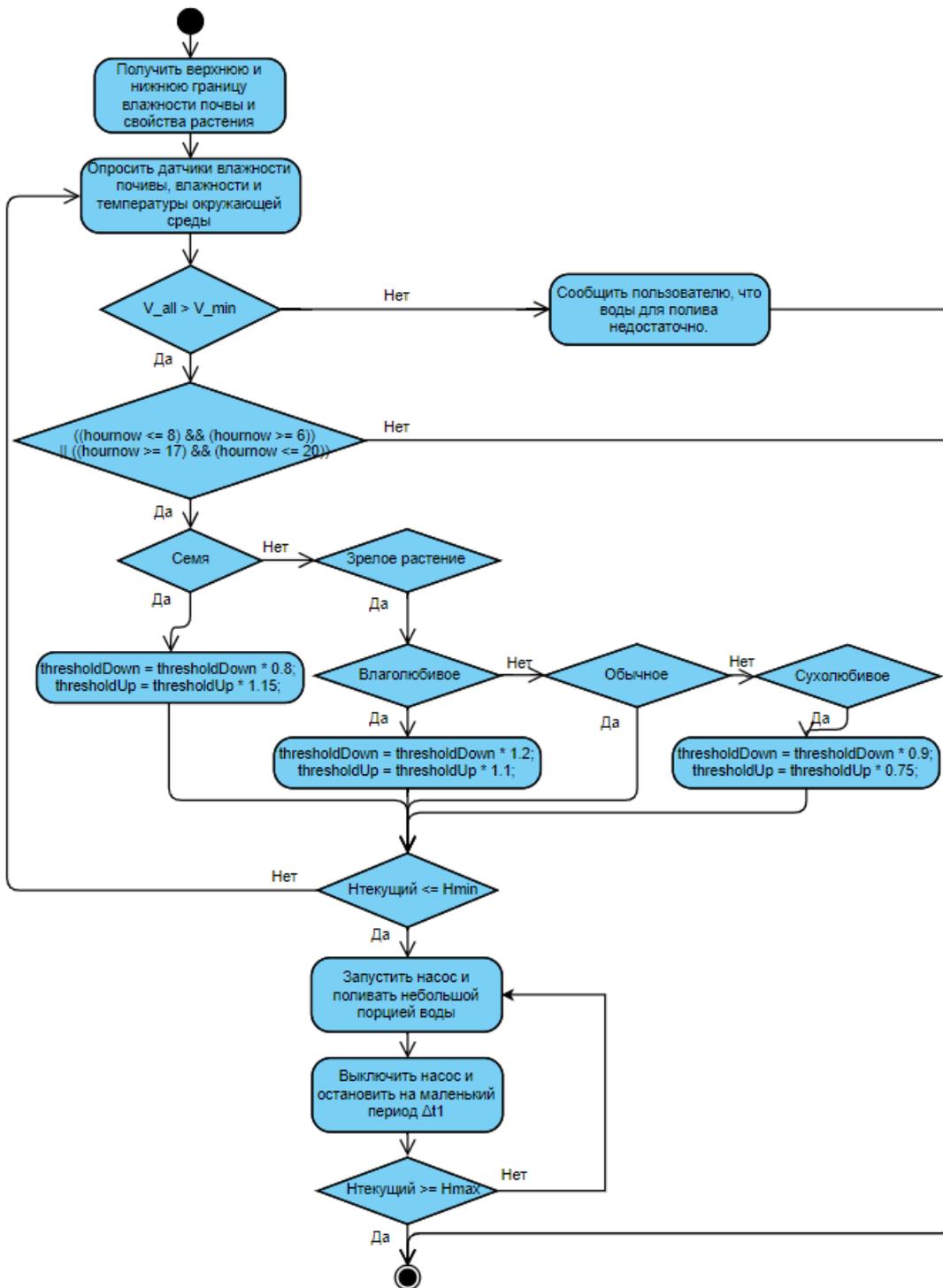


Рисунок 18 – Диаграмма деятельности режима полива и мониторинга

Для управления насосом требуется реле, так как Arduino UNO не может обеспечивать напряжение 12 В. Программные коды для включения и выключения насоса приведены ниже:

digitalWrite(pump,HIGH); - включение насоса;

digitalWrite(pump,LOW); - заключение насоса.

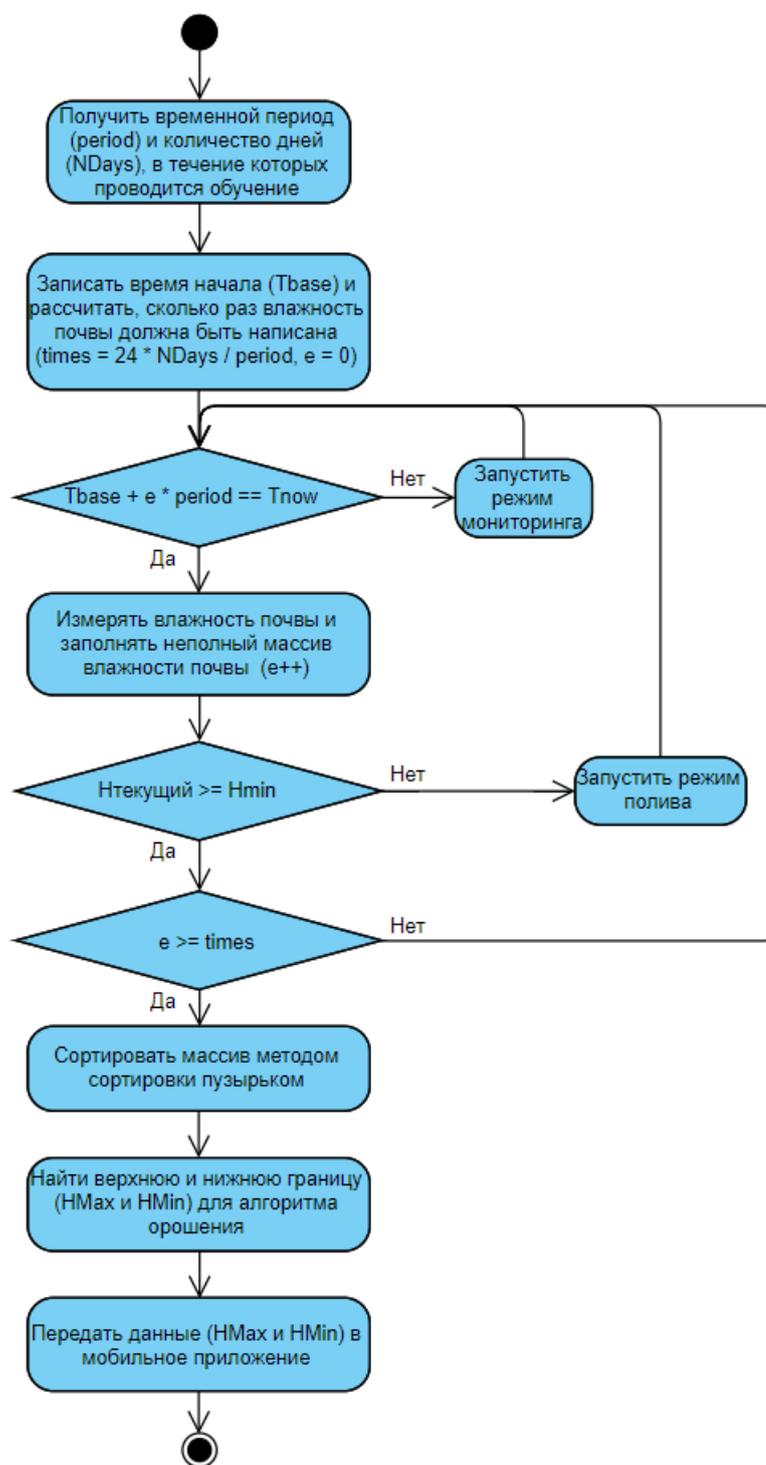
Режим обучения

В режиме обучения система АРПКР обучается поливу комнатного растения от человека. В ходе данного режима система проводит мониторинг параметра влажности почвы в течение некоторого длительного периода времени, заранее заданного пользователем. Затем система АРПКР анализирует полученные параметры и рассчитывает верхнюю и нижнюю границы влажности почвы для последующего автоматического полива.

В ходе режима обучения выполняется два основных действия:

- создание массива влажности почвы, который постепенно заполняется данными в процессе длительного по времени мониторинга;
- обработка заполненного массива влажности почвы с нахождением верхней границы (*Hmax*) и нижней границы (*Hmin*) влажности почвы для полива в режим полива.

На рисунке 19 представлена диаграмма деятельности режима обучения.



а) T_{now} – текущее время выраженное в часах

Рисунок 19 – Диаграмма деятельности режима обучения

На рисунке 20 представлен процесс измерения влажности почвы в режиме обучения.

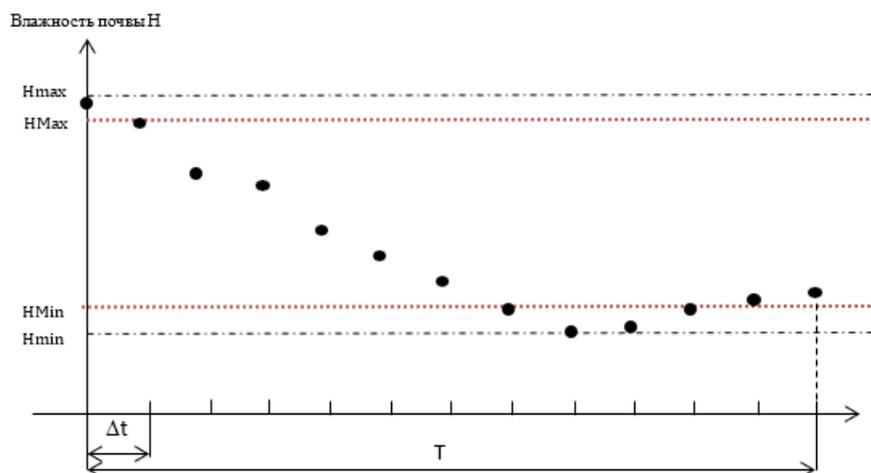


Рисунок 20 – График влажности почвы в режиме обучения

На рисунке 20 показано то, что измерение влажности почвы происходит через каждый временной период Δt . Каждая черная точка на графике рисунка 20 означает факт опроса датчика влажности почвы. При этом каждое полученное значение влажности почвы сохраняется в ранее созданном массиве влажности почвы. Основной программный код создания и заполнения массива влажности почвы представлен ниже:

`int *StudyData = new int[NDays*24/period];` – для создания нового массива;

`StudyData[daynum*(24/period)+i] = analogRead(A0)` – для заполнения

массива.

где `StudyData` – массив;

`NDays` – количество дней, в течение которых проводится обучение;

`period` – период мониторинга параметра влажности почвы в течение суток;

`daynum` – количество прошедших дней;

`i` – количество прошедшего периода, в котором выполнен мониторинг параметра влажности почвы;

`analogRead(A0)` – функция опроса датчика влажности почвы.

После заполнения массива влажности почвы, система АРПКР анализирует данные и находит максимальное и минимальное значение

влажности почвы. Для этого массив сортируется методом сортировки пузырьком.

Программный код алгоритма сортировки пузырьком представлен ниже:

```
void bubble (int* a, int n){
  for (int i=n-1; i>=0; i--){
    for (int j=0; j<i; j++){
      if (a[j] > a[j+1]){
        int tmp = a[j];
        a[j] = a[j+1];
        a[j+1] = tmp; } } }
```

Сортировка пузырьком позволяет легко найти максимальное значение (H_{max}) и минимальное значение (H_{min}) влажности почвы. Однако полученные максимальные и минимальные значения рассматриваются, как экстремальные и поэтому они не могут быть использованы как целевые параметры режима орошения.

Вместо экстремальных значений предлагается использовать верхнюю и нижнюю границы (H_{Max} и H_{Min}) влажности почвы, которые были выбраны в диапазоне экстремальных значений (H_{max} и H_{min}). А также верхняя граница (H_{Max}) определена первое значение, меньше чем максимальное значение (H_{max}) влажности почвы. То же самое, нижняя граница (H_{Min}) определена первое значение, больше чем минимальное значение (H_{min}) влажности почвы. Именно эти значения (H_{Max} и H_{Min}) предлагается в дальнейшем использовать в режиме полива для полива растения. Для получения этих значений, разработан следующий программный код, представленный ниже:

```
for (int j=0; j<count; j++){
  if (Hmin<arr[j]){
    HMin=arr[j];
    break; } }
for (int j=0; j<count; j++){
  if (Hmax<arr[j]){
    HMax=arr[j-1];
    break; } }
```

В результате выполнения режима обучения получены нижняя и верхняя границы влажности почвы для алгоритма орошения в течение определенного периода времени. Потом можно передать эти значения до мобильное приложение

и можно обработать эти значения на окне обработки данных в мобильном приложении «Управление поливом растений» в смартфоне, а также можно передать эти значения в режим полива. Для передачи данные от системы АРПКР с помощью Wi-Fi модуля, AT команды были использованы, и коды в Arduino IDE представлены ниже:

```
String data = String (Newmin) + "," + String (Newmax);  
int len = data.length(); - рассчитать длину данных;  
String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);  
mySerial.println(at); - отправлять AT команды;  
mySerial.println(data); - отправлять данные.
```

Экономичный режим

Экономичный режим – оптимальный план распределения воды, обеспечиваемый системой АРПКР, когда люди не могут заботиться о комнатных растениях. В экономичном режиме реализованы следующие функциональные возможности:

- если вода для полива достаточна в зависимости от верхней и нижней границы, распределение воды осуществляется по принципу обеспечения достаточной воды для растения;

- если прогнозируется дефицит воды в зависимости от верхней и нижней границы, распределение воды осуществляется по принципу обеспечения достаточных раз полива для растения.

На рисунке 21 представлен процесс экономичного режима. Исходя из рисунка 21, можно отметить, что система АРПКР может осуществлять два способа полива: полива по принципу обеспечения достаточной воды для растения, и полива по принципу обеспечения достаточных раз полива для растения.

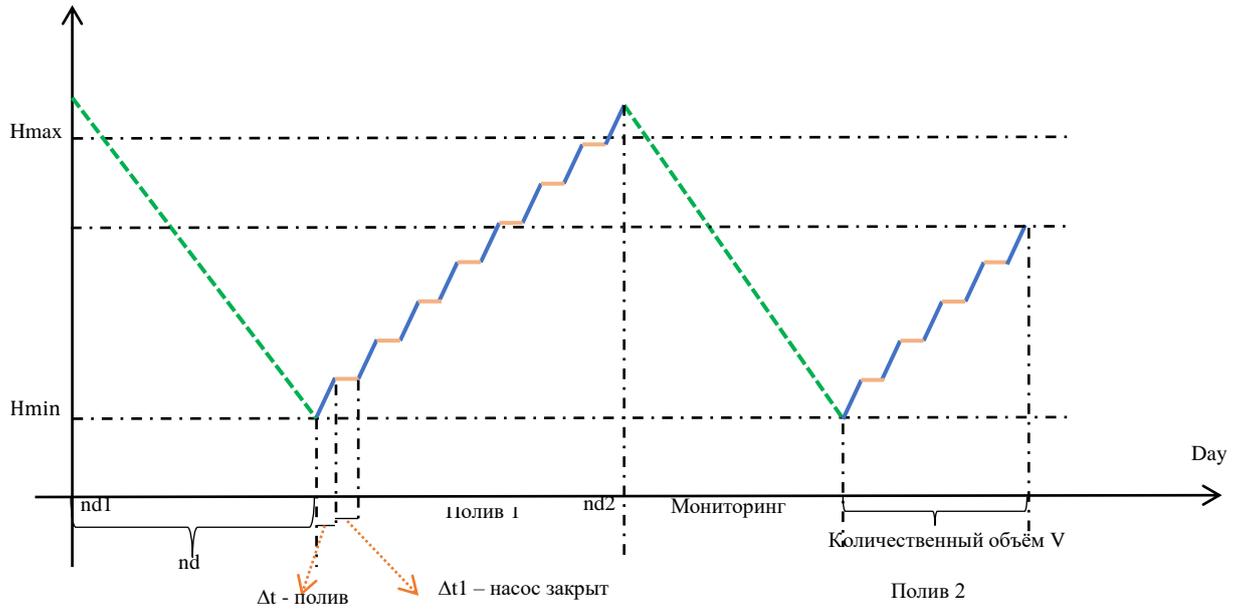
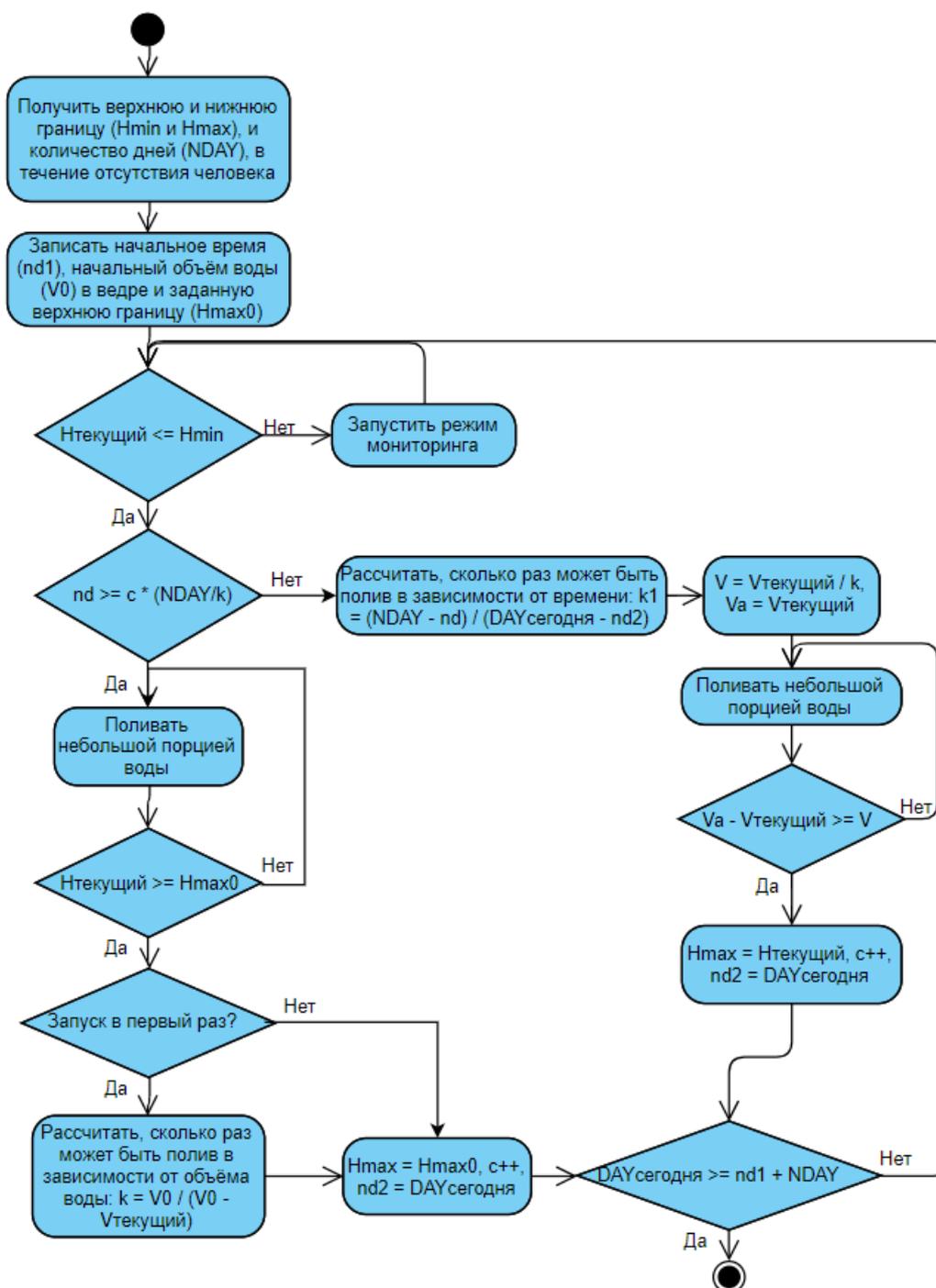


Рисунок 21 – Процесс экономичного режима

На рисунке 22 представлена диаграмма деятельности экономичного режима. В начале для установки экономичного режима система АРПКР нужна получить нижнюю и верхнюю границы влажности почвы (H_{min} и H_{max}), и количество дней (N_{DAY}), в течение которых люди не могут заботиться о растениях. После этого система запишет начальное время ($nd1$), заданную верхнюю границу (H_{max0}), и начальный объём воды в ведре, а также осуществляет мониторинг показателя окружающей среды растения. Первый полив осуществляется необходимо по принципу обеспечения достаточной воды. Потом подсчитан сколько раз (k) можно поливать, используя воду в ведре, исходя из объёма использованной воды первого полива. Со второго полива если вода для полива достаточна в зависимости от верхней и нижней границы, распределение воды осуществляется по принципу обеспечения достаточной воды для растения. Если прогнозируется дефицит воды, подсчитан сколько раз (k) можно поливать в зависимости от времени и объём воды для полива каждого раза. Потом система осуществляет полив в зависимости от объёма вода (V), и верхняя граница изменен на текущую влажность.



рисунке 22 – Диаграмма деятельности экономического режима

3.2.2 Разработка мобильного приложения

Данный раздел описывает разработку мобильного приложения «Система управления полива» для взаимодействия с системой АРПКР и для ее настройки. Мобильное приложение – это мост между пользователями и системой автоматического управления полива комнатных растений. Пользователи могут

использовать отличное мобильное приложение для мониторинга, регулирования, контролирования и получения информации в режиме реального времени.

На рисунке 23 приведены продажи смартфонов по всему миру (в миллионах единиц) [25]. Исходя из рисунка, можно отметить, что в 2018 году 99% мирового рынка смартфонов были заняты операционными системами (ОС) Android и IOS. А ОС Android составляла 85,869% мирового рынка смартфонов, а IOS – 14,096%. Таким образом, мобильное приложение было разработано для ОС Android.

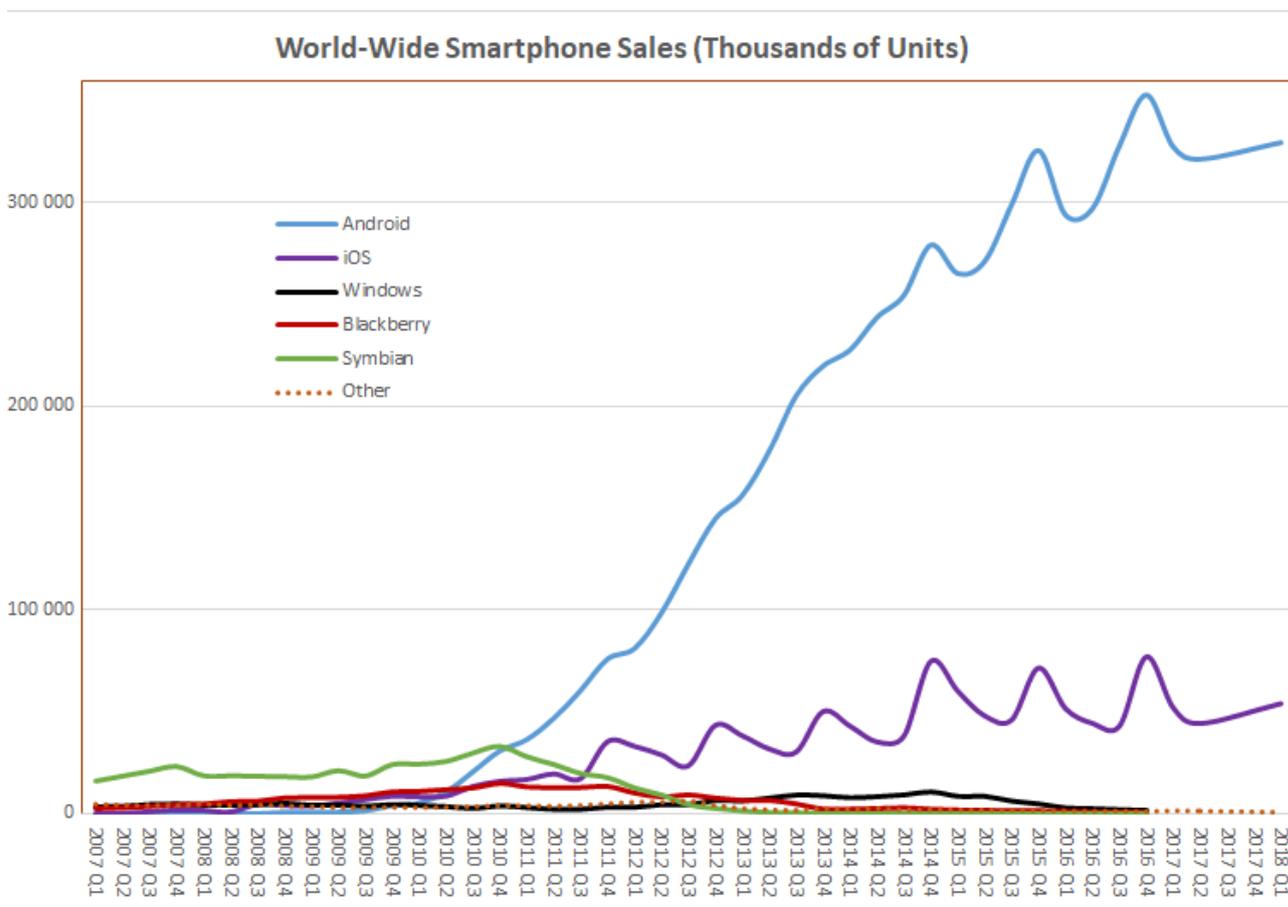


Рисунок 23 – Продажи смартфонов по всему миру (тысячи единиц)

Для разработки мобильного приложения с ОС Android была использована платформа Xamarin for Visual Studio на компьютерах Windows. На рисунке 24 представлено окружение Visual Studio и Xamarin. Исходя из рисунка 24, можно отметить, что на компьютерах Windows с установленными Visual Studio и Xamarin напрямую создаются приложения для Windows и Android, а также выполняются их запуск и отладка на рабочем столе, устройстве или эмуляторе.

А также можно удаленно создавать, запускать и отлаживать приложения iOS на компьютере Mac. В Visual Studio на компьютере Windows можно также подключиться к конструктору раскладки iOS и симулятору iOS. Компьютер Mac с установленными Xcode и Visual Studio для Mac служит узлом сборки, узлом подписывания и средой выполнения для приложений iOS. Компьютер с Windows делегирует сборку для iOS компьютеру Mac. Приложение запускается в симуляторе iOS на компьютере Mac или непосредственно на связанном устройстве, подключенном к Mac. Можно взаимодействовать с приложением на компьютере Mac, а отладку проводить в Visual Studio.

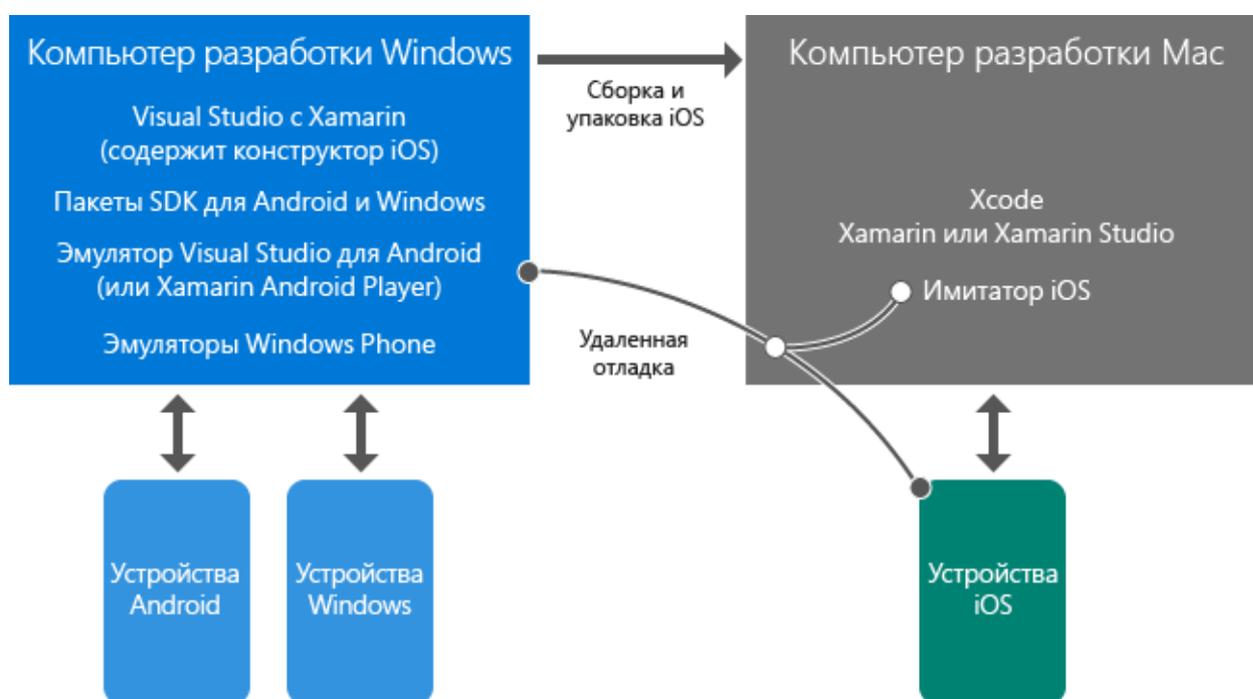


Рисунок 24 - Окружение Visual Studio и Xamarin

Выбрана платформа Xamarin for Visual Studio для разработки мобильного приложения с ОС Android, так как она имеет следующие преимущества:

- позволяет создавать приложение в единой среде (Visual Studio) и на одном языке (C#);
- можно скомпилировать одно и то же приложение под каждую мобильную платформу (Android, iOS, Windows Phone);

- содержит средства как кроссплатформенной разработки (Xamarin.Forms, XAML), так и возможность использования средств, специфичных для каждой операционной системы;

- содержит много плагинов, расширяющих возможности разработки.

Система АРПКР построена на микроконтроллере Arduino UNO. Система АУПКР измеряется различные параметры с помощью соответствующих датчиков, а также передается эти значения до мобильного приложения через Wi-Fi модуль. В мобильном приложении можно управлять режим работы системы АРПКР и обработать данные (реестр растений и характеристики полива: влажность-макс и влажность-мин).

Для выполнения взаимодействия между системой АРПКР и мобильным приложением «Система управления полива» был использован Wi-Fi модуль ESP8266, а также в платформе Xamarin for Visual Studio были написаны следующие программные коды:

- для создания соединения;

```
private IPAddress serverIP = IPAddress.Parse("192.168.4.1");
```

```
TcpClient tcpClient = new TcpClient();
```

```
tcpClient.Connect(serverIP, 8080);
```

```
NetworkStream ntwstream = tcpClient.GetStream();
```

- для передачи данных;

```
if (ntwstream.CanWrite){
```

```
string temp = seconds;
```

```
byte[] bytes = Encoding.Default.GetBytes(temp);
```

```
ntwstream.Write(bytes, 0, bytes.Length);}
```

- для получения и мониторинга данных;

```
if (ntwstream.CanRead){
```

```
byte[] message = new byte[1024];
```

```
ntwstream.Read(message, 0, message.Length);
```

```
string mess = Encoding.Default.GetString(message).Trim('\0').Trim('\r', '\n');
```

```
View.FindViewById<EditText>(Resource.Id.txtRS).Text = mess;}
```

Диаграмма вариантов использования мобильного приложения «Система управления полива» приведена на рисунке 25.

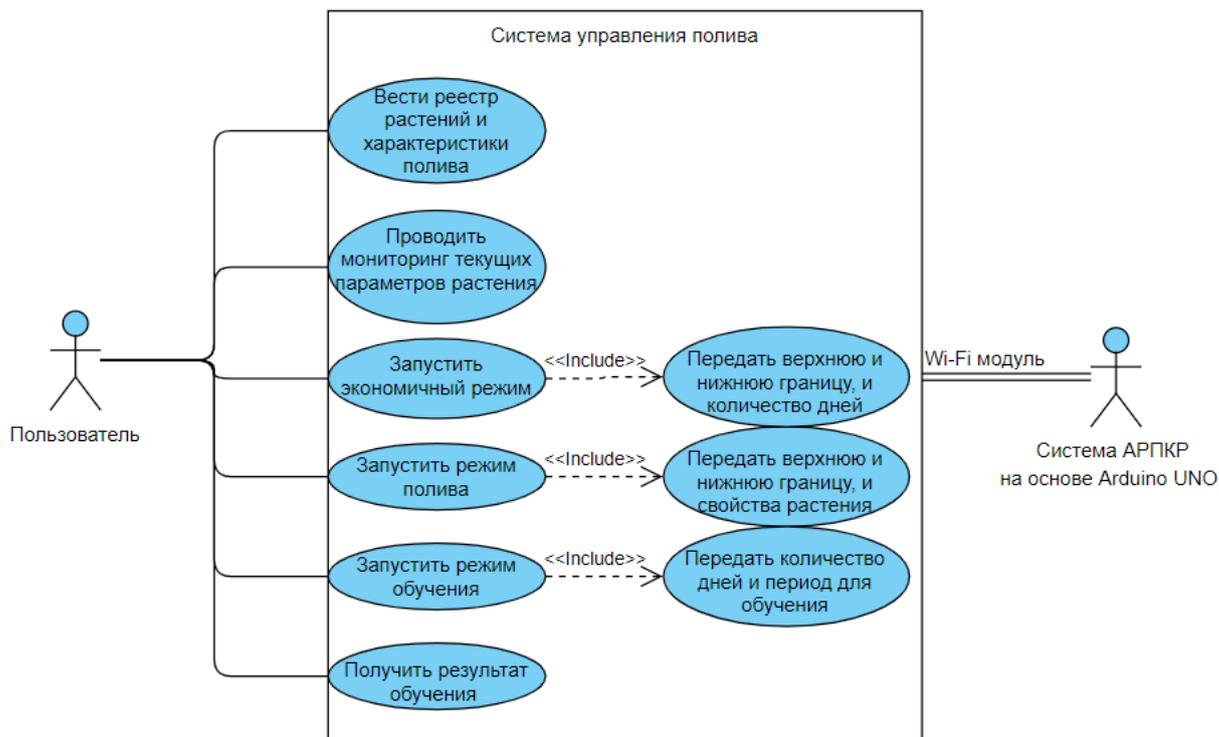


Рисунок 25 – Диаграмма вариантов использования мобильного приложения «Система управления полива»

Разработка мобильного приложения в основном состоит из двух частей: дизайна пользовательского интерфейса и программирования. Формат файла дизайна пользовательского интерфейса: .axml, и формат файла программирования: .cs.

Компоненты мобильного приложения для системы АУПКР представлены на рисунке 26.

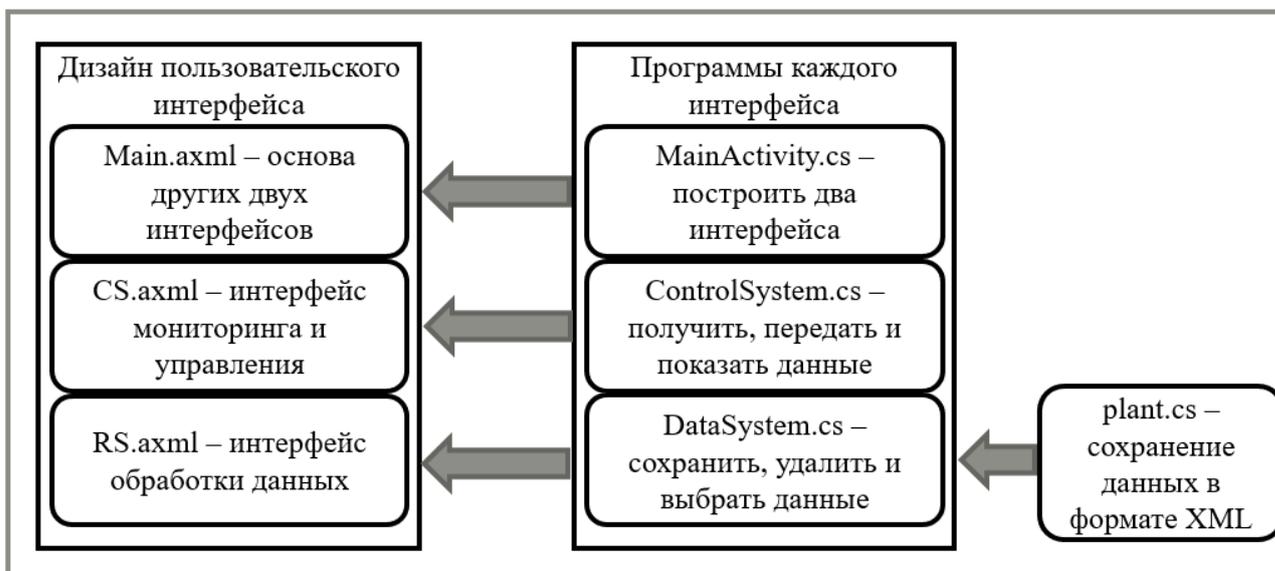


Рисунок 26 – Компоненты мобильного приложения для системы АУПКР

На рисунке 27 представлен компоненты платформы Xamarin for Visual Studio, который может быть построен с использованием инструментов из Toolbox. При этом доступ к свойствам каждого элемента выполняется через окно свойств, в котором можно изменять свойства элементов в окне Attributes.

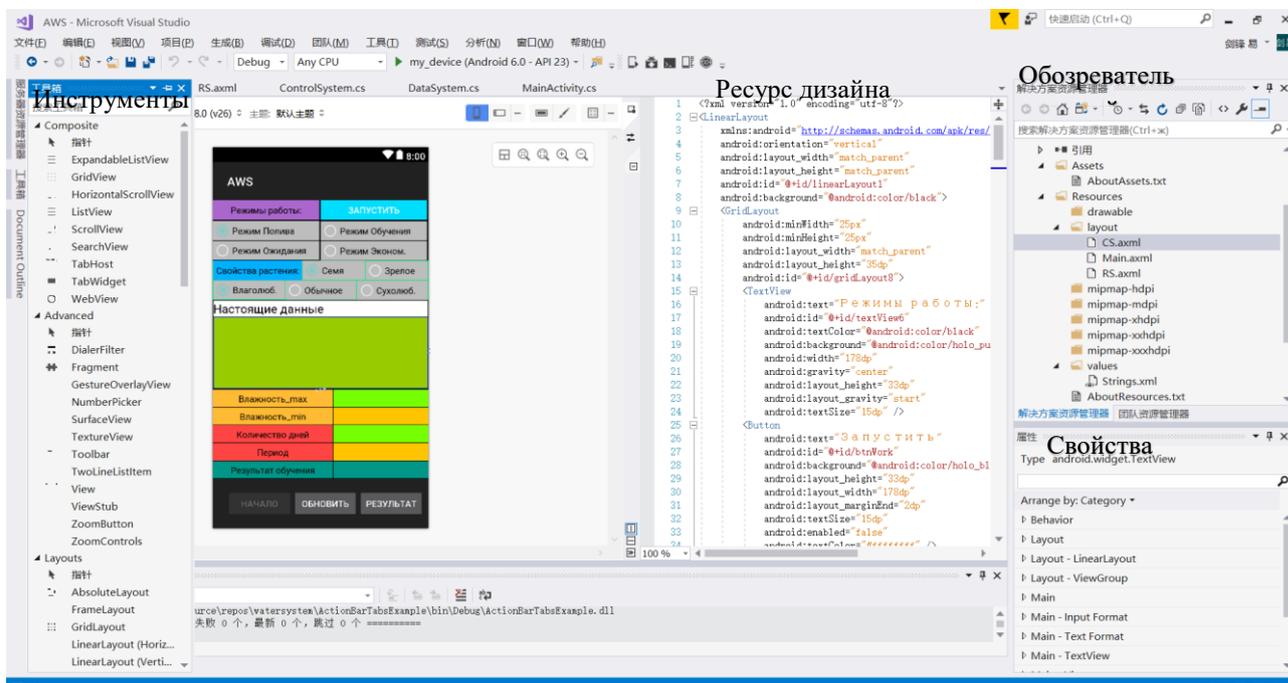


Рисунок 27 – Компоненты платформы Xamarin for Visual Studio

Мобильное приложение состоит из двух основных страниц (элементов): интерфейса мониторинга и управления, интерфейса обработки данных.

Через интерфейс мониторинга и управления, можно задать следующие режимы работы системы: режим полива, режим обучения, режим ожидания и экономичный режим; можно наблюдать настоящие данные: влажность почвы, и т.д.; можно передать переменные; можно получить результат обучения.

Заданные переменные разделены на три группы, которые соответствуют трем режимам системы: первую группу – данные о количестве дней обучения системы и периодичность сбора данных для обучения в течение дня; вторую группу – нижнюю и верхнюю границу влажности почвы для полива системы и свойства растения (фаза роста и влаголюбивость растения); третью группу – количество дней в пути, и нижнюю и верхнюю границу влажности почвы для полива системы.

На рисунке 28 показана структура элементов интерфейса мониторинга и управления.



Рисунок 28 – Структура элементов интерфейса мониторинга и управления

В интерфейсе обработки данных можно добавить и сохранить новые данные: название растения, влажность-макс и влажность-мин; можно открыть и удалить старые данные; можно представить данные в таблице, выбрать их, и передать верхнюю и нижнюю границу в интерфейс мониторинга и управления; можно посмотреть номер страниц.

На рисунке 29 показана структура элементов интерфейса обработки данных.



Рисунок 29 – Структура элементов интерфейса обработки данных

Ключевые фрагменты программного кода и их назначения показана на таблице 9.

Таблица 9 – Ключевые фрагменты программного кода и их назначения

Фрагменты программного кода	Назначения программных кодов
<pre>myThread = new Thread(new ThreadStart(Listen)); myThread.Start();</pre>	Создание другого потока Thread
<pre>Activity.RunOnUiThread(() => { txtRTData = ""; });</pre>	Обновление основного потока
<pre>Bundle bundle = new Bundle(); bundle.PutString("k", teamp[0]); DataSystem dataSystem = new DataSystem(); var trans = FragmentManager.BeginTransaction(); trans.Add(Resource.Id.fragmentContainer, dataSystem, this.Resources.GetString(Resource.String.app_name)); trans.Commit(); dataSystem.Arguments = bundle;</pre>	Сохранение данных в Bundle
<pre>if (Arguments != null){ txtHmin1 = Arguments.GetString("k");}</pre>	Получение данных из Bundle
<pre>string path = System.Environment.GetFolderPath (System.Environment.SpecialFolder.Personal);</pre>	Получение пути сохранения данных
<pre>Plant test = new Plant{ }; list_of_plants.Add(test); XmlSerializer xmlf = new XmlSerializer(typeof(List<Plant>)); FileStream fs = new FileStream(path + "\\\" + "plant1test.xml", FileMode.OpenOrCreate); xmlf.Serialize(fs, list_of_plants); fs.Close();</pre>	Сохранение данных в смартфон
<pre>private void AddTab(string tabText, Fragment fragment){ var tab = this.ActionBar.NewTab(); tab.SetText(tabText); tab.TabSelected += delegate (object sender, ActionBar.TabEventArgs e){ e.FragmentTransaction.Replace (ActionBar.TabsExample.Resource.Id.fragmentContainer, fragment);} this.ActionBar.AddTab(tab);}</pre>	Создание фрагментов: интерфейса мониторинга и управления, интерфейса обработки данных

3.3 Тестирование системы автоматического регулирования полива комнатных растений

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработан подход к поиску эффективных параметров полива и система автоматического регулирования полива комнатных растений.

На рисунке 30 представлен пример функционирования аппаратной части системы АРПКР.

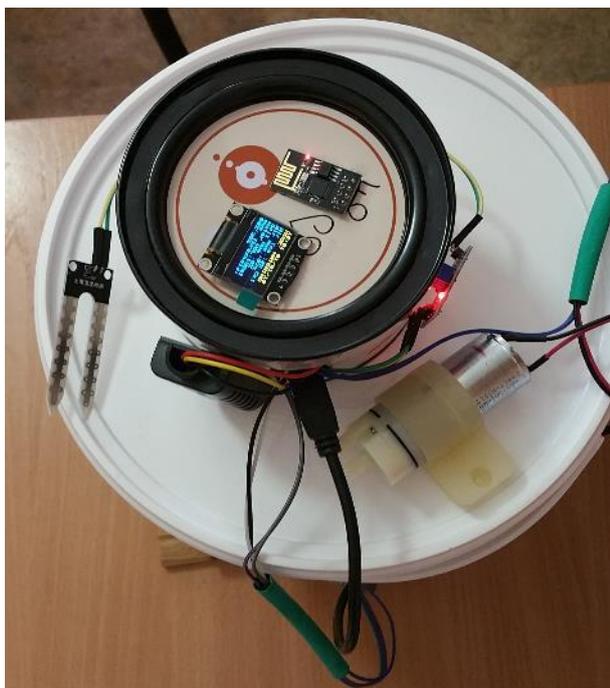


Рисунок 30 – Аппаратная часть системы АРПКР



Рисунок 31 – Дисплей OLED

На рисунке 31 показано время (13:54 26/05/2019), режим полива, температура комнаты: 26 градусов, влажность комнаты: 36%, влажность почвы: 0%, объём воды для полива: 0 миллилитр, верхняя и нижняя граница: 50% и 25%.

На рисунке 32 показан интерфейс управления на мобильном приложении (режим полива и режим обучения). На рисунке 33 показан интерфейс управления на мобильном приложении (экономичный режим и режим мониторинга).

Через интерфейс управления, были заданы следующие режимы работы системы: режим полива, режим обучения, режим ожидания и экономичный режим; были наблюдаемы настоящие данные: влажность почвы, и т.д.; были переданы переменные; были получены результат обучения.

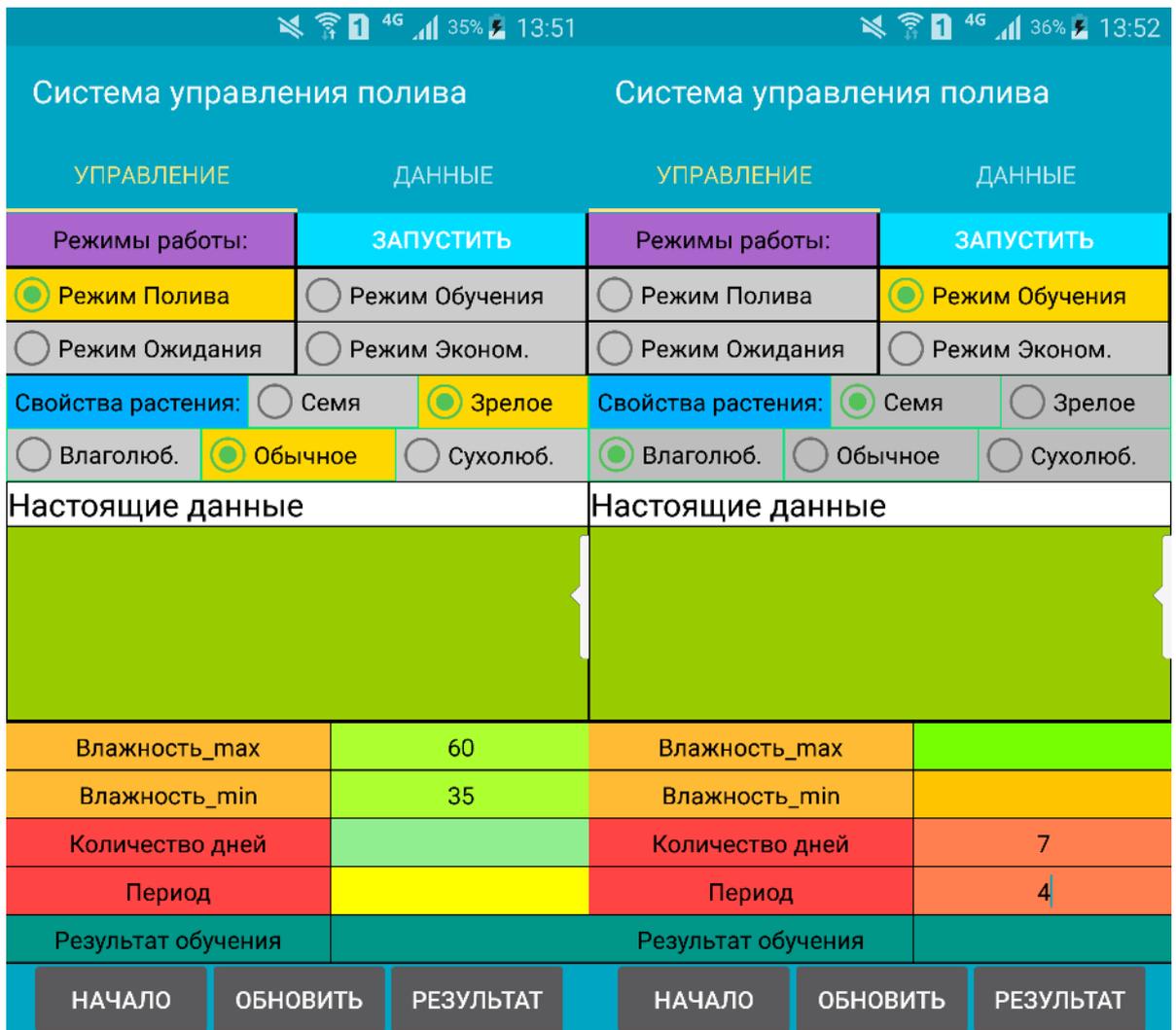


Рисунок 32 – Интерфейс управления (режим полива и режим обучения)

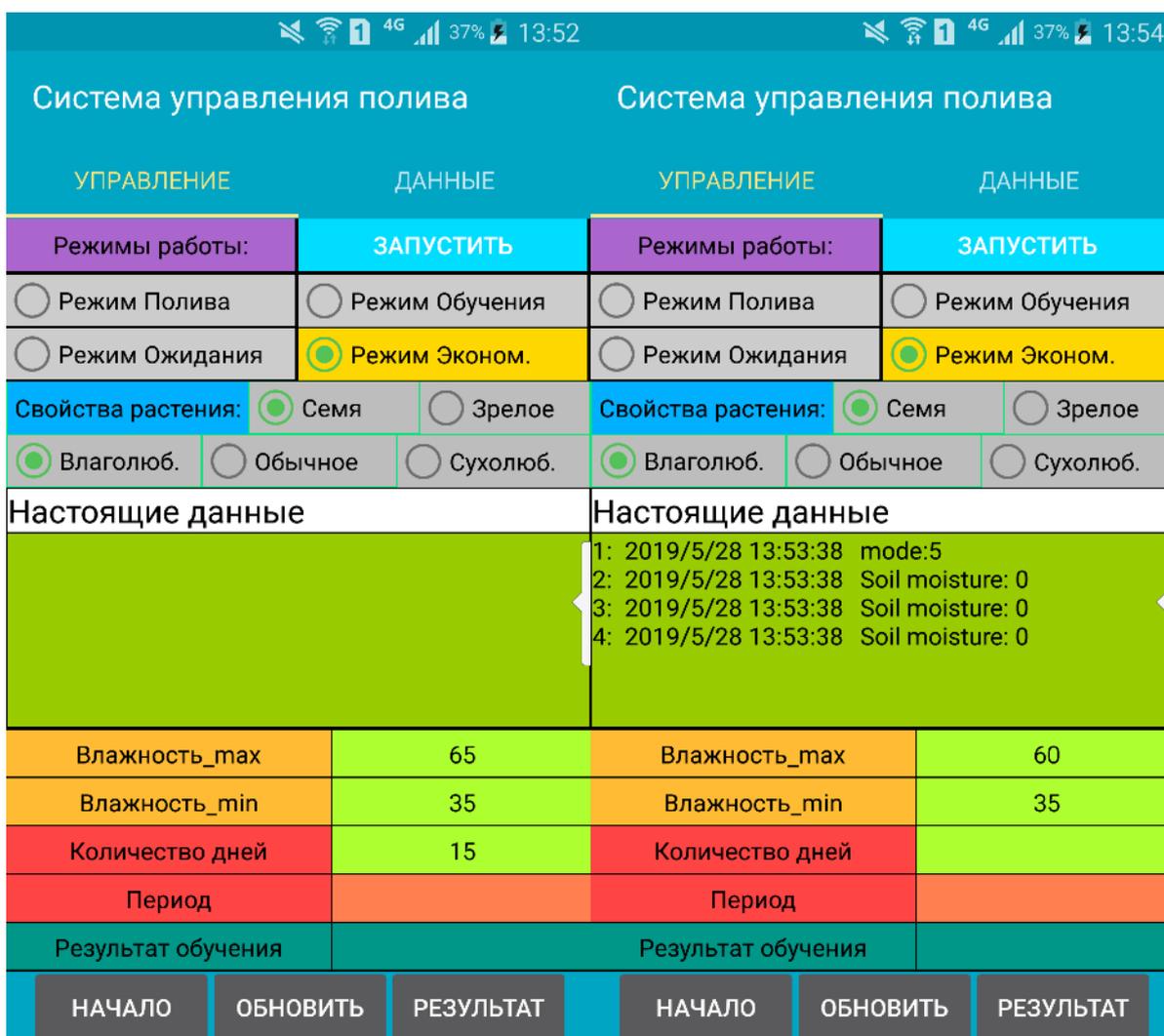


Рисунок 33 – Интерфейс управления (экономичный режим и режим мониторинга)

На рисунке 34 показан интерфейс обработки данных на мобильном приложении. В интерфейсе обработки данных автоматически заполнены результаты обучения в верхнюю и нижнюю границу (H_{max} и H_{min}). А в интерфейсе обработки данных можно добавить и сохранить новые данные: название растения, верхнюю и нижнюю границу; можно открыть и удалить старые данные; можно представить данные в таблице, выбрать их, и передать верхнюю и нижнюю границу в интерфейс мониторинга и управления; можно посмотреть номер страниц.



Рисунок 34 – Интерфейс обработки данных

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система, который позволяет выполнять следующие функции:

- автоматически поливать комнатные растения;
- получить диапазон параметров влажности H для полива комнатных растений с помощью обучения системы;
- обеспечить вариант «экономичный режим» при длительном отсутствии человека;
- обеспечить лёгкий режим для человека, у которого нет смартфона;
- управлять систему АРПКР через мобильное приложения;
- обработать данные в мобильном приложении.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

При разработке продукта следует учитывать его коммерческий потенциал и перспективность, что в дальнейшем позволит определить требуемый бюджет на поддержание и усовершенствование продукта.

Данный раздел представляет собой описание коммерческой оценки разработанного продукта – системы автоматического регулирования полива комнатных растений (АРПКР), управляемой при помощи мобильного приложения, разработанного под ОС Android. Такая оценка позволяет определить коммерческую привлекательность продукта, его конкурентоспособность, а также учесть соответствие продукта современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

В ходе выполнения оценки продукта, были рассмотрены альтернативные продукты и их основные характеристики, определены категории пользователей подобного рода продуктов, создан план научно-исследовательских работ, а также оценена эффективность различного рода разработанного компонента.

Достижение цели обеспечивается решением ряда задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования;
- планирование научно-исследовательской работы;
- определение возможных альтернатив проведения научного исследования, отвечающих современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

4.1 Предпроектный анализ

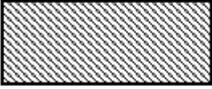
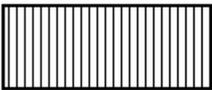
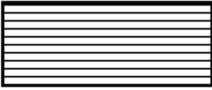
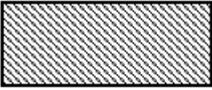
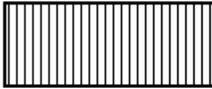
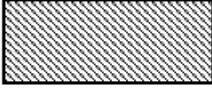
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В результате исследований выяснилось, что на рынке представлены в основном следующие продукты:

1. Контроллер управления поливом Hunter Eco-Logic-401i-E, на 4 зоны;
2. Комплект микрокапельного полива "Gardena", базовый с таймером;
3. Rain Bird RZХe 4 i - контроллер внутренний, 4 зоны / WIFI для автоматического полива.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Карта сегментирования рынка услуг по настройке показана на рисунке 35.

		Диапазон полива системы		
		Крупный	Средний	Мелкий
Виды системы АРПКР	Программируемая			
	С таймером			
	Автоматическая			
	Интерфейс управления			
	Управляемая при помощи мобильного приложения			

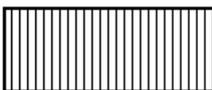
Hunter Eco-Logic-401i-E: 	Gardena: 	
Rain Bird RZХe 4 i: 		

Рисунок 35 – Карта сегментирования рынка услуг по настройке

Потенциальными потребителями разработанного продукта является компании сельскохозяйственной продукции, так же люди, которые любят выращивать комнатные растения. Целевой рынок для данного продукта: «Умный дом» и цветочный рынок.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В таблице 10 указывается оценивающая карта с целью сопоставления конкурентных технических решений (разработок), обозначения B_{ϕ} и K_{ϕ} это Hunter Eco-Logic-401i-E; B_{k1} и K_{k1} это "Gardena"; B_{k2} и K_{k2} это Rain Bird RZХe 4 i.

Таблица 10 – Оценивающая карта с целью сопоставления конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	4	5	3	0,36	0,45	0,27
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
3. Помехоустойчивость	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	4	0,05	0,03	0,04
5. Надежность	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
6. Уровень шума	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
7. Безопасность	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	5	4	4	0,05	0,04	0,04
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,02	5	3	5	0,1	0,06	0,1
10. Простота эксплуатации	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	4	3	5	0,16	0,12	0,2
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,07	0	0	5	0	0	0,35
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
3. Цена	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	4	3	4	0,16	0,12	0,16
5. Послепродажное обслуживание	0,025	4	4	4	0,1	0,1	0,1
6. Финансирование научной разработки	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Срок выхода на рынок	0,015	4	5	3	0,06	0,075	0,045
8. Наличие сертификации разработки	0,02	4	5	4	0,08	0,1	0,08
Итого	1	85	74	85	4,16	3,605	4,295

Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что данная разработка имеет высокий уровень конкурентоспособности в цене, качестве интеллектуального интерфейса, возможности подключения в сеть и энергоэкономичности.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT: S – сильная сторона, W – слабая сторона, O – возможность, T – угроза. Предоставляется возможность в комплексе проанализировать научно-исследовательскую деятельность. Анализ приведен в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей). С2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности). С3. Качество интеллектуального интерфейса. С4. Цена. С5. Энергоэкономичность.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Послепродажное обслуживание. Сл2. Срок выхода на рынок. Сл3. Уровень проникновения на рынок. Сл4. Большой срок научного исследования.</p>
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения ПО на рынок. В2. Использование развитой международной инфраструктуры для более быстрой доставки плат. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность продукта и ускорить выход на рынок. Так же использование развитой международной инфраструктуры поможет ускорить выход продукта на рынок. Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию высококвалифицированного научного труда. Благодаря снижению таможенных пошлин на платы возможно повышение конкурентоспособности продукта.</p>	<p>Появление дополнительного спроса на новый продукт может привести к увеличению уровня проникновения на рынок. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях может привести к снижению срока выхода на рынок.</p>

Продолжение таблицы 11 – SWOT-анализ

<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция производителей продукта. У3. Ограничения памяти регулятора и контроллера. У4. Ограничения регулятора и контроллера.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии производства может замедлить срок выхода продукта на рынок и понизить квалификацию научного труда. Развитая конкуренция производителей продукта может привести к снижению конкурентоспособности продукта. Ограничения памяти контроллера, и высокая стоимость оборудования и плат требует более высококвалифицированный научный труд и затягивает срок выхода на рынок.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии производства и высокая стоимость оборудования и плат может привести к увеличению срока выхода на рынок, ухудшению уровня проникновения на рынок. Ограничения регулятора и контроллера может привести к увеличению срока научного исследования.</p>
--	--	---

Для осуществления базового варианта SWOT-анализа выбрали основные параметры, влияющие на развитие ситуации и/или успешность организации на рынке. Приоритетом служат ключевые факторы успеха. Рассмотрели также основные возможности и угрозы, которые могут повлиять на компанию или рассматриваемую ситуацию. Провели оценку возможностей и угроз по вероятности их наступления и степени влияния на рассматриваемую ситуацию.

4.2 Календарный план работ и оценка времени их выполнения

Для выполнения исследований по данной работе создана рабочая группа, состоящая из руководителя и студента. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, а также распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12. В таблице 13 представлен календарный план выполнения работ.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	Продолжительность, дни
Разработка и выдача технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, магистр	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Магистр	14
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, магистр	1
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, магистр	1
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Исследование устройства и датчиков о созданиях системы АРПКР	Магистр	14
	6	Проектирование и создание аппаратной части системы АРПКР	Магистр	30
	7	Разработка мобильного приложения системы АРПКР	Магистр	10
	8	Комплексное тестирование системы АРПКР	Магистр	5
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, магистр	1
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, магистр	1
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка стенда для выполнения проекта	Магистр	2
	12	Выбор и расчет стенда	Магистр	2
	13	Оценка эффективности работы и применения проектируемого изделия	Магистр	5
	14	Разработка правил безопасности при использовании стенда	Научный руководитель, магистр	1
Изготовление и испытание макета	15	Конструирование и изготовление макета	Магистр	10
	16	Лабораторные испытания макета	Магистр	14
Оформление комплекта документации по ВКР	17	Составление пояснительной записки	Магистр	30
	18	Проверка пояснительной записки	Научный руководитель, магистр	5

Таблица 13 – Календарный план

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Декабрь		Январь				Март							
				28	29	12	13	14	28	1	11	16	17	18	20	22	27
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, магистр	1	■													
2	Поиск и изучение материалов по теме	Магистр	14		■												
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, магистр	1			■											
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, магистр	1				■										
5	Исследование устройства и датчиков о созданиях системы АРПКР	Магистр	14					■									
6	Проектирование и создание аппаратной части системы АРПКР	Магистр	30						■								
7	Разработка программной части системы АРПКР	Магистр	10							■							
8	Комплексное тестирование системы АРПКР	Магистр	5								■						
9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, магистр	1									■					
10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, магистр	1										■				

Таким образом, был оценен объем необходимых работ, составлен календарный план их проведения и распределены обязанности участников проекта: участниками являются 2 человека - научный руководитель и магистр. Научный руководитель участвует в работе в течение 11 дней, магистр - 147 дней.

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Затраты на выполнения проекта ($K_{пр}$) складываются из следующих составляющих:

$$K_{пр} = K_{мат} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о.} + K_{пр} + K_{накл}$$

где $K_{мат}$ - материальные затраты на выполнение проекта;

$K_{ам}$ - амортизация компьютерной техники;

$K_{з/пл}$ - затраты на заработную плату;

$K_{с.о.}$ - затраты на социальные нужды;

$K_{пр}$ - прочие затраты;

$K_{накл}$ - накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат на выполнение проекта

В данном пункте рассчитывается стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Материалы необходимые на канцелярские товары и расчет материальных затрат представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб	количество	Сумма, руб.
Блокнот	40	1 шт.	40
Бумага для принтера формата А4	150	2 уп.	300
Ручка шариковая	10	4 шт.	40
карандаш	10	2 шт.	20
Итого			400

Итого сумма расходов составила 400 рублей. В результате полученной суммы можно сделать вывод, что расходы не превышают 500 рублей, что является весьма приемлемой суммой как для студента, так и для сотрудника.

4.3.2 Амортизация компьютерной техники

Рассчитаем амортизацию компьютерной техники $K_{ам}$:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot Ц_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}}$$

где $T_{исп.кт}$ - время использования компьютерной техники;

$T_{кал}$ - календарное время (365 дней);

$Ц_{кт}$ - цена компьютерной техники;

$T_{сл}$ - срок службы компьютерной техники (5 лет).

Затраты и время работы компьютерной техники сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Стоимость и время работы компьютерного оборудования

Объект	Стоимость, руб.	Время использования, дней.
Компьютер	50000	80

Тогда амортизация компьютерной техники равна:

$$K_{ам.компьютера} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot Ц_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}} = \frac{80}{365} \cdot 50000 \cdot \frac{1}{5} = 2192 \text{ руб.}$$

$$K_{ам} = K_{ам.компьютера} = 2192 \text{ руб.}$$

4.3.3 Затраты на заработную плату

Заработная плата рассчитывается для магистра и научного руководителя:

$$K_{з/пл} = ЗП_{инж} + ЗП_{нр}$$

где $ЗП_{инж}$ - заработная плата магистра;

$ЗП_{нр}$ - заработная плата научного руководителя.

Заработная плата за месяц:

$$ЗП_{мес} = ЗП_о \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где $ЗП_о$ – месячный оклад, руб.;

k_1 – коэффициент, учитывающий отпуск (10%);

k_2 – районный коэффициент (30%).

Заработная плата магистра (10 разряд):

$$ЗП_{инж} = ЗП_o \cdot k_1 \cdot k_2 = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

Заработная плата научного руководителя (15 разряд):

$$ЗП_{нр} = ЗП_o \cdot k_1 \cdot k_2 = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Рассчитаем заработную плату за количество отработанных дней по факту:

$$ЗП_{инж.фак.} = \frac{ЗП_{инж}}{21} \cdot n = \frac{24310}{21} \cdot 147 = 170170 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{нр.фак.} = \frac{ЗП_{нр}}{21} \cdot n = \frac{37609}{21} \cdot 10 = 17909 \text{ руб.}$$

где n - фактическое число дней работы в проекте.

В итоге затраты на оплату труда руководителя ВКР и магистра составят:

$$K_{з/пл} = ЗП_{инж.фак.} + ЗП_{нр.фак.} = 170170 + 17909 = 188079 \text{ руб.}$$

4.3.4 Затраты на социальные нужды

Затраты на социальные отчисления составляют 30% от $K_{з/пл}$ и равны:

$$K_{с.о.} = K_{з/пл} \cdot 0,3 = 188079 \cdot 0,3 = 56424 \text{ руб.}$$

4.3.5 Прочие затраты

Прочие затраты принимаем в размере 10% от суммы материальных и амортизационных затрат, затрат на заработную плату, а также затрат на социальные отчисления:

$$\begin{aligned} K_{пр} &= (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{з/пл} + K_{с.о.}) \cdot 0,1 \\ &= (1000 + 2192 + 188079 + 56424) \cdot 0,1 = 24769,5 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы принимаем в размере 200% от затрат на заработную плату $K_{з/пл}$:

$$K_{накл} = K_{з/пл} \cdot 2 = 188079 \cdot 2 = 376158 \text{ руб.}$$

Составим итоговую смету затрат на выполнения проекта:

Таблица 16 – Смета проекта

Элементы затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	400
Амортизационные затраты	2192
Затраты на заработную плату	188079
Социальные отчисления	56424
Прочие затраты	24769,5
Накладные расходы	376158
Итого:	648022,5

4.3.7 Смета затрат на материалы для реализации проекта

В таблице 17 представлено подробное описание расходов на материалы, необходимые для реализации проекта:

Таблица 17 – Расходы на материалы

Статьи расходов	Единица измерения	Цена, руб.	Объем потребления	Итого, руб.
Канцелярские товары	-	-	-	1000
Заправка картриджа	Шт.	500	1	500
Бумага	Шт. пачек	250	1	250
Электроэнергия	кВт/ч.	4,25	343,1	1458
Грунты различных типов	Шт.	50	4	200
Компрессор	Шт.	1500	1	1500
Набор отверток	Шт.	300	1	300
Итого:				5208

4.4 Вывод

Таким образом, коммерческая ценность разработки системы автоматического регулирования полива комнатных растений исследована. В выполнении исследования получено то, что перспективность научного исследования определяется главным образом коммерческой ценностью разработки, а не только ее ресурс – эффективностью и высокотехнологичными свойствами. Высокая коммерческая ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. На конце, выполнено

проведение таких научных исследований, тема которых актуальна на сегодняшний день и отвечает современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

5 Социальная ответственность

Введение

Целью описываемой работы является подход к поиску эффективных параметров полива и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений (АРПКР), управляемой при помощи мобильного приложения, разработанного под ОС Android. Немаловажное значение имеет обеспечение экологической и производственной безопасности на рабочем месте этого пользователя.

Данный раздел представляет собой анализ вредных факторов и опасных факторов на рабочем месте, в частности, рассматриваются различного рода вредные и опасные факторы при разработке и непосредственной эксплуатации системы АРПКР, а также возможные чрезвычайные ситуации и способы предупреждения их возникновения.

Выявление вышеуказанных факторов и чрезвычайных ситуаций является первым этапом обеспечения безопасности, как пользователя, так и разработчика, а также позволяет определить необходимые меры предосторожности. Вредными или опасными факторами может являться недостаточная освещенность на рабочем месте, отклонение температуры воздуха от нормы, повышенный уровень шума или же высокий уровень статического электричества в рабочем помещении.

Основополагающим этапом обеспечения безопасности является составление перечня правовых и организационных мероприятий по ее обеспечению, а также их последующее внедрение. Соблюдение мер предосторожности и обеспечение безопасного рабочего места с благоприятными условиями позволит минимизировать воздействие вредных и опасных факторов и избежать возникновения чрезвычайных ситуаций.

5.1 Анализ вредных факторов рабочего помещения

5.1.1 Отклонения показателей микроклимата рабочей зоны

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Температура воздуха на рабочем месте оказывает довольно значимое влияние не только на производительность труда работника, но и на его здоровье. Так, вредным фактором может являться как повышенная, так и пониженная температура. Повышенная температура может привести не только к утомляемости и вялости сотрудника, но и к головокружениям, обморокам или же обострению уже существующих заболеваний. В то же время пониженная температура воздуха может повлечь за собой возникновение различного рода простудных заболеваний.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [28] работа инженера-программиста относится к категории легких работ (1а). К категории 1а относятся работы, выполняемые сидя, и сопровождаются незначительным физическим напряжением (профессии сферы управления, швейного и часового производства). Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», показатели микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, представленным в таблице 19 (допустимые значения), однако более комфортны для работы условия, соответствующие оптимальным значениям, представленным в таблице 18 [26].

Таблица 18 – Оптимальные значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а	22 - 24	60-40	0,1
Теплый	1а	23 - 25	60-40	0,1

Таблица 19 – Допустимые значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	1а	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	1а	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования. В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели. Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95 °С, чтобы исключить пригорание пыли.

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха.

5.1.2 Электромагнитные излучения

Длительное воздействие электромагнитных излучений (ЭМИ) повышенного уровня, источником которых является ПЭВМ, может не только привести к снижению иммунитета и возникновению мигреней, но и вызвать

ухудшение памяти, а также привести к развитию серьезных заболеваний. Техногенные ЭМИ приводят к следующему: появление головной боли, повышение температуры тела, ожоги, катаракты. Радиочастотное ЭМИ влияет на нервную и сердечно – сосудистую системы.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», при нахождении работника на рабочем месте 8 часов в день, предельно допустимый уровень напряженности должен составлять не более 8 кА/м, а уровень магнитной индукции – 10 мТл. Соблюдение вышеуказанных норм позволяет избежать негативного воздействия электромагнитных излучений [27].

В таблицах 20 – 21 представлены предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах и допустимые уровни электромагнитных полей [27].

Таблица 20 – Предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		локальное	
	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

Таблица 21 – Допустимые уровни электромагнитных полей согласно СанПиН 2.2.4.1340-03 [28]

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электромагнитного поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Мероприятия по снижению излучений включают:

- мероприятия по сертификации ПЭВМ (ПК) и аттестации рабочих мест;
- применение экранов и фильтров;
- организационно-технические мероприятия;
- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ПЭВМ (ПК) целиком или отдельных зон его тела;
- использование и применение профилактических напитков;
- использование иных технических средств защиты от патогенных излучений.

5.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочего места также имеет большое значение и оказывает влияние на работу сотрудника, а также на его физическое состояние. Значение имеет как естественное, так и искусственное освещение. Недостаток освещения ведет к ухудшению зрения работника.

Работа, выполняемая с использованием ПК, имеют следующие недостатки:

- отражение экрана;
- вероятность появления прямой блескости;
- ухудшенная контрастность между изображением и фоном.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, освещенность на поверхности рабочего стола пользователя ПЭВМ должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Помимо этого, существуют некоторые общие рекомендации и требования к организации освещения на рабочем месте, например:

– рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева;

– искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения [28].

Соблюдение вышеуказанных мер позволит избежать пагубного влияния на зрение работника.

5.1.3.1 Расчет искусственного освещения

Задачей расчета является выполнение общего равномерного освещения помещения. Размеры помещения $10 \times 5 \times 3$ м, высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,7$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_M * S * Z * K_{\text{э}}}{N * \eta}$$

Коэффициент отражения стен $R_c=30\%$, потолка $R_n=50\%$.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ОДО, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 0,4$ м; получаем $h=3-0,5-0,7=1,9$ м;

$$L=1,4*1,8=2,52 \text{ м}; L/2=1,26 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 5 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 34 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 20$.

Находим индекс помещения:

$$i=50/[1,9*(10+5)]=1,75$$

Коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,52$.

$$\Phi = \frac{300 * 50 * 1,8 * 1,1}{20 * 0,52} = 2855,77 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов, выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq (\Phi_{ст} - \Phi_{расч}) / \Phi_{ст} \leq 20\%$$

$$-10\% \leq -0,2\% \leq 20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки
 $P = 20 * 40 = 800$ Вт

5.1.4 Шум на рабочем месте

Прежде всего, ненормированные показатели шума на рабочем месте оказывает влияние на психологическое состояние работника. Так, у сотрудника снижается сосредоточенность и концентрация на поставленной ему задаче, повышается уровень утомляемости и стресса. Помимо этого, повышенный уровень шума может привести к ухудшению слуха. Также шум является помехой для коммуникаций между сотрудниками.

Для того чтобы избежать вышеуказанных последствий воздействия описываемого фактора, требуется соблюдать требования, обозначенные в СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», согласно которым на рабочих местах в помещениях для размещения ЭВМ уровень шума не должен превышать 50 дБА [28].

Снизить уровень шума можно при помощи звукопоглощающих материалов, предназначенных для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создается за счет использования занавесок из плотной ткани. Также уровень шума может быть снижен путем очистки или замены системы охлаждения персонального компьютера.

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице 22 (для постоянных шумов).

Таблица 22 – Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПУ	83	74	68	63	60	78	55	54	65

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка).

5.2 Анализ опасных факторов производственной среды

5.2.1 Электробезопасность

Электрический ток относится к категории опасных факторов. В помещении, где производится разработка устройства, присутствует большое количество аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц, в том числе персональный компьютер, за которым происходит наладка программного обеспечения. Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [30] и ПУЭ, по опасности электропоражения данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности. Это обусловлено отсутствием высокой влажности, высокой температуры, токопроводящей пыли и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;

- при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к незащищенным частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Мероприятия по устранению опасности поражения электрическим током сводятся к правильному размещению оборудования и применению технических средств защиты. К основным техническим средствам защиты от поражения электрическим током (ГОСТ ИЕС 61140-2012) относятся:

- изоляция токоведущих частей;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация и блокировки.

Также рекомендуется проведение ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переподготовка лиц электротехнического персонала, инструктажи и т. д.).

5.3 Экологическая безопасность

Работа с ПК не влечет за собой негативных воздействий на окружающую среду, поэтому создание санитарно-защитной зоны и принятие мер по защите атмосферы, гидросферы, литосферы не являются необходимыми.

Исключением являются лишь случаи утилизации персонального компьютера и индукционного преобразователя как твердого отхода и как следствие загрязнение почвы или выбросы в атмосферу загрязняющих веществ,

углекислого газа, образование тепла в случае пожара. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [34].

При завершении срока службы ПК, его можно отнести к отходам электронной промышленности. Переработка таких отходов осуществляется разделением на однородные компоненты, химическим выделением пригодных для дальнейшего использования компонентов и направлением их для дальнейшего использования (например, кремний, алюминий, золото, серебро, редкие металлы) согласно [31], [32].

В соответствии с требованиями законодательства все образующиеся отходы в соответствии с их классами опасности передаются специализированным предприятиям для переработки, утилизации или захоронения.

Отходы, не подлежащие переработке и вторичному использованию, подлежат захоронению на полигонах или в почве. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в почве (ПДКп, мг/кг) должны быть соблюдены в соответствии с [33].

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Как в случае работы с компьютером, так и при работе с другими электроприборами, распространенным видом чрезвычайной ситуации является возникновение пожара. Пожар - неконтролируемый процесс горения вне специального очага, наносящий материальный ущерб, вред здоровью и жизни людей, интересам общества и государства.

Для предотвращения возникновения подобной чрезвычайной ситуации или же минимизации возможного ущерба в случае ее возникновения, требуется соблюдать правила противопожарной безопасности.

Основные причины возникновения пожара:

- нарушение требований пожарной безопасности при эксплуатации электроприборов;
- включение электроприбора в неисправную розетку;
- нарушение правил проведения электрогазосварочных и огневых работ;
- случайный или умышленный поджог;
- пренебрежение опасностью, незнание и недооценка возможных последствий пожара;
- курение в помещении.

Для предотвращения возникновения пожара, требуется соблюдать правила содержания здания, в котором располагается рабочее место пользователя. Такие помещения должны содержаться в чистоте; лестничные клетки, коридоры, двери эвакуационных выходов, подходы к средствам тушения всегда должны быть свободны и ничем не загромождены. Помимо этого, мебель должна быть расположена таким образом, чтобы не препятствовать быстрой эвакуации людей из здания. Электрические кабели должны быть в состоянии, исключающем поражение работников электрическим током.

Помимо вышеуказанных мер, должен быть введен запрет на выполнение следующих действий:

- эксплуатация провода электроприборов с поврежденной изоляцией;
- использование поврежденных розеток, рубильников, вилок и прочего электрооборудования;
- обертывание светильников, бытовых приборов бумагой, тканью и другими горючими материалами;
- применение открытого огня;
- курение в помещении;
- использование неисправной или незаземленной аппаратуры.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять

требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.

Основным поражающим фактором пожара для помещений данной категории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования.

В качестве средств пожаротушения применяются устанавливаемые в коридорах и на лестничных площадках пожарные краны. В качестве средства первичного средства пожаротушения следует использовать огнетушители, подходящие для тушения электроустановок, в частности, порошковые огнетушители. Углекислотные огнетушители также подходят для тушения электроустановок, однако, из-за опасности испарений огнетушащего вещества не подходят для использования в замкнутом помещении. План эвакуации предоставлен на рисунке 5.1:

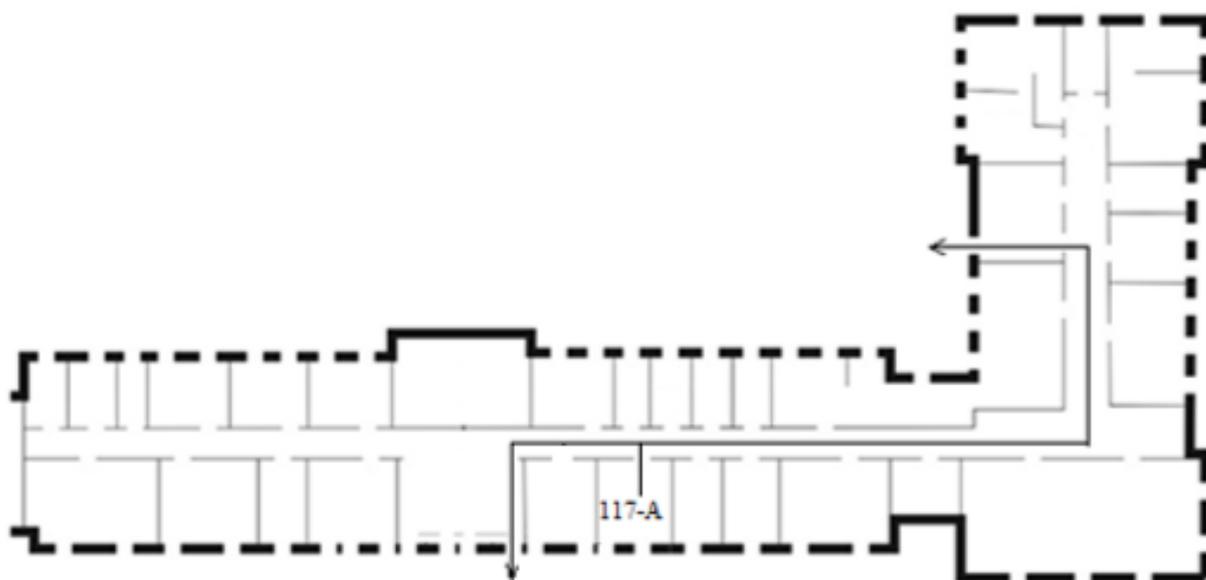


Рисунок 35 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2, 1-й этаж

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место пользователя, эксплуатирующего разработанное программное обеспечение, должно быть организовано в соответствии с

требованиями документов: ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Данные документы содержат требования к организации непосредственной рабочей зоны, а также помещения, в котором эта зона располагается.

Соблюдение требований в вышеуказанных документах позволит обеспечить подходящие условия для работы с персональным компьютером, минимизировать влияние вредных и опасных факторов, а значит, предотвратить получение сотрудником производственной травмы. Далее представлены основные общие требования к организации рабочих мест пользователей электронно-вычислительных машин, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- При размещении рабочих мест, расстояние между рабочими столами с видеомониторами, должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 -0,7.

- Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе с компьютером. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки.

- Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений [29].

На рисунке 36 представлены требования к рабочему месту.

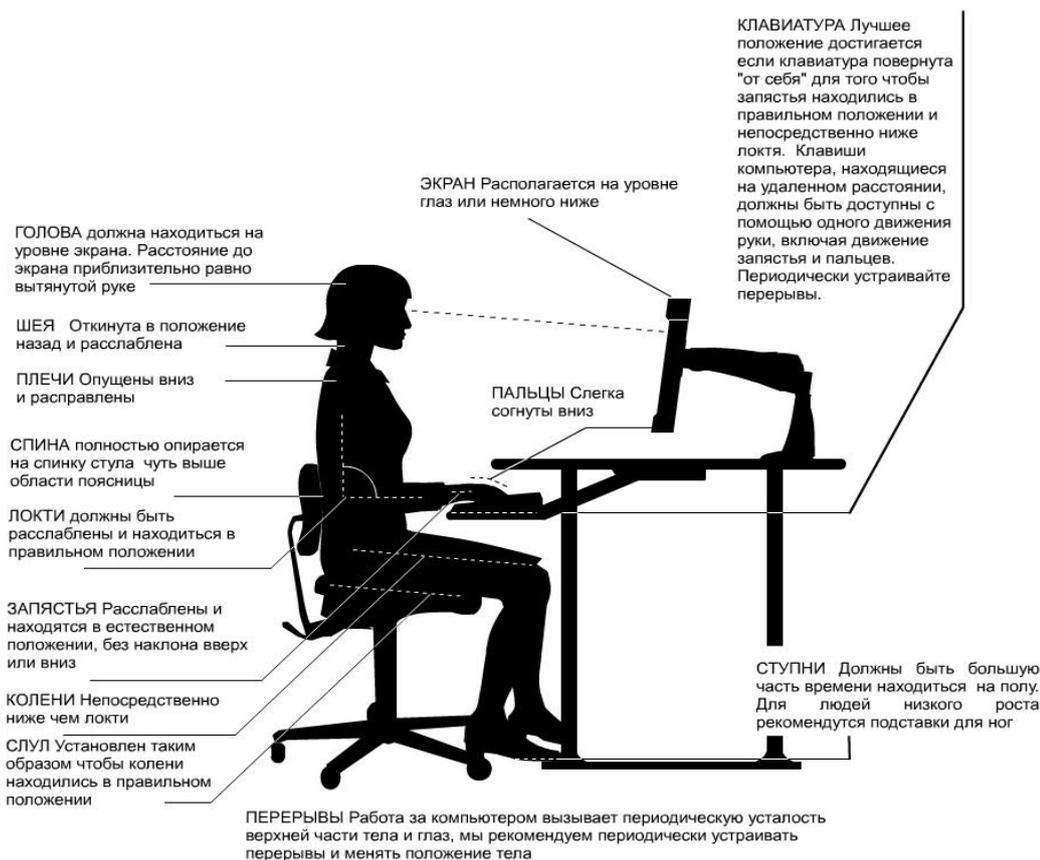


Рисунок 36 – Организация рабочего места

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были проанализированы ключевые факторы влияющие на определение частоты и необходимость полива комнатного растения, проведен обзор существующих разработок в области автоматизации поливом комнатных растений. Опираясь на проведенный анализ, был предложен подход к поиску эффективных параметров полива, основанный на выявлении такого наиболее благоприятного для растения диапазона параметров влажности почвы. При этом, разработанный подход учитывает три наиболее важных параметра: годовой цикл растения, категория устойчивости растения к отсутствию воды, и признак необходимости экономить воду для полива из-за длительного отсутствия человека в дом.

Основным результатом данной исследованной работы является экспериментальный образец системы автоматического регулирования полива комнатных растений. Система делится на две части: аппаратную и программную, созданную на основе микроконтроллерной платы Arduino UNO. Основным преимуществом данной системы по сравнению с существующими является возможность обеспечения полива для поддержания влажности почвы в определенном диапазоне, в котором растения живёт комфортно, а также система может получить данный диапазон после автоматического обучения. Кроме этого, система также обеспечивает экономичное решение в случае длительного отсутствия человека.

Пользователь взаимодействует с системой при помощи мобильного приложения, разработанного на языке C# в среде разработки Xamarin for Visual Studio. С помощью разработанного мобильного приложения можно выполнять мониторинг текущих показателей растения, устанавливать диапазон значения влажности и свойства растения (годовой цикл и влаголюбивость) для полива, устанавливать период и количество дней для обучения, а также для работы системы в экономичном режиме устанавливать диапазон значения влажности и время, в течение отсутствия человека. Кроме этого, мобильное приложение

позволяет получать результаты обучения и сохранять подобранные параметры различных растений для последующего использования.

Conclusion

In the course of the master's thesis, key factors influencing the frequency and the need for watering a houseplant were analyzed, and a review of existing developments in the field of automation of room watering was carried out. Based on the performed analysis, an approach was proposed to search the effective irrigation parameters, that allows identifying such a range of soil moisture parameters that are most favorable for a plant. At the same time, the developed approach takes into account three most important parameters: the annual cycle of the plant, the category of plant resistance to lack of water, and a sign of the need to save water for irrigation due to the long absence of a person in the house.

The main result of this study is an experimental model of the automatic control system for the irrigation of houseplants. The system is divided into two parts: hardware and software, based on the Arduino UNO microcontroller board. The main advantage of this system compared to the existing ones is the ability to provide irrigation to maintain soil moisture in a certain range, in which plants live comfortably, and the system can receive this range after automated training. In addition, the system also provides an economical solution in the case of a prolonged absence of a person.

The user interacts with the system using a mobile application developed in the C # language in the Xamarin for Visual Studio development environment. Using the developed mobile application, the plant's current indicators can be monitored, the range of humidity values, plant properties (annual cycle and moisture content) for watering and the period and number of days for training can be set, as well as the range of humidity values and time for the system to operate in economy mode in the course of a person's absence. In addition, the mobile application allows learning results and save selected parameters of various plants for later use to be received.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Домашняя_автоматизация (Дата обращения: 20.05.2019).
2. Mastery-of-building URL: <https://mastery-of-building.org/sostavlyayushhie-elementy-sistemy-umnyj-dom-ix-naznachenie-i-princip-raboty/> (Дата обращения: 20.05.2019).
3. Амперка URL: <https://amperka.ru/page/development-board-guide> (Дата обращения: 20.05.2019).
4. ЭЛЕКТРОСАМ.РУ URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/arduino-uno/> (Дата обращения: 20.05.2019).
5. Умный дом Xiaomi URL: <https://xiaomi-smarhome.ru/shlyuzu-umnogo-doma-xiaomi/> (Дата обращения: 22.05.2019).
6. Умный дом Xiaomi URL: <https://xiaomi-smarhome.ru/bluetooth-shlyuzu-xiaomi/> (Дата обращения: 22.05.2019).
7. КС автоматик URL: <https://ks26.net/catalog/umnyiy-dom/> (Дата обращения: 22.05.2019).
8. Марка Качества URL: <http://markakachestva.ru/best-brands/2945-luchshie-sistemy-umnyj-dom.html> (Дата обращения: 22.05.2019).
9. Юлия Фомина «Красивое комнатное цветоводство для начинающих и мастеров». ISBN: 978-5-699-43086-4 изд. ЭКСМО, 2010.
10. OZON URL: https://www.ozon.ru/context/detail/id/32425860/?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJakQXOM7cdiErtxiFcewVS0_IM0zTcwEz1OGAw1ndq3R5kbUsbEfYaNVEALw_wcB&gclsrc=aw.ds (Дата обращения: 22.05.2019).
11. OZON URL: https://www.ozon.ru/context/detail/id/147576937/?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GLh4UDyv-2ILXjlHRbkoR0uEtNvDtpwtbeRH3W4WDrWDuJG1o2FhIaAmQYEALw_wcB&gclsrc=aw.ds (Дата обращения: 22.05.2019).

12. OZON

URL:

https://www.ozon.ru/context/detail/id/137562362/?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJGrVM-898OthhpJy7eMiLfmd2391ucWMIR97L_6FyqVYRzGnyIntcaAgrjEALw_wcB&gclid=aw.ds (Дата обращения: 22.05.2019).

13. eGazon.ru

URL:

https://www.egazon.ru/good/151243?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=reg-tovar-merchant-smart|1559324870&utm_term=&utm_content=pla-293946777986|cid|1559324870|aid|294833524210|gid|62833584607|pos||src|u_|dvc|c|reg|1012059|rin||&id=62833584607|pla-293946777986&gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GLXlHYDqCibAPAmMTPZCfGERKKh0baqwPeI_KoOfKKs2hDRpNezIMJgaAncQEALw_wcB (Дата обращения: 22.05.2019).

14. Авто-сад

URL:

https://m-avto-sad.pro/p356009870-rain-bird-rzxe.html?utm_medium=cpc&utm_source=priceru-gmc&utm_campaign=579249090&utm_content=788901054

(Дата обращения: 22.05.2019).

15. Электронная библиотечная система АлтГТУ

URL:

http://elib.altstu.ru/journals/Files/pa2016_02/pdf/250kotlubovskaya.pdf (Дата обращения: 22.05.2019).

16. Электронная библиотечная система АлтГТУ

URL:

http://elib.altstu.ru/journals/Files/pa2018_04/pdf/130Kotlubovskaya.pdf (Дата обращения: 22.05.2019).

17. ЯНДЕКС

Патенты

URL:

https://yandex.ru/patents/doc/RU66657U1_20070927 (Дата обращения: 22.05.2019).

18. ЯНДЕКС

Патенты

URL:

https://yandex.ru/patents/doc/RU2671109C1_20181029 (Дата обращения: 22.05.2019).

19. bebi.lv

URL:

<https://bebi.lv/poliv-komnatnyh-tsvetov/chastota-i-metody.html>

(Дата обращения: 22.05.2019).

- 20.** Dom-Florista URL: <https://dom-florista.ru/uhod/fazy-zhizni-rasteniy.html> (Дата обращения: 22.05.2019).
- 21.** МОНАТЕКА URL: <https://monateka.com/article/183882/> (Дата обращения: 22.05.2019).
- 22.** EMUPAUTO URL: <https://emupauto.ru/kak-pravilno-polivat-komnatnye-rasteniya-kak-polivat-cvety-vo-vremya.html> (Дата обращения: 22.05.2019).
- 23.** tornado.sfsu.edu URL: <http://tornado.sfsu.edu/Geosciences/classes/m356/RainfallVariability/TempVar.htm> (Дата обращения: 22.05.2019).
- 24.** agroAtlas.ru URL: http://www.agroAtlas.ru/en/content/Climatic_maps/S_Pcp/S_Pcp_02/index.html (Дата обращения: 22.05.2019).
- 25.** Википедия URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system (Дата обращения: 27.05.2019).
- 26.** СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 27.** СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
- 28.** СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 29.** ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 30.** ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
- 31.** ФЗ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативнотехнической документации.

32. ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.99 М 96-ФЗ [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативнотехнической документации.

33. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. - 3-е изд., перераб. И доп. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. - 178 с.

34. ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».

Приложение А

Программный код системы АРПКР в Arduino IDE

```
#include <HX711_ADC.h>
HX711_ADC LoadCell(12,11);
#include <Arduino.h>
#include <U8x8lib.h>
#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#ifdef U8X8_HAVE_HW_I2C
#include <Wire.h>
#endif
U8X8_SSD1306_128X64_NONAME_SW_I2C u8x8(SCL, SDA, U8X8_PIN_NONE);
#include <TimeLib.h>
#define TIME_HEADER "T"
#define TIME_REQUEST 7
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial (3,2);
#include "dht.h"
#define DHTPIN 8
#define DHTTYPE DHT21
DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);

int pump = 7, wf = 4, led = 8;
int a = 0;
int mode = 0, NDays = 7, period = 2, thresholdUp = 50, thresholdDown = 25;
int HA, TA, v, SensorValue;
String phinfo, infod;
int Newmin, Newmax, count, check = 1, e = 0, check1 = 1, Tbase = 0, times = 0, key1 = 0;
int f1 = 0, La, k = 50, Hmax, c = 1, nd, nd1, nd2, key = 0;
int plant = 1, waterlike = 0, A;
int V_all = 4500, V_min = 500, Vsy, T = 0;
int *StudyData = new int [NDays*24/period];
int *arr = new int [NDays*24/period];
const unsigned long DEFAULT_TIME = 1357041600; // Jan 1 2013

void setup() {
  u8x8.begin();
  u8x8.setPowerSave(0);
  dht.begin();
  mySerial.begin(115200);
  LoadCell.begin();
  LoadCell.start(2000);
  LoadCell.setCalFactor(340);
  setSyncProvider(requestSync);
  delay(1000);
  pinMode (wf, OUTPUT);
  digitalWrite(wf,HIGH);
  pinMode (A0, INPUT);
  pinMode(pump,OUTPUT);
}
```

```

digitalWrite(pump, HIGH);
pinMode(led,OUTPUT);
delay(500);
}

void loop() {
while(a == 0){
  mySerial.println("AT");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+RST");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+CIPMODE=0");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+CWMODE=2");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+CWSAP=\"ESP8266\", \"123456789\",11,0");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+CIPMUX=1");
  delay(100);
  mySerial.println("AT+CIPSERVER=1,8080");
  delay(1000);
  setTime(DEFAULT_TIME);
  a = 1;
}

if (mode == 0){
  receivedata();
  if (timeStatus() != timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }
  Measure();
  oledisplay();
}

if (mode == 1){
  key1 = 1;
  receivedata();
  Measure();
  oledisplay();
  if (timeStatus() != timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }
  if(check == 1){
    StadyModel();
  }
  if(check == 2){
    count = e;
    e = 0;
    check1 = 1;
    Sort();
    Select();
    mode = 4;
  }
}

```

```

    key1 = 0;
  }
}

if (mode == 2){
  receivedata();
  Measure();
  oleddisplay();
  if (timeStatus() != timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }

  if (second() < 10){
    String SH = "Soil moisture: " + String(v);
    int len = SH.length();
    String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
    mySerial.println(at);
    delay(500);
    mySerial.println(SH);
    delay(500);
  }

  int hournow = hour();
  if (V_all > V_min){
    if (((hournow <= 8) && (hournow >= 6)) || ((hournow >= 17) && (hournow <= 20))){
      if (plant == 0){
        thresholdDown = thresholdDown * 0.8;
        thresholdUp = thresholdUp * 1.15;
        if (v <= thresholdDown) {key = 1; }
        Watering();
      } else {
        if (waterlike == 1){
          thresholdDown = thresholdDown * 1.2;
          thresholdUp = thresholdUp * 1.1;
          if (v <= thresholdDown) {key = 1; }
          Watering();
        } else if (waterlike == 0){
          if (v <= thresholdDown) {key = 1; }
          Watering();
        } else if (waterlike == -1){
          thresholdDown = thresholdDown * 0.9;
          thresholdUp = thresholdUp * 0.75;
          if (v <= thresholdDown) {key = 1; }
          Watering();
        }
      }
    }
  }
}

if (key1 == 1){
  mode = 1;
}
}

```

```

if (mode == 3){
  delete [ ]StudyData;
  StudyData = new int[NDays*24/period];
  mode = 1;
}

if (mode == 4){
  receivedata();
  Measure();
  oledisplay();
  if (timeStatus()!= timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }
  if (10 < second() < 20){
    String data = String(Newmin) + "," + String(Newmax);
    int len = data.length();
    String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
    mySerial.println(at);
    delay(500);
    mySerial.println(data);
    delay(500);
  }
  check = 1;
  delay(3000);
}

if (mode == 5){
  receivedata();
  Measure();
  oledisplay();
  if (timeStatus()!= timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }
  EconomicModel();
}

if (mode == 6){
  receivedata();
  Measure();
  oledisplay();
  if (timeStatus()!= timeNotSet) {
    digitalClockDisplay();
  }
  if (V_all > V_min){
    if (TA <= 30){
      if (v <= thresholdDown){
        key = 1;
        Watering();
      }
    }
  }
}
if (check == 1){

```

```

    StadyModel();
}
if (check == 2){
    count = e;
    Sort();
    delay(500);
    Select();
    delay(500);
    thresholdUp = Newmax;
    thresholdDown = Newmin;
    e = 0;
    check1 = 1;
    check =1;
}
}
}

void EconomicModel(){
    Measure();
    if (f1 == 0){
        Hmax = thresholdUp;
        nd1 = day();
        Vsy = V_all;
        f1 = 1;
    }
    int Vnd = V_all;
    nd = day() - nd1;
    if (v <= thresholdDown){
        if (nd >= c*(NDays/k)){
            key = 1;
            Watering();
            k = c + V_all/(Vnd - V_all);
            thresholdUp = Hmax;
            c++;
            nd2 = day();
        } else {
            k = c + (NDays - (nd2 - nd1))/(day()-nd2);
            La = V_all/k;
            while ((Vnd - V_all) <= La){
                digitalWrite(pump,LOW);
                delay(4000);
                digitalWrite(pump,HIGH);
                delay(5000);
                Measure();
            }
            thresholdUp = v;
            c++;
            nd2 = day();
        }
    }
}
}
}

```

```

void StudyModel(){
  if (check1 == 1){
    Tbase = hour();
    times = 24*NDays/period;
    check1 = 2;
  }
  if (check1 == 2){
    if (Tbase + e * period == hour()){
      Measure();
      StudyData[e] = v;
      delay(100);
      e++;
    }
  }
  if (e >= times){
    check = 2;
  }
}

```

```

void Watering(){
  Measure();
  if (key == 1){
    while (v <= thresholdUp){
      digitalWrite(pump,LOW);
      delay(4000);
      digitalWrite(pump,HIGH);
      delay(6000);
      Measure();
    }
    key = 0;
    delay(500);
  }
}

```

```

void Sort(){
  delete [ ]arr;
  arr = new int[count];
  for(int i=0;i<count;i++){ arr[i]=StudyData[i];}
  for (int i=0;i<count;i++){
    for(int j=0;j<count-1-i;j++){
      if(arr[j] > arr[j+1]){
        int t = arr[j];
        arr[j] = arr[j+1];
        arr[j+1] = t;
      }
    }
  }
}

```

```

void Select(){
  int Max = arr[(count)-1];
  int Min = arr[0];

```

```

double NewMax = Max - 0.1 * (Max-Min);
double NewMin = Min + 0.1 * (Max-Min);
for (int j = 0; j < count; j++){
    if(NewMin < arr[j]){
        Newmin = arr[j];
        break;
    }
}
for (int j = 0; j < count; j++){
    if(NewMax < arr[j]){
        Newmax = arr[j-1];
        break;
    }
}
}

```

```

void Measure(){
    float Ha = dht.readHumidity();
    delayMicroseconds(100);
    float Ta = dht.readTemperature();
    delayMicroseconds(100);
    HA = (int) Ha;
    TA = (int) Ta;
    SensorValue = analogRead(A0);
    delayMicroseconds(100);
    double v1 = 100 - double(SensorValue/10.23);
    v = (int)v1;
    delay(100);
    LoadCell.update();
    delay(100);
    V_all = LoadCell.getData();
    if (v >= 90)
    {
        mode = 6;
        setTime(DEFAULT_TIME);
    }
    if (v <= thresholdDown){
        mode = 2;
    }
}

```

```

void receivedata(){
    while(mySerial.available()){
        if(a == 1){
            processSyncMessage();
            delay(200);
            if (timeStatus() != timeNotSet) {
                digitalClockDisplay();
            }
        }
        if(a == 2){
            phinfo = mySerial.readString();

```

```

    delay(100);
    A = 1;
  }
}
if (A == 1){
  int A1 = phinfo.indexOf('@');
  if (A1 != -1){
    String info = phinfo.substring(A1+1,phinfo.length()-10);
    int A2 = info.indexOf(',');
    if(A2 != -1){
      mode = info.substring(0,A2).toInt();
      String infoa = info.substring(A2+1, info.length());
      int ba = infoa.indexOf(':');
      if(ba == -1){
        a = 1;
        String Timec = "Please calibrate time!";
        int len = Timec.length();
        String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
        mySerial.println(at);
        delay(500);
        mySerial.println(Timec);
        delay(500);
      }else if (ba != -1){
        if(mode == 2){
          String thd = infoa.substring(0,ba);
          thresholdDown = thd.toInt();
          String thu = infoa.substring(ba+1,5);
          thresholdUp = thu.toInt();
          plant = infoa.substring(6,7).toInt();
          waterlike = infoa.substring(8,infoa.length()).toInt();
          String mode1 = "mode:" + String(mode);
          int len = mode1.length();
          String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
          mySerial.println(at);
          delay(500);
          mySerial.println(mode1);
          delay(1000);
          String thresholdDown1 = "thresholdDown:"+String(thresholdDown);
          int len1 = thresholdDown1.length();
          String at1 = "AT+CIPSEND=0," + String(len1);
          mySerial.println(at1);
          delay(500);
          mySerial.println(thresholdDown1);
          delay(1000);
          String thresholdUp1 = "thresholdUp:"+ String(thresholdUp);
          int len2 = thresholdUp1.length();
          String at2 = "AT+CIPSEND=0," + String(len2);
          mySerial.println(at2);
          delay(500);
          mySerial.println(thresholdUp1);
          delay(1000);
        }
      }
    }
  }
}

```

```

if(mode == 3){
    NDays = infoa.substring(0,ba).toInt();
    String infob = infoa.substring(ba+1,infoa.length());
    int A4 = infob.indexOf('@');
    period = infob.substring(0,A4).toInt();
    String mode1 = "mode:" + String(mode);
    int len = mode1.length();
    String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
    mySerial.println(at);
    delay(500);
    mySerial.println(mode1);
    delay(1000);
    String NDays1 = "NDays:"+String(NDays);
    int len1 = NDays1.length();
    String at1 = "AT+CIPSEND=0," + String(len1);
    mySerial.println(at1);
    delay(500);
    mySerial.println(NDays1);
    delay(1000);
    String period1 = "period:"+String(period);
    int len2 = period1.length();
    String at2 = "AT+CIPSEND=0," + String(len2);
    mySerial.println(at2);
    delay(500);
    mySerial.println(period1);
    delay(1000);
}
if(mode == 5){
    thresholdDown = infoa.substring(0,ba).toInt();
    String infob = infoa.substring(ba+1,infoa.length());
    int A4 = infob.indexOf(';');
    thresholdUp = infob.substring(0,A4).toInt();
    String infoc = infob.substring(A4+1,infob.length());
    int A5 = infoc.indexOf('@');
    NDays = infoc.substring(0,A5).toInt();
    String mode1 = "mode:" + String(mode);
    int len = mode1.length();
    String at = "AT+CIPSEND=0," + String(len);
    mySerial.println(at);
    delay(500);
    mySerial.println(mode1);
    delay(1000);
    String thresholdDown1 = "thresholdDown:"+String(thresholdDown);
    int len1 = thresholdDown1.length();
    String at1 = "AT+CIPSEND=0," + String(len1);
    mySerial.println(at1);
    delay(500);
    mySerial.println(thresholdDown1);
    delay(1000);
    String thresholdUp1 = "thresholdUp:"+thresholdUp;
    int len2 = thresholdUp1.length();
    String at2 = "AT+CIPSEND=0," + String(len2);

```

```

    mySerial.println(at2);
    delay(500);
    mySerial.println(thresholdUp1);
    delay(1000);
    String NDays1 = "Days economic model:"+NDays;
    int len3 = NDays1.length();
    String at3 = "AT+CIPSEND=0," + String(len3);
    mySerial.println(at3);
    delay(500);
    mySerial.println(NDays1);
    delay(1000);
  }
}
}
}
A = 0;
}
}

```

```

void oleddisplay(){
  u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r);
  if (second() > 57){
    u8x8.clear();
  }
  u8x8.setCursor(0, 1);
  if(mode == 0){
    u8x8.print("MODE: STANDBY");
  }
  if(mode == 1){
    u8x8.print("MODE: TRAINING");
  }
  if(mode == 2){
    u8x8.print("MODE: WATERING");
  }
  if(mode == 4){
    u8x8.print("MODE: PASSING DATA");
  }
  if(mode == 6){
    u8x8.print("MODE: SIMPLE");
  }
  u8x8.setCursor(0, 2);
  u8x8.print("Air Tem.:");
  u8x8.print(TA);
  u8x8.print(" Cel.");
  u8x8.setCursor(0, 3);
  u8x8.print("Air Hum.:");
  u8x8.print(HA);
  u8x8.print("%");
  u8x8.setCursor(0, 4);
  u8x8.print("Soi Hum.:");
  u8x8.print(v);
  u8x8.print("%");
}

```

```

u8x8.setCursor(0, 5);
u8x8.print("Wat VOL:");
u8x8.print(V_all);
u8x8.print("ml");
u8x8.setCursor(0, 6);
u8x8.print("Hum. Threshold:");
u8x8.setCursor(0, 7);
u8x8.print(thresholdUp);
u8x8.print("%:");
u8x8.print(thresholdDown);
u8x8.print("%");
delay(500);
}

void digitalClockDisplay() {
  u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r);
  u8x8.setCursor(0, 0);
  u8x8.print(hour());
  u8x8.print(":");
  if(minute() < 10) {u8x8.print("0");}
  u8x8.print(minute());
  u8x8.print(" ");
  if(day() < 10) {u8x8.print("0");}
  u8x8.print(day());
  u8x8.print("/");
  if(month() < 10) {u8x8.print("0");}
  u8x8.print(month());
  u8x8.print("/");
  int years = year() - 2000;
  u8x8.print(years);
  delay(200);
}

void processSyncMessage() {
  unsigned long pctime = 0;
  if(mySerial.find(TIME_HEADER)) {
    String phinfo = mySerial.readString();
    delay(200);
    int A1 = phinfo.indexOf('@');
    if (A1 != -1) {
      String info = phinfo.substring(A1+2,A1+12);
      pctime = info.toInt();
      if( pctime >= DEFAULT_TIME) {
        setTime(pctime);
        a = 2;
      }
    }
  }
  delay(200);
}

time_t requestSync(){
  mySerial.write(TIME_REQUEST);
  return 0;
}

```

Приложение Б

Введение

Introduction

Раздел 1 Анализ существующих подходов к поливу комнатных растений

Section 1 Analysis of the existing approach to watering indoor plants

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ71	И Цзяньфэн		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Лунёва Е.Е.	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Сидоренко Т. В.	к.п.н.		

Introduction

Houseplants are placed in almost every room to create a comfortable space for living and working for a person. But people who are usually busy with work do not have enough time and energy for timely and accurately dosed watering. When watering plants without taking into account such factors as pot material, soil composition, type of plant, current soil moisture, etc. there is a danger of excessive watering or insufficient watering of indoor plants. This, in turn, can be the beginning of plant disease (such as rotting of the roots, yellowing of leaves, etc.) and even the death of plants. Thus, you need to have a certain skill to take into account these factors when choosing the optimal watering time, as well as the amount of water for watering a certain indoor plant. Also, timely watering is difficult during the long absence of a person in the house, for example, during business trips and travels.

In order to reduce dependence on human knowledge and skills and provide the plant with timely effective watering, it is necessary to develop an approach to watering indoor plants, taking into account the key factors influencing the timing of watering, as well as the lack of a person at home for a long time.

This work is devoted to the development of an approach to finding effective irrigation parameters and a system for automatically regulating the irrigation of houseplants, allowing for irrigation of plants in accordance with specified parameters, and providing an economical solution for irrigating plants in the event of a prolonged absence of a person, as well as learning how to “optimal” irrigation.

In the course of this work, the design and development of an experimental sample, including the hardware and software parts of the irrigation system using the Arduino UNO microcontroller board, the Arduino IDE development environment, was performed. In addition, a mobile application was developed to control the irrigation system using the Xamarin for MS Visual Studio development environment.

Section 1 Analysis of the existing approach to watering indoor plants

1 The system of "smart home" and an overview of the devices and their key elements that automate the implementation of homework

A smart home is a system of home devices that can-do household work and solve certain everyday tasks without human intervention. Systems that do homework automatically are considered as a special case of the concept of the Internet of things, and includes home devices that are accessible to management via the Internet, while the Internet of things includes any devices connected via the Internet in principle [1].

The most common examples of automatic actions in a “smart home” are automatic turning on and off of the light, automatic correction of the heating system or air conditioner, and automatic notification of the intrusion of unauthorized persons into the house, fire or water leakage. At the same time, devices that automatically perform housework should be flexible systems that the user designs and adjusts on his own, depending on his own needs.

Currently on the market represented a variety of equipment for the smart home system, typical elements of which are listed below [2]:

- smart home controller (main and discrete input-output modulators);
- expansion and communication modules (switches, routers, GPS / GPRS modules);
- switching elements of the electrical circuit (relays, dimmers, power supplies);
- measuring instruments, sensors and sensors (motion, temperature, light, etc.);
- system controls (consoles, touch panels, PDAs, tablets);
- actuators (valves of water, ventilation, gas, roller shutters, etc.).

The central part of the smart home are microcontrollers, which are currently widely used as follows:

- microcontroller board Arduino UNO;
- microcontroller board Iskra Neo;

- microcontroller board Strela;
- STM32 Nucleo F401RE;
- Teensy 3.2;
- Netduino 2.

Based on the study of controllers, it can be noted that the Arduino UNO MP is currently the most popular controller on the market. The advantages of Arduino UNO MP are presented below:

- open source code. Program coding can be extended on the C ++ platform.
- Simple and convenient programming environment. The shell of the program is easy to use for novice programmers, but it has enough flexibility for the work of professionals. It is most convenient for the learning environment of students, which will be easy to understand the work of this platform.
- reasonable price.
- tons of documentation, lessons and ready-made libraries, a huge community.

Thus, the Arduino UNO controller is the best choice. For more information about the Arduino UNO controller, see section 3.1.

It can be noted that today consumers expect from the systems that make up the smart home, the ability to control them through a smartphone or tablet. Thus, the advanced functionality for setting up and managing devices is displayed in a software application that is installed in most cases on a smartphone. A smartphone is a mobile phone, complemented by the functionality of a pocket personal computer. At the same time, the minimum functionality contains the smart device itself (one of the “smart home” systems), often it is only the function of switching the device on and off.

To control devices via a smartphone in a room, a local Wi-Fi router installed in the room and Wi-Fi and Bluetooth modules built into the smartphone are usually used. In order to control devices remotely, the following options are used: Bluetooth gateway and ZigBee gateway. The principle of operation of the Bluetooth gateway is similar to

the ZigBee gateway, a device with a Bluetooth module connects to one of the devices, which has 2 wireless interfaces at the same time, communicates with the device via Bluetooth, and communicates with the cloud via Wi-Fi. The scheme of remote control of devices via a smartphone is shown in Figure 1 [3].

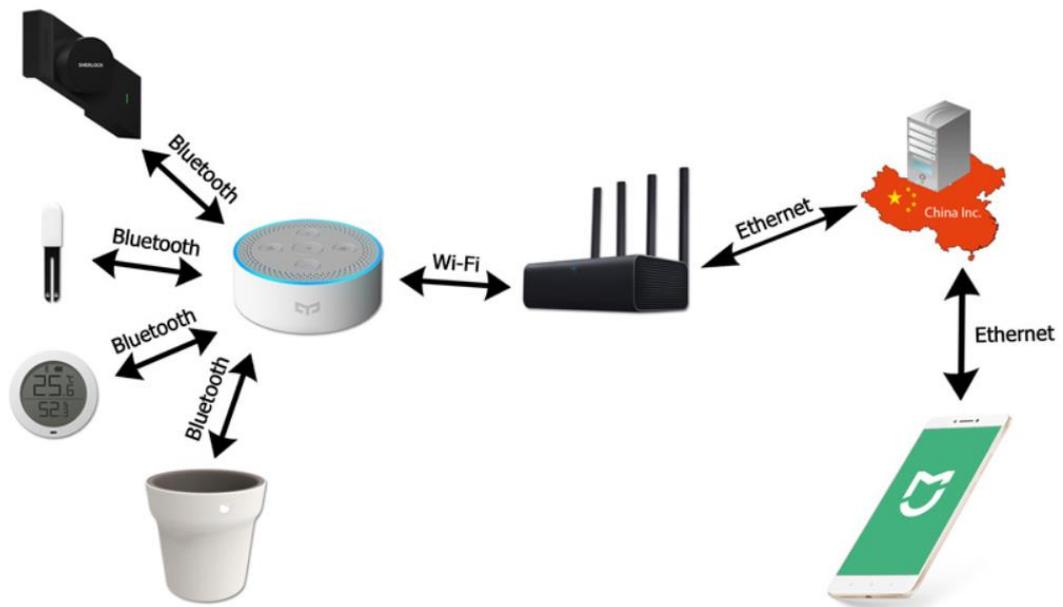


Figure 1 - The scheme of remote-control devices via a smartphone

Among the popular devices that make up the smart home system are:

- robot vacuum cleaner;
- smart light bulb;
- smart air purifier;
- Smart air humidifier;
- Smart water purifier, etc.

Various devices of the smart home are shown in Figure 2.



Figure 2 - Various smart home devices

Table 1 lists the leading brands developing smart home devices at the moment.

Table 1 - Leading Brands Developing Devices for the Smart Home

Name	Feature Rating
Rubetek	The best choice of ready-made kits to create a smart home
Apple	The best combination of stylish design and reliability. Russian-speaking voice assistant.
Amazon	The most promising system according to Forbes. Variability and versatility.
Google	Versatility. Compatible with many devices of other brands.
REDMOND	The most extensive selection of smart devices with control through a single application.
Xiaomi	The most affordable prices and good quality. Diversity.
Ajax Systems	Effective security system adjusted for pets. Responsive service.
TP-Link	2-in-1: Wi-Fi amplifier and smart socket. PTZ cameras at a reasonable price.
GAL	Starter Kit "Smart Home" at the best price. Simplicity and detailed instructions.
Ростелеком	Popular domestic brand. Promotions and discounts on the official website.

Thus, the development of intelligent devices has become the trend of the times. In addition to the smart home system, intelligent robots and intelligent cars are also the focus of research and development of many technology companies.

2 Review of scientific works and watering systems for indoor plants

For about 5,000 years, people have been growing indoor plants and decorating their homes and places of work with them. In order for the plant not to die in the first place it is necessary to ensure its timely watering. In the course of this work, a review of existing plants on the market was conducted. The main systems of watering plants are presented in table 2.

Table 2 – Existing irrigation systems and their functions

System name	Price of systems	Functional characteristics	Manufacturer
Set for automatic micro drop watering of Green Apple "GWDK20-071" [4]	2859 ₺	Gradual and uniform drip irrigation prevents soil erosion and waterlogging and promotes healthy and rapid growth of plants. Watering is achieved using a water supply timer: the switching frequency is from 1 minute to 1 week, the duration of watering is from 1 minute to 2 hours.	Taiwan
The controller of the irrigation control Hunter Eco-Logic-401i-E, into 4 zones [5]	4589 ₺	The Hunter Eco-Logic series irrigation control panels are a reliable, cost-effective solution for controlling small areas. These controllers are notable for easy button programming and the ability to quickly check the system operation. They have two independent programs with four launch times each, a 365-day calendar, seasonal adjustment (from 10% to 150%), compatibility with weather sensors, and non-volatile memory. Eco-Logic ELC-401i-E manages four irrigation zones. Features: launch times in the program: 4 (customizable); maximum watering time: 4 hours; programmable irrigation delay: 1 - 7 days; diagnostic program for quick system check; automatic short circuit protection.	China
Microdrink irrigation kit "Gardena", basic with timer [6]	9691 ₺	The set of microdrop irrigation "Gardena" is intended for microdrop irrigation, which can be used for various purposes. The kit can be used for 7 potted plants and 3 flower boxes. EasyControl automatic watering timer provides fully automatic watering. It is possible to include additional elements in the system. The basic kit ready for use includes all the main components of the Micro-Drip-System micro-drop irrigation system, which are necessary for simple irrigation of various plants.	Germany

Continuation of the table 2 – Existing irrigation systems and their functions

<p>Gardena Automatic watering kit art. 01266 (with a capacity of 9 liters) [7]</p>	<p>8763 ₺</p>	<p>The Gardena Watering Kit allows you to automatically water up to 36 potted plants. Precise dosing irrigation ensures the presence of valves with three modes of water flow. The tight transformer is installed both inside, and out of the room. The automatic watering kit does not require programming, it is immediately ready for use. Features: the kit also includes distributors with three modes of water flow, which provide watering with specific requirements; it is also a very reliable and versatile device that is completely sealed; Watering kit is very easy to use and does not require programming.</p>	<p>Germany</p>
<p>Rain Bird RZXe 4 i - controller internal, 4 zones / WIFI for automatic watering [8]</p>	<p>6329 ₺</p>	<p>Features: model for installation indoors; launch time: 6 for each zone for one day; installation time from 1 minute to 199 minutes, an increase of one minute; manual start of one or all irrigation zones; external mains transformer (included); control circuit of the main valve / pump start; the ability to connect a WiFi-module.</p>	<p>USA</p>

From table 2 it can be noted that there is no universal irrigation system for plants, and most systems only allow watering by a timer that does not depend on the environment (soil moisture, air temperature and humidity, and light intensity) and time of day.

This approach increases the dependence of the state of the plant on human knowledge in the field of care for indoor plants due to the need to choose the optimal irrigation mode. Also, when using devices of this type makes it necessary to adjust the irrigation time depending on the temperature in the room, as well as the time of year.

Also, a review was made of existing developments in Russia aimed at watering indoor plants, as reflected in publications, as well as in patents for invention, which are listed in Table 3.

Table 3 – Publications and patents for the invention of developments aimed at watering indoor plants

Name	Description	Author	Index
Development of a system for automated irrigation and surface moistening of ornamental exotic indoor plants [9]	The article is devoted to the development of an automated irrigation system and surface moistening of ornamental exotic indoor plants.	T.V. Kotlubovskaya, A.V. Votes	УДК 681.518.52: 635.91
Modeling the operation of the automated irrigation system and surface moistening of decorative exotic indoor plants in the software environment .net framework [10]	The article is devoted to modeling the operation of the automated irrigation system and surface moistening of ornamental exotic indoor plants in the .NET Framework software environment.	T.V. Kotlubovskaya,	УДК 004.432: 681.518.52: 635.91
Device for subsurface irrigation of indoor plants [11]	The utility model relates to the field of gardening, more specifically, to devices for subsurface watering of plants and can be used in the cultivation and cultivation of flowers and vegetables in pots in indoor conditions. The problem to be solved is the creation of a relatively simple and effective device for irrigating houseplants, which has the ability of long-term subsurface irrigation of these plants in an automatic mode with simultaneous aeration of the root system from the drainage layer. In addition to this, the task of reducing the area required for placing the device, reducing the level of injuries of the root system and improving the appearance of the product is solved.	Dubenok Nikolay Nikolaevich, Evgrafov Alexey Vladimirovich	RU 66657 U1

Continuation of the table 3 – Publications and patents for the invention of developments aimed at watering indoor plants

<p>The method of automatic irrigation of vegetable plantations [12]</p>	<p>The invention relates to the field of watering plants in closed ground and can be used for watering indoor plants. In the implementation of the method of automatic irrigation pre-accumulate water in the tank. Install the plant pot on the lever's shoulder. On the other lever arm is placed a guide valve. The valve closes the water supply pipe from the tank. After watering, compare the weight of the tank from which water was supplied with the weight of the adjacent tank. Produce watering the second plant from a nearby tank. Watering from the next tank is carried out in proportion to the weight of the second plant with a pot or in proportion to the area of the watered surface.</p>	<p>Krukovsky Leonid Efimovich, Averyanova Veronika Viktorovna, Rodomanova Julia Sergeevna</p>	<p>RU 2671 109 C1</p>
---	--	---	---------------------------

3 Analysis of factors affecting the irrigation of the plant and a review of existing methods of irrigation of plants

Houseplants need regular water consumption just like all living things on our planet. A lack or vice versa - an excess of moisture in a flower pot with a substrate can lead to wilting of the flower, yellowing or the appearance of spots on the leaves, drying and dropping of leaves, or damage by pests or diseases [13].

The main method of irrigation of a houseplant is to determine the optimal condition of the soil for a given plant and saturation with soil moisture, depending on the needs of the plant. In this case, there are recommendations to water the plant early in the morning, and if this is not possible, it is also possible in the evening.

The complexity of watering the plant is the need to take into account many factors when assessing the need for watering the plant.

Factors to consider when watering plants are listed below [14]:

- 1) Ware for watering indoor plants:

- Watering can with a long spout. Practical inventory - a long spout can be easily directed through a thick crown, under the lower leaves or directly under the root outlet, so as not to drop water on the delicate leaves of a flower;
- flask. Special device with an elongated tip and a spherical container of water. Such inventory will be able to help out when you need to leave for a long time. It is enough to fill the container with water and stick the flask tip into the soil, which will gradually be saturated with moisture as it dries;
- spray for spraying (sprayer). By spraying water from a spray bottle, additional moisture can be supplied through the upper parts of the plant. This method will help you maintain the decorative qualities of the plant in the summer heat or during the heating season, when the humidity level in the room is very low;
- Pan with water. A great way to further moisten the soil in the pot if the air in the room is too dry. It is advisable to put a flower pot not directly into the water, but on a wet clay or on pebbles in the pan.

2) Water for watering indoor plants:

- rain, river, pond water. Plants respond well to irrigation with soft water from natural sources. But it is necessary to disinfect water, add a few pieces of charcoal;
- tap water. Chlorinated tap water with slightly soluble calcium salts is very hard. Be sure to defend this water for at least 24 hours before watering the flowers, and pour the remnants from the bottom. Water plants with water at room temperature or lukewarm.

3) Moisture-loving degree of indoor plants:

- plants with large and wide leaves are watered more often;
- bulbous species should be watered moderately and less frequently, as overwetting can lead to decay of the root system;
- succulent species that easily tolerate long breaks between watering.

4) Methods of watering indoor plants:

- top watering.

- bottom watering.
- immersion of the pot in the water.

The frequency of irrigation depends on various factors: the type of plant, the age and size of the plant, the microclimate in the room, the time of year (the season of rest or vegetation), and also the material from which the pot is made (ceramic, plastic, glass).

1) Water the plants more:

- Plants from the growth stage;
- Plants with lots of leaves;
- Plants with large broad leaves, evaporating a lot of moisture;
- Flowering plants (except those that bloom in the dormant period, for example, orchids);
- Mature plants with a strong root system;
- If the pot has good drainage and large drainage holes;
- Plants in clay pots;
- In rooms with dry warm air in winter;
- If the summer is dry, hot weather.

2) Water less plants:

- Plants that are in a period of rest;
- Plants with a small amount of leaves;
- Plants with succulent fleshy leaves, stems, bulbs;
- Plants with a small root system, especially if the roots of the plant were affected by pests, diseases, or due to improper care;
- If there are no drainage holes in the pot;
- Plants in non-porous dishes;
- Plants in a cool or humid room;
- If the weather is rainy overcast in summer.

Analyzing the above factors, we can say that their consideration is taken into account in order to visually assess the current soil moisture and assess the need for

watering plants, as well as approximately determine the amount of water required for irrigation.

When watering plants without at least some of the above factors, there is a risk of excessive watering or insufficient watering of houseplants. This, in turn, can be the beginning of plant disease (such as rotting of the roots, yellowing of leaves, etc.) and even the death of plants. Thus, you need to have a certain skill to account for these factors when choosing the optimal watering time, as well as the amount of watering a certain indoor plant. Also, timely watering is difficult during the long absence of a person in the house, for example, during business trips and travels.

In order to reduce dependence on human knowledge and skills and to ensure timely efficient watering for a plant, it is necessary to develop an approach to watering indoor plants that takes into account the key factors affecting the choice of irrigation time, as well as the lack of a person at home for a long time.

4 Purpose and objectives of the work

Based on the analysis of existing methods, devices, factors affecting the watering of indoor plants, carried out above, we can formulate the purpose and objectives of this work as follows.

The aim of this work is to develop an approach to the search for effective irrigation parameters and a system for the automatic regulation of the irrigation of indoor plants.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- 1) Conduct research in the field of identification of effective irrigation parameters and develop an appropriate approach.
- 2) Select the sensors and devices necessary for the functioning of the system, study their capabilities and gain knowledge in the field of their programming using the Arduino IDE;
- 3) Create and test the hardware of the ARPKR system;
- 4) Develop the software part of the Arduino microprocessor for the ARPKR system;

- 5) Develop a mobile application for managing the ARPAD system using IDE Xamarin;
- 6) Create an interface between the Arduino UNO microprocessor and a mobile application using a WiFi module, implement data transfer;
- 7) Conduct a comprehensive testing of the ARPKR system and work out the algorithm of irrigation and training on real indoor plants.