

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА НА ТЕМУ:

**«Багатофункціональна електронна система для тепличного
хазяйства»**

Завідувач кафедри

Опанасюк А. С.

Консультант

з економічної частини

Маценко О. М.

Керівник роботи

Новгородцев А. І.

Виконав студент

гр. ЕСм – 21

Зоренко Д. Ю.

Суми 2023 р.

Сумський державний університет

Факультет ЕЛІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 8.171 «Електроніка»

Затверджую:

Зав.кафедри Е і КТ

Опанасюк А. С.

„_____” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

Зоренко Дмитру Юрійовичу

1. Тема роботи: **«Багатофункціональна електронна система для тепличного хазяйства»**

Затверджена наказом по університету від 06.11.2023 р. № 1233-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 15.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- кількість контрольованих параметрів теплиці – 3;
- гальванічна розв'язка елементів схеми з мережею;
- кількість датчиків інформації - 3;
- звукова сигналізація за зміною режиму роботи;
- реалізація схеми на серії КМОН;
- режим роботи круглосуточний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- розробка та розрахунок принципової схеми пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу:

- креслення схеми алгоритму;
- креслення схеми електричної структурної;
- креслення схеми електричної принципової.

Дата видачі завдання: 03.10.2023 р.

Прийняв до виконання студент:

Зоренко Д. Ю.

Консультанти з кваліфікаційної роботи

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	Маценко О. М.		

Дата видачі завдання 10. 10. 2023 р.

Керівник роботи _____

Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Перелік етапів виконання роботи:

Термін виконання:

- | | |
|--|----------------|
| 1.Огляд літератури та постановка задачі проектування | 15.10. 2023 р. |
| 2. Науково-дослідницька частина | 23.10. 2023 р. |
| 3. Розробка алгоритму функціонування | 30.10. 2023 р. |
| 4. Розробка та обґрунтування структурної схеми | 05.11. 2023р. |
| 5. Розробка функціональної схеми | 15.11. 2023 р. |
| 6. Розробка та розрахунок принципової схеми | 20.11. 2023 р. |
| 7.Техніко-економічна частина | 25.11. 2023 р. |
| 8. Оформлення пояснювальної записки | 30.11.2023р. |
| 9. Оформлення графічного матеріалу | 10.12. 2023 р. |
| 10. Представлення роботи на рецензування | 15.12. 2023р. |

Студент _____

Керівник роботи _____

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 62 аркуша, 2 таблиці, 31 рисунок, 10 літературних джерел.

У першому розділі виконаний огляд чинних пристроїв за напрямком проектування.

Другий розділ присвячується аналізу методів вимірювання октанового числа бензину.

У третьому розділі розроблені алгоритм та структурна схема пристрою, який проектується.

У четвертому розділі розроблена принципова схема пристрою, а також виконані розрахунки основних вузлів принципової схеми.

П'ятий розділ присвячується розрахунку повної собівартості виготовлення пристрою.

Отримані результати проектування наведені у висновку.

Наведений список використаної літератури.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Огляд чинних електронних систем за вибраним напрямом проектування .	6
1.1 Ефективний спосіб забезпечити оптимальні умови росту рослин	6
1.2 Налаштування системи клімат контролю для теплиці	7
1.3 Переваги використання системи контролю клімату для теплиці	8
1.4 Результати використання системи клімат-контролю для теплиці	9
1.5 Управління мікрокліматом	10
2 Науково-дослідницька частина	19
2.1 Використання нових технологій у теплиці	19
2.2 Датчики температури та вологості	26
3 Розроблення алгоритму функціонування та структурної схеми проектowanego пристрою	35
3.1 Розробка алгоритму функціонування проекowanego пристрою	35
3.2 Розробка структурної схеми проекowanego пристрою	37
4 Розроблення та розрахунок принципової схеми проекowanego пристрою	40
4.1 Вибір елементної бази	40
4.2 Розроблення та розрахунок основних вузлів принципової схеми	48
4.3 Розрахунок основних вузлів принципової схеми	54
5 Техніко- економічна частина	56
5.1 Розрахунок собівартості виготовлення пристрою	56
Висновки	61
Література	62
Додатки	

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	Багатофункціональна електронна система для тепличного хазяйства. Пояснювальна записка.	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Зоренко						
Проверил		Новгородцев					3	62
Реценз.						Сум ДУ, ЕСм – 21		
Н. Контр.		Гапич						
Утверд.		Опанасюк						

ВСТУП

Сучасна технологія вирощування овочевих культур базується на умові постійної підтримки сприятливого мікроклімату у теплицях. Як показує практика, ручний режим контролю температури та вологи при промисловому виробництві малоефективний. Автоматизація кліматичних систем на захищеному ґрунті дає економічний ефект співвідношення витраченого тепла до врожайності до 30%. При цьому паралельно покращуються умови праці робітників і підвищується культура виробництва як така.

Сучасні технології вирощування овочів, розсади, квітів та зелених культур потребують постійної підтримки певних режимів мікроклімату у теплицях. Тепличне виробництво належить до найбільш енергоємних виробництв. Вирощування в промислових масштабах тепличної сільгосппродукції в умовах штучного клімату є непростим технологічним завданням. На врожайність та якість продукції впливає безліч факторів. Це температурний режим, освітлення, поливання, розпилення хімічних реагентів, провітрювання.

Найважливіші фактори для росту рослин:

- температура та межі її коливань;
- вологість повітря та ґрунту;
- кількість світла;
- вентиляція в теплиці та приплив свіжого повітря;
- кількість внесених добрив.

Автоматизація систем керування мікрокліматом у захищеному ґрунті дозволяє економити 15-25% тепла при зростанні врожайності, покращення умов праці персоналу та підвищенні загальної культури виробництва. Сучасна зимова теплиця як об'єкт управління температурно-вологісним режимом характеризується вкрай незадовільною динамікою та нестабільністю параметрів, що впливають із особливостей технології виробництва.

Опалення теплиць в умовах різного клімату – справа не дешева – енерговитрати на утримання взимку значно перевищують витрати на опалення житлових будинків. Тому при будівництві теплиць дуже актуальні проектувальні

						ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			4

рішення, що дозволяють зменшити енергоспоживання. У цьому питанні основне місце приділяється сучасному автоматичному обладнанню.

Устаткування для опалення теплиці включає систему підігріву повітря і ґрунту. Прогрів ґрунту сільськогосподарських культур зменшує термін вегетації рослин за рахунок рівномірного розвитку кореневої системи (в середньому на два-три тижні) та підвищує врожайність (на 35–45 %). Нині найпоширенішими є водяні системи, які забезпечують рівномірний розподіл тепла, що позитивно впливає на зростання рослин.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ОГЛЯД ЧИННИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМОМ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Ефективний спосіб забезпечити оптимальні умови росту рослин

Теплиці є ефективним засобом для вирощування рослин у будь-який час року, але щоб забезпечити оптимальні умови для зростання та розвитку рослин, необхідно встановити систему клімат контролю. Це дозволяє підтримувати постійну температуру, вологість та освітленість усередині теплиці, що позитивно позначається на врожайності та якості рослин.

Налаштування системи клімат контролю для теплиці включає декілька етапів. По-перше, необхідно встановити датчики температури та вологості, які контролюватимуть параметри повітря всередині теплиці. Потім слід підключити ці датчики до керуючого блоку, який автоматично регулюватиме роботу обігрівальних і охолоджуючих систем в залежності від заданих параметрів. Крім того, можна налаштувати систему автоматичного поливу та керування освітленням.

Переваги системи контролю клімату для теплиць очевидні. По-перше, вона дозволяє уникнути перегріву та переохолодження рослин, що є однією з основних причин зниження їх урожайності. Крім того, автоматичне регулювання температури та вологості дозволяє запобігти розвитку патогенних мікроорганізмів, таких як грибки та бактерії, які можуть негативно вплинути на здоров'я рослин.

Система клімат контролю для теплиць – незамінний інструмент для сучасного садівника чи фермера. Вона дозволяє створити оптимальні умови для зростання та розвитку рослин, підвищити їх врожайність та якість, а також знизити витрати на енергію та зусилля, що витрачаються на ручний контроль параметрів повітря у теплиці.

Використання системи клімат контролю для теплиць – це ефективний та економічний спосіб підвищити продуктивність та рентабельність тепличного господарства. Вона дозволяє знизити ризики втрати врожаю через несприятливі погодні умови, а також покращити якість та зовнішній вигляд рослин.

					ЕлІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

У результаті система клімат контролю для теплиць є невід'ємним елементом у сучасному садівництві та землеробстві. Її використання дозволяє забезпечити оптимальні умови для розвитку рослин та підвищити їх врожайність та якість. Крім того, це економічно вигідне рішення, що дозволяє знизити витрати на енергію та трудовитрати, а також запобігти втраті врожаю через несприятливі погодні умови. Система клімат контроль включає різні пристрої і сенсори, а також програмне забезпечення для контролю і управління. Вона може бути оснащена датчиками температури та вологості, датчиками рівня CO₂, датчиками освітленості та іншими сенсорами, що постійно моніторять стан клімату всередині теплиці.

На основі даних, зібраних за допомогою датчиків, система автоматично регулює роботу вентиляції, поливу, обігріву та освітлення. Вона може відкривати та закривати вікна та двері теплиці, включати та вимикати обігрівальні та охолоджувальні пристрої, подавати воду для поливу та контролювати її рівень, а також включати та регулювати освітлення.

Переваги системи клімат-контролю для теплиць очевидні. По-перше, вона дозволяє заощадити час і сили, оскільки всі процеси контролюються та керуються автоматично. По-друге, вона гарантує стабільність клімату всередині теплиці, що сприяє більш ефективному зростанню та розвитку рослин. По-третє, вона дозволяє знизити витрати на енергію та ресурси, оскільки всі системи працюють оптимально та економічно.

1.2 Налаштування системи клімат контролю для теплиці

Перед початком налаштування системи необхідно визначити вимоги конкретних рослин, які вирощуватимуться у теплиці. Це дозволить вибрати потрібні параметри клімату та встановити відповідні значення на пристроях регулювання.

Датчики температури та вологості є основними компонентами системи контролю клімату. Вони дозволяють моніторити поточні значення цих параметрів та здійснювати автоматичний контроль. Датчики повинні бути розміщені у різних локаціях теплиці, щоб забезпечити рівномірність вимірів.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Налаштування пристроїв регулювання температури та вологості повітря залежить від вимог конкретного виду рослин. Пристрої можуть бути електромеханічними чи програмними. Для конкретних вентиляційних систем необхідно встановити граничні значення температури та вологості та налаштувати автоматичне регулювання.

Система штучного освітлення відіграє важливу роль у теплиці, особливо в умовах нестачі світла. Налаштування освітлення потребує встановлення правильної інтенсивності та тривалості світлового дня для кожного виду рослин.

Налаштування системи поливу включає визначення частоти та тривалості поливу, а також здійснення автоматичного поливу на основі даних датчиків вологості ґрунту. Оптимальна вологість ґрунту також залежить від конкретного виду рослин.

Після налаштування системи клімату контролю необхідно провести її тестування для перевірки роботи всіх компонентів. Регулярне обслуговування та калібрування системи також є важливими для підтримки її ефективної роботи.

1.3 Переваги використання системи контролю клімату для теплиці

1. Поліпшення умов вирощування рослин:

Система клімат контролю для теплиці дозволяє створити оптимальні умови для зростання та розвитку рослин. Вона контролює вологість, температуру та освітлення, що сприяє збільшенню врожайності та якості продукції.

2. Економія ресурсів:

Система клімат контролю допомагає оптимізувати використання ресурсів, таких як електроенергія та вода. Вона може автоматично регулювати температуру та вологість усередині теплиці, що дозволяє знизити енерговитрати та витрати на зрошувальні системи.

3. Захист від екстремальних погодних умов:

Система клімат контролю забезпечує захист рослин від несприятливих погодних умов, таких як сильні вітри або холодні температури. Вона може

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

автоматично закривати вікна або вмикати систему опалення, щоб підтримувати оптимальний клімат усередині теплиці.

4. Зручність використання:

Система клімат контролю забезпечує автоматизацію процесів керування кліматом у теплиці. Вона може бути встановлена з різними датчиками та програмованими контролерами, які дозволяють налаштувати необхідні параметри та стежити за ними протягом усього сезону.

5. Збільшення продуктивності:

Завдяки підтримці оптимальних кліматичних умов система клімат контролю сприяє збільшенню продуктивності тепличних культур. Рослини отримують всі необхідні умови для зростання та розвитку, що призводить до підвищення врожайності та покращення якості продукції.

1.4 Результати використання системи клімат-контролю для теплиці

Використання системи клімат контролю для теплиці має безліч переваг та позитивних результатів. Нижче наведено основні результати використання такої системи:

1. Регулювання температури та вологості: Система клімат контролю дозволяє точно контролювати температуру та вологість усередині теплиці. Це особливо важливо для певних видів рослин, яким потрібний певний рівень тепла та вологи для нормального росту та розвитку.

2. Оптимальні умови для рослин: Завдяки системі клімат контролю створення оптимальних умов для рослин стає можливим. Управління температурою, освітленням та вологістю дозволяє створювати комфортні умови для росту та розвитку рослин, що у свою чергу підвищує їх врожайність та якість.

3. Економія енергії: Система клімат контролю для теплиці дозволяє заощаджувати енергію, виключаючи необхідність постійного ручного контролю та регулювання параметрів. За рахунок автоматичного управління система може самостійно підлаштовуватися під оптимальні умови і мінімізувати використання енергії.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

4. Ремонт та обслуговування: Використання системи клімат контролю дозволяє звести до мінімуму необхідність ремонту та обслуговування. Точність та надійність роботи системи сприяють тривалому та безперебійному функціонуванню, а також зниженню витрат на ремонт.

5. Поліпшення якості та врожайності продукції: Завдяки створенню оптимальних умов для зростання та розвитку рослин, система клімат контролю для теплиці сприяє підвищенню якості та врожайності продукції, що вирощується. Рослини отримують необхідні ресурси для нормального розвитку, що позитивно позначається на якості та обсязі врожаю.

Використання системи клімат контролю для теплиці дозволяє досягти оптимальних умов для рослин та забезпечити ефективно використання ресурсів. Це у свою чергу сприяє збільшенню врожайності та підвищенню якості продукції, що вирощується.

1.5 Управління мікрокліматом

Система складається з контролера з набором датчиків мікроклімату та вбудованими вихідними реле. Все налаштування чотирма кнопками на лицьовій панелі контролера. Датчики дозволяють контролювати параметри мікроклімату в теплиці - їх показання використовуються контролером для автоматичного керування теплицею, що демонструються на екрані контролера, в мобільному додатку.

Користувач виставляє цільові значення параметрів мікроклімату в теплиці: температури повітря в теплиці та ґрунті, вологості повітря та ґрунту, освітленості, CO₂, рН та ін. клімат у теплиці: помпи, клапани, приводи кватирок, вентилятори, лампи освітлення, обігрівачі та інше обладнання.

Можуть бути підключені будь-які пристрої: реле контролера працює як автоматичний запрограмований вами вимикач - в потрібний момент замикає або розмикає ланцюг живлення підключеного пристрою. Пристрої підключаються до реле через надійні гвинтові клеми. Потужність пристроїв, що підключаються, обмежена 1 кВт, від 0 до 220 В, а через додатковий контактор ви можете підключити навантаження абсолютно будь-якої потужності або більшої напруги.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Можна легко налаштувати практично будь-який алгоритм будь-якого завдання. Кнопками на лицьовій панелі для кожного керуючого реле вибираються потрібні алгоритми, такі як включення/вимкнення по датчиках, по годинниках реального часу, за тривалістю вимкнення, за примусовим очікуванням після останнього вимкнення, є нічне коригування уставок та інші налаштування.



Рисунок 1 – Полив рослин

Можна включити відразу кілька простих алгоритмів у будь-яких поєднаннях, наприклад, для включення освітлення з 8 до 20 годин, якщо освітленість датчиком менше 2000 люкс, одночасно заборонити включатися раніше ніж через 15 хвилин після останнього вимикання для продовження життя ламп ДНАТ.

Віддалений контроль:

Мобільний додаток підходить для будь-якої операційної системи (Android, iOS, Windows) надається безкоштовно, дозволяє віддалено стежити за показаннями датчиків у теплиці, керувати поливом, вентиляцією, підігрівом, досвіткою та ін., отримувати аварійні сповіщення про вихід показань датчиків за небезпечні межі.

Для роботи з мобільним додатком до контролера необхідно встановити стандартну SIM картку будь-якого мобільного оператора з пакетом інтернету (на місяць достатньо 100 МБ). Робота з GPRS у мережі 2G дозволяє системі успішно передавати дані навіть умовах слабого прийому сигналу. Ви також можете керувати контролером через більшість програм для персонального комп'ютера,

призначених для роботи в системі «розумний дім», інтернету речей (IoT). Частина додатків підтримує зберігання даних, отриманих від контролера.

Для чого необхідний моніторинг та автоматизація теплиць.

На сьогоднішній день вже неможливо уявити процес вирощування рослин у теплицях та гроубоксах без автоматизації процесу, систем моніторингу та управління. Чим точніше ми контролюємо параметри середовища вирощування рослин: клімат, розчин, полив тощо, тим високу врожайність ми можемо отримати.

Моніторинг параметрів та аналіз значень за певний період дозволяють нам оцінити ризики виникнення проблем та заздалегідь почати реагувати. Автоматичні системи керування мінімізують вплив людського фактора. Можливість віддаленого моніторингу через інтернет, зрозумілі графіки історії значень, гнучке налаштування – все це доступне вже не лише великим тепличним комплексам, а й невеликим господарствам.

Архітектура стандартної системи

Апаратна частина системи включає блок управління (контролер), набір спеціальних датчиків, що збирають задані відомості про теплицю, і комутують пристрої. Збір необхідної інформації та безпосереднє керування мікрокліматом здійснюється контролером в автоматичному режимі. Сьогодні є імпорتنі та вітчизняні програмно-апаратні комплекси, які дозволяють здійснювати візуальне спостереження за станом основних параметрів, а також вносити необхідні коригування за допомогою персонального комп'ютера.

Наші кліматичні системи дозволяють підключати до робочого місця диспетчера до 16 контролерів. Сам блок керування оснащують універсальними портами. Він здатний максимально контролювати до 32 різних параметрів та одночасно керувати сорока підсистемами. Вся інформація про параметри теплиці передається на диспетчерський комп'ютер, де візуально оцінюється та архівується. Головний контролер зазвичай оснащують рідкокристалічним індикатором і невеликим пультом для оперативності дій та налаштування необхідних параметрів. Схема управління контуром обігріву теплиці наведена на рис. 2.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Які параметри контролює АСУ.

У стандартному виконанні автоматична система керування (АСУ) мікрокліматом комплектується наступним набором датчиків, що дозволяють оперативно розраховувати:

- температуру та вологість повітряних мас по центру теплиці;
- концентрацію вуглекислого газу; температуру скління; температуру листя рослин та ґрунту;
- температуру повітряного середовища у верхній точці споруди;
- температуру за периметром споруди;
- температуру теплоносія у обігрівальних контурах.

Всі датчики, що фіксують температуру та вологість, розміщені у вентиляльованих осередках. Контроль роботи контуру обігріву здійснюється приладами вимірювання температури теплоносія. Додатково можна вимірювати стан повітряного середовища у контрольних точках, що визначаються замовником.

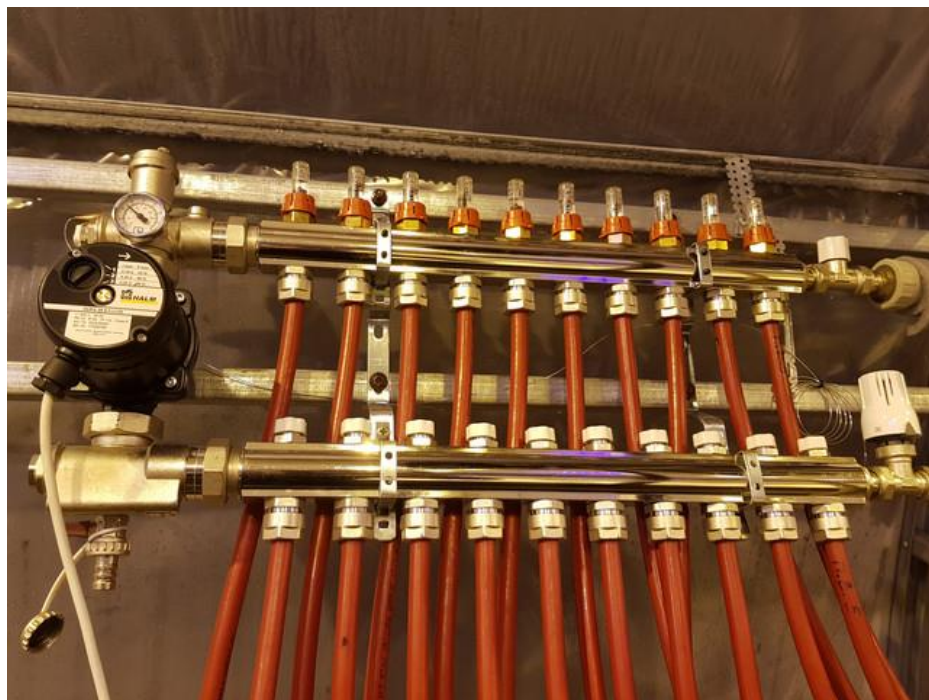


Рисунок 2 – Управління контуром обігріву теплиці

Інформація про докiлля

Повноцiнна пiдтримка заданого мiкроклiмату в теплицi неможлива без точних вiдомостей про стан навколишнього середовища. З цiєю метою використовується мобiльна метеостанцiя, яка працює автоматично. Її прилади вимiрюють температуру повітря на вулицi, iнтенсивнiсть сонячної рiдiацiї, величину опадiв, що випали, швидкiсть i напрям вiтру. Вся отримана програмним забезпеченням iнформацiя враховується при розрахунках впливiв, що управляють.

Це дозволяє при змiнi погодних умов своєчасно компенсувати негативний вплив атмосфери. Весь комплекс обладнання станцiї може бути пiдключений до довiльного контролера, що дозволяє оперативнo отримувати важливу iнформацiю прямо на диспетчерський комп'ютер.

1.6 Індикатор температури в теплицях

Температура в теплицi повинна пiдтримуватись у певних межах, iнакше не бачити нам гарного врожаю. Для пiдтримки температури використовують як електронагрiвачi та вентилятори, що працюють автоматично, так i бiльш старорежимнi способи, що вимагають обов'язкового втручання людини.

Ось у другому випадку буде дуже важливим iндикатор температури, який сигналізуватиме про її наближення до максимального або мiнiмального значення, а значить необхідностi вжити вiдповiдних заходiв. Втiм, такий сигнализатор буде корисним i в автоматизованiй теплицi, на той випадок, якщо автоматика з якоїсь причини не зможе впоратися з поставленим завданням. Також вiн може стати основою автомата пiдтримки температури.

Принципова схема пристрою показана на рис. 3. Датчик температури – терморезистор R2, вiн встановлюється у теплицi та з'єднується зi схемою сигнализатора екранованим кабелем. Або весь пристрiй можна розташувати в теплицi, а електронну плату винести до будинку, з'єднавши зi схемою 4-провiдним кабелем.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ					

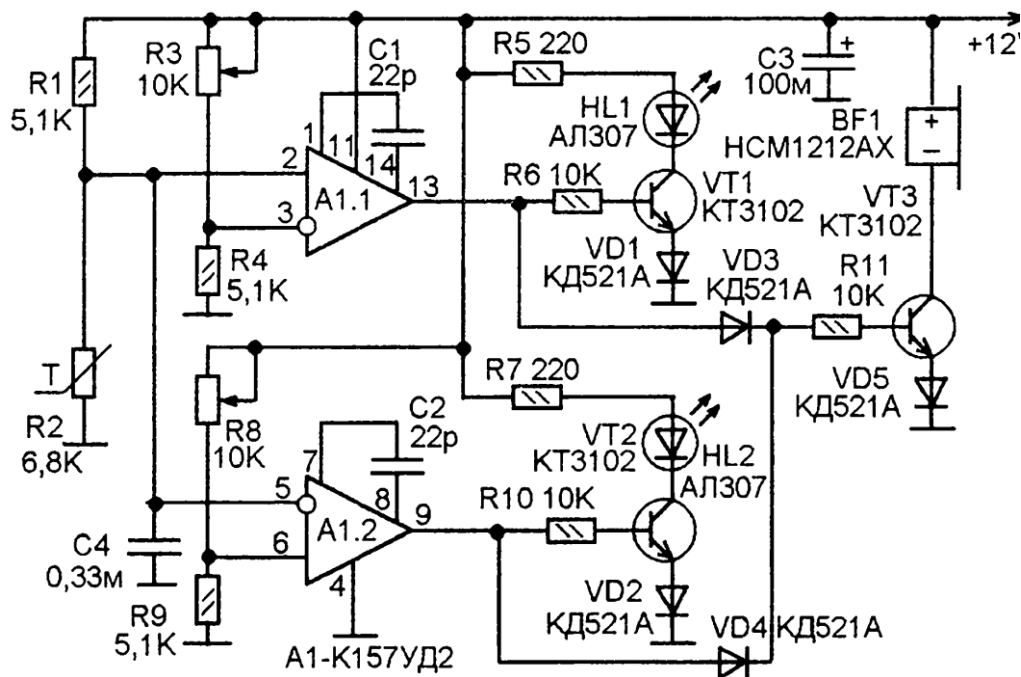


Рисунок 3 – Індикатор температури в теплицях

Для вимірювання опору терморезистора є два компаратори на ОУ мікросхеми А1. Компаратор А1.1 стежить за нижнім порогом температури, а компаратор А1.2 – за верхнім. На вимірювальні входи компараторів надходить напруга діляника, утвореного резисторами R1 і R2. Конденсатор С4 потрібен для придушення перешкод або наведень, радіоперешкод, які можуть надходити на провід, що з'єднує терморезистор зі схемою або сам терморезистор з навколишнього середовища.

На опорні виводи компараторів надходить постійна напруга відповідно з діляників R3-R4 і R8-R9. Резистором R3 встановлюється мінімально допустима температура, а резистором R8 максимально допустима. Коли температура знижується нижче допустимої контрольної межі, то напруга на терморезисторі виявляється більшою за напругу на R4. Тому на виході А1.1 утворюється високий логічний рівень. Це призводить до того, що відкриваються транзистори VT1 та VT3. Вмикається звуковий сигналізатор BF1, що привертає увагу до нештатної ситуації і спалахує світлодіод HL1, що сигналізує про проблему зі зниженням температури.

Якщо температура підвищується понад встановлену норму, то напруга на

				Лист	
				ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15

терморезисторі виявляється нижче напруги на резисторі R9. На виході A1.2 утворюється високий логічний рівень. Відкриваються транзистори VT2 і VT3. Включається звуковий сигналізатор BF1, що привертає увагу до позаштатної ситуації і спалахує світлодіод HL2, що показує, що проблема у підвищенні температури.

Діоди в емітерних ланцюгах транзисторів поставлені для поліпшення закривання транзисторів, так як нульовий рівень на виході компараторів має деяку постійну напругу, яка може перешкодити повному закриванню транзистора, а це зайвий струм.

Якщо температура в межах норми на виходах обох компараторів нулі, значить ніякої сигналізації немає. Таким чином, нижній поріг температури встановлюють змінним резистором R3, а верхній - R8.

Тут використовується напівпровідниковий терморезистор із номінальним опором 6,8 кОм. Можна взяти терморезистор будь-якого номінального опору в межах від 3 до 100 кОм. Тільки в цьому випадку потрібно відповідно змінити і опір резистора R1, який повинен становити приблизно 25% від номінального опору терморезистора. Якщо терморезистор буде з позитивною зміною опору, тоді потрібно R1 і R2 поміняти місцями.

Конструктивно терморезистор потрібно виконати у водозахищеному вигляді, але забезпечити гарну теплопровідність. Можна як корпус використовувати металеву колбу або невелику баночку від ліків. Помістити в неї терморезистор і засипати добре промитим та висушеним піч. Потім закрити гумовою кришкою або пробкою, через яку випустити дроти.

Здвоєний ОУ K157УД2 можна замінити будь-яким іншим здвоєним або двома одиночними ОУ, наприклад, таким як K140УД6. Конденсатори C1 і C2 встановлюють залежно від необхідності за типовою схемою ОУ, що використовуються.

Світлодіоди – будь-які індикаторні. Звуковипромінювач BF1 із вбудованим генератором, на напругу 12В. Можна використовувати звуковипромінювач і на меншу напругу, послідовно включивши йому резистор, а паралельно стабілітрон,

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

на таку напругу, на яку він розрахований. Резистор підібрати по найбільшій гучності звучання, щоб вийшов параметричний стабілізатор.

Діоди КД521 можна замінити на КД522 чи імпортні аналоги. Транзистори КТ3102 можна замінити практично будь-якими малопотужними n-p-n транзистори загального призначення. Для налагодження потрібен зразковий термометр, ємність із водою та нагрівач води. Щоб схема могла керувати нагрівачем і вентилятором, потрібно замість світлодіодів підключити світлодіоди симісторних оптопар, які включають нагрівач і вентилятор. Оптопар нагрівача потрібно підключити до VT1, вентилятора – VT2.

Як уже сказано вище, цей пристрій з'єднується з будинком проводами, якими надходить тривожний сигнал і живлення. Якщо теплиця розташована на деякій відстані від будинку, це не зовсім зручно. Тому якщо в теплиці є електроживлення, то додаткових дротів можна і не прокладати, а використовувати для передачі звукового сигналу тривожного радіоканал або стільниковий телефон.

Як радіоканал можна використовувати популярний зараз квартирний радіодзвінок. Це чергова новинка китайської електроніки є блоком сигнальним і блоком включення. Обидва живляться від батарейок. Блок включення – пластмасовий корпус із великою кнопкою. При її натисканні надходить живлення на мікропередавач, що працює на частоті 433 МГц. А сигнальний блок приймає цей сигнал та звучить.

Потрібно в колекторний ланцюг транзистора VT3 замість звуковипромінювача підключити обмотку якогось малопотужного реле на 12В, а контакти, що замикають, реле підключити паралельно кнопці блоку включення квартирною радіодзвінка. Дальність прийому буде обмежена кількома десятками метрів. Замість радіодзвінка можна використовувати кілька дешевих кишенькових УКХ-радіостанцій. Куди підключити реле залежить від схеми рації - швидше за все паралельно кнопці виклику. З радіостанціями дальність може становити навіть кілька кілометрів.

Якщо теплиця зовсім далеко від будинку можна пристосувати передачі тривожного сигналу старий стільниковий телефон. На стільниковому телефоні в

						ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

"контакти" або "телефонну книгу" вводять номер свого стільникового, який завжди при вас, і призначаєте йому кнопку спрощеного дзвінка, наприклад, "1". Потім від цієї кнопки робите відведення двома проводами та підключаєте їх до тієї ж контактної пари реле. Тепер у разі виникнення нештатної ситуації старий стільниковий телефон із теплиці зателефонує вам.

1.7 Постановка задачі проектування:

- кількість контрольованих параметрів теплиці – 3;
- гальванічна розв'язка елементів схеми з мережею;
- кількість датчиків інформації - 3;
- звукова сигналізація за зміною режиму роботи;
- реалізація схеми на серії КМОН;
- режим роботи круглосуточний.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1 Використання нових технологій у теплиці

Вже в минулі часи, коли проектування теплиць здійснювалося відповідно до принципу «тим краще, ніж простіше». Ця «простота» часто не виправдовувалася під час застосування. Зараз технології у проектуванні, зведенні та роботі теплиць показують довготривалі та чудові результати. Давайте розберемося, що потрібно враховувати під час проектування, а також якісь технологічні нововведення необхідні для будівництва сучасних теплиць.

При будівництві теплиці фундаментальними параметрами є вентиляція та опалення (рис. 4). Від їх дій залежить підтримка сприятливого мікроклімату рослин. Найчастіше в теплицях застосовується бічний та верхній тип вентиляції. У бічному вигляді використовуються вентиляційні отвори, які встановлюються по периметру всієї теплиці. Верхня вентиляція створюється за допомогою підйому фрамуги.

Найбільш розумно застосовувати комбінований варіант вентиляції. Використовуються різні види нових технологій, що суттєво удосконалює вентиляційні системи. До них відноситься автоматичне провітрювання теплиці.



Рисунок 4 – Опалення та вентиляція в теплицях

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Системний автомат здійснює відкриття та закриття кватирок залежно від того, наскільки змінюється в парнику температура. Виріб працює без батарей та електроенергії, його монтаж здійснюється досить просто. Садівник зможе самостійно провести його встановлення.

Серед популярних видів тепличного опалення виділяють водяне опалення. При проведенні водяного опалення в теплиці слід знати, що для рослин потрібен підґрунтовий та надґрунтовий вид обігріву (рис. 5). Надґрунтові теплові прилади, що використовуються, повинні не перевищувати температуру понад 95°C, а для підґрунтових цей параметр становить 40°C.



Рисунок 5 – Надґрунтове обігрівання теплиць

ІЧ обігрівачі прогрівають не повітря, а поверхню. Грунт у теплиці буде прогрітий навіть при прохолодному повітрі.

Для опалення теплиць буде розумним застосування нових технологій. Сюди відноситься варіант з повітряним обігрівом, де відбувається розподіл теплого повітря на всій площі рівномірно. Цей спосіб зручний при грядках з великим розміром. Застосування даних технологій допомагає здійснювати постачання рослин вуглекислий газ з повітряними потоками, що для них особливо важливо.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Відбувається зменшення температурних перепадів, виходять оптимальні параметри тиску для перешкоди від попадання комах та шкідників у теплицю.

Використання нових технологій допомагає проводити контроль усіх змін у мікрокліматі та вживати заходів для його стабілізації незалежно від наявних погодних умов. Сучасні системи для контролю клімату допоможуть провести управління вентиляцією, вологістю та температурою з використанням комп'ютерних технологій. Встановлені інтелектуальні алгоритми самостійно проводитимуть контроль для економного розподілу ресурсів.

ІЧ обігрівачі прогрівають не повітря, а поверхню. Грунт у теплиці буде прогрітий навіть при прохолодному повітрі.

Для опалення теплиць буде розумним застосування нових технологій. Сюди відноситься варіант з повітряним обігрівом, де відбувається розподіл теплого повітря на всій площі рівномірно. Цей спосіб зручний при грядках з великим розміром. Застосування даних технологій допомагає здійснювати постачання рослин вуглекислий газ з повітряними потоками, що для них особливо важливо. Відбувається зменшення температурних перепадів, виходять оптимальні параметри тиску для перешкоди від попадання комах та шкідників у теплицю.

Використання нових технологій допомагає проводити контроль усіх змін у мікрокліматі та вживати заходів для його стабілізації незалежно від наявних погодних умов. Сучасні системи для контролю клімату допоможуть провести управління вентиляцією, вологістю та температурою з використанням комп'ютерних технологій. Встановлені інтелектуальні алгоритми самостійно проводитимуть контроль для економного розподілу ресурсів.

Водопостачання. При виборі тепличного водопостачання слід визначити параметри оптимального режиму вологості, що відіграє найважливішу роль у рослинництві. До надійного та класичного варіанту поливу відноситься застосування сплінкерного зрошення (рис. 6).

Встановлена система здатна не тільки здійснити полив рослин, але й проводити добриво та створювати туман, що знижує температуру під час теплої пори року. Ще можна встановлювати прилади з краплинного зрошення.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Полив крапельним зрошенням корисний тим, що допомагає «дихати» коріння рослин.



Рисунок 6 - Система сплінкерного зрошення

Надходження води у прикореневу зону проводиться невеликими дозами. Системи крапельного поливу забезпечують вибір конкретних ділянок, які потребують удобрення чи зрошення.

Не слід забувати проводити встановлення правильної температури води. Параметри температури води не повинні бути нижчими за власну температуру ґрунту. При недотриманні цього найпростішого правила можна завдати шкоди для розсади. Для спрощення цього завдання встановлюють автоматизовані системи зрошення. Це коштує дорожче, але здатне виправдати себе через зручного контролю за всіма процесами за допомогою комп'ютера. Необхідні дії виконуватимуться системою.

Висвітлення. Найчастіше природного освітлення буде недостатньо для рослинництва. Причина цього у погоді та індивідуальних особливостей певних рослин. Для одних рослин потрібна більша кількість світла, для інших – менша.

Вирішується проблеми шляхом використання у теплиці штучного освітлення (рис. 7). Варто знати, що для рослин корисне освітлення суттєво відрізняється від звичайного виду освітлення, яке використовується людиною у побуті.

Важливо вибрати такі джерела світла, виготовлення яких здійснюється лише рослин. Випромінювання такого світла відбувається у синіх та червоних спектрах.



Рисунок 7 – Штучне освітлення в теплицях

До найекономніших відносяться енергозберігаючі типи ламп. Вони відрізняються дорожчою вартістю в порівнянні зі звичайними лампами, але надалі здатні повністю окупити зроблені витрати. Енергозберігаючі лампи уможливають економічний ефект у 5 разів більше. До інших переваг цих ламп відноситься виділення невеликої кількості тепла, вони не впливають на клімат у приміщенні. Це джерело світла можна встановити від рослин у безпосередній близькості.

У цій сфері також використовувалися нові технології. До них відносяться світлодіодні світильники інноваційного типу, які мають функції зміни кольору та яскравості. Рослини здатні приймати різні довжини хвиль. Варіанти сприйманого кольору залежить від часу життєвого циклу рослин. Для молодих саджанців необхідно набагато більше освітлення, ніж для більш дорослих рослин. Розрізняється і корисне забарвлення для овочів та квітів. Для стабільного та гармонійного зростання рослин важливими є збалансовані світлові хвилі. Тому світлодіодні світильники досить універсальні. Вони мають можливість регулювання світла залежно від того, які є потреби у рослин.

Охолодження

По краях теплиці вертикально ставлять подушки, що охолоджують. Вони оснащені системою незалежного зрошення та поєднуються з вертикальною вентиляцією, яка пропускає повітря через вологі подушки. Повітря охолоджується адіабатичним способом (рис. 8).

Туман під високим тиском випускає дрібні краплі води, які випаровуються при контакті з гарячим повітрям, охолоджуючи повітря.

Туман низького тиску працює за тим самим принципом, але з меншою крапель більшого розміру. В результаті забезпечується більше зволоження. Він переважно використовується для міцних рослин, які можуть витримувати попадання вологи на листя чи плоди.



Рисунок 8 - Охолодження приміщень теплиць

Осушення. Ряд рішень щодо осушення, призначених для контролю рівня вологості тепличних рослин. Таким чином, краще контролювати розвиток хвороб.

Повітря всередині теплиці осушується, проходячи через холодну батарею чи випарник. Потім нагрівається, проходячи через гарячу батарею або конденсатор, перш ніж випустити його. Осушується при 25/30°C.

Затінення. Ми пропонуємо різні рішення щодо затінювання, щоб запобігти втраті енергії в теплиці, підтримати тепловий баланс усередині теплиці та

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

захистити від шкідливого сонячного світла. Наші системи затінення мають моторизовані чи ручні механізми керування.

Їх можна розмістити горизонтально під покрівлею теплиці або вертикально біля бічних стінок (рис. 9).

Теплові штори - це ізолятори, що утримують тепло всередині теплиці. У такий спосіб вони допомагають економити енергію.

Затіняючі штори захищають рослини від прямого випромінювання.

Непрозорі світлоізолюючі штори використовуються для відтворення денних/нічних циклів, необхідних для певних культур. Це дуже важливо під час використання штучного освітлення для обмеження світлового забруднення за межами теплиці.



Рисунок 9 – Затінення в теплицях

Моніторинг і управління теплицею.

Розумні теплиці та їх переваги для рослинників

Розумні теплиці, оснащені сучасними датчиками та комунікаційними технологіями, автоматично збирають та доставляють інформацію про навколишнє середовище та врожаї в режимі 24/7. Зібрані дані передаються в платформу IoT, де аналітичні алгоритми перетворюють їх на корисну інформацію для виявлення вузьких місць та відхилень.

Відповідно, операції з ОВК та освітлення, поряд з поливом та обприскуванням, можна регулювати на запит. Безперервний моніторинг даних

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

полегшує розробку прогностичних моделей з метою оцінки ризиків хвороб сільськогосподарських культур та інфекцій.

Відкриваючи доступ до широких знань про сільськогосподарські культури, розумна теплиця дозволяє виробникам мінімізувати трудовитрати, підвищувати ефективність використання ресурсів та хімікатів під час оптимізації врожайності.

Підтримка ідеальних мікрокліматичних умов. Датчики дозволяють фермерам збирати різні точки даних із безпрецедентним ступенем деталізації. Вони надають у реальному часі інформацію про критичні кліматичні фактори, включаючи температуру, вологість, освітленість та наявність вуглекислого газу в теплиці.

Ці дані спонукають внести необхідні зміни в налаштування опалення, вентиляції та кондиціонування повітря та освітлення, щоб підтримувати найкращі умови для росту рослин за одночасного підвищення ефективності використання енергії. Паралельно з цим датчики руху допомагають ідентифікувати двері, які ненавмисно залишені відкритими, щоб забезпечити строго контрольоване середовище.

Поліпшення практики зрошення та добрива. Крім параметрів навколишнього середовища, розумні теплиці дозволяють фермерам бути в курсі умов вирощування врожаю. Це гарантує, що іригація та внесення добрив відповідають реальним потребам культурних рослин для отримання максимальних урожаїв.

Наприклад, дані об'ємного вмісту води у ґрунті показують, чи відчувають сільськогосподарські культури водний стрес. Так само вимірювання засоленості ґрунту дають корисну інформацію про потреби у добривах. На основі цих даних можна автоматично включати дощові установки та системи обприскування для задоволення потреб сільськогосподарських культур у реальному часі із мінімальним ручним втручанням.

2.2 Датчики температури та вологості

Датчики температури та вологості - ще один незамінний тип датчиків, які особливо будуть корисні при роботі з рослинами, утриманні теплиць.

У приміщеннях і теплицях такий інструмент є абсолютно незамінним рішенням, оскільки з його допомогою можна вирішити безліч важливих завдань.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Деякі моделі датчиків мають убудовані модулі для того, щоб з'явилася можливість вибрати одиницю виміру. Головною перевагою, яка має датчик температури та вологості, є його здатність працювати в агресивних умовах. При цьому прилад може бути ефективно при різких перепадах температур, що дуже важливо.

Принцип дії таких датчиків відрізняється простотою, а компактність дозволяє оптимально вмонтувати пристрій у будь-яке приміщення або багатофункціональний пристрій.

Датчик вологості та температури ДВТ-03.НЕ1.

Датчик вологості та температури ДВТ-03.НЕ1 – призначений для використання у схемах контролю та регулювання вологості та температури повітря в теплицях. Датчик має пластиковий герметичний корпус із кріпленням на стіну. Чутливий елемент температури та вологості розташований у металевому зонді та закритий захисним ковпачком.

Чутливий елемент датчика вологості може бути замінений без втрати точності приладу. Датчик температури та вологості ДВТ-03.НЕ1 (рис. 10) забезпечує високу стабільність показань.



Рисунок 10 - Датчик температури та вологості ДВТ-03.НЭ1

Датчик вологості у спеціальному виконанні для теплиць ДВТ-03.НЕ1 має наступні вихідні сигнали:

- по каналу відносної вологості:
- постійна напруга (U_{out}), залежно від відносної вологості (RH) відповідно до

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

виразу: $U_{out} = [(RH\% - 12.5\%) \times 4.375] / 87.5$;

- по каналу температури: термоперетворювач опору з НСХ Pt500 згідно з ГОСТ 6651-2009, з підключенням за трипровідною схемою.

Графік залежності опору термістора датчика температури, наведений на рис. 11.

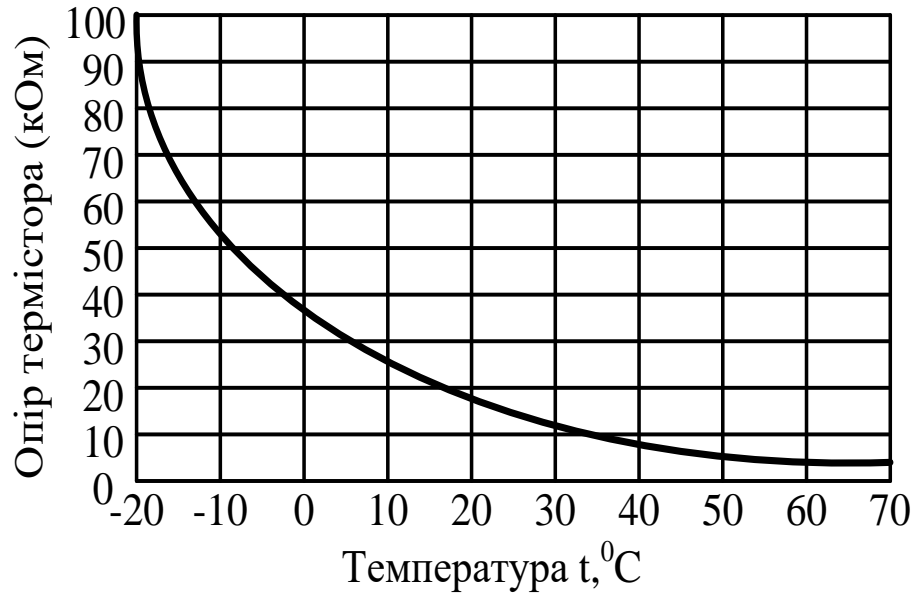


Рисунок 11 - Залежність опору термістора датчика від температури

Графік залежності помилки вимірювання температури від опору термістора наведений на рис. 12.

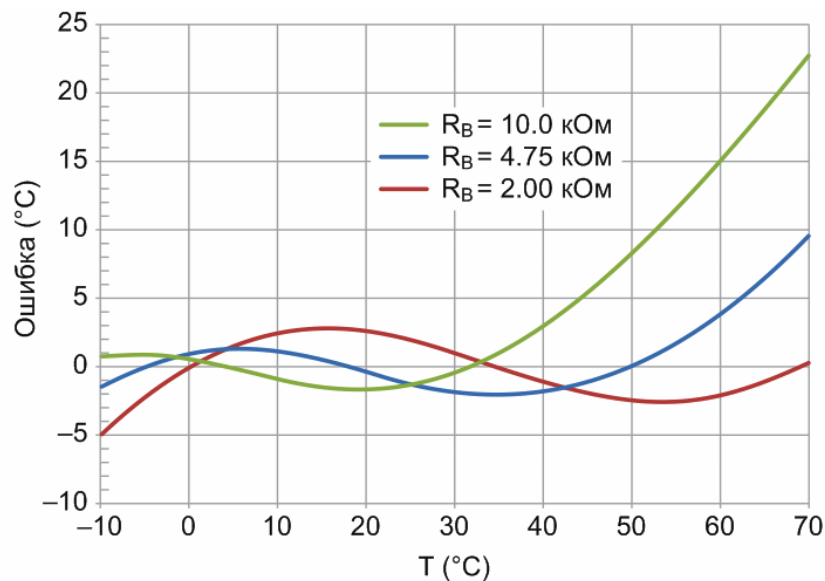


Рисунок 12 - Залежність похибки вимірювання температури від опору термістора

Датчик температури та вологості повітря IP66 для теплиці марки ХЕНГКО.

Датчики температури та вологості HENGKO можуть застосовуватися в різних областях: базові станції телекомунікацій, електронні шафи управління, виробничі майданчики, склади, машинні зали, теплиці, тваринництво, запаси медикаментів і т.д.

Металевий корпус дозволяє працювати у дуже запилених чи інших суворих умовах, настінний стиль полегшує встановлення. Датчик температури та вологості роздільного типу IP66 (рис. 13), виконаний з пористим корпусом датчика з нержавіючої сталі з високим ступенем захисту IP66, може використовуватися безпосередньо в суворіших умовах, таких як відкрите повітря, середовище з піском/пилом, середовище з високою вологістю, корозійне середовище і т.д.

HENGKO®



Рисунок 13 - Датчик температури та вологості повітря IP66

Характеристики датчика:

- Діапазон температур: -20~+100 °С -40~+125 °С;
- діапазон вологості: (0~100)% відносної вологості;
- особливості: відмінна довготривала стабільність;
- корпус зонда: спечений матеріал із нержавіючої сталі.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Датчик вологості та температури для теплиць SHTA01-20E.

Датчик SHTA01-20E (рис. 5) перетворює зміни температури та вологості повітря на уніфіковані аналогові сигнали з пропорційною залежністю.

Принцип вимірювання відносної вологості заснований на залежності діелектричної проникності полімерного сорбенту, який використовується як вологочутливий шар, від кількості сорбованої води (ємнісний принцип вимірювання), вимірювання температури засноване на зміні електричного опору чутливого елемента.

Система індикація датчика повідомляє про самодіагностику та режими роботи. Висока стабільність показань та надійність досягається завдяки дуже якісному сенсору, прецизійній якості електронних компонентів та технологічності схеми перетворення. Чутливий елемент захищений від попадання пилу та впливу агресивних газів (аміак тощо).

Якість BESKONTA підтверджена сертифікатами: якості ISO9001:2015 та відповідності ГОСТ Р. Графік залежності вихідного сигналу датчика від вологості та температури наведений на рис. 14.



Рисунок 14 - Датчик вологості та температури SHTA01-20E

Характеристики датчика:

- вихідний сигнал 4 ... 20 мА (3х-провідний);
- електричне підключення кабель 2 м;
- напруга живлення 15 ... 30 В;
- номінальна напруга живлення 24 В [DC];

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

- струм споживання не більше 70 мА;
- опір навантаження 0...500 Ом;
- точність перетворення температури ± 0.5 °С;
- шкала вимірювання вологості 0...100% RH;
- шкала вимірювання температури -40...+60°С;
- максимальне відхилення в діапазоні 0...90% трохи більше $\pm 2.5\%RH$;
- максимальне відхилення в діапазоні 90...100% трохи більше $\pm 3,5\%RH$;
- номінальне відхилення трохи більше $\pm 2\%RH$;
- герметичність згідно з ГОСТ 14254-96 IP43/IP65.

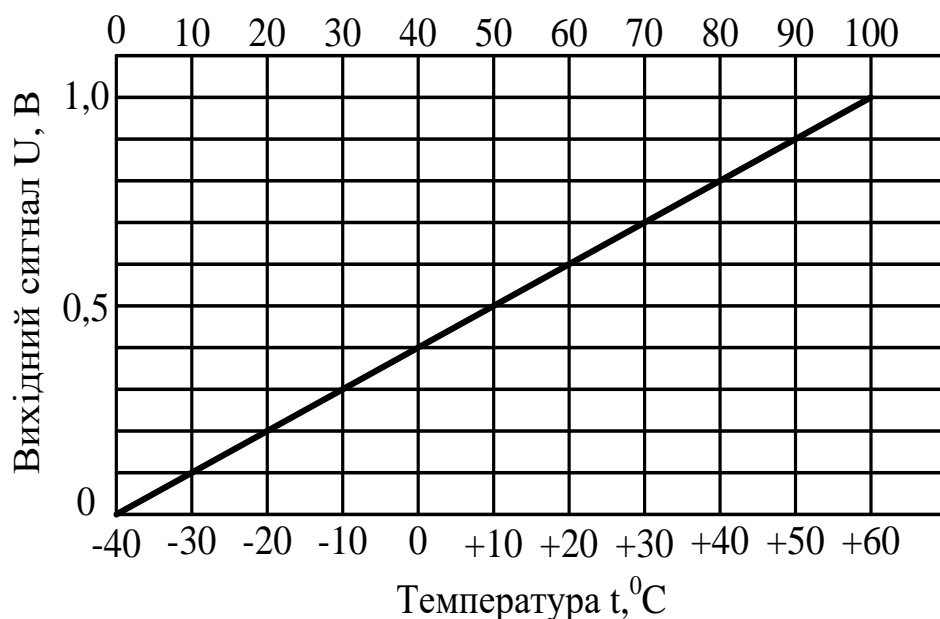


Рисунок 15 – Графік залежності вихідного сигналу датчика від вологості та температури

Датчик вологості та температури ґрунту IP54.

Датчик вологості та температури ґрунту IP54 (рис. 16) призначений для контролю рівня вологості та температури в кореневій системі рослин.

Дозволяє автоматизувати керування системою крапельного поливу, системою провітрювання та нагріву теплиці.

Переваги:

- легкість установки - за принципом приєднав роз'єм і застромив у землю;

- дозволяє включати систему крапельного поливу за недостатньою вологістю ґрунту;
- дозволяє керувати системою нагрівання ґрунту;
- забезпечує точність підтримки вологості та температури кореневої системи рослин;
- у комплекті автоматизації використовуються два комплекти датчика з кабелем 5 та 10 метрів;
- контролювати рівномірність роботи системи крапельного поливу;
- щупи з нержавіючої сталі довго прослужать в агресивному середовищі.



Рисунок 16 - Датчик вологості та температури ґрунту

Технічні характеристики:

- габаритні розміри: 105x55x175мм (ДxШxВ);
- матеріал: Пластик / Нержавіюча сталь;
- довжина кабелю: 5 і 10 метрів;
- тип підключення;
- роз'єм у рпн: 4;
- напруга живлення: +3.3 В;
- діапазон вимірювання вологості ґрунту: 0...99%.
- діапазон вимірювання температури ґрунту: +10...+70 °С.

					ЕлІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Застосування датчиків вологості у теплицях серії LPK.

Датчик LPK2.0S спеціально розроблений для застосування в системах поливу у теплицях (рис. 17). Він має захист електроніки та спеціальний фільтр, що перешкоджає попаданню бризок води в електроніку та на поверхню чутливого елемента.

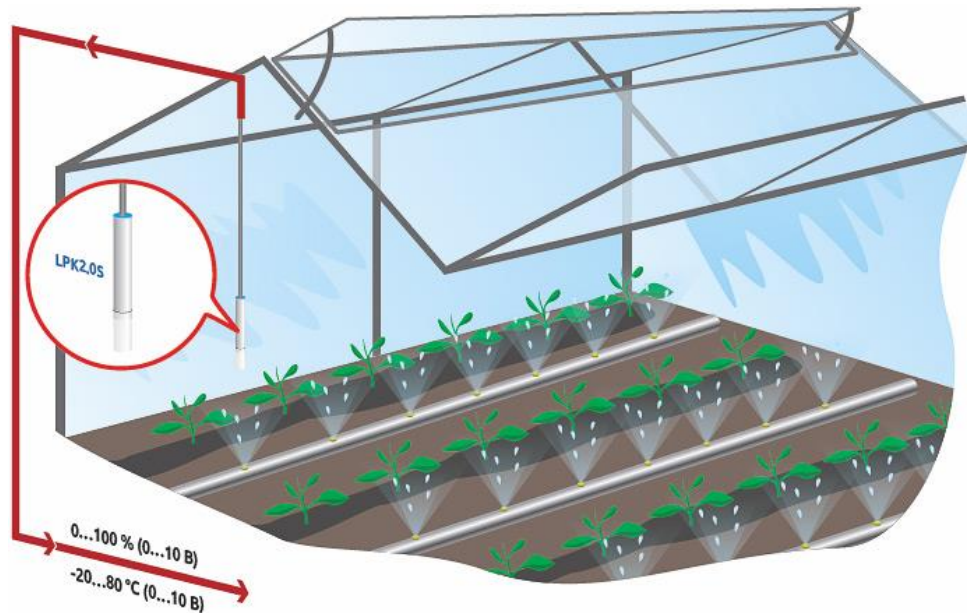


Рисунок 17 – Встановлення датчика вологості у теплиці

Характеристики:

Вимірювання вологості:

- діапазон вимірювань - 0...100 % відносної вологості;
- вимірювальний елемент – калібрований сенсор caHT;
- основна похибка 30...80% відносної вологості при 10...40°C ±3% відносної вологості < 30% відносної вологості або >80% відносної вологості при 10...40°C ±5% відносної вологості;
- температурна похибка < 10 °C або > 40 °C ± 0,06 % відносної вологості.

Вихід: 0...1, 0...10 або 4...20 mA;

- температура (активний вихід);
- діапазон вимірювань -20...+80 °C;
- вимірювальний елемент – калібрований сенсор caHT;
- основна похибка при 10...40 °C - ± 0,8 °C при < 10 °C або > 40 °C.

						ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			33

Електричні характеристики:

Виходи: $2 \times 0 \dots 1$ В, $2 \times 0 \dots 5$ В, $2 \times 0 \dots 10$ В, $2 \times 4 \dots 20$ мА.

Напруга живлення LP, LK, LW, LI:

Вихід: $0 \dots 1$ В = $6 \dots 30$ В. Вихід: $0 \dots 5 \sim 24$ В $\pm 10\%$ або = $9 \dots 30$ В.

Вихід: $0 \dots 10$ В = $12 \dots 30$ В.

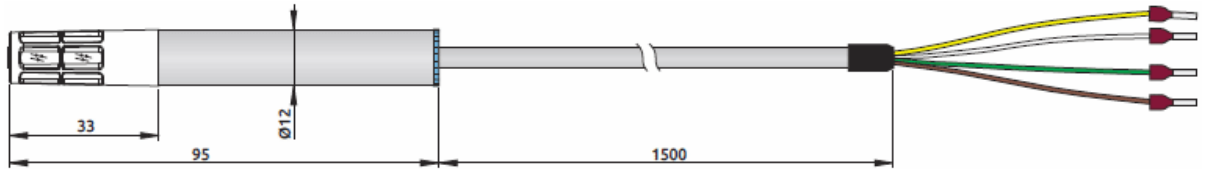


Рисунок 18 - Габаритні розміри датчиків вологості LP (кабель), мм

3 РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЄКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

3.1 Розробка алгоритму функціонування проєктованого пристрою

Схема алгоритму функціонування пристрою наведений на рис. 19.

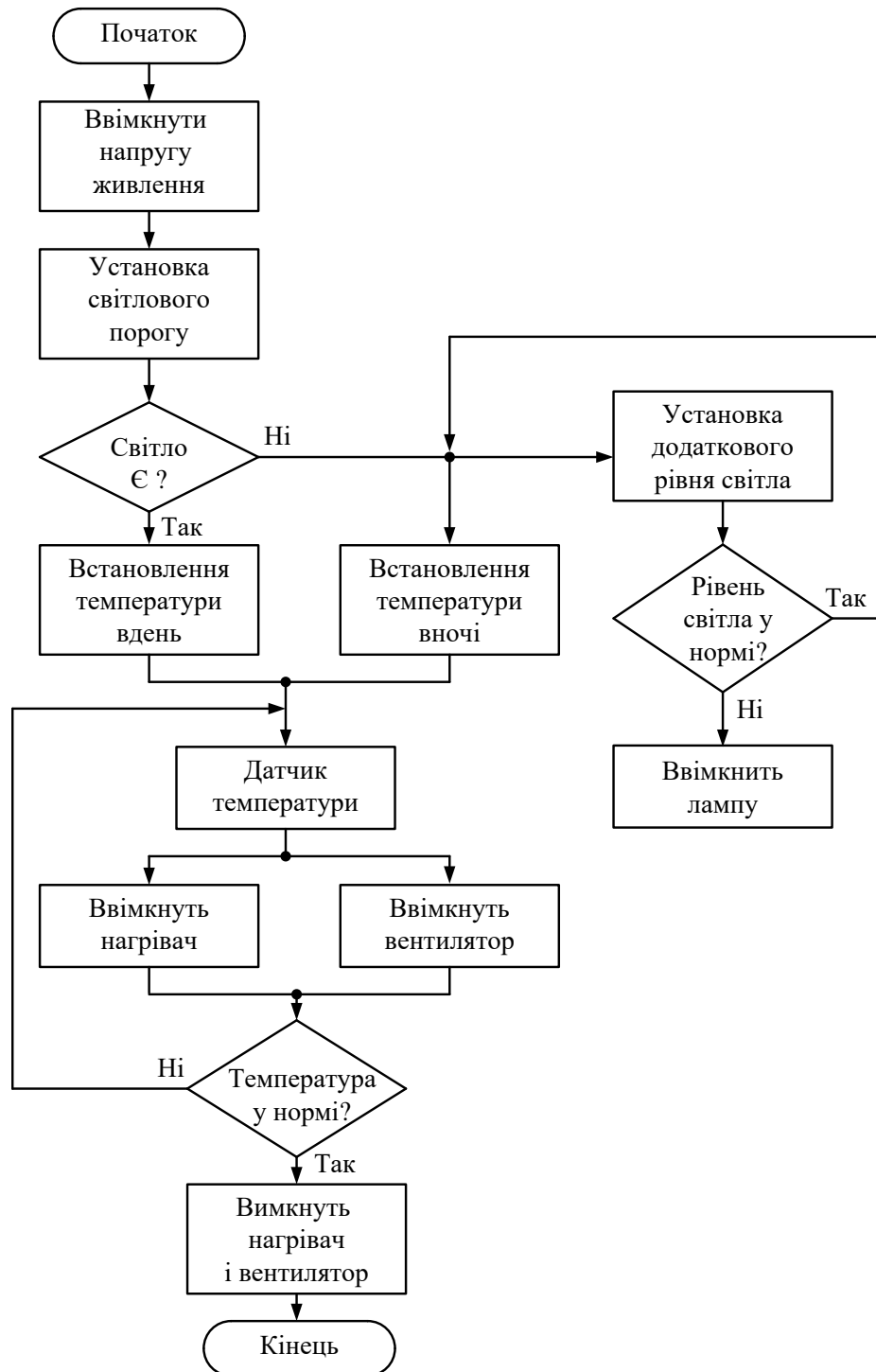


Рисунок 19 – Схема алгоритму пристрою

Спочатку встановлюється поріг світлового дня. В умовах зниженої освітленості відбувається установка додаткового рівня світла. Особливо в зимових умовах необхідне продовження світлового дня за допомогою додаткового джерела світла, що включається на кілька годин після того, як природне освітлення за межами теплиці знижується нижче встановленого значення.

Потім встановлюється температура для суток дня і ночі. Термічний датчик оцінює температуру і видає команду на ввімкнення нагрівача або ж вентилятора. Після установки необхідної температури, сигнали з термічного датчика відсутні.

Для підвищення температури можна використовувати електронагрівач, наприклад, інфрачервоний або конвективний, а для пониження може бути достатньо вентилятора, що обдує об'єм невеликої теплиці. Ці два пристрої одержують живлення через описуваний тут прилад, який дозволяє підтримувати температуру нічного та денного значення, задану в межах від 0 до +62⁰С.

Як вже казано, температура тут підтримується не тільки обігрівачем, а й управлінням охолоджувача, в якості якого використовується вентилятор. Це може мати значення влітку, коли температура природним чином підвищується вище за допустиму межу.

3.2 Розробка структурної схеми проєктованого пристрою

Структурна схема пристрою (рис.20), розроблена на основі алгоритму функціонування пристрою. Основними вузлами структурної схеми є:

- вузол контролю освітлення;
- вузол установки та контролю температури;
- вузол продовження світлового дня;
- блока управління пристроями забезпечення заданих параметрів для теплиці.

Світловий поріг дня і ночі встановлюється блоком установки світлового порогу. Тригер Шмідтта формує на виході прямокутний сигнал для блоку контролю освітленням. З блоку контролю освітленням, сигнал двох рівнів

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Після зниження температури оптореле закривається і вентилятор вимикається. Для збільшення терміну світлового дня (особливо взимку), служить вузол подовження світлового дня. У своєму складі він має блок установки рівня світла, таймер та блок управління додатковим освітленням.

Коли освітлення достатньо сигнал на виході блоку установки рівня світла високий. Він встановлює лічильник у нульове положення. Високий рівень сигналу з блоку рівня світла, встановлює низький рівень сигналу на виході інвертора. Ключ на транзисторі закритий, оптореле також закрите. Освітлювальна лампа виключена. При зниженні природнього освітлення нижче встановленого порогу, на виході блоку рівня світла встановлюється високий потенціал. При цьому на виході інвертора, також буде високий рівень сигналу. Ключ відкривається, спрацьовує оптопара і включає лампу освітлення.

Одночасно запускається таймер. Лічильник підраховує імпульси з генератора. Термін на який продовжується світловий день, встановлюється зміною частоти імпульсів генератора. Від їх частоти залежить те, як скоро лічильник дорахує до 8192. Як тільки закінчується термін продовження світлового дня на виході лічильника появиться високий рівень сигналу. При цьому на виході інвертора встановлюється низький рівень сигналу, ключ закривається, оптореле також закривається і лампа відключається.

Високий рівень сигналу з лічильника блокує також генератор. Схема буде знаходитися у такому стані до світанку.

Низьковольтна схема пристрою гальванічно повністю розв'язана з електромережею. Управління навантаженням відбувається за допомогою оптичного зв'язку (через оптореле), а напруга живлення поступає через трансформатор.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

4 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

4.1 Вибір елементної бази

ТПА-50-2х12В трансформатор знижувальний, 220/12+12 В, 50 Вт (рис. 21).

Однофазний трансформатор живлення, вхідна напруга: 220 В, номінальна вихідна напруга: 12; 12 В (дві обмотки), максимальна потужність: 50 Вт, габаритні розміри (ДхШхВ): 76х64х57 мм, тип монтажу: навісний.



Рисунок 21 - Трансформатор знижувальний ТПА-50-2х12В

Характеристика:

- серія ТПА-50;
- тип Ш-подібний трансформатор;
- фазність однофазна;
- потужність $P_{max} = 50$ Вт;
- вихідна напруга $U_{вих} = 12$ В;
- вхідна напруга $U_{вх} = 220$ В;
- струм навантаження $I_n = 2,0$ А;
- струм холостого ходу $I_{хх} = 0,05$ А;
- тип монтажу навісний;
- габаритні розміри 76х64х57 мм;

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

- номери виводів вторинних обмоток 7-8; 9-10;
- номери виводів первинної обмотки 2-5;
- маса 1,2 кг.

Мікросхеми К1561ЛЕ5.

Мікросхеми К176ЛЕ5 і К1561ЛЕ5 містять чотири чотиривходових базових елементи АБО з інверсією вихідного сигналу (рис. 22). Технічні дані можна переглянути в таблиці.

Зарубіжним аналогом мікросхеми К176ЛЕ5 є мікросхема CD4001, та мікросхема CD4001А, а мікросхеми КР1561ЛЕ5 мікросхема CD4001В.

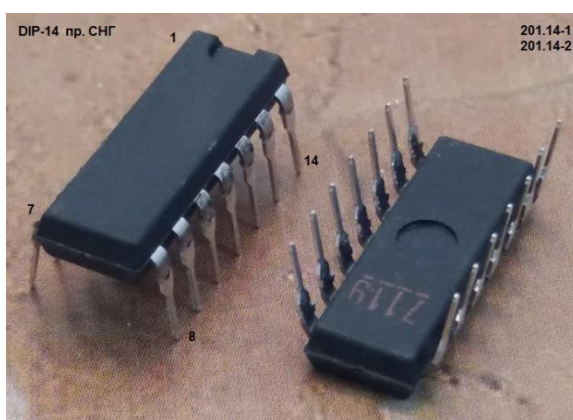


Рисунок 22 – Зовнішній вигляд мікросхеми К1561ЛЕ5

К1561ЛЕ5 - технічні дані:

- струм споживання при високому рівні на виході 0,015мА;
- струм споживання при низькому рівні на виході та напрузі джерела живлення 18 В - 0,015 мА;
- час затримки розповсюдження при включенні - 235 нс;
- час затримки розповсюдження при вимкненні - 340 нс;
- вихідний струм високого рівня - 0,24 мА;
- вихідний струм низького рівня - 0,24 мА;
- температура довкілля - 10...+70°С.

Лічильник К1561ИЕ16.

Лічильник К1561ИЕ16 (рис. 23) скидає вихідні сигнали в нуль при напрузі

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

високого рівня на вході скидання R. Вміст лічильника збільшується згідно з кожним негативним перепадом тактового імпульсу. Максимальна тактова частота досягає 3 МГц, тривалість імпульсу скидання має перевищувати 550.

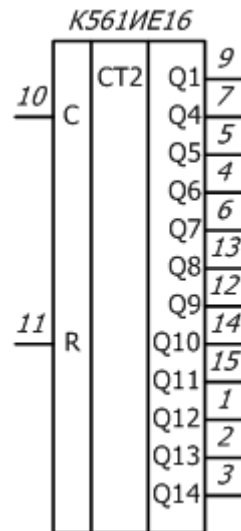


Рисунок 23 – Функціональне позначення лічильника

Призначення виводів:

- 1 - вихід 12 розряду;
- 2 - вихід 13 розряду;
- 3 - вихід 14 розряду;
- 4 - вихід 6 розряду;
- 5 - вихід 5 розряду;
- 6 - вихід 7 розряду;
- 7 - вихід 4 розряду;
- 8 - загальний;
- 9 - вихід 1 розряду;
- 10 - тактовий вхід C;
- 11 - вхід установки нуля R;
- 12 - вихід 9 розряду;
- 13 - вихід 8 розряду;
- 14 - вихід 10 розряду;
- 15 - вихід 11 розряду;

16 - напруга живлення.

Електричні параметри:

- напруга живлення 3...15 В
- вихідна напруга низького рівня при $U_{ж} = 10$ В. ≤ 1 В
- вихідна напруга високого рівня при $U_{ж} = 10$ В. ≥ 9 В
- струм споживання при $U_{ж} = 15$ В. ≤ 20 мкА
- вхідний струм низького (високого) рівня при $U_{ж} = 15$ В. . . $\leq 0,3$ мкА
- вихідний струм низького рівня при $U_{ж} = 10$ В. $\geq 0,35$ мА
- вихідний струм високого рівня при $U_{ж} = 10$ В. $\geq 0,35$ мА
- час затримки розповсюдження під час увімкнення (вимкнення)
при $U_{ж} = 10$ ≤ 340 нс
- час затримки поширення при включенні при $U_{ж} = 10$ В
за виводами від 11 до 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15 ≤ 900 нс
- вхідна ємність при $U_{ж} = 10$ В. ≤ 5 пФ
- максимальна тактова частота при $U_{ж} = 10$ ≥ 4 МГц

Мікросхема LM393.

Мікросхема LM393 є диференційованим подвоєним компаратором від виробника Texas Instruments (рис. 24). У приладу - цілісний корпус із пластику. У середині нього розташовані 2 операційні підсилювачі lm393, які ніяк не пов'язані один з одним. Їхнє основне завдання — порівнювати один з одним усі аналогові сигнали, які надходять на їхні входи.



Рисунок 24 – Зовнішній вигляд компаратора

Результатом цих елементів є виникнення вихідної напруги, або, навпаки, його нульове значення. Схема ввімкнення компаратора показана на рис. 25.

					ЕлІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

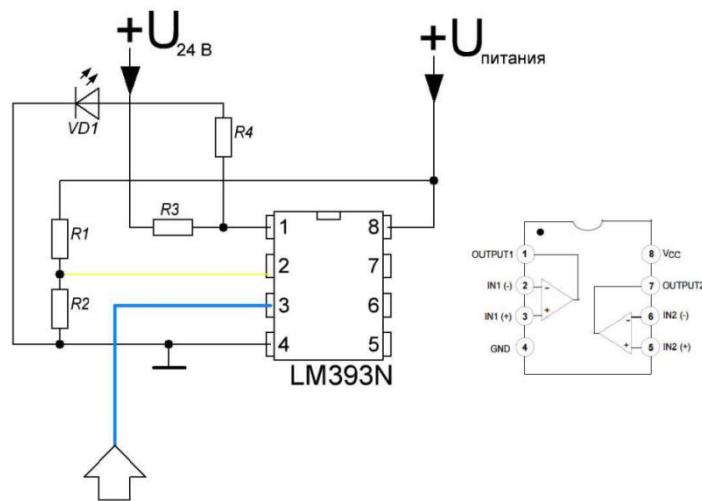


Рисунок 25- Схема ввімкнення компаратора

Характеристики LM393:

- розкид напруги живлення - від 0,3 до 36 В;
- струм виходу - 20 мА;
- діапазон температури зберігання – від - 65 до 150⁰С;
- період затримки – 300 нс.

У ланцюзі присутній і стабілітрон зі зворотним підключенням. Анод підключений до ділянки зі знаком "-", катод - "+". Існує певне значення струму, у якому він стабільно працює. Це значення відрізняється для стабілітронів різних потужностей. Струм можна регулювати за допомогою резистора. Вітчизняні аналоги пристрою - це два варіанти, К1401СА3 і К1040СА1. Але нині їх дуже складно купити. Вони рік у рік витіснялися з вітчизняного ринку іноземними мікросхемами.

Оптореле JQC3F-05VDC-C (рис. 26).

Опис модуля:

- модуль використовує реле справжньої якості, максимальне навантаження нормально відкритого інтерфейсу: 250 В/10 А змінного струму, 30 В/10 А постійного струму;
- використання подвійної ізоляції оптопар, сильна приводна здатність, стабільна робота; струм спрацьовування 5 мА;

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- кожен канал модуля може запускатись перемичкою високого або низького рівня;
- відмовостійка конструкція, навіть якщо лінія управління зламана, реле не рухатиметься;
- індикатор живлення (зелений), 1 індикатор стану реле (червоний);
- зручний дизайн інтерфейсу, всі інтерфейси можуть бути безпосередньо підключені через клеми проводки, дуже зручно.

Інтерфейс модуля:

- DC+: Підключіть до позитивного полюса джерела живлення напругу 5В);
- DC-: підключення до негативного полюса джерела живлення;
- IN: реле можна керувати високим чи низьким рівнем.



Рисунок 26 – Оптореле JQC3F-05VDC-C

Фотодіод ФД-263-01.

ФД263-01 фотодіод - пристрій, що використовує оптичні властивості для своєї роботи: генерації, детектування, перетворення та передачі інформаційного сигналу. Фотодіод (рис. 27) широко використовується в мікроелектронній та електротехнічній апаратурі для забезпечення електричної розв'язки під час передачі інформаційних сигналів.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45



Рисунок 27 – Зовнішній вигляд фотодіода ФД-263-01

Параметри та характеристики ФД263-01 фотодіод кремнієвий:

ФД263-01 призначені для застосування як приймачів та датчиків інфрачервоного випромінювання у складі оптико-електронної апаратури, систем фотоелектричної автоматики та безконтактного вимірювання температури, обчислювальної та вимірювальної техніки в діапазоні довжин хвиль.

Випускається у пластмасовому корпусі.

Розміри фоточутливого елемента - \varnothing 9 мм².

Діапазон спектральної характеристики – 0,4 -1,1 мкм.

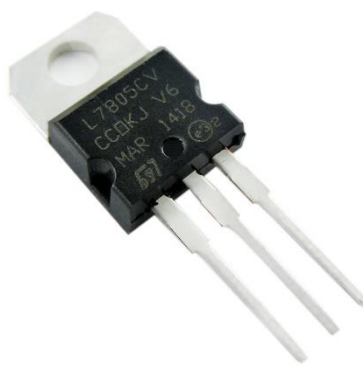
Робоча напруга фотодіода – 12 В.

Робочий інтервал температури довкілля: -60°C+75°C.

Маса – 2 гр.

Стабілізатор L7805.

Лінійний стабілізатор L7805 (рис. 28) фіксованої напруги 5В позитивної полярності з максимальним вихідним струмом 1,5 А в стандартному корпусі ТО-220 із трьома виводами. Зовнішні радіокомпоненти застосовуються для прискорення перехідних процесів. Застосовується у слаботочних електричних ланцюгах. Схема вмикання стабілізатора та розпіновка виводів наведені на рис. 29, 30.

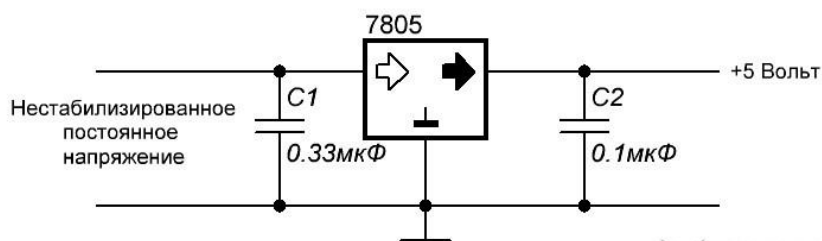


FLYMOD

Рисунок 28 – Корпус стабілізатора

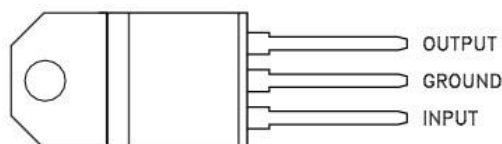
Характеристики:

- Тип корпусу: TO-220.
- Максимальна вхідна напруга: 35V.
- Вихідна напруга: 5V.
- Вихідний струм: 1.5A
- Розкид вихідної напруги: від 4.8 до 5.2V.
- Максимальна потужність, що розсіюється, без тепловідведення: 1.5W.
- Діапазон температур кристала: від 0 до 150 градусів.



FLYMOD

Рисунок 29 – Схема вмикання стабілітрона



CS05710
TO-220 FLYMOD

Рисунок 30 – Розпіновка виводів стабілітрона

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ

Лист

47

Терморезистор ММТ-10кОм.

Короткий технічний опис на терморезистор ММТ-1 10К 20% (рис. 31).

Мідно-марганцеві терморезистори типу ММТ-1 - стрижневі негерметизовані, неізолювані, з негативним ТКС. Призначені для вимірювання та регулювання температури в ланцюгах постійного, пульсуючого та змінного струмів із частотою до 400 Гц та температурної компенсації елементів схем з позитивним ТКС.

- технічні умови - ОЖО.468.086 ТУ

Характеристики:

- інтервал робочих температур $-60+125^{\circ}\text{C}$;
- допустиме відхилення ємності 20%;
- температурний коефіцієнт опору при 20°C 600 мВт;
- постійна часу не більше 85 с;
- мінімальне напруцювання 5000 год;
- корпус — циліндричний з різноспрямованими дротяними виводами;
- габаритні розміри, мм - $D \times L$ 2.8×12 ;
- маркування - «М10КМ» (М + номінал та допуск умовно);
- маса – 0,6 г.



Рисунок 31 - Терморезистор ММТ-10кОм

4.2 Розроблення та розрахунок основних вузлів принципової схеми

Автомат для тепличного господарства.

Автомат є термолегулятором для прогріву насіння та підтримки необхідної нічної та денної температури та продовження світлового дня, якщо це необхідно при вирощуванні розсади овочевих культур у тепличних умовах.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Схема електрична принципова наведена у додатку А.

Багато хвороб овочевих культур передаються за допомогою насіння, тому перед посадкою в ґрунт їх необхідно знезаразити шляхом прогрівання. А саме вирощування розсади в умовах зниженої освітленості вимагає дотримання певного режиму, а в зимових умовах і продовження світлового дня за допомогою додаткового джерела світла, що включається на кілька годин після того, як природне освітлення за межами теплиці знижується нижче встановленого значення.

Для підвищення температури можна використовувати електронагрівач, наприклад, інфрачервоний або конвективний, а для пониження може бути достатньо вентилятора, що обдує об'єм невеликої теплиці. Ці два пристрої одержують живлення через описуваний тут прилад, який дозволяє підтримувати температуру нічного та денного значення, задану в межах від 0 до +62⁰С.

У приладі є два оптичні датчики та один термічний. Розглянемо роботу приладу у режимі підтримки температури. У цьому режимі використовується оптичний датчик на фотодіод FD1. Працює пристрій у режимі підтримки температури наступним чином. Вночі, при низькому природному освітленні опір фотодіода VD1, включеного як фоторезистор, високо.

Тому на з'єднаних разом входах елемента D1.1 мікросхеми D1 є напруга, що відповідає логічному нулю. Тригер Шмітта D1.1 –D1.2 перебуває у нульовому положенні, і виході елемента D1.3 логічна одиниця, але в виході D1.4 – нуль. Діод VD1 відкрито, а VD2 закрито. Тому живлення надходить на ланцюг R3-R5-R10, який служить для встановлення температури, що підтримується термолегулятором вночі (резистором R3 встановлюють D1.1 температуру вночі).

Вдень освітленість вища, тому опір фотодіода VD1 низько. На з'єднанні разом входи елемента надходить напруга, що відповідає логічній одиниці. На вході елемента D1.3 буде нуль, але в виході D1.4- одиниця. Тепер буде закрито діод VD1, а діод VD2 буде відкрито. Живлення надходить на ланцюг R4-R6-R10, який служить для встановлення температури, що підтримується термолегулятором у

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

денний час (денна температура регулюється змінним резистором R4).

Як вже казано, температура тут підтримується не тільки обігрівачем, а й управлінням охолоджувача, в якості якого використовується вентилятор (це може мати значення влітку, коли температура природним чином підвищується вище за допустиму межу). Тому в схемі є два компаратори A1.1 та A1.2. Компаратор A1.1 керує нагрівником, а компаратор A1.2 – вентилятором.

Напруга від терморезистора R10 надходить на один вхід компаратора, а опорна напруга - на інші входи. При цьому опорна напруга формується дільником на резисторах R11, R13, R14 таким чином, що напруга на прямому вході A1.1 трохи більша за напругу на інверсному вході A1.2. Різниця цих напруг невелика, і залежить від опору R13.

Коли температура відповідає встановленим регулюванням R3 (або R4) величині, напруга на терморезисторі R101 виявляється вище напруги на вході A1.2, але нижче напруги на прямому вході A1.1. При цьому виходи обох компараторів виявляються під високими логічними рівнями і струм через світлодіоди оптронних реле K1 і K2 не проходить. Реле закриті як нагрівач, так і вентилятор вимкнені.

Коли температура менша за задану, опір терморезистора R10 більший, напруга на ньому так само більша. Тому напруга на інверсному вході A1.1 більша за напругу на його прямому вході. Отже, на виході A1.1 встановлюється низький логічний рівень. З'являється струм через світлодіод оптореле K1. Воно відкривається та подає харчування на нагрівач.

Якщо температура вище заданої опір терморезистора R10 нижче, напруга на ньому також нижче. Тому напруга на прямому вході A1.2 менша за напругу на його інверсному вході. Значить на виході A1.2 встановлюється низький логічний рівень. З'являється струм через світлодіод оптореле K2, воно відкривається та подає живлення на вентилятор.

Ось у такий спосіб працює система підтримки температури. А температуру можна встановити різним для денного та нічного часу регулюванням змінних

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

резисторів R3 та R4. Резисторами R5 та R6 встановлюють педелі регулювання. Світловий поріг «дня/ночі» регулюється змінним резистором R1. А від опору R2 залежить гістерезис цього порога.

Схема подовження світлового дня виконана на мікросхемах D2 та D3. Практично це таймер, що запускається при зниженні рівня зовнішнього освітлення нижче встановленого порога. Тут використовується другий фотодатчик на фотодіод FD2. Рівень світла, за якого потрібно включити додаткове джерело світла, встановлюється змінним резистором R21. Коли природного освітлення достатньо опір FD2 нижче за опір R21 і напруга на виході елемента D2.4 - логічна одиниця. Це встановлює лічильник D3 в нульове положення і утримує його в цьому положенні плюс одиниця, що надходить на висновок 9D2.3 встановлюють логічний нуль на виході D2.3. Транзистор VT1 закритий, струм через світлодіод оптореле K3 відсутня та освітлювальна лампа вимкнена.

При зниженні рівня природного освітлення нижче встановленого резистором R21 порога напруга на виході D2.4 збільшується і досягає порога логічної одиниці. При цьому на виході D2.4 встановлюється логічний нуль. Так як на обидва входи D2.3 тепер надходять логічні нулі, його виході – одиниця. Транзистор VT1 відкривається і з'являється струм через світлодіод оптореле K3, яке відкривається та включає лампу освітлення.

Одночасно запускається таймер. Лічильник D3 починає рахувати імпульси, що надходять на його вхід від мультивібратора на елементах D2.1 та D2.2. Час, на який продовжується світловий день, встановлюється змінним резистором R17 в межах від одного до 6 годин. Резистор R17 регулює частоту імпульсів, що надходять на лічильник, а від їх частоти залежить те, коли лічильник дораховує до 8192. Як тільки закінчується час продовження світлового дня на виведенні 3 D3 утворюється логічна одиниця. Вона надходить на висновок 8 D2.3 і виході D2.3 напруга падає до логічного нуля. Транзистор VT1 закривається та освітлювальна лампа вимикається. Одночасно одиниця з 3 виводу D3 надходить на висновок 2 D2.1 і блокує мультивібратор D2.1-D2.2. Схема перебуватиме в такому стані до світанку.

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Гальванічно - низьковольтна схема розв'язана з електромережею. Управління навантаженнями здійснюється за допомогою оптичного зв'язку (через оптореле), а живлення надходить через трансформатор Т1. Тому у разі попадання на органи керування води або дотику до них ураження струмом виключається, оскільки вони не перебувають під потенціалом електромережі.

Джерело живлення виконано на трансформаторі Т1 типу ТВК100Л. Це вихідний трансформатор кадрової розгортки чорно-білого телевізора. Замість нього можна використовувати будь-який малопотужний силовий трансформатор, вторинній обмотці якого є змінна напруга 7-10В при максимальному струмі не нижче 100мА.

Випрямлювальний міст КЦ402 можна замінити будь-яким малопотужним мостом випрямлення або зібрати міст на чотирьох діодах, типу КД209, КД105, 1N4004 або інших. Діоди КД522 можна замінити будь-якими кремнієвими імпульсними діодами, наприклад, КД521, 1N4148. Можна також використовувати діоди типу КД102, КД103.

У схемах датчиків світла використовується ІЧ-фотодіоди ФД263. Такі фотодіоди широко використовувалися у системах дистанційного керування вітчизняних телевізорів. Незважаючи на те, що вони призначені для ІЧ, вони добре реагують на видиме світло. Замість ФД263 можна використовувати інші фотодіоди. Або поставити фоторезистори. При цьому можливо опір змінних резисторів R1 і R21 доведеться змінити.

Щодо установки фотодіодів, - FD1 встановлюється всередині теплиці, так щоб він сприймав внутрішнє освітлення теплиці, в тому числі світло від лампи додаткового освітлення. А FD2 має бути розташований за межами теплиці, і так щоб воно сприймало природне світло, а світло з теплиці (від додаткової освітлювальної лампи) на нього не потрапляло. Бажано FD2 помістити в трубку - бленду і розташувати його вище теплиці, і вище інших джерел штучного освітлення, які можуть бути у дворі, саду, так щоб світло на фотодіод потрапляло зверху. Це виключить і перешкоди з інших джерел штучного освітлення.

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ				

Мікросхеми КА561ЛЕ5 можна замінити будь-якими КМОП мікросхемами, в яких є не менше чотирьох АБО елементів, наприклад, К561ЛА7, К176ЛА7, CD4011. Причому мікросхему D1 можна замінити будь-який ІМС КМОП з числом інверторів не менше 4-х, тобто тут може працювати і така мікросхема як К561ЛН1, К561ЛН2. А ось D2 має бути обов'язково з елементами «АБО-НЕ». Мікросхему К561Е16 можна замінити лічильником CD4020 або CD4060, використовуючи лише лічильник цієї мікросхеми.

Можна використовувати і лічильник із меншим числом розрядів – К561Е20 або CD4040. У цьому випадку замість виведення 3 використовуємо висновок 1, і потрібно зменшити частоту імпульсів, що генеруються мультівібратором D2.1-D2.2 шляхом збільшення ємності С5 конденсатора в 4 рази.

Терморезистор ММТ номінальним опором 10 кОм за температури +200С. Можна використовувати терморезистор та іншого номінального опору, але при цьому потрібно врахувати, що номінальний опір змінних резисторів R3 і R4 повинні бути такого ж опору, а стартові опори R5 і R6 вибрати вдвічі нижче. Тобто, якщо R10 – 20 кОм при температурі +200С, то R4 та R3 – по 20 кОм, а R5 та R6 – по 10 кОм. Потім величини R5 та R6 уточнюються при налагодженні.

У цій схемі використовується мікросхема LM393 містить два компаратори. Можна використовувати практично інші компаратори, наприклад К554СА3. Крім того, можна використовувати операційні підсилювачі, включені в режим компаратора, але в цьому випадку може знадобитися посилення виходів операційних підсилювачів щоб вони могли працювати на світлодіоди оптореле. Зробити це можна за допомогою транзисторних ключів, включених як VT1, але потрібно у кожного з компараторів, в цьому випадку, поміняти місцями прямий та інверсний входи, тому що тепер включатись навантаження будуть не логічними нулями, а логічними одиницями.

Вихідні каскади на опторелі 5П19ТМ-20-6 можна виконати на іншій елементній базі. Робити виходи за схемою без опторозв'язки не рекомендується, тому що в цьому випадку датчики та органи управління опиняються під потенціалом мережі.

						ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			53

Бажано, щоб усі змінні резистори були групи «А», тобто з лінійним законом зміни опору. Налагодження схеми продовження світлового дня полягає у встановленні меж регулювання часу підбором R18, C5 та градування шкали часу. Щоб полегшити цей процес можна визначити час за величиною повного періоду імпульсів, що виробляються мультівібратором D2.1-D2.2 помножуючи його на 8192 (значення вийде в секундах, яке потрібно перевести в годинник). Вимірювати період можна частотоміром в режимі вимірювання періоду або за частотою, знаючи що період $T = 1/F$ де T - період у секундах, F - частота Гц.

4.3 Розрахунок основних вузлів принципової схеми

Розрахунок ключа на БТ.

Початкові дані для розрахунку:

- напруга джерела живлення $U_{ж} = 9В$;
- струм світлодіода оптопари $I_{VD} = 20mA$;
- напруга на світло діоді $U_{VD} = 2,0В$;
- напруга на вході ключа $U_{вх} = 1,6В$.

Для реалізації схеми ключа на БТ вибираємо транзистор n-p-n провідності КТ315А призначений для використання у підсилювачах з широким діапазоном частот апаратури загального призначення. Імпортний аналог: 2N2476, BSX66.

Параметри транзистора КТ315А:

- максимальна напруга колектор-емітер $U_{ке} = 25В$;
- максимальний струм колектора $I_{кmax} = 100mA$;
- потужність розсіювання на колекторі $P_{кmax} = 150mВт$;
- статичний коефіцієнт підсилення транзистора $h_{21e} = 30-120$;
- максимальна напруга емітер-база $U_{бemax} = 6В$;
- гранична частота $f_{гр} = 250МГц$.

Схема ключа на БТ наведена на рис. 1.

1. Розрахуємо опір у ланцюзі колектора за формулою:

$$R_k = \Delta U_{Rk} / I_k, \quad \text{де } \Delta U_{Rk} = U_{ж} - \Delta U_{VD} - \Delta U_{VT}.$$

$\Delta U_{VD} = 2,0В$ – падіння напруги на світло діоді,

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$\Delta U_{VT} = 0,2\text{В}$ – падіння напруги на відкритому транзисторі,

$I_K = I_{VD} = 20\text{мА}$ – струм колектора, тоді

$$\Delta U_{Rk} = U_{ж} - \Delta U_{VD} - \Delta U_{VT} = 9 - 2 - 0,2 = 6,8\text{В}.$$

$$R_K = \Delta U_{Rk} / I_K = 6,8 / 40 \cdot 10^{-3} = 170 \text{ Ом}.$$

Потужність яка розсіюється на резисторі:

$$P_{Rk} = I_K^2 \cdot R_K = 0,04^2 \cdot 170 = 0,27\text{Вт}.$$

2. Розрахуємо опір у ланцюзі бази.

$$R_{\beta} = \Delta U_{R\beta} / I_{\beta}, \text{ де } \Delta U_{R\beta} = U_{\text{вх}} - \Delta U_{\beta\epsilon}.$$

$U_{\beta\epsilon} = 0,6\text{В}$ – напруга на переході база-емітер.

Струм бази визначимо з виразу: $I_{\beta} = I_K / \beta$,

де $\beta = h_{21\epsilon} = 30$ – коефіцієнт підсилення транзистора.

$$\Delta U_{R\beta} = U_{\text{вх}} - \Delta U_{\beta\epsilon} = 1,6 - 0,6 = 1,0\text{В}.$$

$$I_{\beta} = I_K / \beta = 40 / 30 = 1,33\text{мА}.$$

$$R_{\beta} = \Delta U_{R\beta} / I_{\beta} = 1,0 / 1,33 \cdot 10^{-3} = 752 \text{ Ом}.$$

Приймаємо $R_{\beta} = 750 \text{ Ом}$.

Потужність яка розсіюється на резисторі:

$$P_{R\beta} = I_{\beta}^2 \cdot R_{\beta} = 0,0013^2 \cdot 750 = 1,3\text{мВт}.$$

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок собівартості виготовлення пристрою

Розрахунок собівартості пристрою за статтями витрат, називається калькуляцією. Витрати, пов'язані з виробництвом і реалізацією пристрою, групуються за наступними статтями:

- матеріали та комплектуючі;
- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні заходи;
- витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- адміністративні витрати; – витрати на збут.

Витрати на матеріали та комплектуючі вироби визначаються виходячи з ціни за одиницю матеріалу/комплектуючого та їх необхідної кількості (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахунок витрат на комплектуючі

№ з/п	Найменування комплектуючих	Кількість, шт	Ціна за од., грн	Вартість, грн
	Конденсатори			
	К10-176-Н90-0,1мкФ	3	5,4	16,2
	К50-35-16В-10мкФ	1	9,5	9,5
	К50-35-16В-2200мкФ	1	16	16
	К10-176-Н90-0,47мкФ	1	7,5	7,5
		Датчики		
	ФД263	2	12	24
		Діоди		
	КЦ402	1	8	8
	КД522	2	1,2	2,4
		Мікросхеми		
	LM393	1	27	27
	L7805	1	23	23

Продовження таблиці 1

	K561JE5	2	14	28
	K561IE16	1	19	19
		Оптопари		
	JQC3F-05VDC-C	3	28	84
		Резистори		
	СП4 – 3- 220к ±5%	1	4,7	4,7
	С2 – 33-1,5МОм ±5%	1	0,51	0,51
	СП4 – 3- 10к ±5%	2	4,2	8,4
	С2 – 33Н- 4,7к ±5%	2	0,51	0,51
	С2 – 33Н- 10к ±5%	3	0,64	2,02
	С2 – 33-10МОм ±5%	1	0,68	0,68
	С2 – 33И-100Ом ±5%	1	0,46	0,46
	С2 – 33И-160Ом ±5%	2	0,51	1,02
		Транзистори		
	КТ315А	1	4,3	4,3
		Трансформатори		
	ТПА-50-2х12В	1	34	34
	Всього			321

Таблиця 8 – Приклад розрахунку витрат на сировину та матеріали

Матеріал, сировина	Одиниця виміру	Норма витрати	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн.
Склотекстоліт	м ²	0,05	95	4,75
Каніфоль	кг	0,04	16	0,64
Флюс	кг	0,02	140	2,8
Припій	Кг	0,06	250	15
Лак	Кг	0,01	310	3,1
Сумарні витрати				26,0

З урахуванням транспортно-заготівельних витрат ($k_{m-3}=5\div 15\%$) вартість комплектуючих та матеріалів складе:

$$KM = (321+26) (100+10)/100 = 382 \text{ грн.}$$

Витрати на основну заробітну плату (Zo):

$$Zo = \sum_{i=1}^n Tz_i \cdot Hч_i \cdot n$$

де Tz_i – годинна тарифна ставка окремого спеціаліста (інженера електронщика, лаборанта тощо), що задіяний у виробництві пристрою (установки), грн/год;

$Hч_i$ – витрачений час робітником на виробництво і наладку пристрою (установки);

n – кількість працівників, які задіяні у виробництві пристрою (установки).

Годинна тарифна ставка розраховується, виходячи з величини місячного окладу спеціаліста:

$$Tz_i = \frac{Tm_i}{Vф_i \cdot 8} = \frac{10000}{23 \cdot 8} = 54,3 \text{ грн.}$$

Tm_i – місячний оклад (ставка) спеціаліста, грн;

$Vф_i$ – фактично відпрацьований час за розрахунковий період (місяць), днів.

$$Zo = \sum_{i=1}^n Tz_i \cdot Hч_i \cdot n = 54,3 \cdot 40 \cdot 4 = 8688 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата ($10\div 30\%$ від Zo):

$$Zd = Zo \cdot \frac{Kd}{100} = 8688 \cdot \frac{25}{100} = 2172 \text{ грн.}$$

де Kd – відсоток додаткової заробітної плати.

Відрахування на соціальні заходи містять відрахування від суми основної і додаткової зарплати за встановленими ставками:

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

- на державне страхування від нещасних випадків;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття;
- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності і витратами, зумовленими народженням дитини і похованням

$$V_{C3} = (3o + 3d) \cdot \frac{36,3}{100} = (8688 + 2172) \cdot \frac{36,3}{100} = 3942 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування складають 120-150% від основної заробітної плати:

$$V_{UEY} = 3o * 1,4 = 8688 * 1,4 = 12163 \text{ грн.}$$

Загально виробничі витрати визначаються із відомостей по аналізу повної собівартості виробу і в середньому можуть складати 130-250 % від основної заробітної плати.

$$V_{3B} = 8688 * 1,8 = 15638 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість визначається як сума статей витрат:

$$C_B = KM + 3o + 3d + V_{C3} + V_{UEY} + V_{3B}.$$

$$C_B = 382 + 8688 + 2172 + 3942 + 12163 + 15638 = 42985 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати визначаються із відомостей по аналізу повної собівартості виробу і в середньому можуть складати 140-200% від основної заробітної плати.

$$V_A = 3o * 1,5 = 8688 * 1,5 = 13032 \text{ грн.}$$

Зовнішні виробничі витрати, які мають зв'язок зі збутом виробів, складають 5-10% від виробничої собівартості:

$$V_{3B} = C_B * 0,1 = 42985 * 0,1 = 4298 \text{ грн.}$$

Повна собівартість:

$$PC = C_B + V_A + V_{3B} = 42985 + 13032 + 4298 = 60315 \text{ грн.}$$

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції, який встановлює підприємство

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100\%,$$

де R – рентабельність пристрою в розмірі 30% від його собівартості.

Калькуляція собівартості виготовлення пристрою наведена у табл. 2.

Таблиця 2 – Калькуляція собівартості пристрою

Стаття калькуляції	Витрати, грн.
Матеріали та комплектуючі	382
Витрати на основну заробітну плату	8688
Додаткова заробітна плата	2172
Витрати на соціальні заходи	3942
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	12163
Загальновиробничі витрати	4298
Виробнича собівартість	31645
Адміністративні витрати	13032
Витрати на збут	4298
Повна собівартість пристрою	48975

Відповідно оптова ціна пристрою визначається

$$Ц_{опт} = C + \frac{R \cdot C}{100},$$

$$Ц_{опт} = 48975 + \frac{48975 \cdot 0,3}{100} = 49122 \text{ грн.}$$

Визначення відпускної ціни пристрою. Відпускна ціна включає податок на додану вартість:

$$Ц_{розд} = Ц_{опт} \cdot 1,2, \quad \text{де } 20\% - \text{ПДВ.}$$

$$Ц_{розд} = Ц_{опт} \cdot 1,2 = 49122 \cdot 1,2 = 58946 \text{ грн.}$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дат		60

Висновки

Створення оптимального клімату в теплиці є ключовим аспектом успішного вирощування рослин. Вентиляція та управління кліматом відіграють вирішальну роль у забезпеченні росту та розвитку рослин, а також у запобіганні перегріву або переохолодженню.

Вентиляція в теплиці здійснює обмін повітря між внутрішнім та зовнішнім середовищем. Вона дозволяє уникнути перегріву, вивітрює вологу, зменшує концентрацію вуглекислого газу та забезпечує доступ рослин до свіжого повітря.

Управління кліматом включає контроль за температурою, вологістю та освітленістю всередині теплиці. Для цього використовуються системи обігріву, охолодження, зволоження та освітлення.

Сучасні теплиці часто оснащені автоматичними системами, які регулюють вентиляцію, температуру та інші параметри клімату, ґрунтуючись на датчиках та програмуванні. Це дозволяє забезпечувати оптимальні умови для росту рослин незалежно від часу доби та змін погоди.

Ефективна вентиляція та керування кліматом у теплиці забезпечують необхідні умови для рослин, сприяючи їх здоровому розвитку та максимальній врожайності.

Моніторинг передбачає безперервне спостереження за різними параметрами теплиці, такими як температура, вологість, рівень CO₂, освітленість та інші. Датчики та системи моніторингу дозволяють фермерам отримувати реальні дані про стан рослин та умови їх зростання.

Автоматизація надає можливість керувати різними процесами у теплиці з використанням програмних рішень та автоматичних систем. Це може включати автоматичний полив, регулювання температури, освітлення і навіть підгодовування рослин.

Використання розумних систем керування, які автоматично регулюють освітлення, вентиляцію та опалення, може оптимізувати енергоспоживання залежно від потреб рослин та погодних умов.

					ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Література

1. <https://sushica.ru/sistema-klimat-kontrolya-dlya-teplic-effektivnyi-sposob-obespecit-optimalnye-usloviya-rosta-rastenii>
2. <https://teplitca.kiev.ua/ua/p631717548-avtomaticheskaya-teplitsa.htm>
3. https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00373454_0.html
4. <http://www.allbest.ru/>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=-2DINbuneP0>
6. https://www.youtube.com/watch?v=lt1q_zWW_b8
7. <https://www.youtube.com/watch?v=W4iVHam-Bt0>
8. <https://www.youtube.com/shorts/jiUgbalsqjw>
9. <https://www.youtube.com/watch?v=z2rBnp-gW5c>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=amQiZEVwBdo>
11. <https://www.youtube.com/watch?v=iDAd0Nj03Kg>
12. <https://www.youtube.com/watch?v=WQAZ7z0CQOs>
13. <https://www.youtube.com/watch?v=KsxSQKcGZmQ>
14. <https://www.youtube.com/watch?v=7QMIxFEQdLw>

Поз. позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дат

ЕЛІТ 8.171.00.10. 618 ПЗ

Лист
62

	Конденсатори			
C1, C2, C6	K73-17-25B-0,1мкФ		3	
C3	K50-29-10мкФ		1	
C4	K50-29-25B-2200мкФ		1	
C5	K73-17-25B-0,1мкФ		1	
	Індикатор звуковий			
BF1	НСМ1212АХ		1	
	Датчики			
FD1, FD2	ФД263		2	
	Діоди		1	
VD1-VD5	КД522		5	
VD6	КЦ402		1	
	Мікросхеми		2	
DA1	LM393		1	
DA2	L7805		1	
DD1, DD2	K561JE5		2	
DD3	K561IE16		1	
	Оптопари			
U1, U2, U3	JQC3F-05VDC-C		1	
	Резистори			
R1	СП4 – 3- 220к ±5%		1	
R2	С2 – 33-1,5МОм ±5%		1	
R3, R4	СП4 – 3- 10к ±5%		2	
R5, R6	С2 – 33Н- 4,7к ±5%		2	
R10	ММТ 10 кОм		1	Новгородцев

					ЕЛІТ 8.171.00.10.618 ПЕ			
<i>Ізм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Багатофункціональна електронна система для тепличного хазяйства. Перелік елементів.	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Розроб.		Зоренко					1	2
Перев.		Новгородцев						
Реценз.								
Н. Контр.		Гапич						
Підтв.		Опанасюк				СумДУ, гр. ЕСМ – 21		

