

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

Институт ИСГТ

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений УДК <u>681.52: 631.674: 635</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	И Цзяньфэн		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АиКС	Лунева Е.Е.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Штейнле А.В.	К.М.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.О. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев М.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИСГТ

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Суходоев М.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	И Цзяньфэн

Тема работы:

Разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.02.2017, № 786/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2017
--	------------

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 проектирования является система автоматического регулирования, позволяющая в автоматическом режиме обеспечить своевременный полив комнатного растения в зависимости от исходных, заданных пользователем, данных по влажности и температуре. Кроме этого в систему должна быть заложена возможность работы в режиме обучения с целью сбора исходных данных о поливе от пользователя и расчета необходимых параметров для последующего автоматического полива

	<p>растения.</p> <p>Также в качестве исходных данных к работе используется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Документация по работе с программируемыми микроконтроллером ArduinoUNO ; • 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 предметной области и постановки задачи. • Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений • Тестирование системы на комнатных растениях.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx на 15 слайдах</p> <ul style="list-style-type: none"> – титульный слайд; – актуальность; – цель и задачи; – структура системы АРПКР; – аппаратная часть системы АРПКР; – пользовательский интерфейс системы АРПКР; – результаты работы.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г.
Социальная ответственность	Штенйле А.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лулева Е.Е.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158A30	И Цзяньфэн		

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

Институт ИСГТ

Направление 27.03.04 Управление в технических системах

Кафедра автоматизации и компьютерных систем

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2017 г.
--	---------------

Дата	Название раздела (модуля) /	Максимальный балл
29.05.2017	Основная часть	75
15.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
22.05.2017	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Лунева Е.Е.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев М.С.	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	И Цзяньфэн

Институт	ИСГТ	Кафедра	АиКС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	27.03.04 Управление в технических системах

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Должностной оклад научного руководителя – 26300 руб. Должностной оклад инженера – 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизации – 20%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Социальные отчисления – 30% от ФЗП

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Планирование работ и их временная оценка
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Смета затрат на проект Смета затрат на оборудование
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Анализ полученных результатов о системе АРПКР

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	И Цзяньфэн		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	И Цзяньфэн

Институт	ИСГТ	Кафедра	АиКС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	27.03.04 Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>1. Вредные факторы: микроклимат; электромагнитные излучения; освещенность; шум.</p> <p>2. Опасные факторы: опасность возникновения пожара; опасность поражения электрическим током.</p> <p>3. Негативное воздействие на окружающую среду: утилизация списанной техники и комплектующих; утилизация люминесцентных ламп</p> <p>4. Чрезвычайные ситуации: пожар вследствие неполадок в электропроводке.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Данный раздел основан на следующих документах: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СНиП 21-01-97, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, ГОСТ 17.2.1. 03-84, ГОСТ 17.4.3.04-85, СНиП 23-05-95, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 30775-2001, ГОСТ 17677-82.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Данный раздел представляет собой анализ вредных факторов, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации разработанной системы АРПКР.</p> <p>Вредные факторы, возникающие при разработке и эксплуатации компонента:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонения показателей микроклимата рабочей зоны; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - повышенный уровень шума на рабочем месте.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой</p>	<p>Данный раздел представляет собой анализ</p>

<p><i>произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i> – <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i> 	<p>опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации разработанной системы АРПКР. Основными источниками опасности являются электроприборы, которые могут вызвать как поражение электрическим током, так и пожары. Необходимо следовать технике безопасности, обращаясь с электрическими приборами (согласно ГОСТ 12.1.019-79).</p>
<p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>защита селитённой зоны</i> – <i>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</i> – <i>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</i> – <i>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</i> – <i>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i> 	<p>Данный раздел представляет собой описание охраны окружающей среды, которые связаны с эксплуатацией персонального компьютера. Вышедшие из строя комплектующие компьютеров и электроприборов, а также люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с ГОСТ 12.2.007.13-88.</p>
<p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i> – <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i> – <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i> – <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i> 	<p>Данный раздел представляет собой описание чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть на рабочем месте при эксплуатации разработанной системы АРПКР.</p>
<p><i>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i> – <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i> 	<p>Данный раздел описывает правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности пользователя, эксплуатирующего разработанная система АРПКР.</p>
Перечень графического материала:	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Штейнле А.В.	К.М.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	И Цзяньфэн		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 82 страницы, 22 рисунков, 13 таблиц, 15 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: система АРПКР, микроконтроллер Arduino, пользовательский интерфейс, ПС «Управление поливом растений».

Объектом исследования является система автоматического регулирования полива комнатных растений.

Целью работы является разработка 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 пользовательского интерфейса.

В результате исследования выполнена разработка системы АРПКР, обладающего двумя частями: аппаратной части и пользовательским интерфейсом. Система АРПКР позволяет обеспечивать своевременный полив растений в соответствии с заданными параметрами, а в то же время обеспечивать «автоматически» поливать растения с помощью алгоритма орошения.

Областью применения является лаборатория кафедры АиКС.

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 2010.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

МП – микроконтроллерная плата.

АРПКР – автоматического регулирования полива комнатных растений.

ПС – программная система.

MS – Microsoft.

Кафедра АиКС – Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем.

UML – Unified Modeling Language.

VS – Visual Studio.

XML – eXtensible Markup Language.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	13
ГЛАВА 1 Анализ предметной области и постановки задачи.....	14
1.1 Обзор существующих систем полива комнатных растений	14
1.2 Способы и технологии реализации системы автоматического полива растений.....	17
1.3 Цель и задачи работы.....	18
ГЛАВА 2 Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений.....	20
2.1 Проектирование и реализация аппаратной части системы АРПКР	20
2.2 Проектирование и разработка программной части системы.....	31
2.3 Разработка интерфейса пользователя для работы и настройки системы	42
2.4 Результаты работы.....	44
ГЛАВА 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	49
3.1 Календарный план работ и оценка времени их выполнения.....	50
3.2 Смета затрат на проект	54
3.2.1 Материальные затраты	54
3.2.2 Амортизация компьютерной техники.....	54
3.2.3 Затраты на заработную плату	55
3.2.4 Затраты на социальные нужды.....	56
3.2.5 Прочие затраты.....	56

3.2.6 Накладные расходы.....	57
3.3 Смета затрат на материалы для реализации проекта	57
ГЛАВА 4 Социальная ответственность.....	59
4.1 Анализ вредных факторов рабочего помещения.....	60
4.1.1 Отклонения показателей микроклимата рабочей зоны.....	60
4.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений	61
4.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	63
4.1.4 Повышенный уровень шума на рабочем месте	64
4.2 Анализ опасных факторов производственной среды	64
4.2.1 Высокий уровень статического электричества в рабочем помещении	64
4.2.2 Высокий уровень напряжения в электросети.....	65
4.3 Охрана окружающей среды	66
4.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	67
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
CONCLUSION	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А	77

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие науки и техники позволяют автоматизировать и улучшить жизнь во многих сферах человеческой деятельности, в том числе и бытовые условия. Сегодня существует множество приборов и устройств, позволяющих сэкономить время, сделать жизнь людей дома и на работе комфортнее, удобнее и дешевле.

Комнатные растения есть почти в каждом доме. В больших городах растения расставляют в высотных зданиях, в офисах и компаниях, для того чтобы создать пространство комфортное для человека. При этом, состояние комнатных растений зависит от своевременного полива и ухода. Система автоматического регулирования полива комнатных растений позволяет своевременно обеспечить различные растения водой, сэкономить как время, так и водные ресурсы, однако уход за редкими растениями связан со сложностями выбора оптимального режима полива. Таким образом, необходимость развития «умных» систем, полива, определяет актуальность настоящей работы.

Данная работа посвящена разработке системы автоматического регулирования полива комнатных растений (АРПКР), позволяющей обеспечивать своевременный полив растений в соответствии с заданными параметрами, а также обучаться «правильному» поливу.

В ходе выполнения настоящей работы выполнена проектирование и разработка прототипа аппаратной, программной и интерфейсной частей системы полива с использованием микроконтроллера Arduino UNO, среды разработки Arduino IDE, а также среды разработки Microsoft (MS) Visual Studio.

ГЛАВА 1 Анализ предметной области и постановки задачи

1.1 Обзор существующих систем полива комнатных растений

В настоящее время существуют множество приборов, устройств, элементов техники, которые нацелены на улучшение жизни людей дома и на работе. К таким приборам, в частности относятся системы автоматического полива растений. Комнатные растения есть почти в каждом доме, а также в офисных зданиях. Они используются как для украшения помещения, так и могут очистить воздух, ускорить время восстановления человека после работы, уменьшить стресс и т.д.

Однако, состояние комнатных растений зависит от своевременного полива и ухода, который сложно обеспечить современному человеку, при отсутствии знаний о требованиях к уходу за конкретным растением, а также из-за необходимости проводить вне дома большую часть времени. Для того, чтобы обеспечить своевременный полив растений, необходимо ориентироваться на множество различных факторов, включая текущее время года, характеристик влажности почвы, температуры и влажности окружающей среды и т.д.

В ходе выполнения настоящей работы был проведен обзор существующих на рынке систем полива растений. Основные системы представлены в таблице 1.1. Можно отметить, что большинство систем не позволяют обеспечивать полив с учетом текущей влажности почвы и функционируют по таймеру. Кроме того, в таблице 1 представлены цены и магазин продаж систем полива растения.

Таблица 1 - Существующие системы полива растений

Название систем	Цена систем	Функциональные характеристики	Магазин
Claber 8053 Oasis 4-Programs /20 Plants Garden Automatic Drip Watering System	\$92.51	Таймер имеет 4 настройки программы: 10, 20, 30 и 40 дней для полива до 20 растений; Открывается два раза в день, чтобы доставить 4 унции, 2 унции, 1,5 унции или 1 унцию воды на капельницу [1].	Amazon
Orbit Single Outlet Programmable Hose Faucet Timer, Standard Packaging	\$24.88	Экстра-большой ЖК-дисплей с ярким, ярким текстом обеспечивает наилучшую читаемость в классе; Супер-простое программирование обеспечивает гибкое управление продолжительностью и частотой полива; Задержка дождя и ручная поливка обеспечивают максимальную защиту воды [1].	Amazon
Rachio Smart Sprinkler Controller	\$249.99	Легко управлять где угодно, в любое время. Получите полный доступ к монитору и настройке системы полива со своего телефона, планшета или ноутбука; Автоматически адаптируется к погоде. Rachio постоянно адаптируется к местным прогнозам погоды и сменам сезонов, автоматически оптимизируя графики полива; Экономия воды и денег. Экономия до 50% от использования воды на открытом воздухе, сохраняя при этом ваши растения здоровые; Полив с точностью. Rachio использует конкретные детали двора, современные алгоритмы полива и проверенную науку орошения для создания точных графиков,	Amazon

		адаптированных к конкретным потребностям вашего двора [1].	
25 м DIY Micro Системы Капельного Орошения Завод Самостоятельно Автоматический Полив Таймер Сад Hose Kits With Adjustable Dripper	₽1716,87	Автоматический полив: - регулируемый капельный инструмент, предоставление различных объемов воды в соответствии с различными растениями воды требование; - капельную скорость может установить, как вам нужно; - подходит для комнатных и уличных растений [2].	Aliexpress
4/7 мм 30 м DIY Капельного Орошения Система Завод Автоматический Самостоятельная Полив Садовый Шланг Наборы 30 Регулируемая Капельница Automatique Micro Капельного	₽3529,19	Автоматический полив: - используют таймер; - капельную скорость, может установить, как вам нужно; - различные аппараты могут выбирать, как вам нужно [2].	Aliexpress

Таким образом, большинство существующих систем полива растений не позволяют:

- обеспечивать полив в зависимости от влажности почвы, влажности и температуры окружающей среды;

- взаимодействовать с системой через удобный пользовательский интерфейс, доступный на персональном компьютере или мобильном устройстве;
- проводить сбор, анализа и обработку данных влажности и температуры для получения оптимальных режимов полива растений;
- отображать или визуализировать текущие показатели системы (влажность, температура и т.д.).

Опираясь на недостатки существующих систем, актуальной является задача разработки системы автоматического полива растений с учетом текущей влажности почвы, температуры и влажности окружающей среды, а также с возможностью «умного» полива (т.е. выбора оптимального режима полива в ходе мониторинга).

1.2 Способы и технологии реализации системы автоматического полива растений

Данный раздел представляет собой способы и технологии реализации системы автоматического полива растений.

Можно сказать, что функциональные характеристики идеальной системы полива растений зависят от множества внешних факторов, к которым можно отнести следующие:

- текущая влажность почвы;
- температура и влажности окружающей среды,
- освещённость растения;

- особенности самого растения, которые заключаются в том насколько растение нуждается в поливе и как часто.

Таким образом, для оптимального полива растения необходимо вычислить два параметра, зависящих от вышеперечисленных факторов:

- объем воды, которым необходимо обеспечить растение;
- время, в которое необходимо выполнить полив растения.

В простейшем случае, вычисление данных параметров заменяется простейшим поливом растения по таймеру, некоторым средним объемом воды, однако часто такой полив не подходит растению и не является эффективным.

Обзор литературы [4], посвящённых разработке систем полива растений показал, что центральной частью таких систем являются микроконтроллеры и микроконтроллерные платы (МП), такие как:

- микроконтроллер *Arduino UNO*;
- микроконтроллеры MCS – 51 [3];
- микроконтроллеры Atmega16;
- специализированные контроллеры для капельного полива ESP.

Анализ литературы [4] показал, что МП *Arduino UNO* позволяет использовать широкий спектр относительно недорогих датчиков и устройств, а также задавать программно сложные алгоритмы полива, которые требуются при поливе растения. Микропроцессорная плата *Arduino UNO* построена на базе контроллера «ATmega328» [4]. Дополнительная информация о контроллере *Arduino UNO* представлена в разделе 2.1.

1.3 Цель и задачи работы

Исходя из анализа предметной области проведенного выше, можно сформулировать цель данной работы следующим образом.

Целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений, позволяющей обеспечивать своевременный полив растений в соответствии с заданными параметрами, а также обучаться «правильному» поливу.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить возможности микроконтроллерной платы Arduino UNO, получить знания и навыки программирования данной платы с помощью среды Arduino IDE;
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 системы АРПКР;
5. Создать интерфейс между микроконтроллерной платой (МП) Arduino UNO и Windows Forms C# в Visual Studio, реализовать отображение текущих характеристик системы (влажность, температура, режим работы и т.д.);
6. Провести комплексное тестирование системы АРПКР и отработать алгоритм орошения и обучения на реальных комнатных растениях;
7. Выявить направления дальнейшего развития системы.

ГЛАВА 2 Проектирование и разработка системы автоматического регулирования полива комнатных растений

Данный раздел представляет собой описание важного этапа создания системы автоматического регулирования полива комнатных растений – его проектирования и реализации.

2.1 Проектирование и реализация аппаратной части системы АРПКР

В ходе проектирования системы были выбраны следующие датчики и компоненты, представленные на рисунках 1-6. Ниже приведен список выбранных датчиков и компонентов системы:

- микроконтроллерная плата Arduino UNO;
- плата;
- светодиод;
- резисторы на 10кОм и 220Ом;
- ёмкость на 10мф;
- датчик влажности почвы YL69;
- датчик влажности и температуры окружающей среды AM2301;
- насос для воды на Ардуино;
- цифровой индикатор TM1637;
- wi-fi модуль ESP8266.

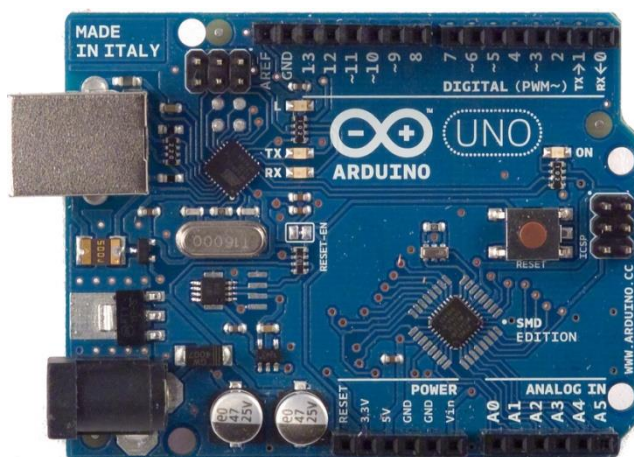


Рисунок 1 - Микроконтроллерная плата Arduino

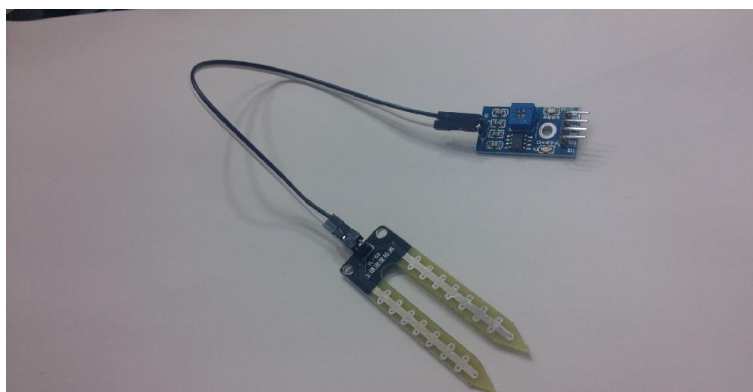


Рисунок 2 - Датчик влажности почвы YL69



Рисунок 3 - Датчик влажности и температуры окружающей среды AM2301



Рисунок 4 – Насос для воды на Ардуино



Рисунок 5 – Цифровой индикатор TM1637

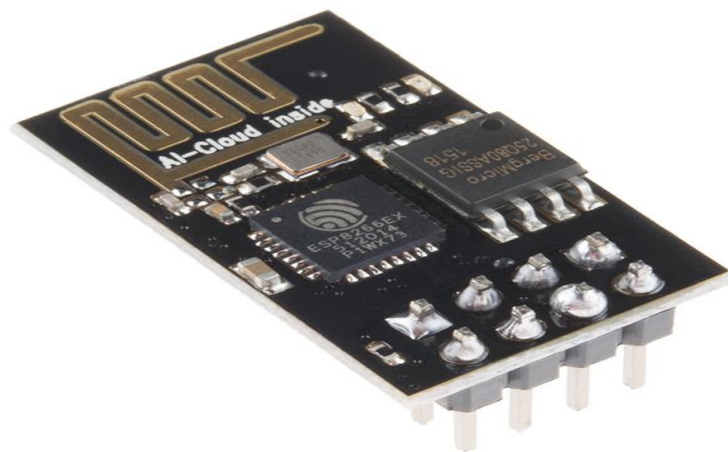


Рисунок 6 – Wi-Fi модуль ESP8266

Технические характеристики выбранных компонентов и датчиков представлены в таблице 2. Выбор данных компонентов в основном обосновывается их наличием в лаборатории кафедры АиКС и наличием соответствующих функциональных характеристик, требуемых для системы полива комнатных растений.

Таблица 2 - Технические характеристики датчиков и компонентов

Датчики и компоненты	Технические характеристики
Микроконтроллерная плата Arduino UNO	<p>Arduino Uno контроллер построен на ATmega328. 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: 5В; - Входное напряжение (рекомендуемое): 7 - 12В; - Входное напряжение (предельное): 6 - 20В; - Цифровые Входы/Выходы: 14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ); - Аналоговые входы: 6; - Постоянный ток через вход/выход: 40Ма; - Постоянный ток для вывода 3.3В:50мА; - 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:</p> <p><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 [3].</p>
<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 создаётся 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.</p> <p>Кроме контактов соединения с щупом, датчик YL-38 имеет четыре контакта для подключения к контроллеру.</p>

	<p>Vcc – питание датчика; GND – земля;</p> <p>A0 – аналоговое значение;</p> <p>D0 – цифровое значение уровня влажности.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Напряжение питания: 3.3-5В; - Ток потребления 35 мА; - Выход: цифровой и аналоговый [4].
<p>Датчик влажности и температуры воздуха AM2301 (DHT21)</p>	<p>3-проводное подключение;</p> <p>1-wire интерфейс обмена данными;</p> <p>пониженное энергопотребление;</p> <p>не нужно никаких дополнительных компонентов;</p> <p>Высокая долговременная термостабильность, заводская калибровка;</p> <p>Цифровой выход;</p> <p>Передача сигнала на большое расстояние</p> <p>Измерение температуры и влажности воздуха</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 [5].
<p>Насос для воды на Ардуино</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Напряжение постоянного тока: 2.5-6V; - Расход: 80-120L / H; - Наружный диаметр отвода воды: 7,5 мм / 0,3; - Внутренний диаметр выходного отверстия воды: 4.7mm / 0.18; - Диаметр: прибл. 24mm / 0.95; - Длина: прибл. 45mm / 1.8; - Высота: прибл. 33mm / 1.30; - Материал: инженерный пластик; - Непрерывный срок службы 500 часов [6].

<p>Цифровой индикатор TM1637</p>	<p>Модуль 4-х символьного 7-сегментного цифрового дисплея, с драйвером TM1637.</p> <p>Дисплей имеет 8 регулируемых уровней яркости, управление дисплеем осуществляется по I2C интерфейсу.</p> <p>Для подключения дисплея к Arduino можно воспользоваться библиотекой TM1637Display.h. Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Цвет свечения: красный; - Рабочее напряжения: 3.3 - 5.5В; - Размер: 42x24 мм [7].
<p>WiFi модуль ESP8266</p>	<p>Пины Wi-Fi модуля ESP8266:</p> <p>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 +20.5дБм 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 22мс; - потребление в режиме Standby до 1.0 мВт (DTIM3) [8].

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

- режим обучения;
- режим полива и мониторинга;
- режим пользовательского интерфейса.

На рисунке 7 представлена структурная схема системы АРПКР, исходя из которого видно, что датчик температуры окружающей среды и датчик влажности почвы обеспечивают данными (влажность и температуру) управляющее устройство (МП Arduino UNO). После этого управляющее устройство управляет запуском насоса с помощью алгоритма орошения.

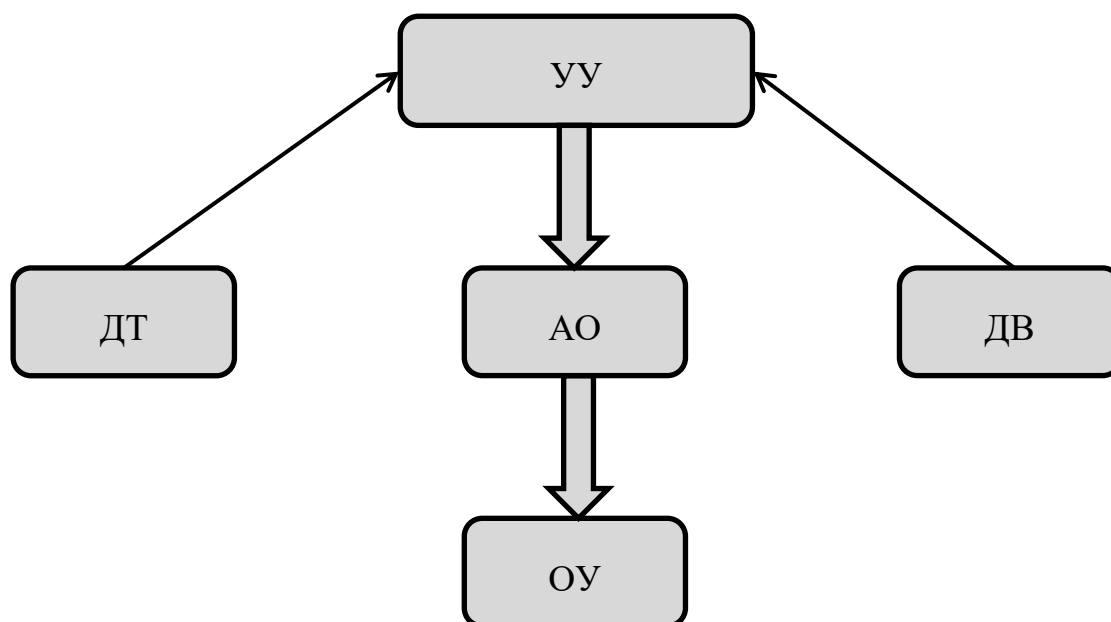


Рисунок 7 – Структурная схема системы АРПКР

УУ – Управляющее устройство (МП Arduino UNO); АО – Алгоритм орошения; ОУ – Объект управления (Насос); ДТ – Датчик температуры окружающей среды; ДВ – Датчик влажности почвы.

На рисунке 8 представлены возможности проектируемой системы АРПКР, исходя из которого видно, что система АРПКР работает в двух основных функциональных режимах: в режиме полива и режиме обучения. Система АРПКР в режиме обучения вначале проводит сбор данных, формирует, исходя из этих данных, оптимальные характеристики полива и затем выполняет передачу этих характеристик полива пользователю. Режим полива состоит из мониторинга среды растения.



Рисунок 8 – Возможности проектируемой системы АРПКР

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 9. Исходя из рисунка 9, 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. К исходным данным относятся

данные о количестве дней обучения системы и периодичность сбора данных для обучения в течение дня, а также нижняя и верхняя граница влажности почвы. После этого система АРПКР может выполнить переход либо в режим обучения, либо в режим полива. Если будет выбран режим обучения, система выполнит сбор данных, проанализирует их и перейдет в режим передачи данных (результатов обучения). Если будет выбран режим полива, то система будет осуществлять мониторинг и полив растения, в зависимости от заданных нижней и верхней границ влажности.

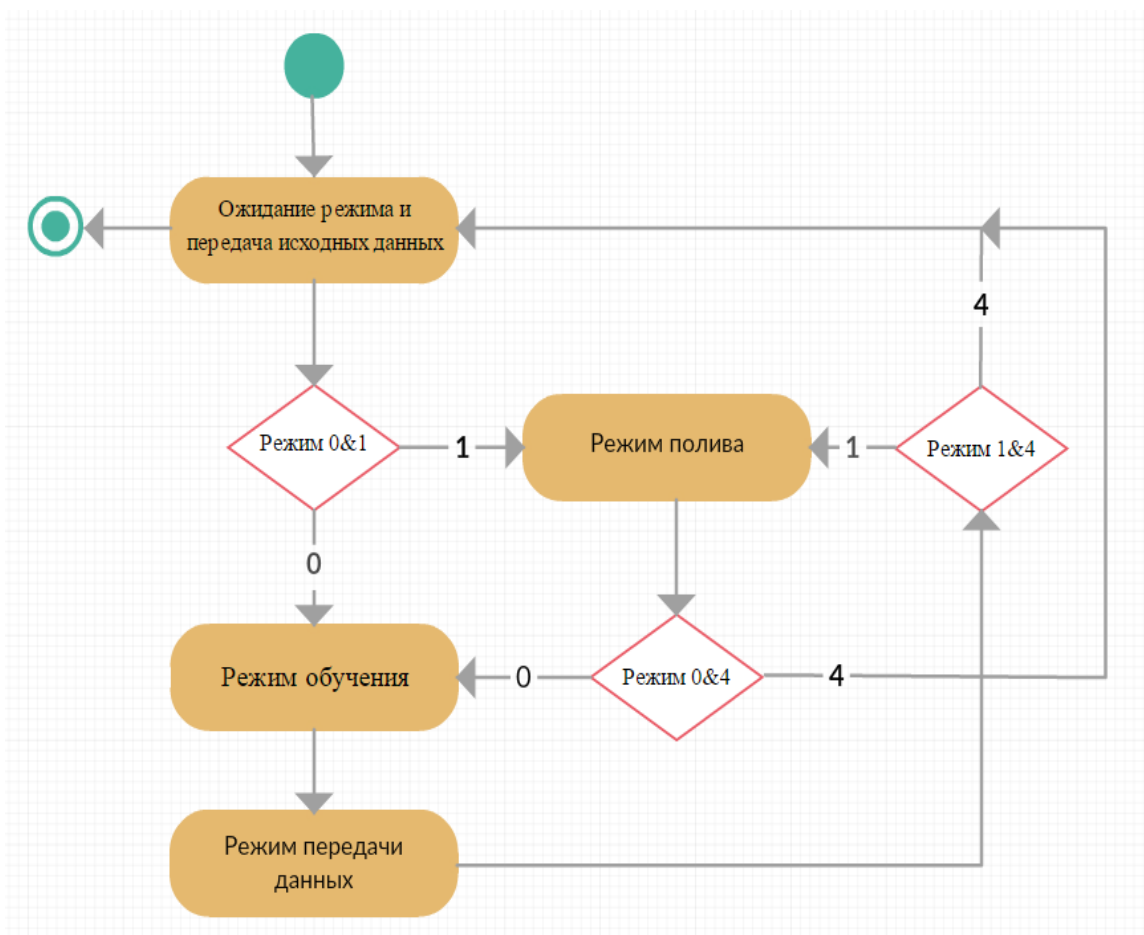


Рисунок 9 – Диаграмма состояний системы АРПКР

На рисунке 10 представлена функциональная схема системы АРПКР. Данная схема показывает принцип работы различных датчиков и компонентов системы.

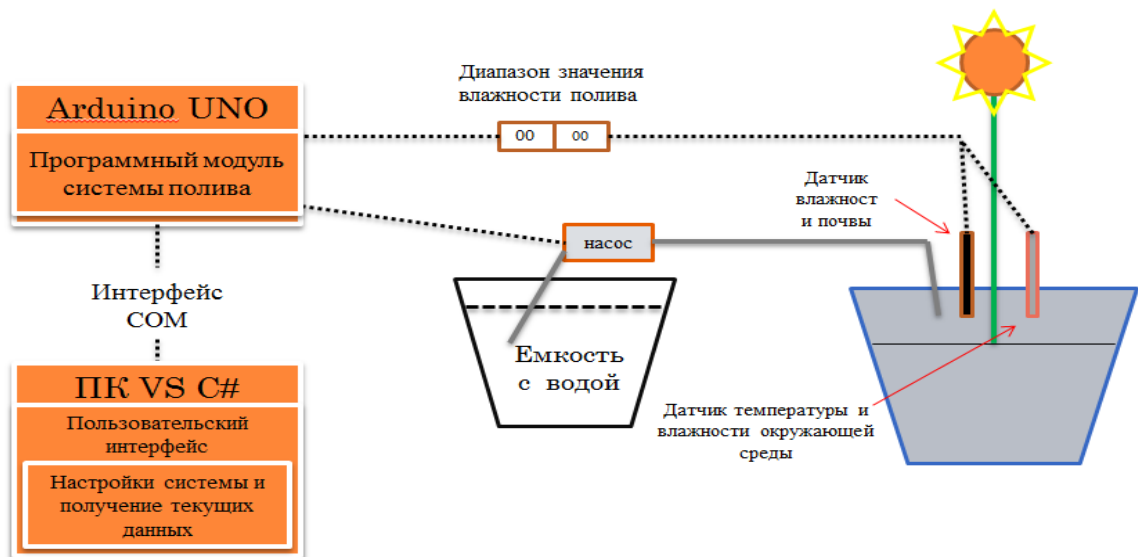


Рисунок 10 - Функциональная схема системы АРПКР

На рисунке 11 представлена натурная схема системы АРПКР, на котором обозначены различные датчики и микроконтроллерная плата.

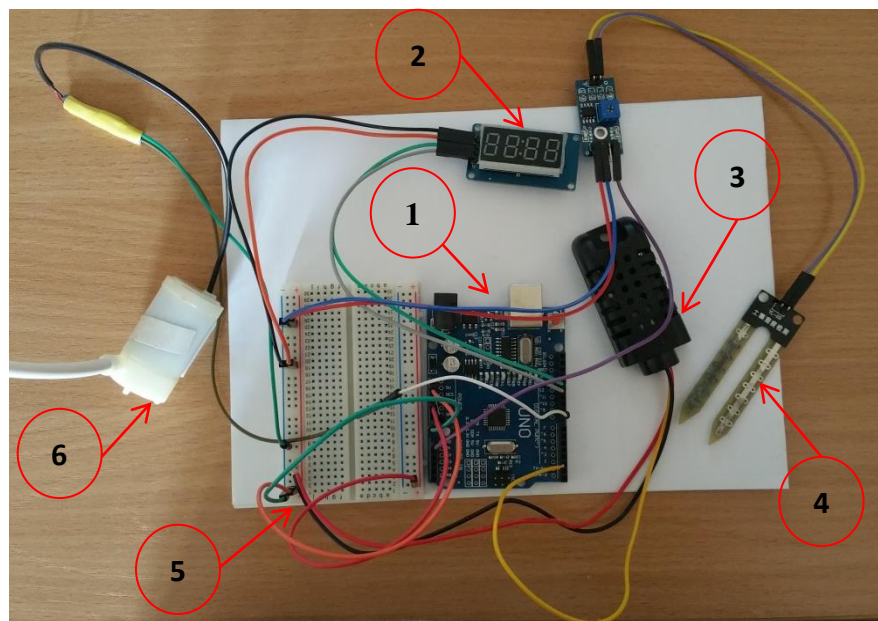


Рисунок 11 - Натурная схема системы АРПКР

1- микроконтроллерная плата Arduino UNO; 2 - цифровой индикатор; 3 - датчик влажности и температуры воздуха; 4 - датчик влажности почвы; 5 - плата; 6 - насос.

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

- разработанная система позволяет измерять влажность почвы, влажность и температуру окружающей среды;
- система позволяет устанавливать диапазон влажности полива и отслеживать данные показатели посредством цифрового индикатора;
- система позволяет поливать комнатные растения;
- с помощью датчик влажности и температуры окружающей среды, система выбирает период опроса основного датчика влажности почвы.

Однако аппаратная часть системы АРПКР имеет следующие недостатки:

- Датчик температуры и влажности окружающей среды не должен намокать, а также МП *Arduino UNO*, плата и цифровой индикатор;
- Насос имеет недостаточную мощность для прокачивания воды из глубокой емкости (не более 20 см);
- Объем ёмкости с водой ограничен, пользователь должен сам добавить воду в ёмкость.

2.2 Проектирование и разработка программной части системы

Данный раздел представляет собой описание создания программной части системы АРПКР – его проектирования и реализации. Программная часть системы АРПКР разработана на МП *Arduino UNO*. В ходе выполнения разработки программной части системы АРПКР был использован язык C++.

Разработанная программная часть системы АРПКР в МП *Arduino UNO* разделена на три части: режим полива и мониторинга; режим обучения; режим передачи ожидания режима и данных.

В ходе выполнения работы были использованы библиотеки, назначение и характеристики которых представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Назначения и характеристики используемых библиотек

Название библиотеки	Назначение и характеристики
#include "dht.h"	Измерение влажности и температуры окружающей среды при использовании датчики влажности и температуры окружающей среды АМ2301.
#include "TM1637.h"	Показание диапазона влажности полива при использовании датчики цифрового индикатора TM1637.

2.2.1 Режим полива и мониторинга

В режиме полива и мониторинга реализованы следующие функциональные возможности:

- текущие значения влажности почвы, влажности и температуры окружающей среды отображаются в интерфейсе пользователя;
- полив комнатных растений осуществляется с учетом заданных верхней и нижней границ влажности в соответствии со специальным алгоритмом орошения.

Процесс режима полива и мониторинга представлен на рисунке 12. Исходя из рисунка 12, можно выделить два состояния системы: мониторинг и полив. В состоянии мониторинга происходят следующие действия. Система АРПКР опрашивает датчик влажности почвы с определенной периодичностью

и отображает на компьютере пользователя, как влажность почвы, так и влажность, и температуру окружающей среды. Постепенно в состоянии мониторинга влажность почвы H уменьшится. Как только текущая влажность почвы опустится к нижней заданной границе, система АРПКР переходит в режим полива и начинает работать по разработанному алгоритму орошения. На рисунке 12 показано то, что полив осуществляется в несколько циклов. Каждый цикл длится небольшой период Δt и затем выполняется остановка на маленький период Δt_1 . Это необходимо для того, чтобы обеспечить постепенное впитывание воды в почву, а также для получения более точного показателя текущей влажности почвы.

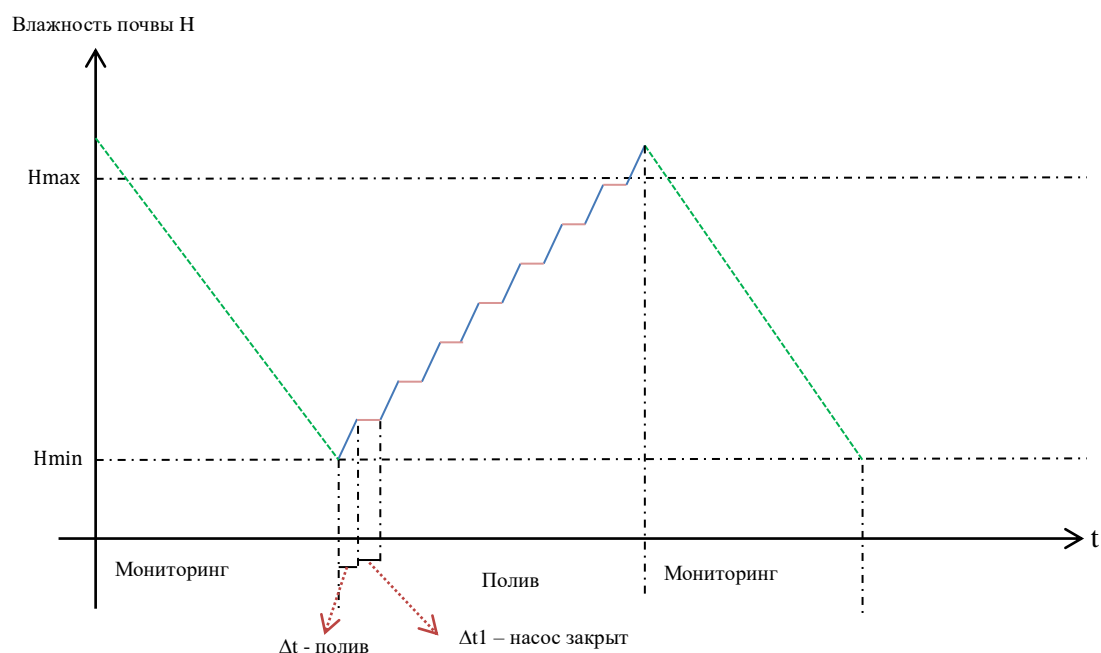


Рисунок 12 – Режим полива и мониторинга

На рисунке 13 представлена диаграмма деятельности система, работающей в режиме полива и мониторинга. Для того чтобы поливать, нужно

получить нижнюю и верхнюю границы влажности почвы. После этого нужно опросить датчики влажности почвы, влажности и температуры окружающей среды. Если текущая влажность (*Нтекущий*) меньше чем нижняя граница влажности почвы (*НMin*), выполнит переход в режим орошения. Если текущая влажность (*Нтекущий*) больше чем нижняя граница влажности почвы (*НMin*), нужно ожидать одну минуту до следующего опроса. После выполнения перехода в режим орошения, если *per* больше чем 2, поливать при условии, чтобы текущая влажность (*Нтекущий*) достигнет верхнюю границу влажности почвы (*НMax*). Если *per* больше чем 1, и меньше чем 2, поливать при условии, чтобы текущая влажность (*Нтекущий*) достигнет верхнюю границу влажности почвы (*НMax*per*). Если *per* меньше чем 1, поливать при условии, чтобы текущая влажность (*Нтекущий*) достигнет верхнюю границу влажности почвы (*НMax*(per+1)*).

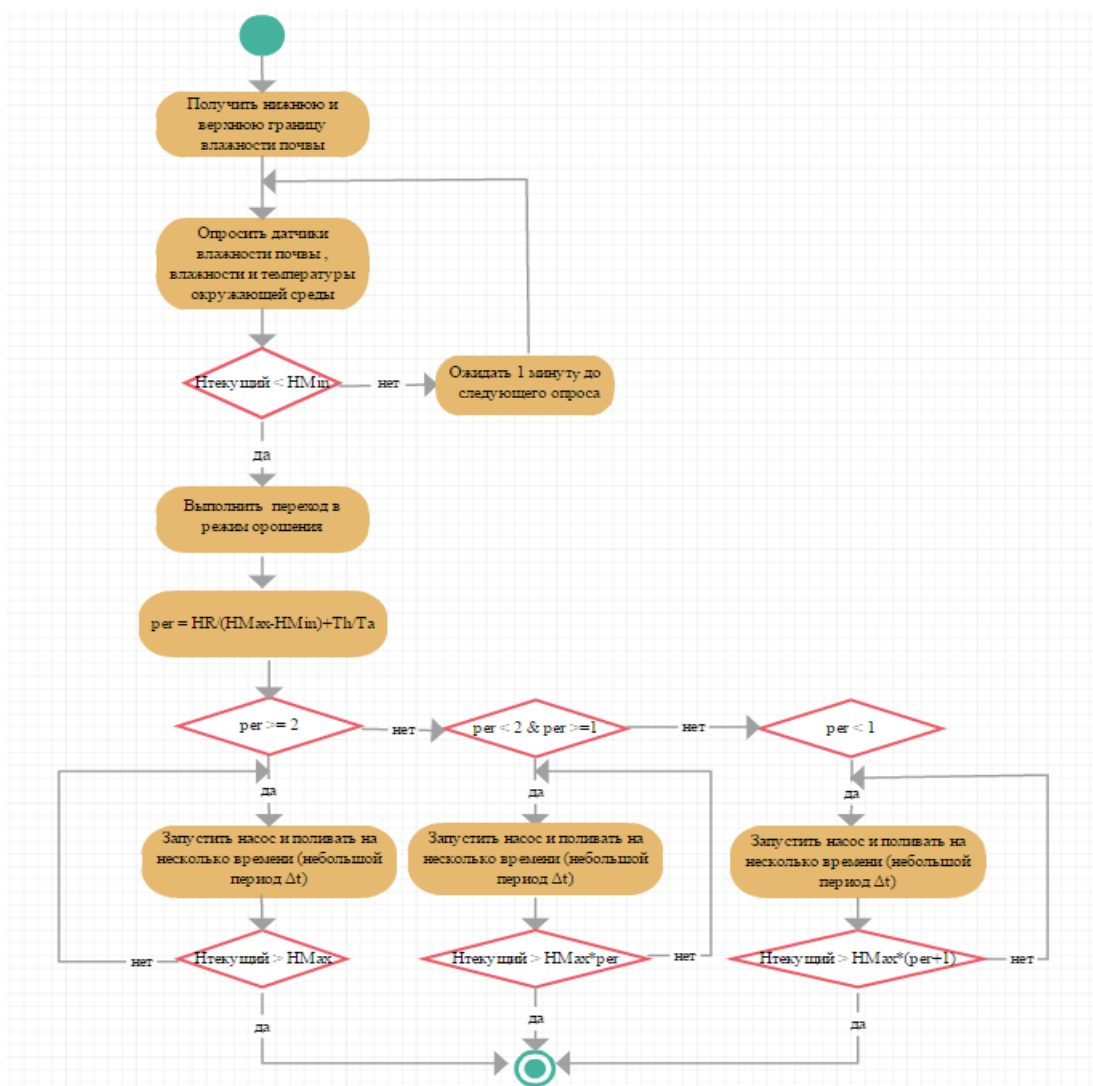


Рисунок 13 – Диаграмма деятельности система, работающей в режиме полива и мониторинга

HR – диапазон обычного изменения влажности почвы (например:20); Th – комнатная температура; Ta – текущая температура окружающей среды.

Фрагменты программного кода режима мониторинга и полива, связанные с опросом датчиков и запуска насоса представлены в таблице 4. Из таблицы 4 можно увидеть, что в состоянии мониторинга выполняется опрос датчиков влажности почвы, а также влажности и температуры окружающей среды.

Таблица 4 – Фрагменты программного кода режима полива и

мониторинга

Состояние системы АРПКР	Главные коды режима
Мониторинг	<pre>float Ha = dht.readHumidity(); float Ta = dht.readTemperature(); SensorValue = analogRead(A0); double v1 = 100 - double(SensorValue/10.23); HA = (int) Ha; //Влажность окружающей среды TA = (int) Ta; //Температура окружающей среды v = (int) v1; // Текущая влажность почвы</pre>
Полив	<pre>digitalWrite(pump,HIGH); //Насос открыт delay(8000); //Период полива digitalWrite(pump,LOW); //Насос закрыт delay(6000); //Остановка double per = 20/(thresholdUp-thresholdDown)+25/TA; // Параметр определен верхнюю границу влажности для полива if(per >= 2) {else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp)} if(per < 2 && per >= 1) {else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp*per)} if (per < 1) {else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp*(1+per))} //Где thresholdDown – нижняя граница; thresholdUp – верхняя граница.</pre>

2.2.2 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 и мониторинга.

На рисунке 14 представлена диаграмма деятельности системы, работающей в режиме обучения.

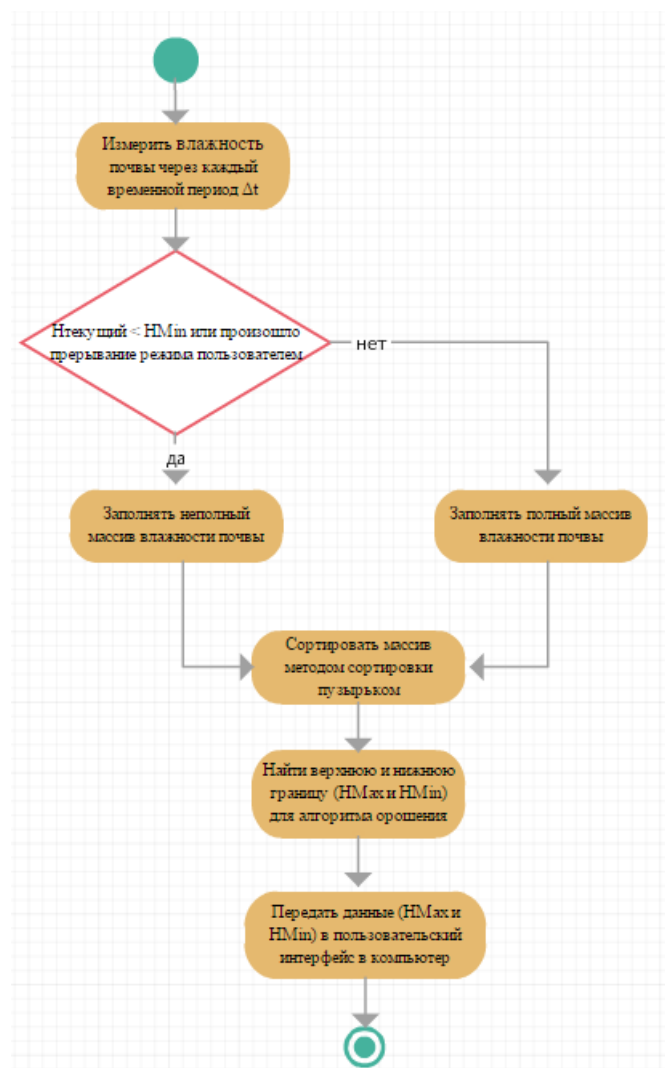


Рисунок 14 – Диаграмма деятельности системы, работающей в режиме обучения

На рисунке 15 представлен процесс измерения влажности почвы в режиме обучения.

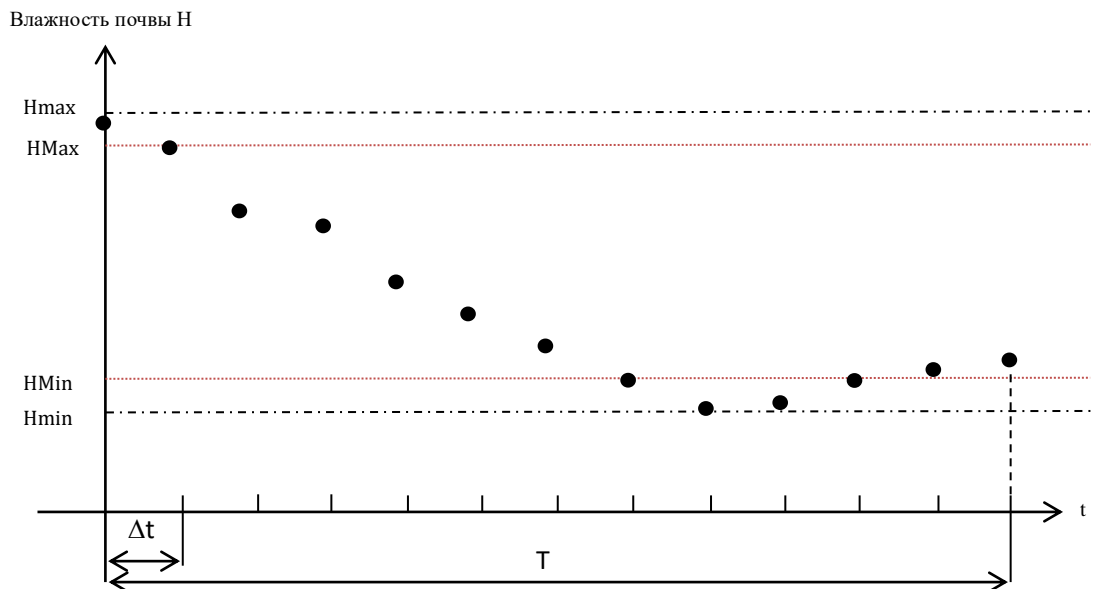


Рисунок 15 – График влажности почвы в режиме обучения

На рисунке 15 показано то, что измерение влажности почвы происходит через каждый временной период Δt . Каждая черная точка на графике рисунка 15 означает факт опроса датчика влажности почвы. При этом каждое полученное значение влажности почвы сохраняется в ранее созданном массиве влажности почвы. 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 (полного или частичного) 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 (*HMax* и *HMin*) влажности почвы, которые были выбраны в диапазоне экстремальных значений (*Hmax* и *Hmin*). А также верхняя граница (*HMax*) определена первое значение, меньше чем максимальное значение (*Hmax*) влажности почвы. То же самое, нижняя граница (*HMin*) определена первое значение, больше чем минимальное значение (*Hmin*) влажности почвы. Именно эти значения (*HMax* и *HMin*) 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 обработать эти значения на окне обработки данных в программной системе (ПС) «Управление поливом растений» в приложения *VS C#*, а также можно передать эти значения в режим полива.

2.2.3 Режим ожидания исходных данных

Перед тем как пользователь переведет систему в режим полива или обучения, система находится в некотором пассивном режиме, когда она ожидает исходные данные от пользователя и режим, в который ей следует перейти.

Из такого режима система может перейти в режим полива или в режим обучения. В то же время можно передать либо количество дней обучения и период, либо нижняя и верхняя границы влажности почвы для алгоритма орошения. Основная часть программного кода, реализующая данный режим представлена ниже:

```
while (Serial.available()) {b = Serial.read();
    if (b == '(') {mode = IntVar1;IntVar1 = 0;}
    else {
        if (b == ':')
        {
            if(mode == 1) {thresholdDown = IntVar1;}
            if(mode == 2) {NDays = IntVar1;}
            IntVar1 = 0;
        }
        else if (b == ')')
        {
            if(mode == 1) {thresholdUp = IntVar1;}
            if(mode == 2) {period = IntVar1;}
            f == 0;
            IntVar1 = 0;
        }
        else {IntVar1 = IntVar1 * 10 + (b-'0');}
    }
}
```

В результате выполнения данного режима МП *Arduino* считывает данные переданные пользователем через интерфейс приложения *VS C#*. Потом система АРПКР выполняет переход либо в режим полива и мониторинга или в режим обучения.

2.3 Разработка интерфейса пользователя для работы и настройки системы

Данный раздел описывает разработку интерфейса пользователя для взаимодействия с системой АРПКР и для ее настройки. В ходе выполнения реализации данного интерфейса были реализованы функции, которые направлены на мониторинг среды жизни растения, обработку и передачу данных в программной системе (ПС) «Управление поливом растений» в *Windows Forms C#*.

Взаимодействие между МП *Arduino* и разработанной программной системой «Управление поливом растений» выполняется через *COM* порт. Программный код использован, представленный ниже:

```
serialPort1.Open();
```

На рисунке 16 представлена диаграмма вариантов использования ПС «Управление поливом растений».

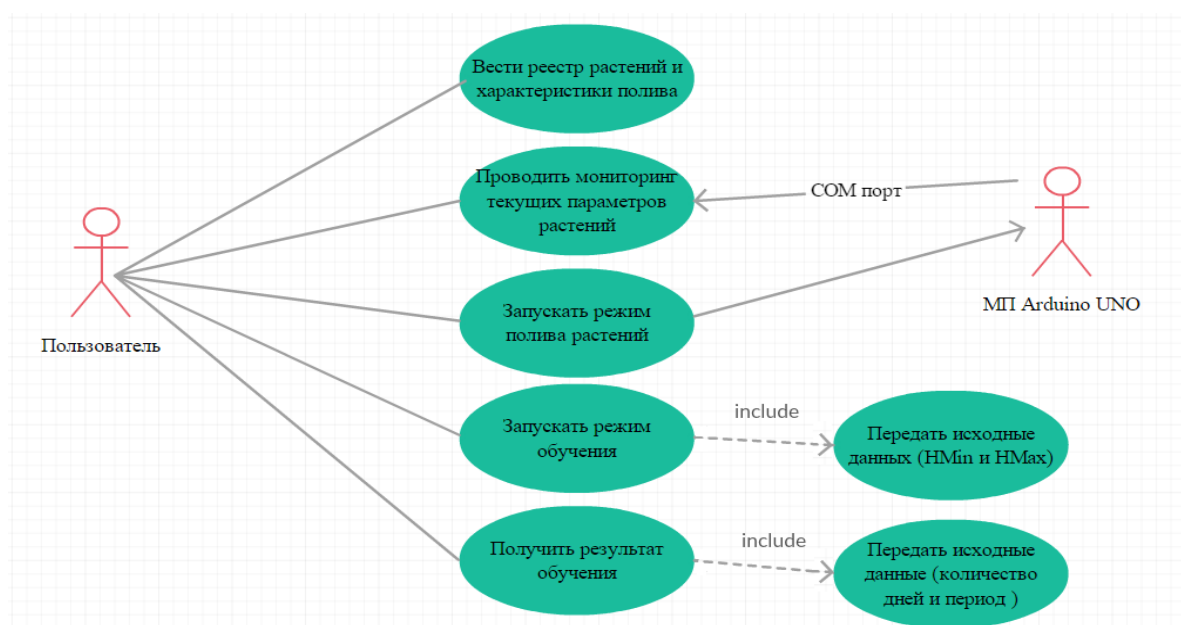


Рисунок 16 – Диаграмма вариантов использования ПС «Управление поливом растений»

ПС «Управление поливом растений» представлена на рисунке 17. На вкладке «Управление» можно наблюдать за текущими данными. Кроме этого, на рисунке 17 показано то, что на вкладке «Управление» можно передать количество дней и период измерения с помощью режима обучения в МП *Arduino UNO*. После этого, результат обучения, обладающий верхними и нижними границами влажности почвы для орошения, будет передан в ПС «Управление поливом растений». После получения результата обучения, эти данные можно использовать как максимальные и минимальные значения влажности почвы для режима полива на МП *Arduino UNO*.

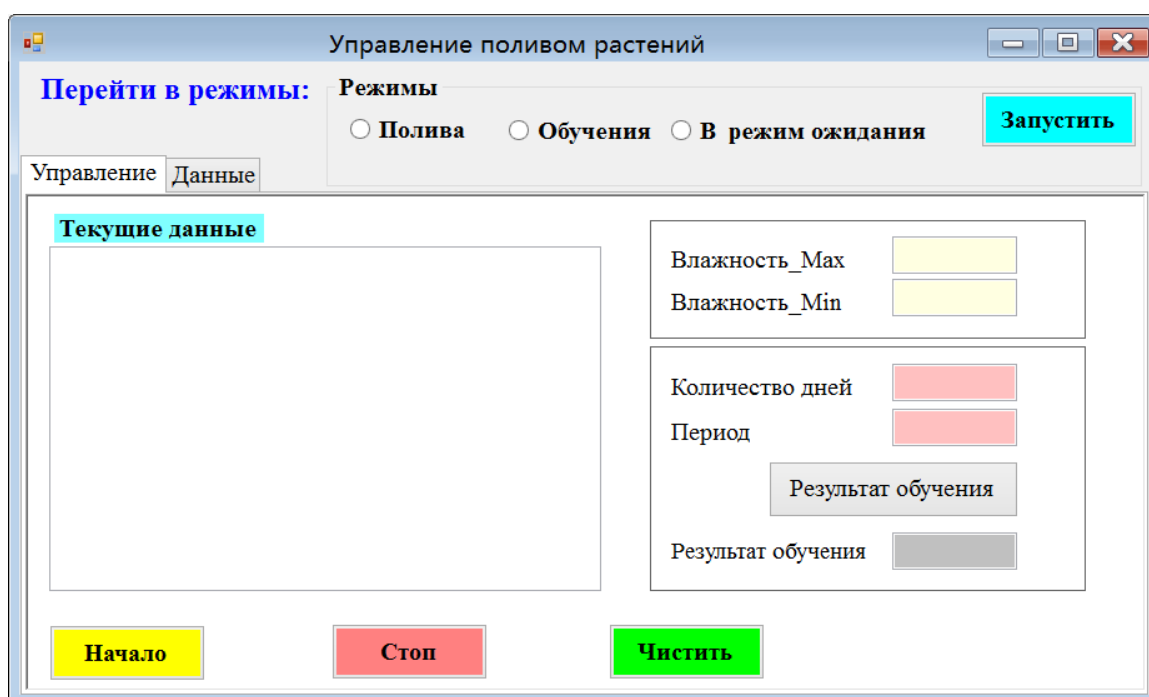


Рисунок 17 – Окно ПС «Управление поливом растений»

Разработанная ПС «Управление поливом растений» позволяет сохранять списки растений и их характеристики полива в формате XML (Extensible Markup Language – расширяемый язык разметки). Для этого на вкладке «Данные» представлен интерфейс для управления этими списками растений

(рисунок 18). На рисунке 18 представлены элементы управления обработки данных, например: добавить и удалить данные, сохранить новый файл и открыть старый файл.

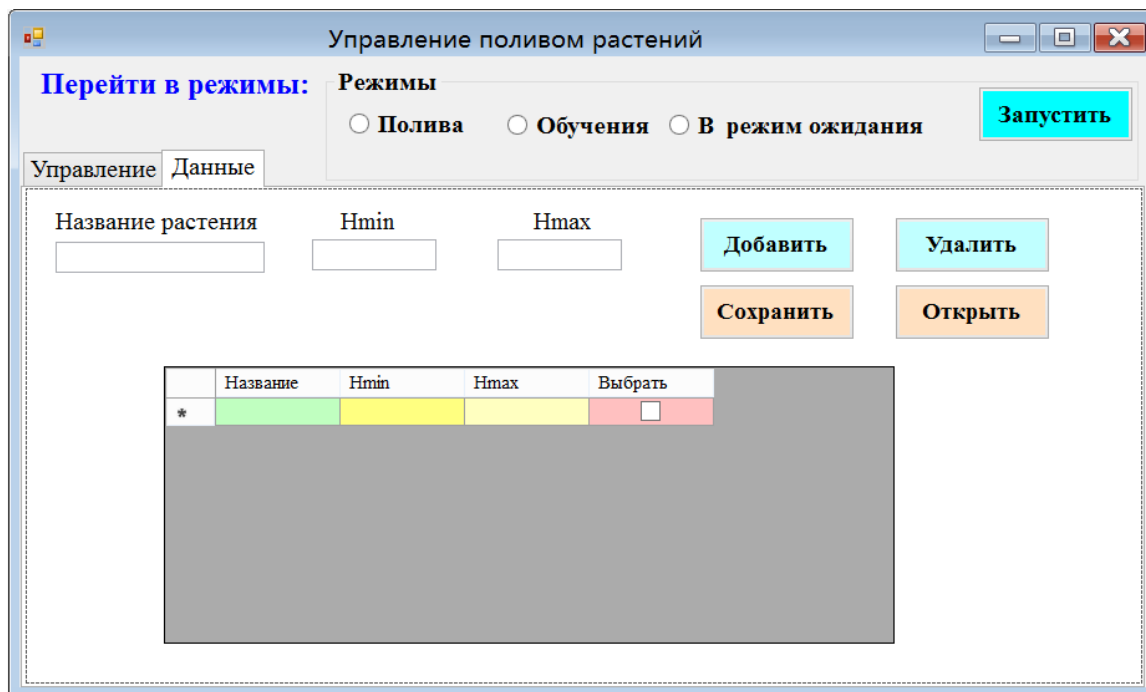


Рисунок 18 – Окно обработки данных в ПС «Управление поливом растений»

2.4 Результаты работы

Разработанный в результате выполнения выпускной квалификационной работы система позволяет «автоматически» регулировать полив комнатных растений.

На рисунке 19 представлен пример функционирования аппаратной части системы АРПКР. На цифровом индикаторе представлены верхняя и нижняя граница для алгоритма орошения. На компьютере представлена ПС «Управление поливом растений».



Рисунок 19 – Аппаратная часть системы АРПКР

На рисунке 20 представлен пользовательский интерфейс системы АРПКР. В окне ПС «Управление поливом растений» показаны текущие данные влажности почвы, а также время. Кроме этого, можно увидеть, что до перехода в режим орошения, системе АРПКР через интерфейс пользователя были переданы параметры: «Количество дней» и «период». Система АРПКР выполнила обучение и передала результаты обучения обратно пользователю, затем данный результат был использован в режиме полива.

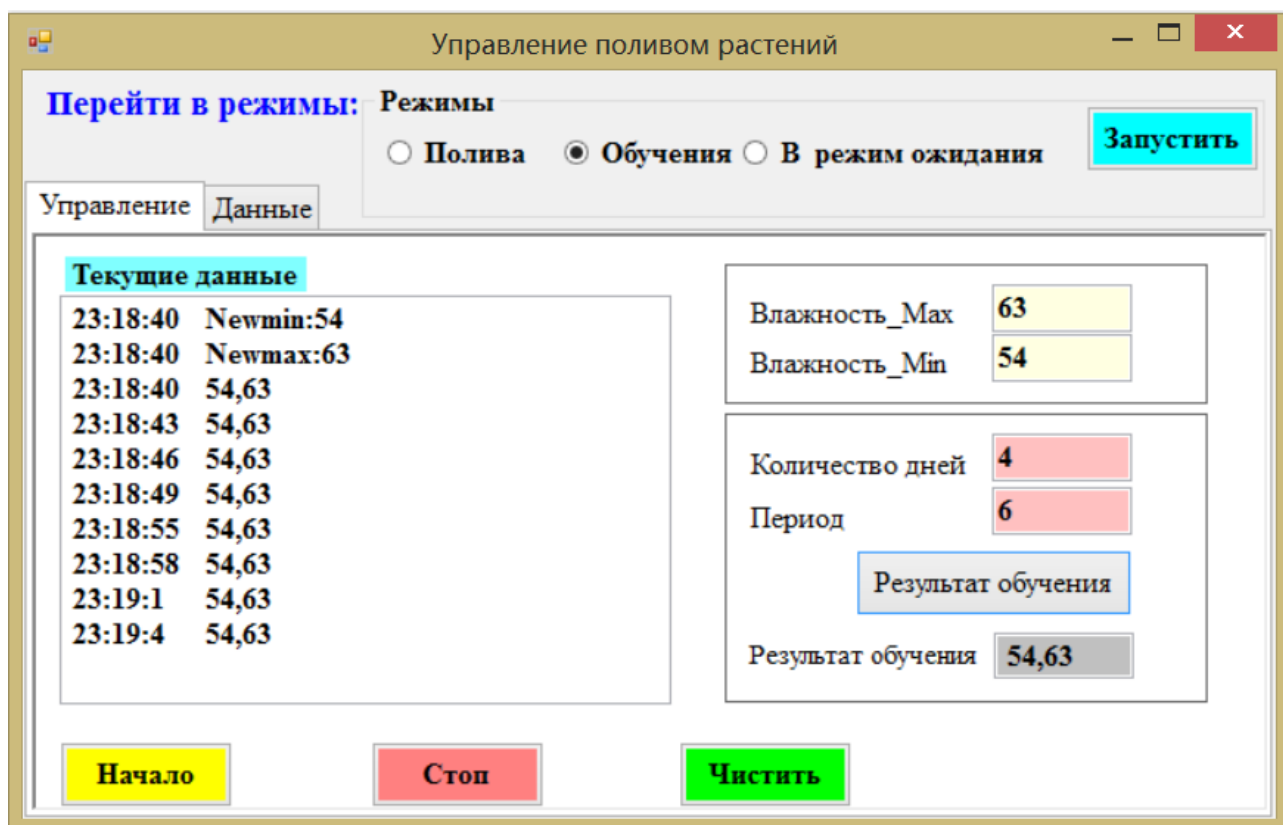


Рисунок 20 – Окно ПС «Управление поливом растений»

На рисунке 21 представлено окно обработки данных в пользовательском интерфейсе системы АРПКР. В окне обработки данных автоматически заполнены результаты обучения в верхнюю и нижнюю границу (H_{max} и H_{min}). После того на рисунке 21 представлены элементы управления обработки данных, например: добавить данные в таблицу, удалить данные таблицы, сохранить новый файл и открыть старый файл.

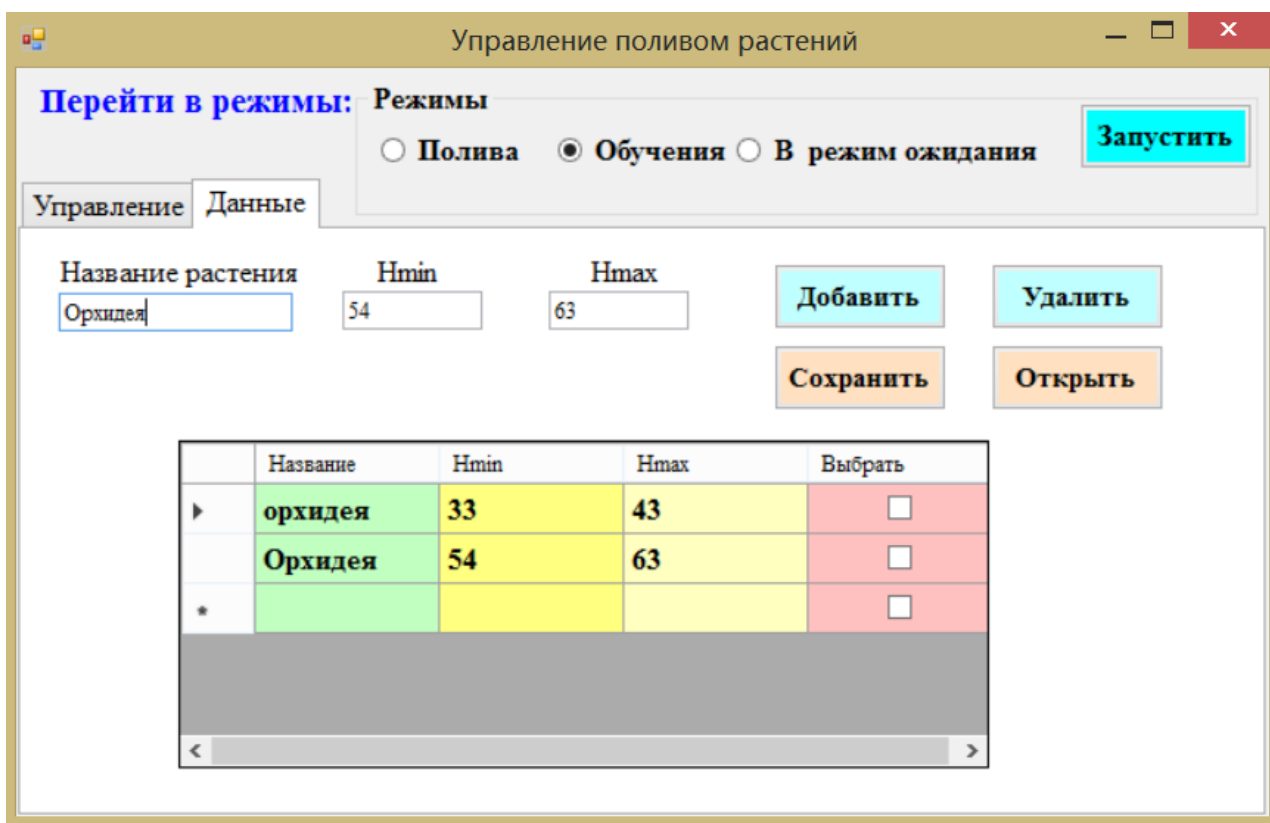


Рисунок 21 – Окно обработки данных в ПС «Управление поливом растений»

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система автоматического регулирования полива комнатных растений, позволяющая обеспечивать своевременный полив растений в соответствии с заданными параметрами с использованием разработанного алгоритма орошения и обучаться поливу.

При тестировании разработанной системы были выявлены следующие направления дальнейшего улучшения системы. Во-первых, для использования системы в реальных условиях, необходимо систему разместить в корпусе и вывести только необходимые пользователю элементы управления. Используемые датчики системы должны быть заменены с учетом возможности их намокания. Также необходимо выбрать более мощный насос и обеспечить мониторинг наличия воды в емкости. И кроме этого, современные тенденции

развития техники связаны с обеспечением устройства непосредственными элементами интерфейса (табло, кнопки), а также возможностью взаимодействовать с устройством через смартфон.

ГЛАВА 3 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 АРПКР. 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.

3.1 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 5. В таблице 6 представлен календарный план выполнения работ.

Таблица 5 – 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, инженер	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	14
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер	1
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер	1
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Исследование устройства и датчиков о созданий системы АРПКР	Инженер	14
	6	Проектирование и создание аппаратной части системы АРПКР	Инженер	30
	7	Разработка программной части системы АРПКР	Инженер	10
	8	Комплексное тестирование системы АРПКР	Инженер	5

Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, Инженер	1
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, инженер	1
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка стенда для выполнения проекта	Инженер	2
	12	Выбор и расчет стенда	Инженер	2
	13	Оценка эффективности работы и применения проектируемого изделия	Инженер	5
	14	Разработка правил безопасности при использовании стенда	Научный руководитель, инженер	1
Изготовление и испытание макета	15	Конструирование и изготовление макета	Инженер	10
	16	Лабораторные испытания макета	Инженер	14
Оформление комплекта документации по ВКР	17	Составление пояснительной записки	Инженер	30
	18	Проверка пояснительной записки	Научный руководитель, инженер	5

Таблица 6 – Календарный план

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , 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, инженер	1	■													
2	Поиск и изучение материалов по теме	Инженер	14		■												
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер	1			■											
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер	1				■										
5	Исследование устройства и датчиков о созданий системы АРПКР	Инженер	14					■									
6	Проектирование и создание аппаратной части системы АРПКР	Инженер	30						■								
7	Разработка программной части системы АРПКР	Инженер	10							■							
8	Комплексное тестирование системы АРПКР	Инженер	5								■						
9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер	1									■					

10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, инженер	1														
11	Разработка стенда для выполнения проекта	Инженер	2														
12	Выбор и расчет стенда	Инженер	2														
13	Оценка эффективности работы и применения проектируемого изделия	Инженер	5														

Продолжение таблицы 6 - Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{ки} , кал.дн.	Продолжительность выполнения работ							
				март		апрель		Май			
				28	29	8	22	22	26		
14	Разработка правил безопасности при использовании стенда	Научный руководитель, инженер	1								
15	Конструирование и изготовление макета	Инженер	10								
16	Лабораторные испытания макета	Инженер	14								
17	Составление пояснительной записки	Инженер	30								
18	Проверка пояснительной записки	Научный руководитель, инженер	5								

Научный руководитель - ; инженер - .

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

3.2 Смета затрат на проект

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

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

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

$K_{\text{ам}}$ - амортизация компьютерной техники;

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

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

$K_{\text{пр}}$ - прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ - накладные расходы.

3.2.1 Материальные затраты

Материальные затраты принимаем в размере 1000 рублей на канцелярские товары.

3.2.2 Амортизация компьютерной техники

Рассчитаем амортизацию компьютерной техники $K_{\text{ам}}$:

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

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

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

$C_{\text{кт}}$ - цена компьютерной техники;

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

Затраты и время работы компьютерной техники сведены в таблицу 4.

Таблица 7 – Стоимость и время работы компьютерного оборудования

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

Тогда амортизация компьютерной техники равна:

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

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

3.2.3 Затраты на заработную плату

Заработная плата рассчитывается для инженера и научного руководителя:

$$K_{\text{з/пл}} = ЗП_{\text{инж}} + ЗП_{\text{нр}}$$

где $ЗП_{\text{инж}}$ - заработная плата инженера;

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

Заработная плата за месяц:

$$ЗП_{\text{мес}} = ЗП_{\text{о}} \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где $ЗП_{\text{о}}$ – месячный оклад, руб.;

k_1 – коэффициент, учитывающий отпуск (10%);

k_2 – районный коэффициент (30%).

Заработная плата инженера (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:

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

$$ЗП_{нр.фак.} = \frac{ЗП_{нр}}{21} \cdot n = \frac{37609}{21} \cdot 11 = 19700 \text{ руб.}$$

где n- фактическое число дней работы в проекте.

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

$$K_{з/пл} = ЗП_{инж.фак.} + ЗП_{нр.фак.} = 170170 + 19700 = 189870 \text{ руб.}$$

3.2.4 Затраты на социальные нужды

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

$$K_{с.о.} = K_{з/пл} \cdot 0,3 = 189870 \cdot 0,3 = 56961 \text{ руб.}$$

3.2.5 Прочие затраты

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

$$\begin{aligned} K_{пр} &= (K_{мат} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о.}) \cdot 0,1 \\ &= (1000 + 2192 + 189870 + 56961) \cdot 0,1 = 25002,3 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.2.6 Накладные расходы

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

$$K_{накл} = K_{з/пл} \cdot 2 = 189870 \cdot 2 = 379740$$

Составим итоговую смету затрат на выполнения проекта:

Таблица 8 – Смета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	1000
Амортизационные затраты	2192
Затраты на заработную плату	189870
Социальные отчисления	56961
Прочие затраты	25002,3
Накладные расходы	379740
Итого:	654765,3

3.3 Смета затрат на материалы для реализации проекта

В таблице 9 представлено подробное описание расходов на материалы, необходимые для реализации проекта:

Таблица 9 - Расходы на материалы

Статьи расходов	Единица измерения	Цена, руб.	Объем потребления	Итого, руб.
Канцелярские товары	-	-	-	1000
Датчик влажности почвы YL69	Шт.	168	1	168
Датчик влажности и температуры окружающей среды AM2301	Шт.	142	1	142
Насос для воды на Ардуино	Шт.	260	1	260
Цифровой индикатор TM1637	Шт.	50	1	50

Wi-Fi модуль ESP8266	Шт.	100	1	100
МП Arduino UNO	Шт.	166	1	166
Итого:				1886

Таким образом, коммерческая ценность разработки системы АРПКР 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.

ГЛАВА 4 Социальная ответственность

Введение

Целью описываемой работы является разработка системы АРПКР, с которым впоследствии будет взаимодействовать пользователь. 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.

4.1 Анализ вредных факторов рабочего помещения

4.1.1 Отклонения показателей микроклимата рабочей зоны

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 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», показатели микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, представленным в таблице 11 (допустимые значения), однако более комфортны для работы условия, соответствующие оптимальным значениям, представленным в таблице 10 [10].

Таблица 10 – 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 11 – 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

Для установления допустимой температуры на рабочем месте возможно регулирование системы отопления, также могут быть использованы такие дополнительные устройства как кондиционер или обогреватель.

4.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Длительное воздействие электромагнитных излучений 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.

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 [11].

В таблицах 12–13 представлены предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах и допустимые уровни электромагнитных полей [11].

Таблица 12 – 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 13 – Допустимые уровни электромагнитных полей согласно СанПиН 2.2.4.1340-03 [12]

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.

4.1.3 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.

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 [12].

Соблюдение вышеуказанных мер позволит избежать пагубного влияния на зрение работника.

4.1.4 Повышенный уровень шума 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 50дБА. [11]

4.2 Анализ опасных факторов производственной среды

4.2.1 Высокий уровень статического электричества в рабочем помещении

Повышенный уровень статического электричества может вызвать головные боли, нарушения сна, чрезмерную раздражительность и эмоциональность у работника. Однако наибольшая опасность статического электричества заключается в возможности возникновения быстрого искрового разряда между частями электрооборудования. Искровой разряд может привести

не только к выходу оборудования из строя, но и к возникновению пожара или электрических травм у работника.

ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» регламентирует значение показателей уровня напряженности электростатических полей. Согласно этому документу, предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60кВ/м в течение 1 часа [13].

Одним из способов снижения количества статического электричества является заземление оборудования и коммуникаций, на которых могут появиться заряды статического электричества. Одним из действенных способов является также увеличение уровня влажности воздуха помещения.

4.2.2 Высокий уровень напряжения в электросети

Высокий уровень напряжения в электросети является опасным фактором, так как существует вероятность короткого замыкания, что, в свою очередь, может повлечь за собой возникновение пожара. Опасность представляет и поражение током, в результате которого человек может получить ряд травм (к примеру, ожоги, механические повреждения, возникающие из-за сокращения мышц под действием тока и многие другие).

Для предотвращения возникновения подобных ситуаций, может быть установлено дополнительно оборудование, к примеру, сетевой фильтр или же стабилизатор напряжения, которые позволят защитить от скачков напряжения.

С осторожностью требуется обходиться с непосредственными источниками электропитания, которые требуется обозначить специальными знаками.

4.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [14].

На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

В целом, утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведённых для этого местах или объектах до их утилизации. Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК

005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенные требованиям [15].

4.4 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.

4.5 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 [16].

На рисунке 22 представлены требования к рабочему месту.

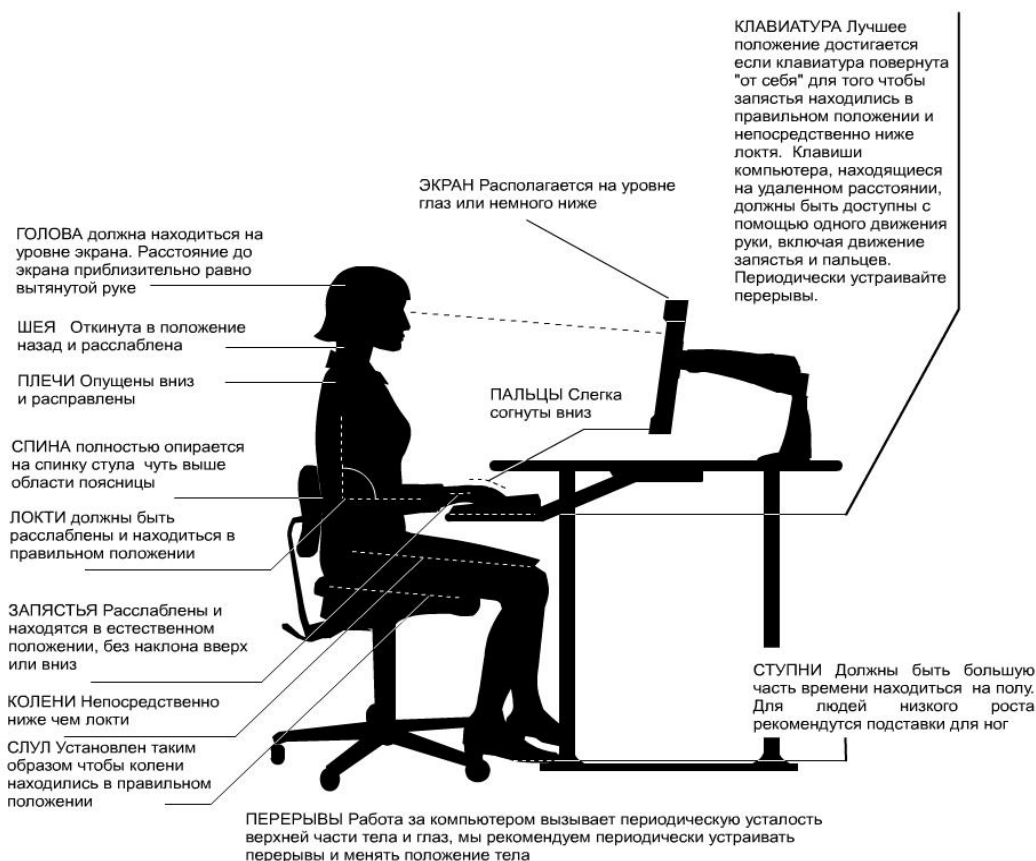


Рисунок 22 – Организация рабочего места

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 выпускной квалификационной работы были изучены технологии организации автоматического полива и характеристики различных датчиков, измеряющие параметры жизни растений. Основным результатом настоящей работы является прототип (опытный образец) системы автоматического регулирования поливом растений. При этом была разработана как аппаратная, так и программная часть системы. Основным преимуществом данной системы по сравнению с существующими является возможность обеспечения такого полива, когда влажность почвы находится в определенном диапазоне, и кроме этого система может выявлять параметры орошения, наблюдая за уходом за растением со стороны пользователя в течение некоторого периода времени.

Конечный пользователь взаимодействует с системой при помощи пользовательского интерфейса, являющийся WindowsForms проектом, разработанным на языке C# в среде Microsoft Visual Studio. С помощью созданного пользовательского интерфейса можно выполнять мониторинг текущих параметров комнатного растения, устанавливать необходимые параметры для работы системы АРПКР в режиме орошения или обучения. Кроме этого разработанное приложение позволяет получать результаты обучения и сохранять подобранные параметры для различных растений в специализированных списках для последующего использования.

Направлением дальнейшего развития системы является улучшение ее аппаратной части, создание корпуса, а также разработку пользовательского интерфейса на базе смартфона для взаимодействия с системой.

CONCLUSION

In the course of the final qualification work, the technologies of the automatic irrigation organization and the characteristics of various sensors measuring the parameters of plant life were studied. The main result of this work is a prototype (prototype) of the automatic plant watering control system. In this case, both hardware and software were developed. The main advantage of this system in comparison with existing ones is the possibility of providing such watering when the soil moisture is in a certain range, and besides this the system can detect the parameters of irrigation, observing the care of the plant by the user for a certain period of time.

The end user interacts with the system using the user interface, which is a WindowsForms project developed in C # in a Microsoft Visual Studio environment. Using the created user interface, it is possible to monitor the current parameters of a houseplant, set the necessary parameters for the operation of the ARQS system in the irrigation or training mode. In addition, the developed application allows you to receive training results and save the selected parameters for various plants in specialized lists for later use.

The direction of the further development of the system is the improvement of its hardware, the creation of a case, and the development of a user interface based on a smartphone for interaction with the system.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Существующие системы полива растений [Электронный ресурс] - <http://www.amazon.com>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
2. Существующие системы полива растений [Электронный ресурс] - http://ru.aliexpress.com/ru_home.htm, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
3. Технические характеристики микроконтроллеров MCS – 51 [Электронный ресурс] - <http://www.computer-museum.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
4. Технические характеристики МП Arduino UNO [Электронный ресурс] - <http://arduino.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
5. Технические характеристики датчика влажности почвы YL69 [Электронный ресурс] - <http://makerplus.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
6. Технические характеристики датчика влажности и температуры воздуха AM2301 (DHT21) [Электронный ресурс] - <http://picdevices.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
7. Технические характеристики насоса для воды на Ардуино [Электронный ресурс] - <http://fastnvr.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
8. Технические характеристики цифрового индикатора ТМ1637 [Электронный ресурс] - <http://roboshop.spb.ru>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.

9. Технические характеристики WiFi модули ESP8266 [Электронный ресурс] - <http://arduino-project.net>, свободный. Дата обращения 19.05.2017.
10. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
11. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
14. ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
15. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
16. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Программный код системы АРПКР в Arduino IDE

```
#include "dht.h"
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT21
#include "TM1637.h"
#define CLK 12
#define DIO 13
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
TM1637 disp(CLK,DIO);
int pump = 8;
int thresholdUp = 50;
int thresholdDown = 40;
int H,IntVar1,b,v,t,Newmin,Newmax,SensorValue,count,Ha,Ta,HA,TA;
int check = 1;
int daynum = 0;
int mode = 4;
int NDays = 7;
int period = 4;
int f = 0;
int *StudyData = new int[NDays*24/period];
int *arr = new int[NDays*24/period];
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(5000);
  dht.begin();
  disp.set(5);
  disp.init(D4056A);
  pinMode(A0,INPUT);
  pinMode(pump,OUTPUT);
  delay(500);
}
void loop() {
  //----- Режим обучения-----
  if (mode == 0) {
    if(check == 1){
      for (int daynum=0;daynum<NDays;daynum++){
        for (int i=0;i<24/period;i++){
          SensorValue = analogRead(A0);
          double v1 = 100 - double(SensorValue/10.23);
          v = (int) v1;
          StudyData[daynum*(24/period)+i]=v;
          delay(1000);
          Serial.print(i);
          Serial.print(" , ");
        }
      }
    }
  }
}
```

```

        count = daynum*24/period + i + 1;
        if(v < thresholdDown){check = 2; return;}
        while(Serial.available()>0){check = 2; return;}
    }
}
check = 2;
}
if(check == 2){
    Serial.print("\n-----massive-----\n");
    for(int i = 0;i < count/*NDays*24/period*/;i++){Serial.print(StudyData[i]);Serial.print(" ");}
    Serial.print("\n-----massive end-----\n");
    // Сортировка массива
    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]){
                t=arr[j];
                arr[j]=arr[j+1];
                arr[j+1]=t;
            }
        }
    }
    Serial.print("\n----sorted array----\n");
    for(int i=0;i<count;i++){Serial.print(arr[i]);Serial.print(" ");}
    Serial.print("\n----sorted array----\n");
    int Max=arr[(count)-1];
    int Min=arr[0];
    double NewMax=Max-0.1*(Max-Min);
    double NewMin=Min+0.1*(Max-Min);
    Serial.print("NewMin:");
    Serial.println(NewMin);
    Serial.print("NewMax:");
    Serial.println(NewMax);
    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;
        }
    }
}

```

```

        }
        Serial.print("Newmin:");
        Serial.println(Newmin);
        Serial.print("Newmax:");
        Serial.println(Newmax);
        mode = 3;
    }
}

//-----Режим полива -----
if (mode == 1){
    // чтение режима, если он изменился
    if (f==0) IntVar1 = 0;
    while (Serial.available()) {b = Serial.read();
    if (b == '(') {mode = IntVar1;IntVar1 = 0;}
else {
    if (b == ':'){
        if(mode == 1) {thresholdDown = IntVar1;}
        if(mode == 2) {NDays = IntVar1;}
        IntVar1 = 0;
    }
    else if (b == ')'){
        if(mode == 1) {thresholdUp = IntVar1;}
        if(mode == 2) {period = IntVar1;}
        f == 0;
        IntVar1 = 0;
    }
    else {IntVar1 = IntVar1 * 10 + (b-'0');}
    }
}
H = thresholdUp*100 + thresholdDown;
disp.display(H);
delay(1000);
float Ha = dht.readHumidity();
float Ta = dht.readTemperature();
SensorValue = analogRead(A0);
double v1 = 100 - double(SensorValue/10.23);
HA = (int) Ha;
TA = (int) Ta;
v = (int) v1;
double per = 20/(thresholdUp-thresholdDown)+25/TA;
Serial.print(" Air humidity:\n");
Serial.println(HA);
Serial.print(" Air temperature:\n");
Serial.println(TA);
Serial.print("Soil moisture:\n");

```

```

Serial.print(v);
Serial.print("\n");
if(v <=10) {Serial.println("Sensor is not in the Soil");Serial.print("\n");}
if(v < 40 && v > 10) {Serial.println("Soil is DRY");Serial.print("\n");}
if(v < 65 && v >= 40) {Serial.println("Soil is HUMID");Serial.print("\n");}
if(v > 65) {Serial.println("Sensor in WATER");Serial.print("\n");}
delay(1000);
  if(v < thresholdDown)
  {
if(per >= 2){
  if (v <= thresholdDown){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  } else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  } else {
    delay(1000);
  }
  delay(1000);
}
else if(per < 2 && per >= 1){
  if (v <= thresholdDown){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  } else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp*per){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  } else {
    delay(1000);
  }
  delay(1000);
}
else if (per < 1){
  if (v <= thresholdDown){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  } else if (v >= thresholdDown && v <= thresholdUp*(1+per)){
    digitalWrite(pump,HIGH);
    delay(25000);
    digitalWrite(pump,LOW);
  }
}
}

```



```

    } else {
        delay(1000);
    }
    delay(1000);
}
}
else{delay(60000);}
}
//-----Режим создания нового массива-----
if(mode == 2){
    delete [ ]StudyData;
    StudyData = new int[NDays*24/period];
    mode = 0;
}
//-----Режим передачи исходных параметров -----
if (mode == 3){
    if (f==0) IntVar1 = 0;
    while (Serial.available()) {b = Serial.read();
        if (b == '(') {mode = IntVar1;IntVar1 = 0;}
    else {
        if (b == ':')
        {
            if(mode == 1) {thresholdDown = IntVar1;}
            if(mode == 2) {NDays = IntVar1;}
            IntVar1 = 0;
        }
        else if (b == ')')
        {
            if(mode == 1) {thresholdUp = IntVar1;}
            if(mode == 2) {period = IntVar1;}
            f == 0;
            IntVar1 = 0;
        }
        else {IntVar1 = IntVar1 * 10 + (b-'0');}
    }
}
    }
    Serial.print(Newmin);
    Serial.print(",");
    Serial.println(Newmax);
    check = 1;
    delay(3000);
}
//-----Режим передачи результата режима обучения-----
if(mode == 4){
    Serial.println("MODE 4 ");
    delay(1000);
}

```

```

        if (f==0) IntVar1 = 0;
        while (Serial.available()) {b = Serial.read();
        if (b == '(') {mode = IntVar1;IntVar1 = 0;}
else {
if (b == ':')
{
if(mode == 1) {thresholdDown = IntVar1;}
if(mode == 2) {NDays = IntVar1;}
IntVar1 = 0;
}
else if (b == ')')
{
if(mode == 1) {thresholdUp = IntVar1;}
if(mode == 2) {period = IntVar1;}
f == 0;
IntVar1 = 0;
}
else {IntVar1 = IntVar1 * 10 + (b-'0');}
}
}
Serial.print(" mode: "); Serial.print(mode);
Serial.print(", NDays: "); Serial.print(NDays);
Serial.print(", period: "); Serial.print(period);
Serial.print(", Hmin: "); Serial.print(thresholdDown);
Serial.println(", Hmax: "); Serial.print(thresholdUp);
delay(500);
}
}

```