

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Г. А. Месту
(ініціали, прізвище)

“21” 06 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код та назва спеціальності)

на тему: Автомобільна сигналізація з управлінням через смартфон

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи РК-51
(цифр групи)

Артемченко Андрій Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Артем
(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., Маргаров Сергій Борисович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Мр
(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

СФ
(підпис)

Рецензент доц. каф. РЕС, к.т.н., професор Мокішук В.С.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

В.С.
(підпис)
2019-06-19

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Артем
(підпис)

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет Радіотехнічний факультет
(повна назва)

Кафедра Радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050901 «Радіотехніка»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

[Підпис] [Ініціали, прізвище]
(підпис) (ініціали, прізвище)

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу) студенту

Артемюк Андрію Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Автономна сигналізація з управлінням через смартфон

керівник проекту (роботи) Шарабара Сергій Борисович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. № 1399-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) сигналізація на основі Arduino Uno R5, живлення 7-12В, модуль зв'язку SIM800L, живлення якого 4-1В.

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Вступ, огляд та аналіз області дослідження, аналогів на ринку, схемотехнічних рішень, технічний вибір фізичних пристроїв та їх опис, програмний та апаратний принципи роботи пристрою, охорона праці, висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Структурна
схема, алгоритм роботи.
Всього три аркуші формату А1.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорони праці	Каштанов С.В., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Узгодження ТЗ з керівником	16.05 - 17.05 2019 р.	
2.	Огляд ринку готової продукції	19.05 - 23.05 2019 р.	
3.	Аналіз структурної схеми	25.05 - 28.05 2019 р.	
4.	Технічний вибір пристроїв	30.05 - 4.06 2019 р.	
5.	Програмний принцип роботи	6.06 - 9.06 2019 р.	
6.	Охорони праці	10.06.2019 р.	
7.	Виконання графічних матеріалів	13.06 - 18.06 2019 р.	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Автомобільна сигналізація з управлінням через смартфон» виконано на 57 аркушах, що включають 41 ілюстрацій, 1 таблицю та 13 бібліографічних посилань.

Метою дипломного проекту є розробка автомобільної сигналізації з можливістю управління через смартфон, перевірка його на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Було проведено аналіз існуючих рішень та приладів схожих за функціональністю. Розроблено програмний код для зв'язку телефона з сигналізацією.

Ключові слова: мікроконтролер, модуль зв'язку, GSM.

Артеменко А.Д. РК-51, 2019

ANNOTATION

Diploma project on the topic "Automobile alarm system with a management through a smartphone " is executed on 57 sheets, which includes 41 illustrations, 1 table and 13 bibliographic references.

The purpose of the diploma project is the development of automotive signaling with the ability to control through the smartphone, checking it for workability and designing the necessary design documentation.

An analysis of existing solutions and devices similar in functionality was conducted. Software code for communication of the telephone with alarm system is developed.

Keywords: microcontroller, communication module, GSM.

Артемченко А.Д. РК-51, 2019

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

на тему: Автомобільна сигналізація з управлінням через смартфон

Артеменко А.Д. РЖ-51, 2019

Київ 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1 Принцип роботи автосигналізації	6
1.2 Особливості стандартів GSM	8
1.3 Переваги застосування GSM - сигналізації.....	9
1.4 Особливості GSM - моделей.....	10
1.5 Принцип роботи GSM -обладнання.....	11
1.6 Огляд та аналіз аналогів на ринку	13
1.7 Огляд та аналіз схемотехнічних рішень	16
2 ТЕХНІЧНИЙ ВИБІР ФІЗИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЇХ ОПИС	21
2.1 Детальний опис Arduino UNO R3	21
2.2 Детальний опис GSM -модулю	23
2.3 Деталі, що використовувались.....	27
3 ПРОГРАМНИЙ ТА АПАРАТНИЙ ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ	28
3.1 Підключення Arduino до модуля GSM - SIM800L	28
3.2 Тест включення	28
3.3 Обмін даними та інформацією.....	29
3.4 Тестування AT-команд	30
3.5 Відправка та отримання SMS -повідомлення	34
3.6 Здійснення і прийняття дзвінку	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів	45
4.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії.....	46
4.2.1 Вимоги з охорони праці при роботі з ПК	46
4.2.2 Електробезпека	47

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.3 Розрахунок електромережі із зануленням на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання.....	48
4.2.4 Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам.....	49
4.3 Пожежна безпека та профілактика.....	51
ВИСНОВКИ.....	53
Перелік джерел посилань	54
Додаток А. Технічне завдання	
Додаток Б. Схема структурна	
Додаток В. Алгоритм роботи	

Артемченко А.Д. РК-51, 2019

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ОС — Операційна система;

ПК — персональний комп'ютер;

ПЗ — програмне забезпечення;

ПЗ — пояснювальна записка;

ШИМ — широтно-імпульсна модуляція;

GSM — Global System for Mobile Communications;

ISO — International Organization for Standardization (міжнародна організація, що займається випуском стандартів) ;

IDE — інтегроване середовище розробки;

MVS — Microsoft Visual Studio.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сьогодні купити автомобіль нескладно, набагато важче забезпечити йому гідний догляд. Це стосується і забезпечення надійного захисту від угону або пограбування, від чого в наші дні не застрахований ніхто.

З цієї та інших причин дуже важливо в першу чергу подбати про безпеку свого автомобіля.

Надійну охорону майна допоможе організувати GSM-сигналізація певної моделі, що розроблювалася саме для даного дипломного проекту, яка позбавить власника машини від зайвих турбот.

Всі звикли, що охоронні системи оснащуються спеціальними брелоками – це пульти управління, які дозволяють дистанційно (по радіоканалу) керувати охоронною системою.

Але, якщо радіоканал замінити GSM-мережею мобільних операторів, а брелоки – мобільними телефонами, або навіть ПК, підключеним до мережі Internet?

Виходить, що в блок сигналізації встановлюється картка мобільного оператора. Тепер охоронна система має можливість зв'язуватися з мережею internet і телефоном власника по GSM-каналу.

Відповідно, як управління охоронною системою, так і сповіщення господаря авто може бути виконано або за допомогою internet і ПК, або за допомогою мобільного телефону з internet через додаток, або навіть просто за допомогою SMS і дзвінків.

		Артеменко			ПК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

У даному розділі описано принцип роботи автосигналізації, детально розглянули переваги застосування GSM-сигналізації та особливості GSM-моделей, проаналізовано схемотехнічні рішення тощо.

1.1 Принцип роботи автосигналізації

Автомобільна сигналізація складається з трьох блоків: блок управління, вхідних і виконуючих пристроїв.

Такі сигналізації зазвичай складаються з:

- електронного блоку управління, встановленого в автомобілі;
- брелока, керуючого сигналізацією, який знаходиться у власника;
- датчиків визначення спроби викрадення або вторгнення;
- блокіратора електричних ланцюгів автомобіля, поставленого на сигналізацію;
- центрального замка та інших сервісних пристроїв;
- системи знерухомилення автомобіля, наприклад, іммобілайзера.

Принцип роботи сигналізації заснований [1] на кодуванні сигналу між центральним блоком і брелоком. Зломщики часто мають в своєму злочинницькому арсеналі пристрої, що зчитують код безпеки, цей процес займає всього кілька секунд. Тому при покупці варто зупинитися на моделях, центральний блок яких працює зі зміною частот. Керуючий блок відправляє сигнал на брелок. Деактивація режиму захисту також проводиться за допомогою брелока. При постановці автомобіля на сигналізацію активуються всі захисні функції і саме вона є чільною системою захисту.

Види автомобільних сигналізацій. Сигналізація без зворотного зв'язку – найпростіший і найпоширеніший тип сигналізації. Але в той же час найбільш ненадійний. Викрадачі справляються з такими системами швидше за все. Крадій маючи спеціальний пристрій в лічені секунди знешкоджує стати-

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стичний код безпеки. В основному така сигналізація відлякує злодіїв звуковим сигналом. Але власник може і не почути сирену, тому що зворотний сигнал на брелок не надходить.

Сигналізація зі зворотним зв'язком – витісняє попередній тип систем з продажу. Вона крім датчиків удару і звукової сирени має брелок з дисплеєм, що відображає стан захисту автомобіля. На дисплей системи виводиться тип вторгнення, що супроводжується звуковим сигналом. У таку сигналізацію з діалоговим кодом може бути інтегровано безліч додаткових функцій.

Функції автосигналізації. Підбираючи сигналізацію на свій автомобіль, ознайомтеся з переліком її основних функцій. Сигналізація може бути штатною або встановленою додатково. У штатних системах вона виконує охоронні функції. А в залежності від додатково встановленої моделі, автомобільна сигналізація може мати наступний функціонал:

- запуск при постановці на захист;
- замикання дверей під час поїздки і ін. ;
- упередження двигуна з брелока (дистанційно);
- сповіщення власника про стан автомобіля через брелок або мобільний телефон;
- охорона машини з запущеним двигуном;
- управління через мобільний телефон;
- постановка автомобіля на охорону в автоматичному режимі;
- управління електроустаткуванням дистанційно.

Закриття вікон. І якщо до сих пір не поставили сигналізацію на автомобіль – займіться цим. Сигналізація не позбавить вас від хвилювання, не дасть повної гарантії захисту і не зупинить наміри викрадачів. Але з нею шанси викрасти автомобіль різко зменшуються. А правильно підібраний комплекс протиугінних засобів надає гідний опір грабіжникам. Ретельно вибираємо модель і не економимо на фахівцях з установки. Крім того, потрібно пам'ятати, що одна сигналізація не захистить від розкриття або викрадення.

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Протиугінні пристрої краще працюють в комплексі. А щоб уникнути спроб проникнення в ваш автомобіль необхідно також подбати про місце стоянки машини.

1.2 Особливості стандартів GSM

GSM [2] — це глобальний стандарт цифрового мобільного стільниково-го зв'язку, з поділом каналів по частоті і часу. Розробка GSM почалася на початку 80х минулого ст. групою з 26 європейських телефонних компаній. Передбачалося, що даний стандарт дозволить об'єднати всі європейські країни в стільниковий систему з діапазоном 900 МГц.

До кінця 80-х років подальшим розвитком GSM зайнявся Європейський інститут по стандартизації в галузі телекомунікацій (ETSI). Через кілька років своєї діяльності, інститут опублікував перші рекомендації для майбутніх стільникових операторів зв'язку. До середини 91 року у країнах Європи розпочали працювати перші комерційні мережі GSM.

GSM відноситься до мереж 2-го покоління (2G) тому його розробили пізніше, аніж аналоговий стільниковий зв'язок (1G) і краще спроектований.

GSM надає підтримку наступних послуг:

- передача мовної інформації;
- передача даних (синхронний і асинхронний обмін даними, в тому числі пакетна передача даних – GPRS) ;
- передача SMS;
- передача факсимільних повідомлень.

Екстра послуги:

- визначає номер телефону абонента;
- переадресація виклику на інший номер;
- очікування та утримання виклику;
- конференц - зв'язок (одночасно мовний зв'язок між трьома і більше абонентами) ;

		Артемченко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заборона на певні послуги (роумінгові дзвінки, міжнародні дзвінки та ін.);
- голосова пошта і багато інших послуг.

У даний момент GSM є майже самим найпоширенішим стандартом зв'язку. За даними Асоціації GSM (GSMA), на жовтень 2012 року, 45% населення Землі є активними користувачами стільникового зв'язку.

За прогнозом GSMA, до 2019 року кількість абонентів стільникового зв'язку в світі зросте до 65% (до 3,9 млрд з 3,2 млрд, очікувана чисельність населення Землі в 2019 році – 7,6 млрд чоловік).

Активний розвиток стільникових мереж відкриває найширші можливості використання технології GSM. В першу чергу це охоронні GSM -системи для автомобілів, GSM - сигналізації та системи управління заміських будинків і квартир (розумний будинок), в рекламному бізнесі – для віддаленого управління інформаційними табло, в системах контролю параметрів віддалених промислових об'єктів, а також використання GSM -модемів в банкоматах і торговельних автоматах і багато іншого.

1.3 Переваги застосування GSM - сигналізації

Піклуючись про збереження свого майна, в тому числі і автомобіля, слід орієнтуватися на сучасні охоронні системи. Зроблені із застосуванням новітніх технологій, вони цілком можуть впоратися з поставленим перед ними завданням щодо захисту різних об'єктів.

Сигналізації з GSM-модулем якраз відноситься до нових розробок, котрі вступили недавно на вітчизняний ринок, але встигла вже завоювати славу надійного захисту від грабежу.

Переваги використання GSM - сигналізації [3] очевидні. Вони полягають не тільки в низькій вартості, хоча це теж важливо, але і в надійності, оперативності. Оповіщення про спробу проникнення здійснюється практично миттєво. Це може бути зроблено за допомогою СМС - повідомлень або звичайним дзвінком на мобільний власника.

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Така сигналізація дуже ефективна, так як власник завжди має інформацію про те, що відбувається на об'єкті. Моментальне сповіщення про проникнення дозволяє також швидко на нього реагувати. До того ж багато моделей сигналізацій оснащені вбудованим мікрофоном, що дозволяє прослуховувати об'єкт охорони.

Ще однією важливою перевагою є простота установки системи і її налаштування. З цим може впоратися кожна людина, професійних навичок і знань для проведення монтажних робіт не потрібно.

Найчастіше це відбувається так:

- закріпити датчики;
- вставити SIM - карту;
- активізувати її, зателефонувавши з мобільного телефону.

Слід також відзначити і такі переваги обладнання, як автономність і мобільність.

1.4 Особливості GSM - моделей

Головною перевагою сигналізації, побудованої на мобільних технологіях, є можливість отримання інформації власником про стан системи і захищеності об'єкта, навіть перебуваючи на великій відстані, наприклад, в іншому місті. Повідомлення буде відправлено йому на мобільний[4].

Такі охоронні системи легкі в налаштуванні і їх використанні. Її монтаж може бути виконаний без знання певних навичок, а для налаштування досить слідувати інструкції (рис.1.1).

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У порівнянні з дротовим обладнанням є ще один плюс – це можливість зберегти інтер'єр приміщення при установці без пошкоджень (рис.1.1). Для GSM-системи не потрібні дроти, передача сигналу в ній здійснюється по радіоканалах. Хоча в якості додаткового обладнання вона може оснащуватися дротяними датчиками.

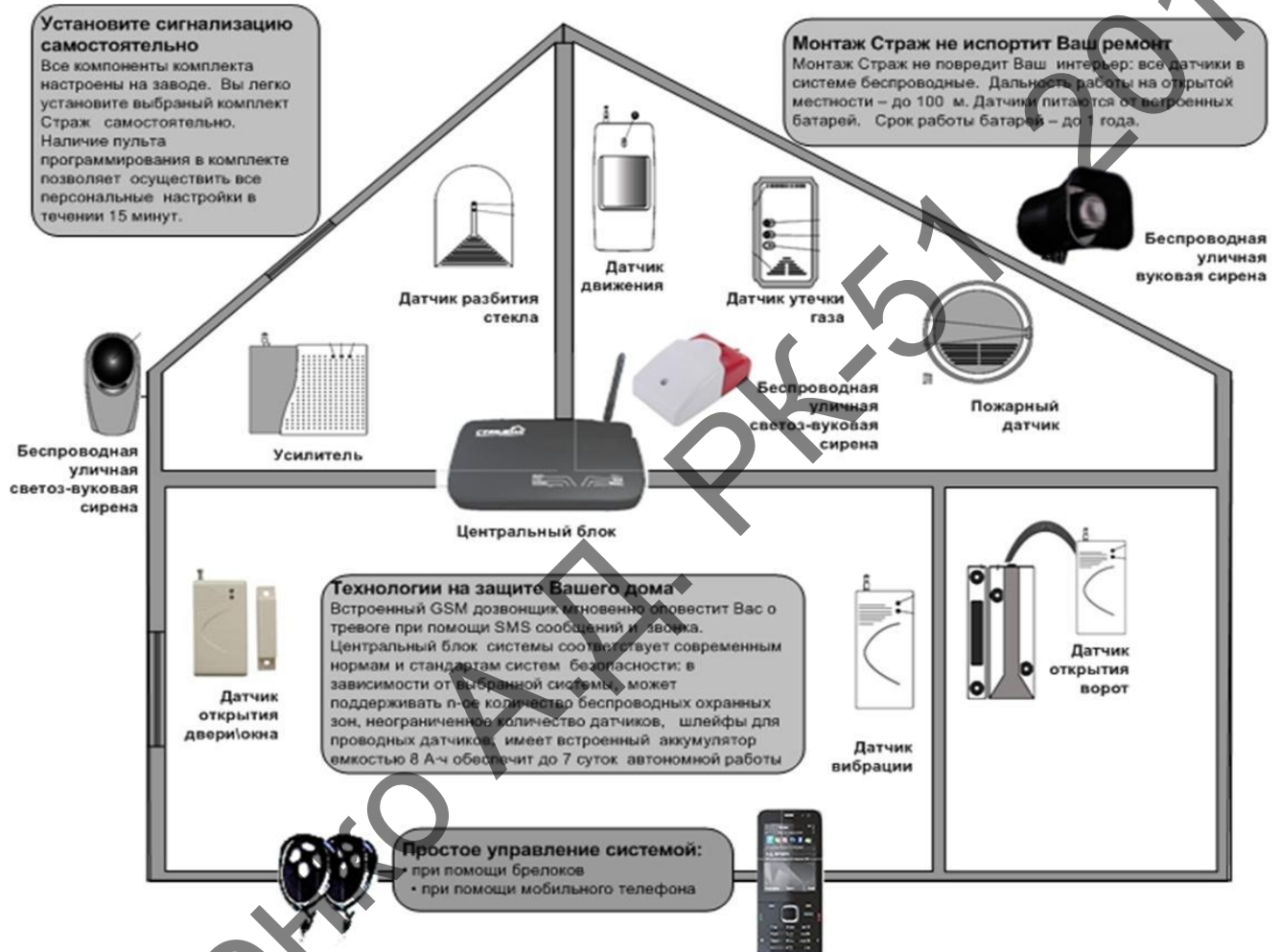


Рисунок 1.1 — Технологія захисту будинку

На даному рисунку показано вбудовану GSM - модель яка має здатність оповіщати власника у разі виникнення тривоги в будинку.

1.5 Принцип роботи GSM-обладнання

Застосування такого обладнання є економічно вигідним. По - перше, вартість GSM-сигналізації нижче, ніж на провідні прилади. По - друге, вона не потребує регулярного технічного обслуговування охоронної сигналізації, тому систематичні платежі за такі послуги також відпадають. Установка при-

		Артемченко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

строю доступна кожному, значить, не доведеться оплачувати монтажні роботи.

З недоліків слід зазначити можливість глушіння сигналу. В цьому плані сигналізація, яка має GSM - модуль, значно поступаються класичним варіантам.

Принцип роботи GSM-обладнання наступний(рис.1.2). Конструктивна система складається з центрального блоку, яка має входи під датчики і виходи для виконавчих приладів, а також GSM-модуль.



Рисунок 1.2 — Принцип роботи GSM-обладнання

При несанкціонованому проникненні на об'єкт, що охороняється сторонніх осіб відбувається спрацювання одного з датчиків [5]. Тривожний сигнал надходить на центральний блок, а з нього відправляється повідомлення на запрограмовані номери телефонів.

Одночасно включається звукова сирена і інші виконавчі приладу. Управління такої охоронної системи з GSM-модулем здійснюється віддалено через СМС повідомлення або за допомогою дзвінка.

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Огляд та аналіз аналогів на ринку

В даному розділі розглянуто популярні моделі автомобільних сигналізацій, тобто GSM-модулі, та їх характеристики.

Двостороння сигналізація «Pandora DXL - 3970» [6] зовнішній вигляд якої зображено на рисунку 1.3:



Рисунок 1.3 — Сигналізація «Pandora DXL - 3970»

Ця сигналізація має такі характеристики:

- двостороння автосигналізація;
- 13 зон охорони;
- anti Hi - Jack;
- діалоговий тип коду управління;
- підтримка GSM/GPS;
- пошук автомобіля.

І це лише мала частина функцій, що встановленні в даній системі. Проаналізуємо характеристики даної сигналізації. Тип двосторонньої автосигналізації, крім передачі керуючих сигналів від брелка до сигналізації, має функцію «пейджинга», тобто передачу службової інформації з сигналізації на брелок. Зонами охорони являються: багажник, капот, двері, ланцюга запалю-

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вання та ручного гальма та ін. Можливість заблокувати двигун у разі викрадення автомобіля, але перебуваючи у зоні дії, система Anti Hi - Jack дає нам змогу це зробити. Наявність GSM-модуля дозволяє моніторити охоронну систему автомобіля, знаходячись на великій відстані. А також приємна функція для власників автівок, це пошук автомобіля. Певна комбінація нажатих кнопок, короткочасно спрацьовує світлова та звукова сигналізація, що дає змогу з легкістю знайти авто на великій парковці. Даний тип автосигналізації має великий попит на ринку продаж, але і ціна на неї достатньо висока, і становить 22 230 грн.

Двостороння сигналізація «Viper 5904V» [7], яку зображено на рисунку 1.4:



Рисунок 1.4 — Двостороння сигналізація «Viper 5904V»

Цей GSM-модуль має такі характеристики:

- двосторонній тип зв'язку;
- дальність керування/прийому 1600 м;

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- OLED брелок;
- використання технології SuperCode;
- висока надійність проти злому.

Характеристики даного модуля. Двосторонній тип зв'язку та охоронної системи с функцією автозапуску, забезпечує надійний прийом сигналу у радіусі до 1600м. Наявність OLED дисплею дозволяє користувачеві налаштувати інтерфейс згідно його власним передбаченням, а технологія SuperCode гарантує захист від електронного злому і стабільний прийом інформації. При наявності великої кількості зручностей і переваг, цей модуль як і попередній варіант, має велику собівартість, і становить 15 000 грн.

GSM-модуль «Starline AS96 BT 2CAN» [8], який зображено на рисунку 1.5:



Рисунок 1.5 — GSM-модуль «Starline AS96 BT 2CAN»

Цей модуль має такі характеристики:

- двосторонній тип зв'язку;
- наявність CAN та GSM-модуля;

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дальність прийому сигналу 800 м;
- 2CAN інтерфейс;
- можливість керування з телефону;
- система StarLine;

Характеристики даного модулю. Двосторонній тип зв'язку та охоронної системи с функцією автозапуску, забезпечує прийом сигналу у радіусі до 800 м. GSM-модуль дає змогу керувати автосигналізацією з мобільного телефону, а система StarLine допоможе забезпечити максимальний захист транспорту від угону чи злому. Даний модуль не має тієї великої кількості функцій як його попередники, але його якість така ж висока і надійна, що свідчить ціна, а саме 10 500 грн.

Зважаючи на те, що основні параметри електронних модулів є дуже схожими, немає сенсу аналізувати інші моделі.

Основними недоліками GSM-модулів, які вже є на ринку готової продукції, є їх вартість та велика кількість непотрібних функцій. Керуються переважно з брелоків на яких є екран, саме лише останній варіант дає змогу підключення до телефону

1.7 Огляд та аналіз схемотехнічних рішень

Зважаючи на досить високу ціну GSM-модулів доцільно провести огляд та аналіз схем у вільному доступі [9].

Дана розробка присвячена економічною GSM-сигналізації з використанням телефону Siemens 35/45 серій і 8-розрядного мікроконтролера PIC16F628A фірми Microchip. Сигналізація працює наступним чином, де приведений на рис. 1.6:

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Принцип дії GSM-сигналізації

Принцип дії GSM-сигналізації є в отриманні і обробці даних з встановлених на об'єкті датчиків GSM-контролером у разі виникнення незапланованої ситуації (як спрацювання датчика), оповіщення через канал стільникового зв'язку будь-якого оператора (стільниковий телефон). Також, до GSM-контролера підключається зовнішнього джерела живлення та, у разі потреби звукова сирена до вихідного реле.

Принципова схема «Сигналізація з мобільним телефоном» приведена на рисунку 1.7:

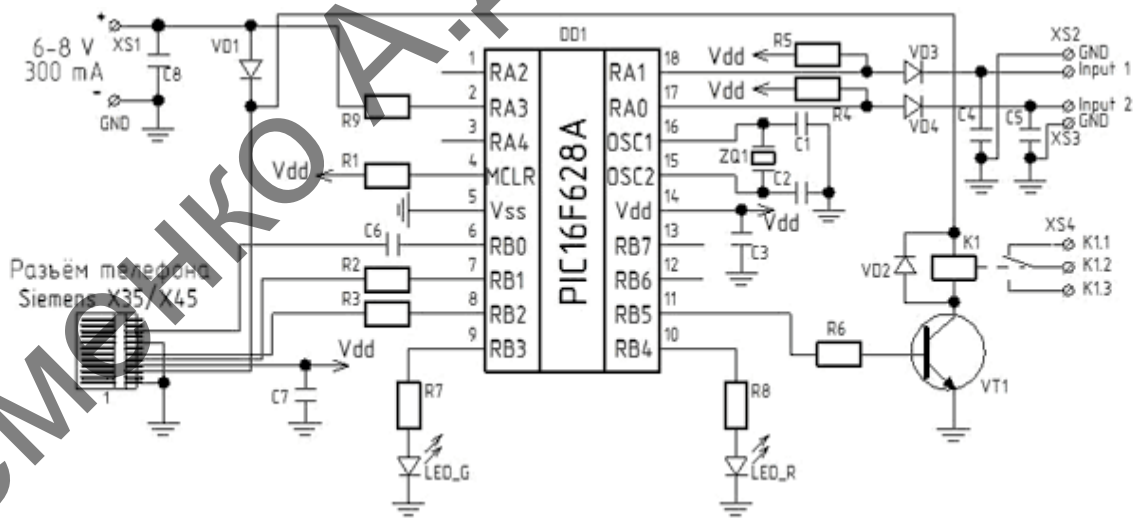


Рисунок 1.7 — Схема «Сигналізація з мобільним телефоном»

Перевагою даної принципової схеми є доступність радіоелементів та їх невисоку ціну. Основу GSM-контролеру становить мікроконтролер PIC16F628A.

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як роз'єм до телефонного апарату використовується звичайний інтерфейсний роз'єм, що не важко знайти на радіо ринках та у магазинах, які спеціалізуються на електроніці.

До XS1 підключається зовнішнє джерело, що повинно забезпечувати напругу 6... 8 В при струмі навантаження не меншою за 300 мА. Контролер живиться від інтегрованої батареї мобільного телефону. Ось чому короткочасні перебої електроенергії на роботу GSM-сигналізації не впливають. Чим вища якість акумуляторної батареї, тим довше GSM-сигналізація здатна зберігати свою працездатність при пропажі зовнішнього живлення.

GSM-контролер має 2 незалежні входи для підключення зовнішніх датчиків. До XS2 та XS3 підключаються будь-які датчики з нормально замкнутими або нормально розімкнутими контактами. Це можуть бути звичайні кнопки, датчики розбиття скла, інфрачервоні бар'єри, датчики витoku газу, димові сповіщувачі, датчики протікання води та інших. Потрібно зазначити, те, що на 1 вхід можна підчепити зразу декілька давачів, як показано на рисунку 1.8.

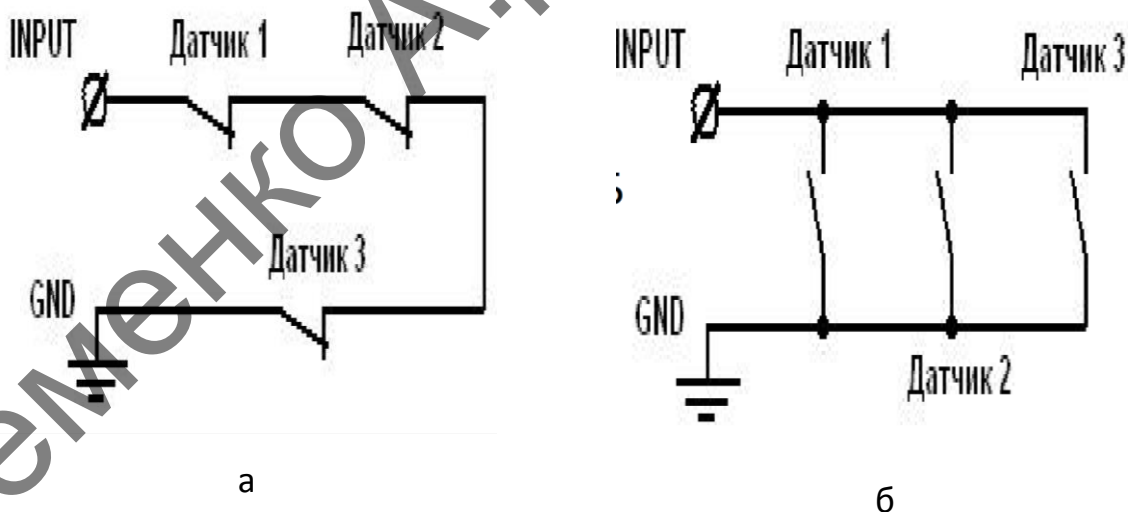


Рисунок 1.8 – Підключення зовнішніх давачів: а – послідовне з'єднання давачів; б – паралельне з'єднання давачів

При послідовному підключення, що у черговому режимі добре замкнені, а якщо аварійна ситуація – розмикаються. При паралельний, що в черговому

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режимі добре розімкнуті, в аварійній ситуація замикаються. GSM-контролер має 1 од. вихідного реле (XS4), при необхідності до якого повинна підключатися сирена, сигнальна лампа чи інакший пристрій оповіщення. Номінальна потужність силових контактів реле є 2400 Вт (10А 240VAC). На принципово електричній схемі можна побачити, як вихідне реле буде працювати тільки при наявності зовнішнього джерела.

Друкована плата GSM контролера без електронних та з встановленими електронними компонентами представлена на рис 1.10:

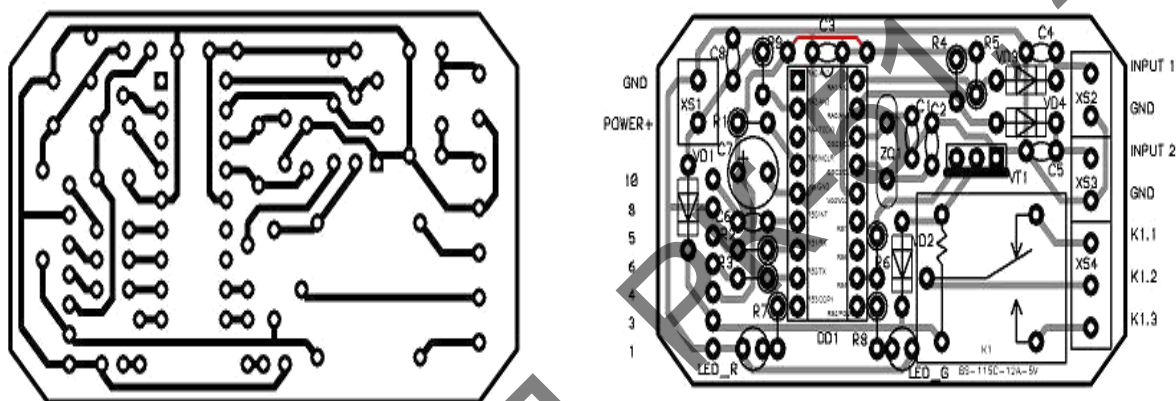


Рисунок 1.9 Друкована плата

На рис.1.9 цифрами 1,3,4,6,5,8,10 пронумеровані виводи на друкованій платі, які повинні бути приєднані до роз'єму телефону. Сам провід, що йде від GSM-контролера до телефонного апарату не слід робити довше 30 см. Друкована плата має габаритні розміри 33x60 мм, і розрахована для розміщення в корпусі.

Після встановлення всіх електричних елементів на плату, дана GSM-сигналізація виглядатиме наступним чином (рис.1.10):

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.10 – Готова GSM-сигналізація

Як можна зазначити GSM-сигналізація включає має усі функції, що являються необхідними для комфортної та надійної охорони об'єктів.

Артемченко А.Д. РК51, 2019

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІЧНИЙ ВИБІР ФІЗИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЇХ ОПИС

Проаналізувавши аналоги GSM-сигналізації на ринку, їх ціну, доступність вільного продажу елементів, було прийнято рішення на створення самостійно сигналізації на основі GSM-модулю та розробки програмного забезпечення на основі Arduino UNO.

Для виконання задачі створення сигналізації, потрібні наступні елементи:

- GSM-модуль SIM800L;
- Arduino Uno R3;
- понижуючий DC-DC перетворювач;
- акумулятор 3.7 В;
- резистори 10к;
- блок живлення.

2.1 Детальний опис Arduino UNO R3

Контролер програмується з інтегрованого середовища програмного забезпечення Ардуіно (IDE). Програмування відбувається під управлінням резидентного завантажувача по протоколу STK500. Апаратний програматор при цьому не потрібно.

Мікроконтролер можна запрограмувати через роз'єм для внутрішнього програматора ICSP, не використовуючи завантажувач. Вихідний код програми-завантажувача знаходиться у вільному доступі.

У друкованому вузлі (рис.2.1) є всі необхідні компоненти для забезпечення роботи мікроконтролера. Досить підключити USB кабель до комп'ютера і подати живлення. Мікроконтролер встановлений на колодці, що дозволяє легко замінити його в разі виходу з ладу.

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

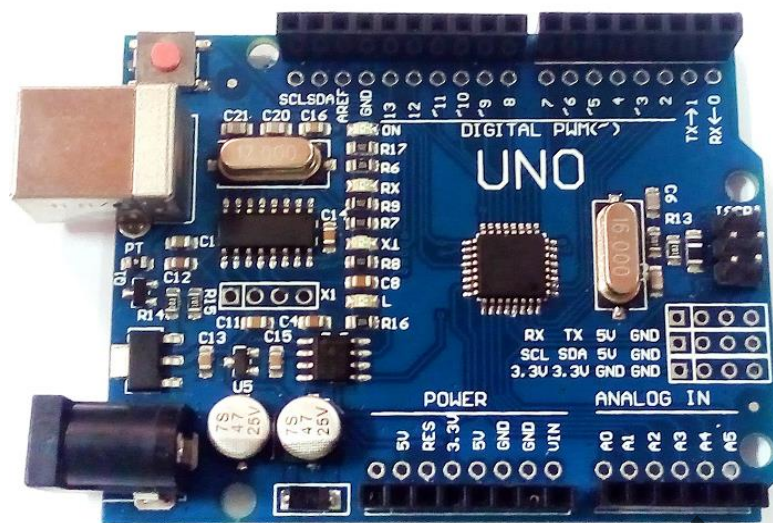


Рисунок 2.1 — Arduino Uno R3

Arduino UNO R3 [10], на відміну від попередніх версій, не використовує для підключення до комп'ютера міст USB-UART-FTDI. Цю функцію в ньому виконує мікроконтролер ATmega328P, та має наступні характеристики, що наведені у табл.2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристики Arduino UNO R3:

№	Параметр	Характеристика
1	Мікроконтролер	Atmega328P
2	Робоча напруга	5 В
3	Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
4	Вхідна напруга (припустима)	6-20 В
5	Входи / виходи (цифрові)	14 (6 з яких ШІМ-виходи)
6	Постійний струм в лінії входів / виходів	20 мА
7	Постійний струм на 3,3В	50 мА
8	Пам'ять (флеш)	32 Кілобайти (ATmega328)
9	Пам'ять (EEPROM)	1 Кілобайт (ATmega328)
10	SRAM	2 Кілобайти (ATmega328)
11	Частота (тактова)	16 МГц
12	Розміри	68 міліметрів x 54 x 16 міліметрів
13	Підтримка ОС	Windows 10, 8, 7, XP

Функціональний вузол Arduino UNO R3 (рис.2.2) може отримувати напругу від USB порту або від зовнішнього джерела. Джерело живлення вибирається автоматично. В якості зовнішнього джерела живлення може використовуватися мережевий адаптер або батарея. Адаптер підключається через роз'єм діаметром 2,1 мм (центральний контакт - позитивний). Батарея підключається до контактів GND і Vin роз'єму POWER. Принципова електрична схема Arduino Uno R3[11].

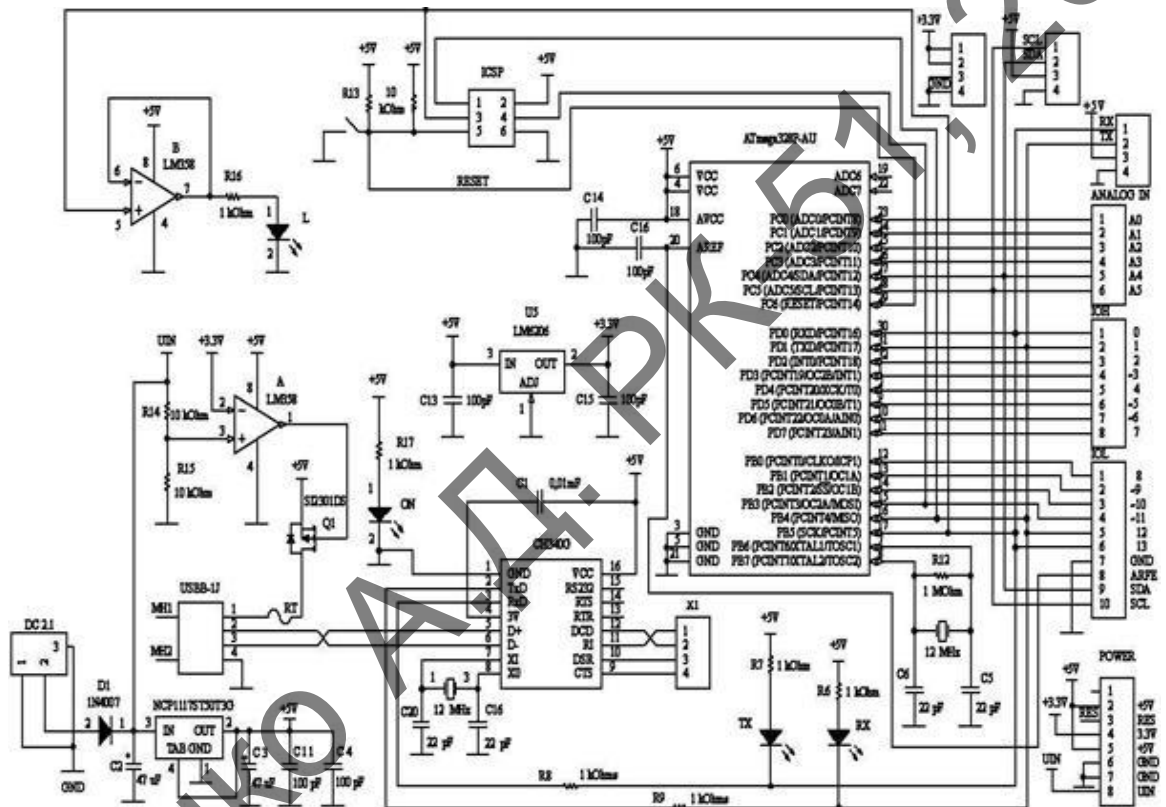


Рисунок 2.2 — Схема Arduino Uno R3

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в діапазоні 6 - 20 В. Але рекомендується не допускати зниження напруги нижче 7 В через нестабільну роботу пристрою.

2.2 Детальний опис GSM-модулю

Модуль стільникового зв'язку та дистанційного управління SIM800L (рис.2.3) [12] використовується для розробки проектів, в яких потребується управління на великих відстанях або для отримання від нього даних.

Чіп дозволяє працювати в мережах стільникового зв'язку за технологія-

		Артемченко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ми GSM, GPRS, SMS на частотах 850/900/1800/1900 МГц. Практичне застосування: управління технологічним процесом або передача даних з датчиків в промисловості, бездротові сигналізації та охоронні системи.



Рисунок 2.3 — Модуль стільникового зв'язку

Технічні характеристики:

- напруга живлення: 3.7 В ~ 4.4 В;
- струм в режимі очікування: 0,7 Ма;
- піковий струм: 2 А;
- швидкість UART: 1200 – 115200 бод;
- формат SIM карти: microSIM;
- робочий діапазон: EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900;
- потужність передачі DCS1800, PCS1900: 1 Вт;
- потужність передачі GSM850, EGSM900: 2 Вт;
- режим мережі: 2G;
- габарити: 25 мм x 24 мм x 4 мм.

Загальні відомості. В основі модуля лежить чіп SIM800L від SimCom. Робоча напруга чіпу складає від 3.4 В до 4.4 В, що робить його придатним, для прямого живлення від літєвої батареї, контакти чіпу SIM800L виведені з боків модуля.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Включаючи контакти необхідні для зв'язку з мікроконтролером інтерфейс UART, підтримувана швидкість від 1200 біт/с до 115200 біт/с з автоматичним визначенням швидкості. Для підключення до мережі, потрібна зовнішня антена, яка йде в комплекті з модулем. Також, на платі є роз'єм UFL, якщо необхідно підключити виносну антену для покращення якості сигналу. Встановлення SIM карти показано на рис.2.4.



Рисунок 2.4 — Гніздо для установки SIM - карти

На задній панелі розташовано гніздо для установки SIM - карти (підійде будь-яка SIM карта, головне, щоб була активована). Встановлювати SIM карту необхідно контактами до чіпу SIM800L.

Світлодіодні індикатори стану. У верхньому правому куті модуля зв'язку знаходиться світлодіод, який показує стан стільниковий мережі:

- блимає раз в 1 с – Модуль працює, але ще не підключився до мережі;
- блимає раз в 2 с – з'єднання для передачі даних GPRS активно;
- блимає раз в 3 с – модуль встановив зв'язок з мережею і може відправляти / отримувати голосові і SMS-повідомлення.

Розпіновка GSM - модуля SIM800L. На модулі SIM800L розташовано 12 контактів, які необхідні для зв'язку з мікроконтролером і підключенні динаміка і мікрофона (рис 2.5). З'єднання наступні:

- NET – Висновок для припаювання спіральної антени;

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– VCC – Живлення модуля, від 3,4 В до 4,4 вольт.

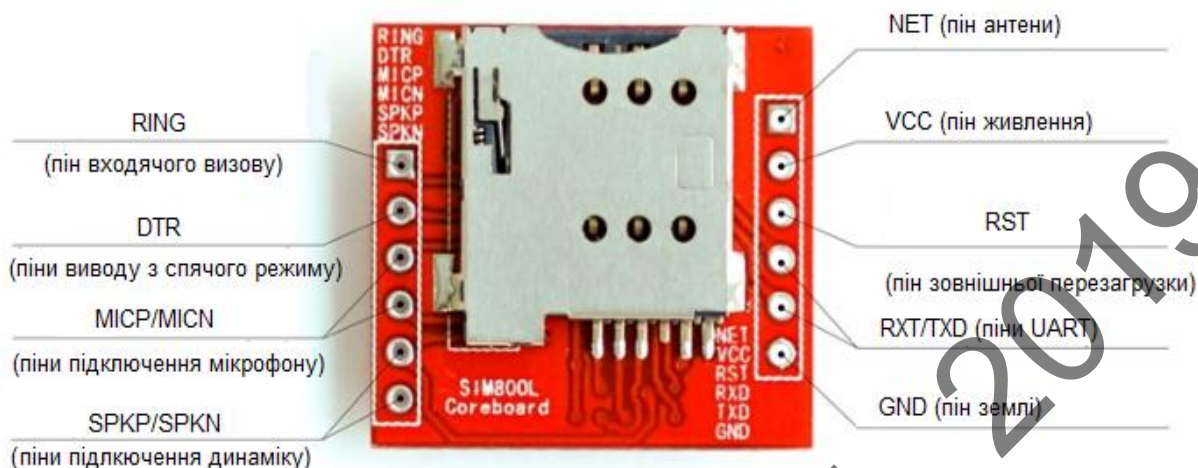


Рисунок 2.5 — Розпіновка GSM-модуля SIM800

Для роботи необхідна працююча SIM-карта формату мікро та зовнішнє джерело живлення.

Живлення для модуля SIM800L. Для стабільної роботи модуля SIM800L необхідне джерело живлення з вихідною напругою від 3,5 до 4,4 В (рис.2.6).

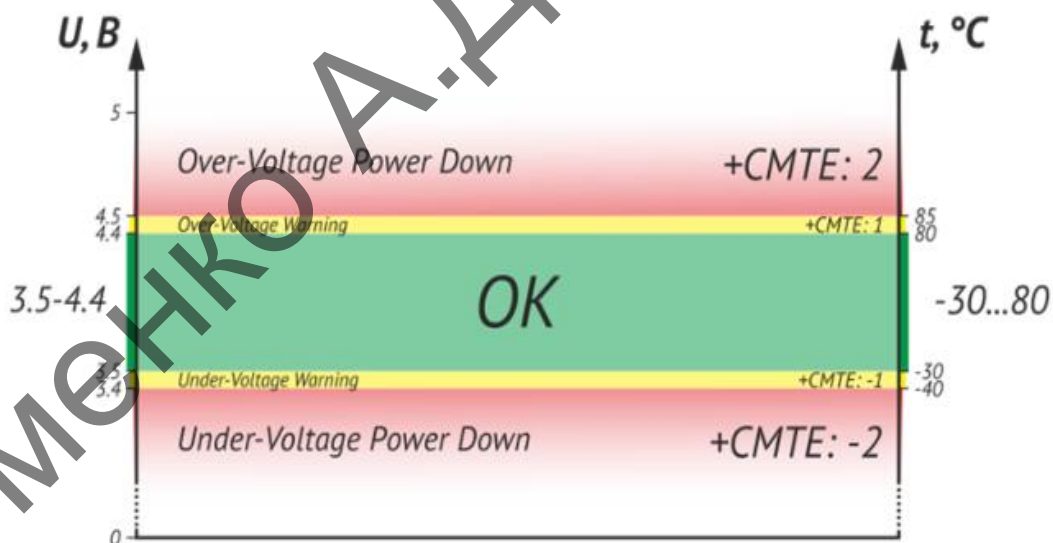


Рисунок 2.6 – Рекомендовані параметри напруги та температури

При підключенні живлення, яке не відповідає необхідному, модем видає два типи повідомлень. У разі, якщо живлення знаходиться на пороговому рівні (≤ 3.5 В, ≥ 4.4 В), модуль видає попередження відповідно UNDER-VOLTAGE WARNING, OVER-VOLTAGE WARNING. У випадках, коли гра-

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ничний рівень перевищено (≤ 3.4 В, ≥ 4.5 В), модуль повідомляє про це - UNDER-VOLTAGE POWER DOWN, OVER-VOLTAGE POWER DOWN і вимикається.

2.3 Деталі, що використовувались

Для розробки сигналізації з GSM-модулем були використані такі деталі: макетна плата breadboard, Li-ion акумулятор ємністю 12000 мА, Arduino UNO R3, два резистори потужністю 10кОм, модуль GSM на чіпі SIM800L, провід DuPont (Female – Male). Орієнтована ціна на все складає 400 гривень, що значно менша за ринкову ціну на подібний пристрій.

Артеменко А.Д. РК-51, 2019

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНИЙ ТА АПАРАТНИЙ ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИБОРУ

В розділі наведено основні моменти роботи приладу, де продемонстровано користування програмним забезпеченням, відправка та отримання повідомлення на GSM-модуль, та прийняття дзвінку.

3.1 Підключення Arduino до модуля GSM - SIM800L

Підключаємо вивід Tx на модулі до вивіду 8 на Arduino. Вивід Rx безпосередньо підключати, тому що цифровий вивід Arduino Uno використовує 5В, а GSM - модуль SIM800L використовує тільки 3,3В . Далі, сигнал Tx, який надходить від Arduino UNO, знижуємо до 3,3В, для того, щоб не спалити модуль SIM800L. Найпростіший спосіб, який ми використали у даній роботі це скористання дільником напруги на резисторах.

Підключаємо резистор на 10 кОм, що між вивідом Rx від SIM800L і виведенням 2, від Arduino і другий резистор на 10 кОм між вивідом Rx (SIM800L) і GND.

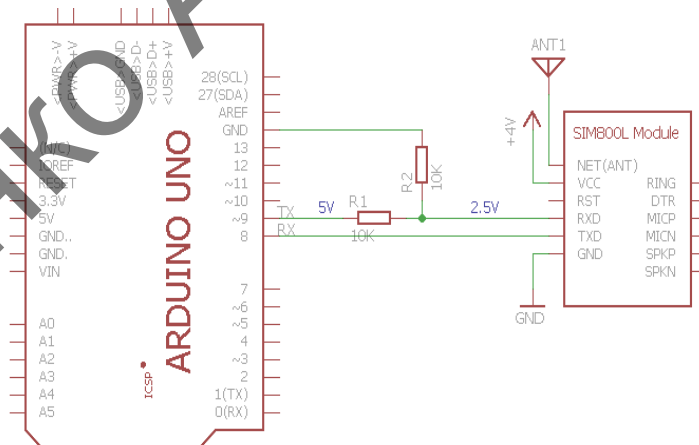


Рисунок 3.1 — Схематичне підключення Arduino до SIM800L

Після підключення до мережі, модуль повідомляє про пошук мережі швидким блимання індикатора. Рідке блимання повідомляє про успішне підключення до мережі. Короткі блимання по декілька разів – некоректна напруга живлення.

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Обмін даними та інформацією

Для взаємодії з модулем – ми використовували здійснення по інтерфейсу UART (Serial) за допомогою спеціальних AT-команд, що будуть продемонстровані нижче в розділах. Для реалізації обміну по UART-інтерфейсу на контактах, відмінних від звичайних RX (0) / TX (1) (вони як правило зайняті підключенням до комп'ютера), потрібна буде стандартна Arduino - бібліотека SoftwareSerial.h (рис.3.2).

Склавши загальні схеми в Arduino, потрібно розробити тестову програму, де продемонстровано перший програмний код (скетч) :

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM800(8, 9); // 8 - RX Arduino (TX SIM800L), 9 - TX Arduino (RX SIM800L)
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Швидкість обміну даними з комп'ютером
  Serial.println("Start!");
  SIM800.begin(9600); // Швидкість обміну даними з модемом
  SIM800.println("AT");
}

void loop() {
  if (SIM800.available()) // Очікуємо приходу даних (відповіді) ві модема...
    Serial.write(SIM800.read()); // Тепер виводимо їх в Serial
  if (Serial.available()) // Очікуємо команди по Serial...
    SIM800.write(Serial.read()); // І відправляємо отриману команду модему
}
```

Рисунок 3.2 —Бібліотека SoftwareSerial.h

Програмний код налаштував швидкості обміну даними між Arduino і модулем SIM800L, що також надалі транслював одержувані та відправляючи дані і відображав їх у моніторі порту. При запуску Arduino IDE, в «Serial», крім привітання «Start !», буде відправлена така команда AT і модем відповідь наступною командою OK:

Також установлюємо параметр Newline на рисунку 3.3.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

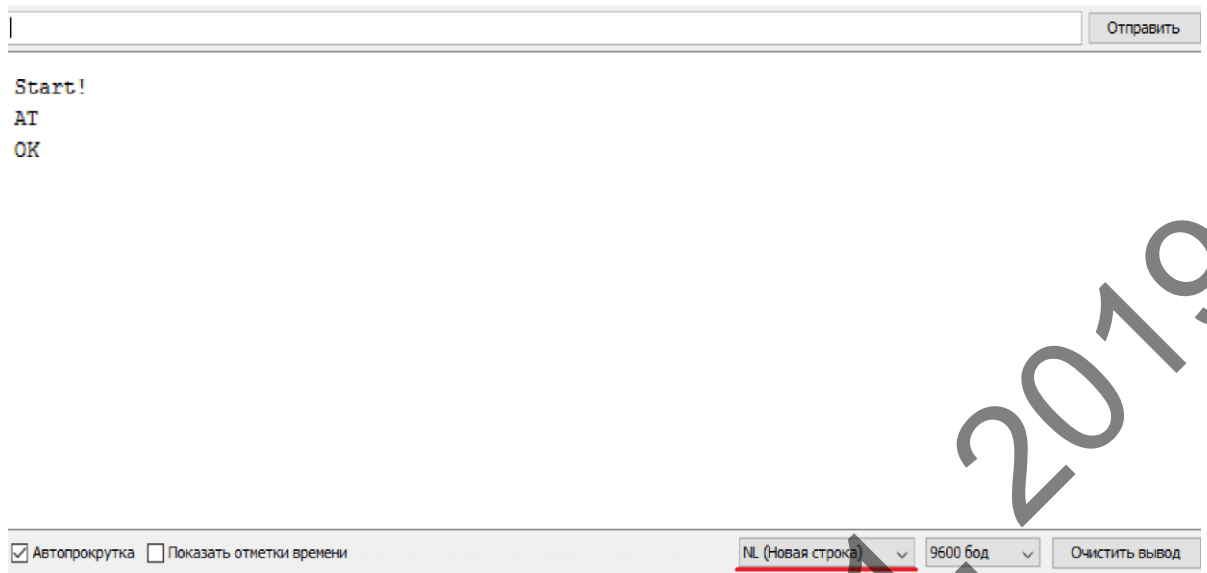


Рисунок 3.3 Встановлення параметру Newline

Встановили параметр Newline, тепер можна відправляти команди через поле Serial 1 – порту(рис.3.4):

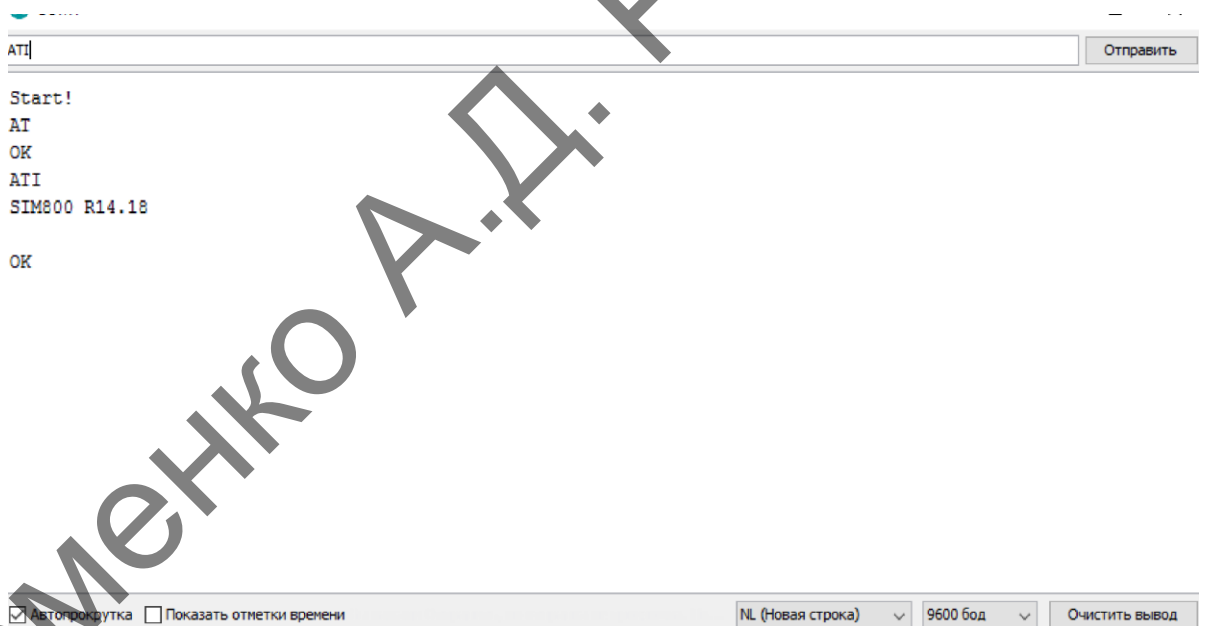


Рисунок 3.4 Інформація про версії модуля

Команда AT+I – видає інформацію про версію модуля.

3.3 Тестування AT-команд

Перед тим як приступити до програмування взаємодії з GSM-модулем, необхідно ознайомитися з типами AT-команд, так як вся взаємодія з модулем відбувається за допомогою цих команд.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для відправлення AT-команди і здійснення зв'язку з модулем SIM800L, ми використали вікно «Моніторинг порту». Для цього була розроблена спеціальна програма для відправки AT-команд. Наділі наш програмний код (рис.3.5) завантажуюємо його в Arduino IDE.

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2);      // Виводи SIM800L Tx & Rx підключені до виводів Arduino 3 і 2

void setup()
{
  Serial.begin(19200);             // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і Arduino IDE (Serial Monitor)
  mySerial.begin(19200);           // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і SIM800L
  Serial.println("Initializing..."); // Друк тексту
  delay(1000);                     // Пауза 1 с

  mySerial.println("AT");           // Відправлення команди AT
  updateSerial();                  // 
  mySerial.println("AT+CSQ");       // Перевірка якості сигналу, діапазон значень 0-31, 31 - кращий
  updateSerial();                  // 
  mySerial.println("AT+CCID");      // Зчитування інформації про SIM-карту
  updateSerial();                  // 
  mySerial.println("AT+CREG?");     // Перевірка реєстрації в мережі
  updateSerial();                  // 
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500);                      // Пауза 500 мс
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read());  // Переадресація з послідовного порту SIM800L на послідовний порт Arduino IDE
  }
  while(mySerial.available())
  {
    Serial.write(mySerial.read());  // Переадресація з Arduino IDE на послідовний порт SIM800L
  }
}

```

Рисунок 3.5 — Скетч тестування AT-команд

Відкриваємо вікно «Моніторинг порту», встановлюємо швидкість «19200» і «NL (Новий рядок)» що зображено на рисунку 3.6:

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6 — «Моніторинг порту» на швидкості «19200»

Програмний код починається з включення такої бібліотеки як «SoftwareSerial.h» і вказівці виводів до яких підключені Tx і Rx модуля SIM800L(рис.3.7).

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2);
```

Рисунок 3.7 — Підключення бібліотеки

У функції void setup (), ініціалізуємо послідовний зв'язок між Arduino та модулем SIM800L на даній швидкості - 9600 бод(рис.3.8).

```
Serial.begin(9600);
mySerial.begin(9600);
```

Рисунок 3.8 —Зв'язок між Arduino і модулем SIM800L на швидкості 9600 бод

Надалі, буде йти відправка серій AT - команд:

- AT – сама головна команда AT. Якщо все працює, отримуємо у відповідь символ AT, а після OK, повідомляючи, що усе гаразд;
- AT + CSQ - перевірка рівня сигналу в дБ, що має бути вищим за 5;

- AT + CCID - отримання номера SIM-карти;
- AT + CREG? - перевірка реєстрації в мережі;

```

mySerial.println("AT");
updateSerial();
mySerial.println("AT+CSQ");
updateSerial();
mySerial.println("AT+CCID");
updateSerial();
mySerial.println("AT+CREG?");
updateSerial();

```

Рисунок 3.7 — Відправка серій AT - команд

У функції void loop () викликається функція updateSerial (), що перенаправляє дані від послідовного порту та відправляє їх також в модуль SIM800L, через вивід D2 (RX), і також навпаки, перенаправляє дані від виведення D3 (TX) на сам послідовний порт(рис.3.8).

```

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500);
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read());
  }
  while(mySerial.available())
  {
    Serial.write(mySerial.read());
  }
}

```

Рисунок 3.8 — Виклик функції updateSerial () для перенаправлення даних

Тепер можна відправити команди через вікно «Моніторинг порту», для отримання додаткової інформації про мережевому підключенні і стан батареї:

- ATІ – слугує для отримання назви модуля і ревізії;
- AT + COPS? - перевіряє реєстрації в мережі (Lifecell);
- AT + COPS =? - список операторів в мережі;

- AT + CBC – команда, що повертає стан батареї;
- значення «0» вказує, що модуль живиться від батареї;
- значення «72» показує, відсоток заряду батареї в % (72%);
- значення «3983» показує фактичну напругу в мВ (3,983 В).

```

COM10
|
|
ATI
SIM800 R14.18

OK
AT+COPS?
+COPS: 0,0,"Lifecell"

OK
AT+COPS=?
+COPS: (2,"Lifecell","Lifecell","25506"),(3,"Vodafone","Vodafone","25501"V","Kievstar","25503")
|
OK
AT+CBC
+CBC: 0,72,3983

OK
  
```

Автопрокрутка

Рисунок 3.9 — Команди у «Моніторинг порту»

Усі основні команди тестування AT-команд було показано і примінено в роботі.

3.4 Відправка та отримання SMS

В даному розділі, продемонстровано програмування Arduino для відправки та отримання SMS-повідомлень на вказаний номер телефону. Перш ніж завантажити приклад необхідно ввести номер телефону. У рядку програмного коду +3xxxxxxxxx, замінити його на наш номер телефону.

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2);          // Виводи SIM800L Tx & Rx підключені до виводів Arduino 3 і 2

void setup()
{
  Serial.begin(19200);                 // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і Arduino IDE (Serial Monitor)
  mySerial.begin(19200);               // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і SIM800L
  Serial.println("Initializing...");   // Друк тексту
  delay(1000);                         // Пауза 1 с

  mySerial.println("AT");               // Відправлення команди AT
  updateSerial();

  mySerial.println("AT+CMGF=1");        // Вибирає формат SMS
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CMGS="+3xxxxxxx); // Відправка SMS на вказаний номер
  updateSerial();
  mySerial.print("Wat a wonderful world"); // Тест повідомлення
  updateSerial();
  mySerial.write(26);
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500);                          // Пауза 500 мс
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read());      // Переадресація з послідовного порту SIM800L на послідовний порт Arduino IDE

    while(mySerial.available())
    {
      Serial.write(mySerial.read());    // Переадресація з Arduino IDE на послідовний порт SIM800L
    }
  }
}

```

Рисунок 3.10 — Скетч програми відправки SMS

- AT + CMGF = 1 - вибирає формат SMS-повідомлення у вигляді тексту. Формат за замовчуванням PDU;
- AT + CMGS = + 3xxxxxxxxx - відправляє SMS на вказаний номер телефону.

		Артемченко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

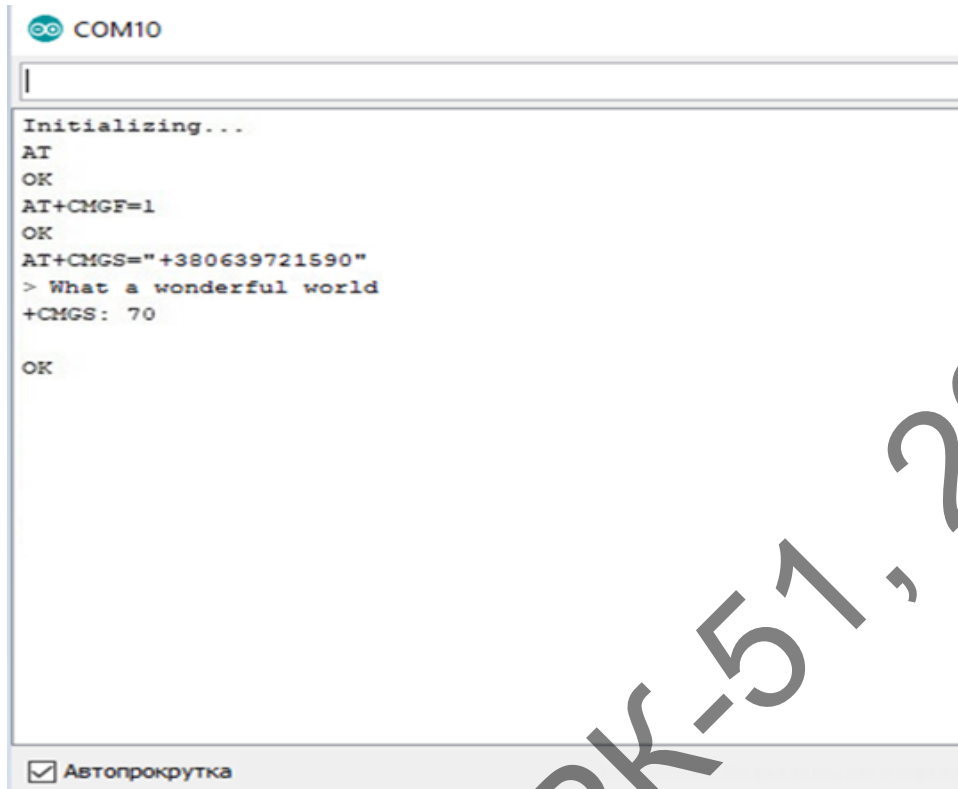


Рисунок 3.11 — Команди у «Моніторинг порту»



Рисунок 3.12— Отримання повідомлення

Усі основні команди для відправки SMS було показано і використано в роботі.

		Артеменко			ПК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відправлення повідомлень. У даній програмі, потрібно зчитати отримані повідомлення. Тут показана робота управління використовуючи SMS повідомлення.

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2);          // Виводи SIM800L Tx & Rx підключені до виводів Arduino 3 і 2

void setup()
{
  Serial.begin(19200);                 // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і Arduino IDE (Serial Monitor)
  mySerial.begin(19200);               // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і SIM800L
  Serial.println("Initializing...");   // Друк тексту
  delay(1000);                         // Пауза 1 с

  mySerial.println("AT");              // Відправлення команди AT
  updateSerial();

  mySerial.println("AT+CMGF=1");       // Вибирає формат SMS
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0"); // Обробка новоприбулих SMS
  updateSerial();
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500);                          // Пауза 500 мс
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read());      // Переадресація з послідовного порту SIM800L на послідовний порт Arduino IDE
  }
  while(mySerial.available())
  {
    Serial.write(mySerial.read());      // Переадресація з Arduino IDE на послідовний порт SIM800L
  }
}

```

Рисунок 3.13— Команди у «Моніторинг порту»

Знову ж таки, програма дуже схожа, за винятком наведеного нижче фрагмента коду.

```

mySerial.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
updateSerial();
}

```

Рисунок 3.14 — Команда «mySerial.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0")»

AT + CNMI = 1,2,0,0,0 - вказує як повинні оброблятися прийняті SMS - повідомлення.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідь можна отримати «+ СМТ:», усі поля розділені комами:

- перше поле, вказується номер телефону відправителя SMS;
- друге поле, ім'я людини, що відправляє SMS;
- третє поле, часу отримання SMS;
- четверте поле, повідомлення.

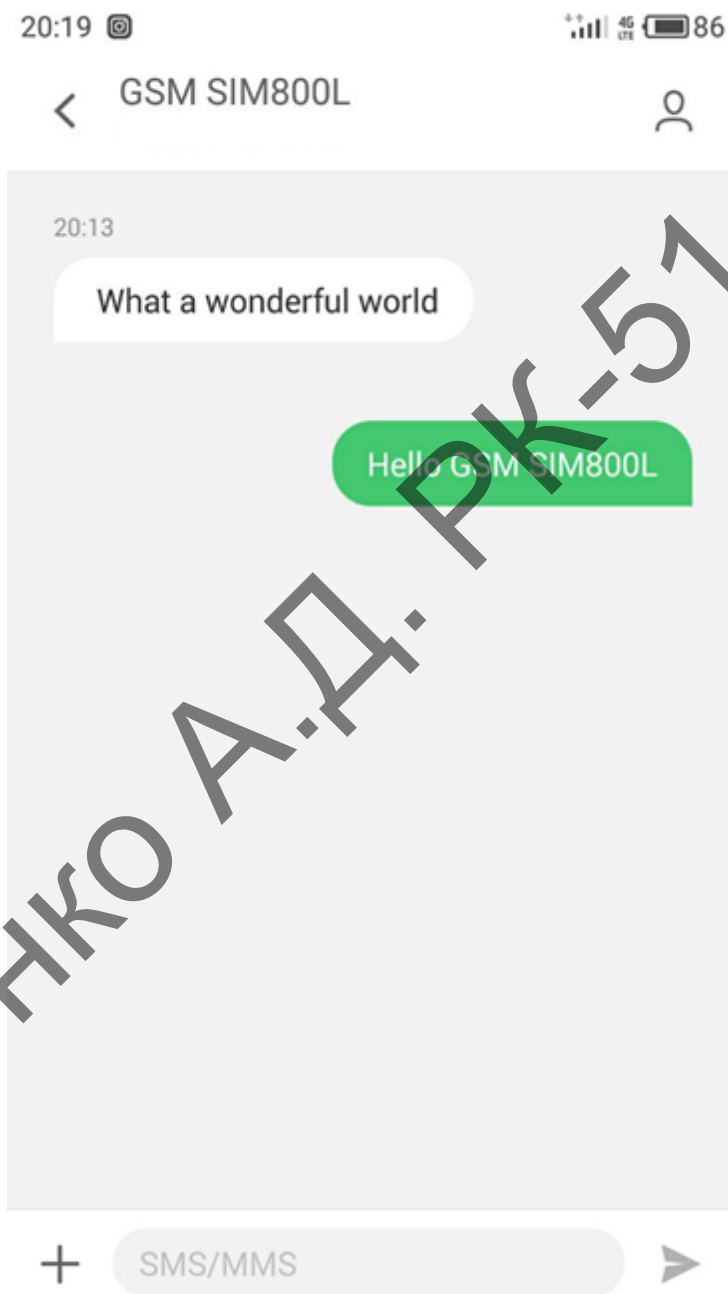


Рисунок 3.15 — Відправка повідомлення

		Артемченко			РЖ51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

COM10

Initializing...
AT
OK
AT+CMGF=1
OK
AT+CNMI=1,2,0,0,0
OK

+CMT: "+380639721590, "", "19/05/17, 20:19:08+16"
Hello GSM SIM800L

 Автопрокрутка

```

Рисунок 3.16— Команди у «Моніторинг порту»

Усі основні команди для отримання SMS було показано і примінено в роботі.

3.5 Здійснення і прийняття дзвінку

В даному розділі, продемонстровано програмування Arduino для здійснення та прийняття дзвінку на вказаний номер телефону. Вводимо номер телефону, на який буде здійснюватися дзвінок.

		Артеменко			ПК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2); // Виводи SIM800L Tx & Rx підключені до виводів Arduino 3 і 2

void setup()
{
  Serial.begin(19200); // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і Arduino IDE (Serial Monitor)
  mySerial.begin(19200); // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і SIM800L
  Serial.println("Initializing..."); // Друк тексту
  delay(1000); // Пауза 1 с

  mySerial.println("AT"); // Відправлення команди AT
  updateSerial();

  mySerial.println("ATD+ 3xxxxxxx"); // Номер телефону для виводу
  updateSerial();
  delay(20000);
  mySerial.println("ATH"); // Покласти слухалку
  updateSerial();
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500); // Пауза 500 мс
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read()); // Переадресація з послідовного порту SIM800L на послідовний порт Arduino IDE
  }
  while(mySerial.available())
  {
    Serial.write(mySerial.read()); // Переадресація з Arduino IDE на послідовний порт SIM800L
  }
}

```

Рисунок 3.17 — Скетч програми «Дзвінок»

Для здійснення виклику використовуються наступні AT-команди:

- ATD + + 3xxxxxxx - Набирає вказаний номер ();
- ATH - закінчити дзвінок.

```

mySerial.println("ATD+ 3xxxxxxx");
updateSerial();
delay(20000);

mySerial.println("ATH");
updateSerial();
}

```

Рисунок 3.18 — Фрагмент коду для здійснення виклику

На рисунках нижче показаний дзвінок з GSM-модуля SIM800L:

		Артемченко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

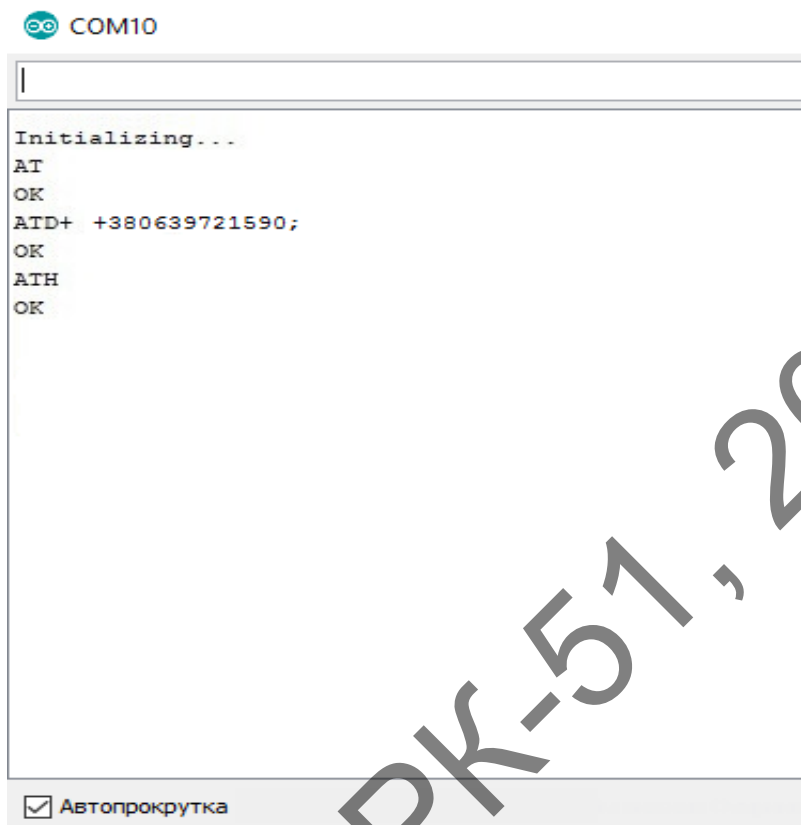


Рисунок 3.19 — Команди у «Моніторинг порту» для дзвінку

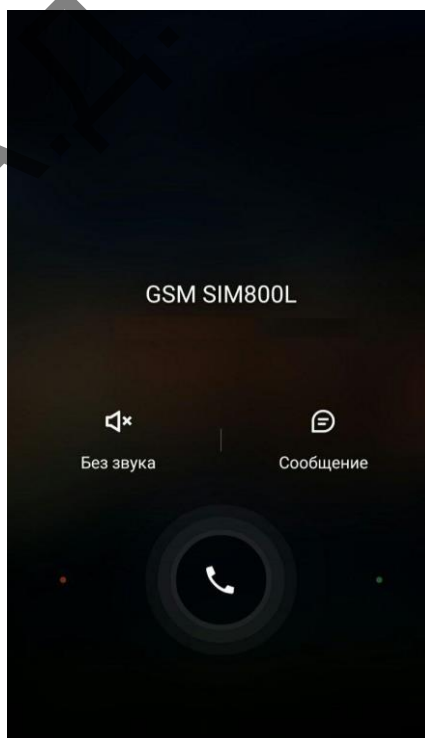


Рисунок 3.20 — Прийняття дзвінку

Усі основні команди для того, щоб дзвонити було показано і примінено в роботі.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийняття дзвінку. В останній програмі, будемо приймати дзвінок, для цього непотрібно спеціального програмного коду, необхідно просто зчитувати постійно дані з модуля SIM800L.

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2); // Виводи SIM800L Tx & Rx підключені до виводів Arduino 3 і 2

void setup()
{
  Serial.begin(19200); // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і Arduino IDE (Serial Monitor)
  mySerial.begin(19200); // Ініціалізація послідовного зв'язку з Arduino і SIM800L
  Serial.println("Initializing..."); // Друк тексту
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500); // Пауза 500 мс
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read()); // Переадресація з послідовного порту SIM800L на послідовний порт Arduino IDE
    while(mySerial.available())
    {
      Serial.write(mySerial.read()); // Переадресація з Arduino IDE на послідовний порт SIM800L
    }
  }
}

```

Рисунок 3.21 — Скетч прийняття дзвінку

Вхідний дзвінок зазвичай позначається як «RING» на послідовному моніторі, за яким слідує номер телефона та ідентифікатор того хто дзвонить. Щоб прийняти / скинути дзвінок, використовуються наступні AT-команди:

- ATA - прийняти дзвінок;
- ATN - відмова від дзвінка.

Нижче команда на послідовному моніторі показує виклик, отриманий GSM-модулем SIM800L.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

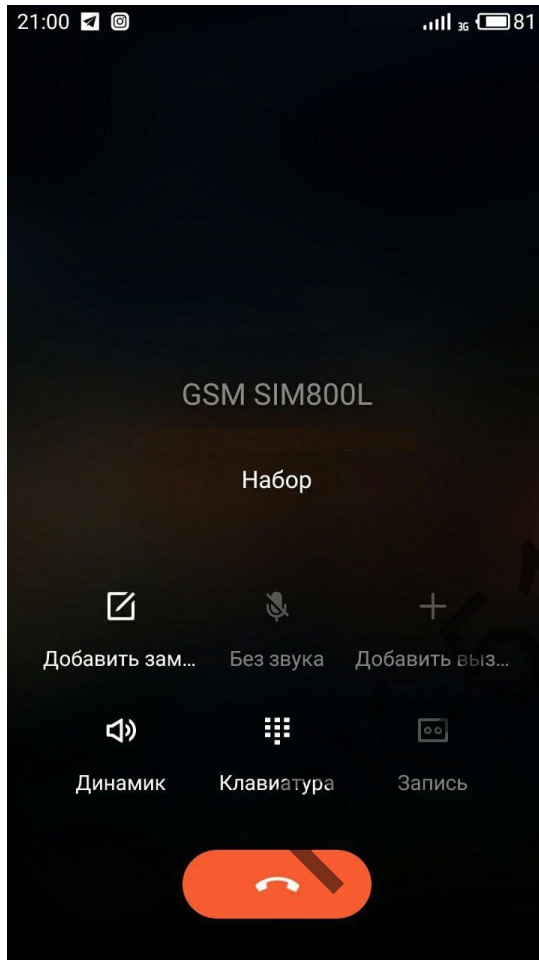


Рисунок 3.22— Виклик GSM SIM800L

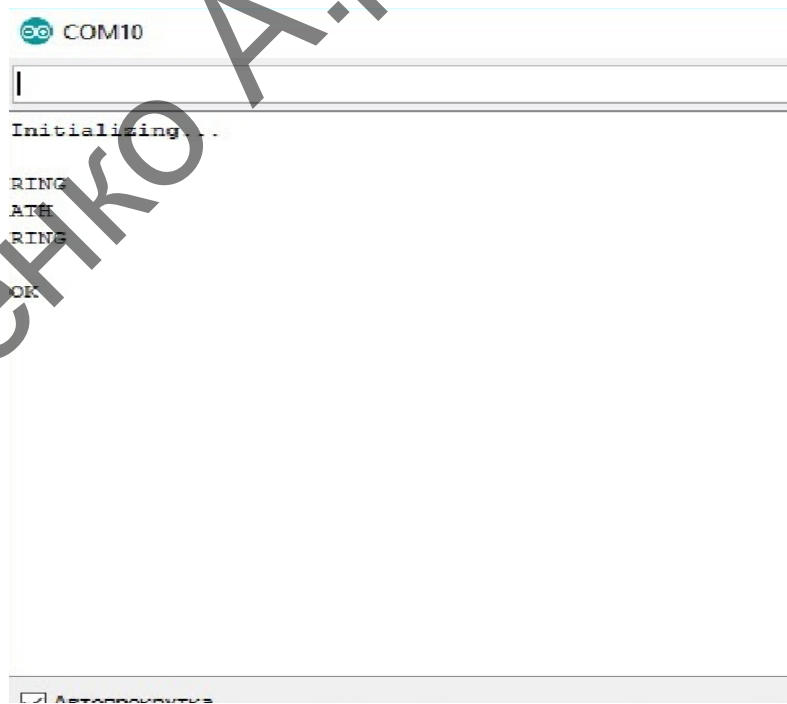


Рисунок 3.23— Виклик на «моніторі порту»

		Артеменко			ПК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

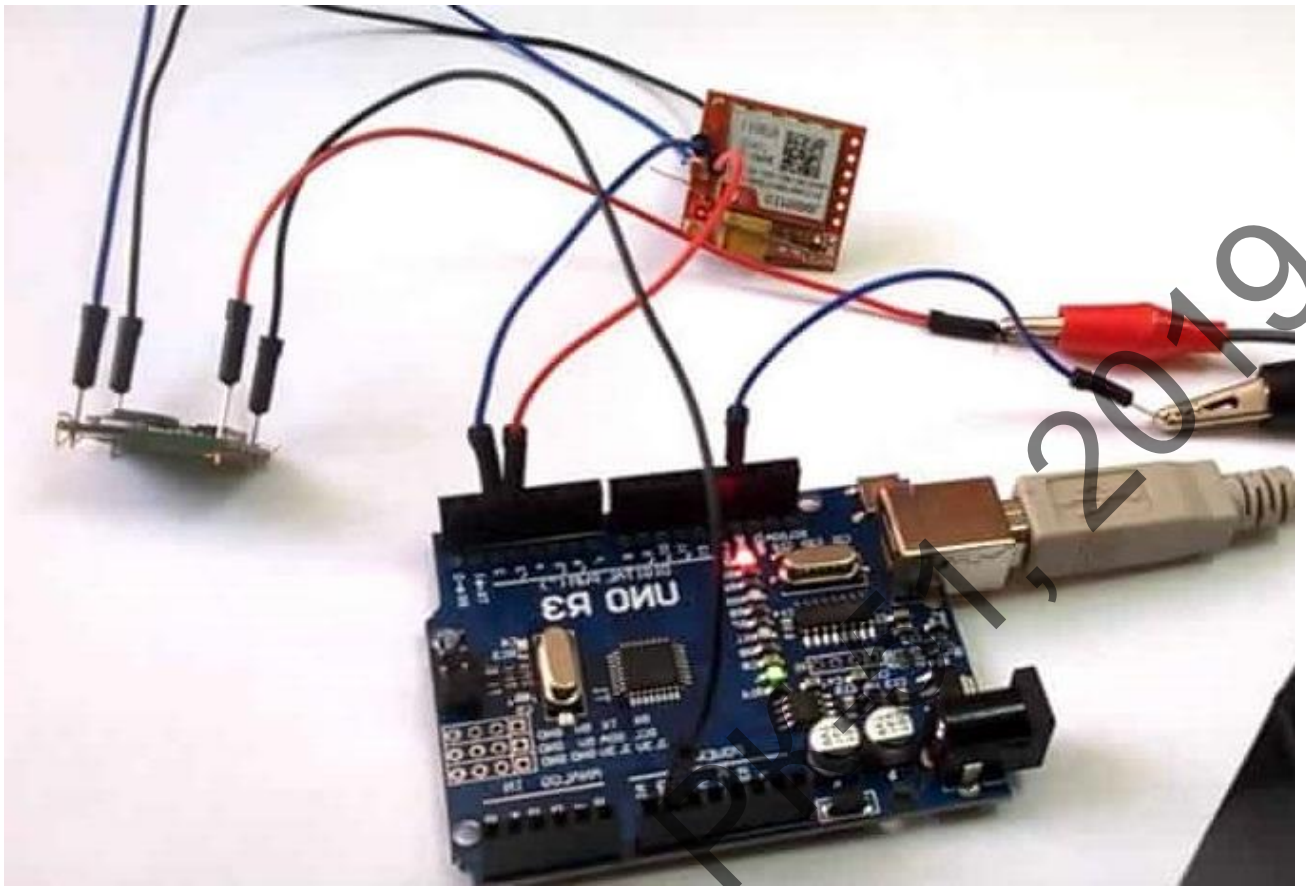


Рисунок 3.24 — Кінцевий продукт
Фінальний продукт готовий і може бути експлуатований.

		Артеменко			ПК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Враховуючи той факт, що виконання даної дипломної роботи потребує використання засобів комп'ютерної техніки, то в цьому розділі буде доцільним розглянути питання, щодо створення безпечних умов праці при використанні ВДТ ПЕОМ та екранних пристроїв, а також розглянуті питання, електро- та пожежної безпеки в робочому приміщенні лабораторії, де виконувалася ця робота.

В першу чергу, передбачається, з урахуванням вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями та ДСанПіН 3.3.2.007, визначити потенційно небезпечні і шкідливі фактори, що виникають при експлуатації ВДТ ПЕОМ, вплив цих факторів на користувачів, розглянути принципи їх нормування, а також передбачити можливі комплексні заходи щодо запобігання шкідливого впливу цих факторів на людину. Також в цьому розділі розроблені відповідні рішення та організаційні заходи з безпеки праці та санітарії, а також пожежної безпеки та профілактики.

4.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Відповідно до вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями та ДСанПіН 3.3.2.007-98, основними шкідливими та небезпечними виробничими факторами, які пов'язані з використанням ВДТ ПЕОМ є наступні фактори:

- електромагнітне та рентгенівське випромінювання монітору;
- механічні шуми, які пов'язані з роботою принтера і вентиляційної системи комп'ютера;
- значна напруга зорових органів і пов'язане з цим перевтомлення користувача ПЕОМ;

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість поразки електричним струмом;
- значне навантаження на пальці і кисті рук, що при відсутності профілактики і медичного контролю, може викликати професійні захворювання;
- тривале перебування в одному й тому ж самому положенні сидячи, що викликає застійні явища в організмі людини.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я професійна діяльність користувача ВДТ ПЕОМ може в окремих випадках приводити до порушення функцій зорових аналізаторів, кістково - м'язової системи (примусова поза) і порушень, зв'язаних зі стресовими ситуаціями і нервово - емоційною напругою при роботі.

4.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Вимоги з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером

Працюючі з комп'ютером людина, піддається впливу небезпечних та шкідливих факторів, серед яких:

- вплив електромагнітного випромінювання;
- наявність шуму вентиляторів;
- невідповідальність освітлення;
- невідповідна організація робочого місця;
- можливість ураження електричним струмом;
- монотонність праці.

Планування робочого місця має важливу роль та повинна задовольняти вимогам зручності виконання робіт, економії енергії та часу працюючого.

Нераціональна конструкція й розташування робочих місць приводить до змушеної робочої пози й до напруги кістково-м'язової системи. При тривалій роботі за екраном дисплея в операторів спостерігається виражена напруга органів зору з появою скарг на незадоволеність роботою, дратівливість, по-

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рушення сну, хворобливі відчуття в очах, області шиї й у руках. У зв'язку з цим для працівників повинні забезпечуватися оптимальні умови праці й відпочинку. Праця операторів комп'ютера ставиться до I і II класу по гігієнічних умовах праці.

Тривалість роботи оператора за комп'ютером не повинна перевищувати шести годин на добу.

Умови при роботі з ВДТ ПЕОМ повинні відповідати вимогам щодо безпеки захисту працівників під час роботи з екранними пристроями та ДСан-ПіН_3.3.2.007-98.

4.2.2 Електробезпека

Найвне у робочій кімнаті електроустаткування можна віднести до I (системні блоки) та II (ВДТ) класів щодо електрозахисту (ДСТУ ІУС 61140:2015).

Робоче приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом можна віднести, згідно ПУЕ та ПБЕ, до приміщень без підвищеної небезпеки, так як:

- відносна вологість повітря не перевищує 75%;
- матеріал підлоги (паркет) є діелектриком;
- температура повітря не досягає значень, більших 35 °С;
- відсутні хімічно агресивні середовища
- відсутня можливість одночасного доторку людини до з'єднаних із землею частин металоконструкцій будівлі, технологічних апаратів, механізмів і т.п., з одного боку, і до металевих частин електроустаткування - з іншого боку.

Електромережа п'яти провідна трьохфазна з глухозаземленою нейтраллю(система заземлення TN-S). Мережа обладнана автоматом максимального струмового захисту, розрахованого на струм спрацювання 10А. Час спрацювання автомату 0,1с.

Для того, щоб не допустити ураження людини електричним струмом при виникненні аварійних ситуацій необхідно заземлити все обладнання, що

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працює від мережі 220В, 50Гц. Опір нульового проводу повинен бути таким, щоб при замиканні на корпус або нульовий провід виникав струм короткого замикання, сила якого повинна перевищувати в 1,4 рази номінальний струм спрацювання автомата струмового захисту (при струмі короткого замикання менше 100А).

4.2.3 Розрахунок електромережі із зануленням на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання

Струм короткого замикання розрахуємо за допомогою виразу:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R_{\phi} + Z_T / 3}$$

де U_{ϕ} – напруга фази мережі,

R_0 – опір нульового дроту на ділянці від фазного трансформатора до розетки “Вхід мережі” (~3 Ом),

R_{ϕ} – опір фазного дроту на тій же ділянці (~3 Ом),

$Z_T / 3$ - еквівалентний опір дроту,

Визначимо коефіцієнт кратності струму короткого замикання до номінального струму спрацювання автоматом максимального струмового захисту:

$$I_{кз} = \frac{220}{3 + 3 + 0,1} = 36,06 \text{ А}$$

$$K = \frac{I_{кз}}{I_{ном}} = \frac{36,7}{10} = 3,60.$$

Для надійної роботи автомату струмозахисту повинна виконуватись наступна умова:

$$K \geq 1,4$$

Вище визначений струм короткого замикання при виникненні аварійної ситуації в 3,60 рази перевищує номінальний струм спрацювання автомата, що задовольняє вище приведеній умові.

Знайдемо напругу на корпусах електрообладнання при його аварійному режимі роботи. Опір заземлюючих пристроїв не перевищує значень встанов-

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лених ГОСТ12.1.038-88, яке складає при часі дії 0,1с – 500 В. Дане значення не перевищує допустимих значень згідно вимог.

Виконано всі необхідні заходи щодо електробезпеки відповідно до ГОСТ12.3.019-80 та ПУЕ. Додаткових заходів по електробезпеці впроваджувати не потрібно.

4.2.4 Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам

Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам є дуже важливою складовою забезпечення охорони праці на виробництві та продуктивної праці у загальному. Недостатній рівень освітлення робочого місця, насамперед, вимагає надлишкового напруження м'язів очей, тому очі швидко втомлюються, збільшується ймовірність отримати травму. За тривалої роботи в умовах недостатнього освітлення можливе навіть погіршення зору. Тому дуже необхідно забезпечити відповідність освітлення робочого місця санітарним нормам (ДБН В.2.5.–28–2006).

Освітлення робочого місця суміщене – у світлу пору доби використовується природне освітлення через вікна у стіні будівлі, у темну пору доби – штучне освітлення люмінесцентними лампами. Додатково застосовується штучне місцеве освітлення у вигляді настільної лампи із лампою розжарювання.

У якості джерел загального штучного освітлення використовуються світильники із лампами типу ЛБ–80, а як джерела місцевого штучного освітлення – настільна лампа із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Освітленість робочого місця розраховується за наступною формулою:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{п} \cdot \eta}{S \cdot K_{з} \cdot Z} \quad (2)$$

де: N – загальна кількість світильників (у даному приміщенні наявні 10 світильників); $\Phi_{п}$ – світловий потік світильника (для одного дволампового світильника світловий потік приймемо 9390 Лм); η – коефіцієнт використання світлового потоку (розрахується нижче); S – площа приміщення, що освіт-

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

люється (прийємо рівними 27 м²); K_з – коефіцієнт запасу (прийємо рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м³); Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (прийємо рівним 1,1).

При цьому враховується коефіцієнт відбиття стелі ρ_{стелі}=0,7), коефіцієнт відбиття стін ρ_{стін}=0,5) та індекс приміщення.

Індекс приміщення розрахуємо наступним чином:

$$i = A \cdot B / h_c \cdot (A + B) \quad (3),$$

де A – довжина приміщення (прийємо A=6 м); B – ширина приміщення (прийємо B=4,5 м); h_c – висота підвісу світильників над робочою поверхнею (h_c=2,8 м).

Підставимо початкові дані у вираз (3) і отримаєм :

$$i = 0,91$$

Визначили, що коефіцієнт використання світлового потоку η=0,42.

Підставимо початкові дані у вираз (2) і отримаєм :

$$E = 886 \text{ Лк}$$

Згідно із вимогами ДБН В.2.5.–28–2006, фактичний рівень освітлення робочих місць за середнього контрасту розрізнення об'єктів, середнього фону, розряду зорової роботи 3в високої точності, повинен складати найменше 300 Лк. Отриманий результат значно перевищує цю межу. Тому робимо висновок, що рівень наявного штучного освітлення цілком задовольняє вимоги.

На робочому місці монтажника місцеве освітлення повинне забезпечити освітленість не менше 750 Лк. Оскільки загального освітлення цілком досить (886 Лк), то можна було б використовувати лише його. Однак, при монтажі плати пристрою буде присутня робота із досить дрібними деталями, тому все ж застосуємо настільну лампу із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Розрахуємо освітленість робочої зони за допомогою цієї лампи:

$$E = N \cdot \Phi_{\text{п}} \cdot n \cdot \mu \cdot \psi \cdot L / 1000 \cdot K_{\text{з}} \quad (4)$$

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: N – кількість світильників ($N=1$); $\Phi_{п}$ – світловий потік лампи розжарювання потужністю 60 Вт ($\Phi_{п}=700$ Лм); n – кількість ламп у світильнику ($n=1$); μ – коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості від оточуючих предметів ($\mu=1,2$); ψ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу робочої площини ($\psi=1$); L – коефіцієнт, що враховує умовну освітленість ($L=100$); $K_{з}$ – коефіцієнт запасу (прийємо рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м³).

Підставимо початкові дані у вираз (4) і отримаєм :

$$E = 56 \text{ Лк}$$

Таким чином, буде забезпечено додаткове освітлення робочої зони.

4.3 Пожежна безпека та профілактика

Відповідно до ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В по вибухопожежній небезпеці. Відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії по пожежо-небезпеці - П-Па. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення проти-пожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

У зв'язку з цим, відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ, необхідно передбачити наступні заходи.

1. Ретельну ізоляцію всіх струмоведучих провідників до робочих місць, періодичний огляд та перевірку ізоляції.
2. Строге дотримання норм протипожежної безпеки на робочих місцях.
3. Відповідні організаційні заходи (заборона паління, інструктаж).

Для гасіння пожежі в робочому приміщенні лабораторії (клас пожежі „Е”- наявність електрообладнання під напругою) використовуються вогнегасники ОП-1 — “Момент” (2 шт.). Додатково в коридорі розташовані вогнегасники ОХП-10. Також на сходовій клітці розташований пожежний кран. Така кількість первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам ISO3941-77

		Артеменко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та ДСТУ 3675-98, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників до 100 м2 площі підлоги для приміщення типу конструкторське бюро.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56-2014 робоче приміщення лабораторії необхідно оснастити системою автоматичної пожежної сигналізації.

Будинок має два евакуаційних виходів: через головний хід і додатковий евакуаційний вихід. Шляхи евакуації відповідають установленим нормам. Двері відкриваються назовні. Коридор веде до двох сходових кліток, одна з яких виходить безпосередньо на вулицю, а друга має вихід на вулицю через вестибюль і головний вхід. Сходова клітка виконана з непальних матеріалів. Сходи мають природне бічне освітлення і штучне евакуаційне освітлення. Сходові площадки ширше коридорів. Усі співробітники ознайомлені з планом евакуації.

Дотримано усі вимоги ДБПВ.1.1-7-2002 по вогнестійкості будинку і ширині евакуаційних проходів і виходів із приміщень назовні. Також в робочому приміщенні виконані всі вимоги з пожежної безпеки та профілактики відповідно до всіх вимог НАПБА.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні»

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Провівши аналіз рішень, що вже є на ринку, завдяки симбіозу Arduino з GSM – модулем, було прийнято рішення на розробку якісного та дешевого аналогу сигналізації з управлінням через смартфон.

2. В даній дипломній роботі дотримано та виконано всі вимоги згідно технічного завдання.

3. У процесі створення GSM-сигналізації для мікроконтролера написані базові функції роботи з шлейфами сигналізації, функції відправки SMS повідомлень, функції роботи з входами та виходами.

4. Розроблено програмний код для забезпечення зв'язку Arduino з GSM-модулем. Програма дає змогу відправляти та отримувати СМС від модуля, а також отримувати вхідний дзвінок.

5. Програмний код перевірено на працездатність та підготовлено до використання.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Принцип роботи автосигналізації [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://auto.ria.com/news/autoservice-technology/221878/kak-rabotaet-avtosignalizaciya.html> — Назва з екрану.
2. GSM (Global System for Mobile Communications) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.gprs-gsm.ru/gsm.php> — Назва з екрану.
3. Переваги застосування GSM сигналізації [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://moysignal.ru/gsm-signalizaciya/gsm-signalizaciya-starline-dostoinstva-i-preimushhestva-okhrannojj-sistemy.html>
<http://www.gprs-gsm.ru/gsm.php> — Назва з екрану.
4. Особливості GSM – моделей [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://moysignal.ru/gsm-signalizaciya/signalizacii-s-gsm-modulem-cto-iz-sebya-predstavlyayut-i-kak-vybirat.html> — Назва з екрану.
5. Принцип роботи GSM - обладнання [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://moysignal.ru/gsm-signalizaciya/signalizacii-s-gsm-modulem-cto-iz-sebya-predstavlyayut-i-kak-vybirat.html> — Назва з екрану.
6. Двостороння сигналізація «Pandora DXL-3970»—hotline.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://hotline.ua/avtosignalizacii/pandora-dxl-3970/?gclid=CjwKCAjwy7vIBRACEiwAZvdx9gL6Z5qkBmJ7sH_iHLCmCCXnFLjx4eIeUIZ1oSYzMmulucEESp2VAXoCUJgQAvD_BwE#specification — Назва з екрану.
7. Двостороння сигналізація «Viper 5904V» — 130.com.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://130.com.ua/product/car-alarm-viper-5904-responder-hd-sst-color-5904v-two-way-and-remote-engine-start/?utm_source=Hotline&utm_campaign=Night — Назва з екрану.

		Артемченко			РК51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Автосигналізація с GSM керуванням з телефону— starline.in.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://starline.in.ua/avtosignalizatsiya-s-gsm-gprs-upravleniem.html> — Назва з екрану.
9. GSM-сигналізація своїми руками — схем.net [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://cxem.net/guard/3-50.php> <https://tehnoobzor.com/schemes/next-sh/81-signalizaciya-s-mobilnym-telefonom-i-klyuchom-tabletkoy.html> — Назва з екрану.
10. Рисунок Arduino Uno R3 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://arduino-kit.ru/product/arduino-uno-r3-ch340> — Назва з екрану.
11. Принципова електрична схема Arduino Uno R3 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://xn--186kcdusowgbt1a4b.xnp1ai/%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%83%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D1%83%D0%BD%D0%BE/> — Назва з екрану.
12. Рисунок SIM800L [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://1wire.com.ua/gsm-modul-sim800l.html> — Назва з екрану
13. GSM сигналізації — схем.net [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://cxem.net/guard/3-50.php> — Назва з екрану.

		Артеменко			PK51.468232.001 ПЗ	Арк.
		Гарабаров				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		