

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки, факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
(ступінь вищої освіти)

на тему «Метод визначення відсоткового
впливу ваги у повітряному середовищі
при температурах нагнутворення»

Виконав: студент(ка) VI курсу, групи РТ-218M

Спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітньої програми Радіотехніка

Петраченко Д. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник Костенко В. О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

20 19

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інформатики та радіоелектроніки, факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
 Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій
 Ступінь вищої освіти другій (магістерський)
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і найменування)
 Освітня програма „Радіотехніка“
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТТ
 к.т.н., доц. Морщавка С.В.
 « » 20 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА (КИ)

Петраченко Дмитро Михайловича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Метод визначення відсоткового вмісту вологи у повітряному середовищі при температурах нарощування“
 керівник роботи Козенко В.О.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « » 20 року №

2. Строк подання студентом роботи 26.11.19 р.
 3. Вихідні дані до роботи Розробка електричного пристрою для вимірювання освітленості, температури і вологи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розробка пристрою, опис методів вимірювання, матеріал про вплив вологості на індукцію та її використання у промисловості, надання рекомендацій по використанню та налаштуванню пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація Power Point.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1 розділ	Костенко В.О., доц. каф. РТ		
2 розділ	Костенко В.О., доц. каф. РТ		
3 розділ	Костенко В.О., доц. каф. РТ		
4 розділ	Костенко В.О., доц. каф. РТ		
ОП	Джінцов Н.В., доц. каф. ОП-НС		
Економіка	Левченко Н.В., доц. каф. ЕК		
Ін-інформація	Мурзін І.В., асистент каф. РІТ		

7. Дата видачі завдання « 02 » вересня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд методів вимірювання процентного вмісту вологості повітря.	03.09.19 - 11.09.19	
2	Теоретичні аспекти вимірювання вологості повітря	14.09.19 - 22.09.19	
3	Вимір вологості повітря на штифетелевидстві мазими	23.09.19 - 27.09.19	
4	Регресія та принцип роботи пристрою	04.10.19 - 05.11.19	
5	Організаційно-економічні розрахунки	07.11.19 - 16.11.19	
6	Безпека праці та безпека навчального середовища.	20.11.19 - 24.11.19	

Студент(ка) Петроченко Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Костенко В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 72 сторінки, 10 рисунків, 7 таблиць, 7 джерел

Об'єкт дослідження – визначення відсоткового вмісту вологи у повітряному середовищі при температурах пароутворення.

Мета роботи – розробка пристрою для вимірювання вмісту вологи у повітряному середовищі при температурах пароутворення.

Метод дослідження – в основі лежить експериментальний метод визначення відсоткового вмісту вологи у повітряному середовищі при температурах пароутворення.

У першому розділі детально розглянуто поняття вологи та її значення для організму людини.

У другому розділі проведено огляд можливих методів вимірювання вологи та обрано найбільш оптимальний.

У третьому розділі проаналізовано вплив вологості повітря на життєдіяльність людини.

У четвертому розділі приведено модель пристрою для вимірювання вологи.

У п'ятому розділі проаналізовані економічні аспекти проекту.

У шостому розділі розглянуті питання охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ВОЛОГА, МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ, ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ,
ГІГРОМЕТР, ПОВІТРЯ, ВОДЯНА ПАРА, ВОЛОГІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ	8
1.1 Визначення та характеристики вологості повітря	8
1.1.1 Парціальний тиск водяної пари	8
1.1.2 Абсолютна вологість.....	8
1.1.3 Відносна вологість	9
1.1.4 Точка роси.....	10
1.2 Вологість повітря і її значення.....	11
2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГИ.....	13
2.1 Гігрометр Ламбрехта	13
2.2 Психрометричний метод.....	14
2.3 Ємнісні гігрометри.....	15
2.4 Термісторний датчик вологості.....	17
2.5 Оптичні датчики.....	18
2.6 Гігрометр електронний.....	20
3 ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ	21
3.1 Вплив вологості повітря на життєдіяльність людини.....	21
3.2 Дослідна робота з вимірювання відносної вологості в приміщенні університету.....	26
3.2.1 Визначення відносної вологості повітря за допомогою приладів і підручних матеріалів	28
3.3 Відповідність відносної вологості в приміщеннях санітарним нормам	29

4 РОЗРОБКА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГИ.....	32
4.1 Устаткування пристрою	38
4.2 Налаштування пристрою.....	40
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	42
5.1 Планування розробки	42
5.2 Розрахунок основної заробітної плати	44
5.3 Розрахунок додаткової заробітної плати.....	45
5.4 Єдиний соціальний внесок.....	45
5.5 Визначення витрат на матеріали	46
5.6 Витрати на спеціальне обладнання.....	47
5.7 Розрахунок накладних витрат.....	50
5.8 Розрахунок економічної ефективності НДР.....	51
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
6.1 Аналіз потенційних небезпек	54
6.2 Заходи забезпечення техніки безпеки.....	55
6.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	57
6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	63
6.5 Заходи забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях	66
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72

ВСТУП

Кількість вологи – одна з найважливіших характеристик повітря. До фізичних характеристик повітря відносять температуру, вологість, рух, наелектризованість, сонячну радіацію. Саме від цих показників залежить погода та клімат.

Також у багатьох сферах діяльності людини існує така потреба як вимірювання вологи. Це може бути і харчова промисловість, і металургія, вміст вологи у повітрі дуже важлива характеристика для самопочуття людини. У нашій сучасності ця проблема є також актуальною, тому що дуже часто стали траплятися випадки різноманітних захворювань, пов'язаних з низкою або ж з великою вологістю.

Тому вологість – це дуже важлива характеристика, і важливо вміти її вимірювати.

Тому вибір теми для написання роботи є обоснованим з точки зору цієї актуальної проблеми. Також моєю метою була розробка саме універсального пристрою, який би міг вимірювати вологу в повсякденних умовах, а також при температурах пароутворення, тобто при температурах більших за 100 градусів, адже є багато технологічних процесів, наприклад, у промисловості, де підвищені температури.

Існує багато методів для вимірювання вологи, від найпростіших волосяних гігрометрів, або навіть гігрометрів зі серветки до найскладніших оптичних. Я ж вирішив підійти до розробки пристрою з точки зору радіотехніки та зробити електронний вимірювач. Але про все по порядку, і спочатку розглянемо методи вимірювання вологи.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ

1.1 Визначення та характеристики вологості повітря

Вологість повітря – вміст в повітрі водяної пари.

Водяна пара в повітрі, незважаючи на величезні поверхні океанів, морів, озер і річок, не є насиченим: атмосфера – «відкрита посудина». Переміщення повітряних мас приводить до того, що в одних місцях нашої планети в даний момент випаровування води переважає над конденсацією, а в інших, навпаки, переважає конденсація.

Вміст водяної пари в повітрі, його вологість, характеризується рядом величин.

1.1.1 Парціальний тиск водяної пари

Атмосферне повітря являє собою суміш різних газів і водяної пари. Кожен з газів вносить свій внесок в сумарний тиск, вироблений повітрям на тіла, що в ньому знаходяться. Тиск, який виробляв би водяний пар, якщо б всі інші гази були відсутні, називають парціальним тиском (або пружністю) водяної пари. Парціальний тиск p водяної пари приймають за один з показників вологості повітря. Його виражають в одиницях тиску - паскалях або міліметрах ртутного стовпа.

1.1.2 Абсолютна вологість

За характеристику вологості повітря може бути прийнята щільність водяної пари ρ , що міститься в повітрі. Цю величину називають абсолютною вологістю і через її малість висловлюють в грамах на кубічний метр.

Абсолютна вологість, таким чином, показує, скільки водяної пари в грамах міститься в 1 кубічному метрі повітря.

Абсолютна вологість і парціальний тиск водяної пари пов'язані рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

$$p = \rho/M*RT \quad (1.1)$$

1.1.3 Відносна вологість

Знання парціального тиску водяної пари або абсолютної вологості нічого не говорить про те, наскільки водяна пара в даних умовах далекий від насичення. А саме від цього залежить інтенсивність випаровування води і, отже, втрата вологи живими організмами. Від цього ж залежить швидкість висихання тканин, ґрунту, в'янення рослин і багато іншого. Ось чому вводять величину, яка показує, наскільки водяна пара при даній температурі близький до насичення, – відносну вологість.

Відносною вологістю повітря φ називають виражене у відсотках відношення парціального тиску водяної пари, що міститься в повітрі при даній температурі, до тиску насиченої пари при тій же температурі:

$$\varphi = p/p_0*100\%.$$

Скориставшись рівнянням, можна для відносної вологості отримати ще одну формулу:

$$\varphi = \rho/\rho_0*100\%,$$

де ρ – абсолютна вологість;

ρ_0 – щільність насиченої водяної пари при даній температурі.

Отже, для обчислення відносної вологості треба знати парціальний тиск або щільність пара, що міститься в повітрі при даній температурі, і тиск або щільність насиченої водяної пари при цій же температурі. Тиск і щільність насиченої водяної пари при різних температурах можна знайти, скориставшись спеціальними таблицями, які є в довідниках.

1.1.4 Точка роси

При охолодженні вологого повітря при постійному тиску його відносна вологість підвищується, тому що чим нижче температура, тим ближче парціальний тиск пара в повітрі до тиску насиченої пари. Зрештою, пар стає насиченим. Це легко зрозуміти, якщо подивитися на графік залежності тиску насиченої водяної пари від температури (рисунок 1.1).

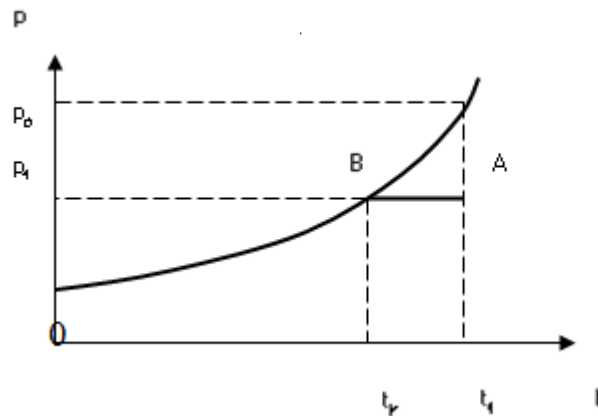


Рисунок 1.1 – Залежність тиску насиченої водяної пари від температури

Нехай при температурі t_1 парціальний тиск водяної пари дорівнює P_1 . Стан пара відіб'ється при цьому точкою A . Якщо охолодити повітря до

температури t_r при $P_1 = \text{const}$, то пар стане насиченим і його стан відіб'ється точкою В.

Температура t_r , до якої повинен охолонути повітря, щоб знаходитися в ньому водяна пара досягла стану насичення (при даній вологості повітря і постійному тиску), називається точкою роси.

Тиск насиченої водяної пари при температурі повітря, рівній точці роси, i є парціальний тиск водяної пари, що міститься в атмосфері. При охолодженні повітря до точки роси починається конденсація парів, з'являється туман, випадає роса.

Точка роси також характеризує вологість повітря, так як вона дозволяє визначити парціальний тиск водяної пари і абсолютну вологість за допомогою таблиць, в яких представлена залежність тиску і щільності насиченої водяної пари від температури.

1.2 Вологість повітря і її значення

Водяна пара поступає в атмосферу в результаті процесу випаровування з поверхні. Випаровування залежить від температури поверхні випаровування і від відносної вологості повітря. Насичене повітря не може вмістити більше пари, якщо температура його не підвищиться. При підвищенні температури, він віддаляється від насичення, при зниженні, навпаки, в ньому може початися конденсація. Так відбувається, наприклад, літньої ночі при ясній погоді, стикаючись з холодною поверхнею, залишає на ній крапельки роси. При мінусовій температурі випадає іній. В повітрі, охолоджують від поверхні або від прищов холодного повітря, утворюється туман. Він складається з дрібних крапельок або кристаликів, зважених в повітрі. У сильно забрудненому повітрі утворюється густий туман з домішкою диму – смог.

Від вологості залежить інтенсивність випаровування вологи з поверхні шкіри людини. А випаровування вологи має велике значення для підтримки температури тіла постійною.

Люди зазвичай відчують себе краще у вологому повітрі. Оптимальною для нас є відносна вологість повітря від 45 до 55% при температурі 18-24° С. При низькій вологості може виникнути сухість слизових оболонок і дихальних шляхів і, як наслідок цього, розвивається кашель і хрипота. У деяких приміщеннях ми відчуваємо себе не дуже добре, хоча і не можемо зрозуміти причини цього.

Результати опитування і наших спостережень показали, що студенти Національного університету "Запорізька політехніка" в середньому від 5 до 10 годин на добу проводить в закритих кабінетах. У зв'язку з тим, що протягом навчального року студентам доводиться багато часу проводити на території ЗВО, то не останню роль відіграє стан вологості в кабінетах. Виходячи з цього, ми вирішили дізнатися, чи відповідає санітарним нормам умови наших кабінетів. Виміри проводилися в предметних кабінетах і в комп'ютерних класах.

2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГИ

2.1 Гігрометр Ламбрехта

Гігрометр Ламбрехта – прилад конденсаційного типу (рис. 2.1). Він складається з невеликої металевої циліндричної камери з нікельованої передньою стінкою, оточеній таким же кільцем. У циліндричній камері є отвори, в одне з них вставляється термометр і через нього, за допомогою піпетки наливається ефір в такій кількості, щоб рідина покривала кульку термометра; інший отвір служить для виходу повітря, у третю впаяна металева трубочка, яка доходила майже до самого дна. За допомогою гумової груші в цю трубочку повільно вдувається повітря, який проходить через шар ефіру. При швидкому випаровуванні ефіру відбувається охолодження стінки камери і при деякій температурі, нижче кімнатної, водяна пара, що знаходиться в прилеглому до стіни шарі повітря, стане насиченим і почне конденсуватися на поверхні камери.

Температура, при якій водяна пара, що знаходиться в повітрі, стає насиченим, називається точкою роси.

У момент появи перших ознак роси (потьмяніння поверхні) припиняють продування повітря і швидко відраховують температуру t_1 по термометру – точка появи роси. Через деякий час потьмяніння починає зникати з поверхні і в момент його зникнення відраховують температуру t_2 зникнення роси. Зазвичай температура t_1 трохи нижче t_2 . За температуру точки роси береться середнє з цих двох відліків:

$$t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2 \quad (2.1)$$

Точку роси визначають не менше 5 разів і розраховують її середнє значення. Абсолютна вологість f визначається з таблиці залежності тиску і

щільності насиченої водяної пари від температури точки роси (t_{cp}). Максимальна вологість визначається по тій же таблиці, але при кімнатній температурі. Знаючи абсолютну і максимальну вологість, знаходимо відносну вологість і дефіцит вологості.

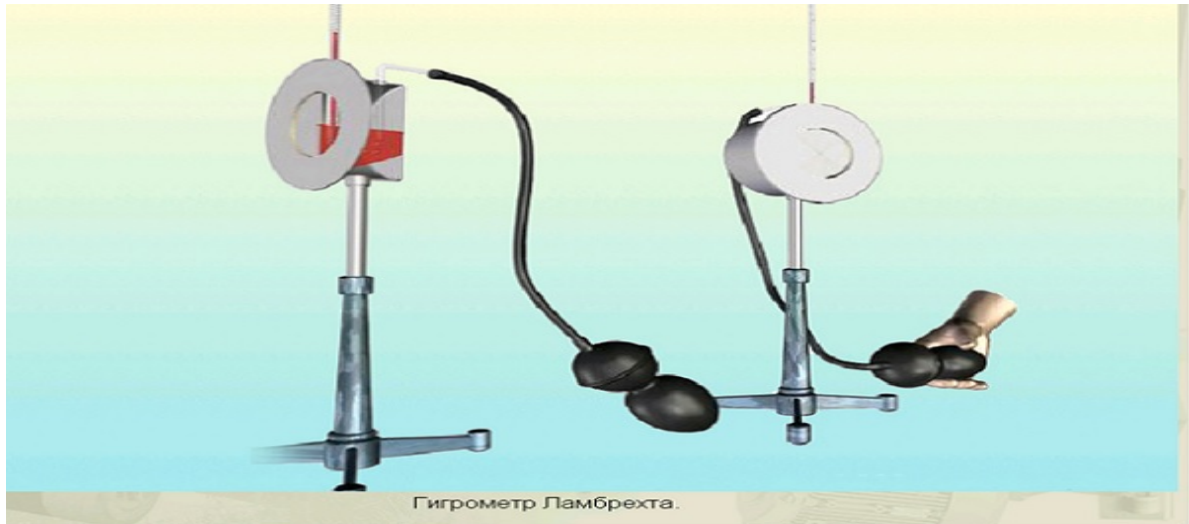


Рисунок 2.1 – Гігрометр Ламбрехта

Цей метод дуже застарілий, тому я вважаю його неактуальним, до того ж він не відрізняється точністю виміру.

2.2 Психрометричний метод

Психрометр або гігрометр психрометричний – це спеціальний прилад, призначений для вимірювання температури і вологості повітря. Психрометр влаштований з двох термометрів: "сухого" і "вологого", термодатчики яких є абсолютно незалежними один від одного. Перший термометр визначає температуру, в той час як вологість вираховується, як різниця між показаннями "сухого" і "мокрого" термометрів.

Принцип дії психрометра заснований на тому, що при випаровуванні вода охолоджується. Це відбувається сильніше, якщо вміст вологи в повітрі,

який контактує з водою менше. Беручи показник різниці температури сухого і мокрого термометра, визначають вологість повітря.

До складу простого психрометра входить два ртутних або спиртових термометра. "Мокрий" вимірювач з одного боку обгорнутий вологою тканиною, кінець клаптя якої опущений в ємність з рідиною. Робота будь-якого психрометра заснована на фізичній властивості води випаровуватися. В процесі випаровування з рідини йдуть самі "швидкі" молекули, в результаті чого також втрачається певна кількість енергії, і температура води знижується. Саме цю температуру і заміряє "вологий" термометр. Щоб дізнатися вологість повітря психрометром, потрібно зафіксувати показання двох термометрів і по психометричній таблиці вирахувати відносну вологість.

Цей метод дуже добре підходить для дому, але для промисловості, а також для кабінетів в університеті, він не підходить тому що має низьку точність та низький діапазон роботи.

2.3 Ємнісні гігрометри

Ємнісні гігрометри (рис. 2.2), в найпростішому випадку, є конденсатори з повітрям в якості діелектрика в зазорі. Відомо, що у повітря діелектрична проникність безпосередньо пов'язана з вологістю, а зміни вологості діелектрика призводять і до змін в ємності повітряного конденсатора.

Більш складний варіант ємнісного датчика вологості в повітряному проміжку містить діелектрик, з діелектричної проникністю, що може сильно змінюватися під впливом на нього вологості. Даний підхід робить якість датчика краще, ніж просто з повітрям між обкладинками конденсатора.

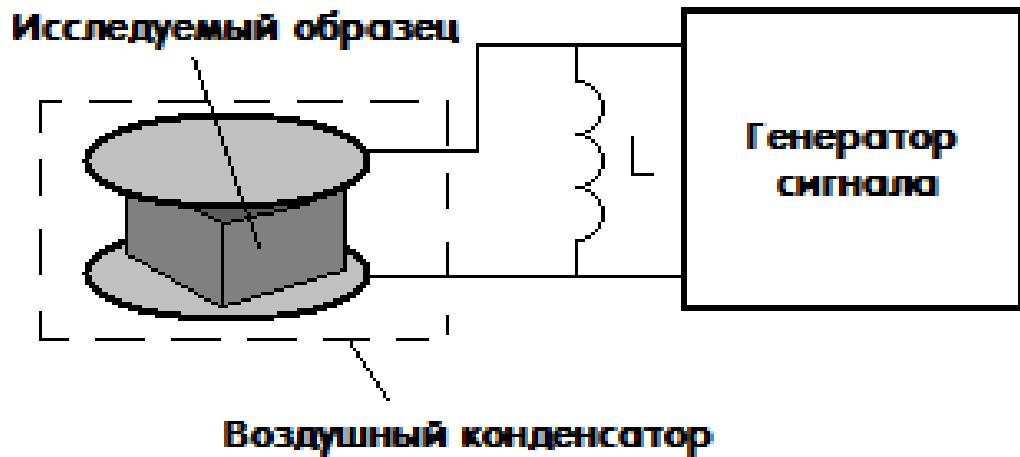


Рисунок 2.2 – Схема емнісного гігрометра

Другий варіант добре підходить для проведення вимірювань щодо змісту води в твердих речовинах. Досліджуваний об'єкт розміщується між обкладинками такого конденсатора, наприклад об'єктом може бути таблетка, а сам конденсатор приєднується до коливального контуру і до електронному генератору, при цьому вимірюється власна частота отриманого контуру, і по вимірної частоті «обчислюється» ємність, отримана при внесенні досліджуваного зразка.

Безумовно, даний метод має і деякі недоліки, наприклад при вологості зразка нижче 0,5 % він буде неточним, крім того, вимірюваний зразок повинен бути очищений від часток, що мають високу діелектричну проникність, до того ж важлива і форма зразка в процесі вимірювань, вона не повинна змінюватися в ході дослідження.

Третій тип емнісного датчика вологості – це емнісний тонкоплівний гігрометр. Він включає в себе підкладку, на яку нанесені два гребінчастих електрода. Гребінчасті електроди грають в даному випадку роль обкладок. З метою термокомпенсації в датчик додатково вводять ще й два термодатчика.

2.4 Термісторний датчик вологості

Термісторний гігрометр складається з пари однакових термісторів. Один з включених в схему термісторів розміщують в герметичній камері з сухим повітрям. А інший – в камері з отворами, через які в неї надходить повітря з характерною вологістю, яку потрібно виміряти. Термістори з'єднують за такою схемою: на одну з діагоналей моста подається напруга, а з іншої діагоналі зчитують показання (рис. 2.3).

У разі, коли напруга на вихідних клеммах дорівнює нулю, температури обох компонентів рівні, отже однакова і вологість. У разі, коли на виході буде отримано не нульова напруга, то це свідчить про наявність різниці вологостей в камерах. Так, за значенням отриманого при вимірах напруги визначають вологість.

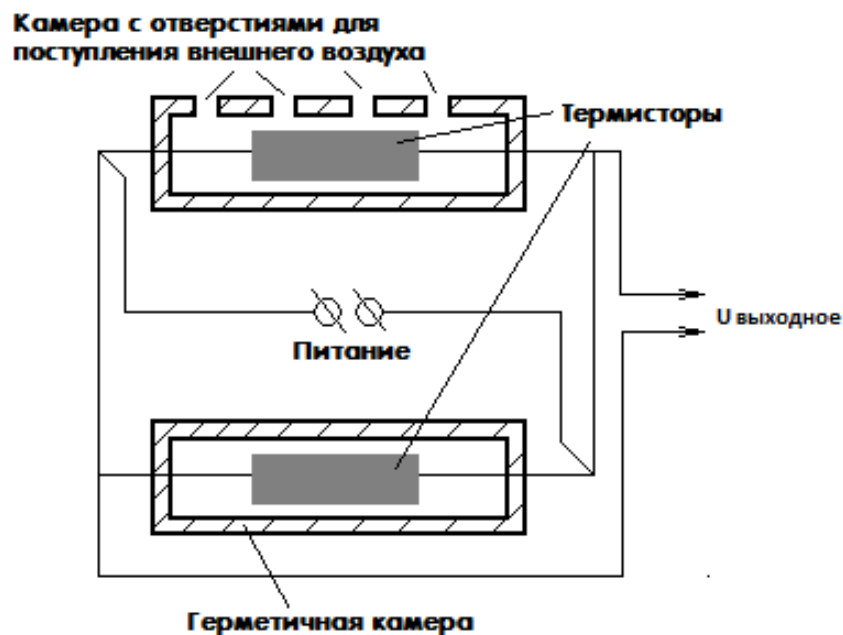


Рисунок 2.3 – Термісторний датчик

Недоліком цього методу є те, що з його допомогою ми зможемо вимірювати тільки абсолютну вологу, що нам буде заважати при роботі при іншій температурі.

2.5 Оптичні датчики

Це найскладніший, найточніший, але й найдорожчий датчик з усіх існуючих (рис. 2.4).

В основі роботи оптичного датчика вологості є явище пов'язане з поняттям «точка роси». У момент досягнення температурою точки роси, газоподібна і рідка фази – в умови термодинамічної рівноваги.

Так, якщо взяти скло, і встановити в газоподібному середовищі, де температура в момент дослідження вище точки роси, а потім почати процес охолодження даного скла, то при конкретному значенні температури на поверхні скла почне утворюватися водяний конденсат, це водяна пара стане переходити в рідку фазу. Дана температура і буде якраз точкою роси.

Так ось, температура точки роси нерозривно пов'язана і залежить від таких параметрів як вологість і тиск в навколишньому середовищі. В результаті, маючи можливість вимірювання тиску і температури точки роси, вийде легко визначити і вологість. Цей принцип є основою для функціонування оптичних датчиків вологості.

Найпростіша схема такого датчика складається з світлодіода, що світиться на дзеркальну поверхню. Дзеркало ж відбиває світло, змінюючи його напрям, і направляючи на фотодетектор. В даному випадку дзеркало можна підігрівати або охолоджувати за допомогою спеціального пристрою регулювання температури високої точності. Часто таким пристроєм виступає термоелектричний насос. Звичайно ж, на дзеркало встановлюють датчик для вимірювання температури.



Рисунок 2.4 – Оптичний датчик вологості

Перш ніж почати вимірювання, температуру дзеркала виставляють на значення, яке свідомо вище температури точки роси. Далі здійснюють поступове охолодження дзеркала. У момент, коли температура почне перетинати точку роси, на поверхні дзеркала тут же почнуть конденсуватися краплі води, і світловий промінь від діода переломиться через них, розсіється, а це призведе до зменшення струму в ланцюзі фотодетектора. Через зворотний зв'язок фотодетектор взаємодіє з регулятором температури дзеркала.

Так, спираючись на інформацію, отриману в формі сигналів від фотодетектора, регулятор температури стане утримувати температуру на поверхні дзеркала точно рівною точці роси, а термодатчик відповідно покаже температуру. Так, при відомих тиску і температурі можна точно визначити основні показники вологості.

Оптичний датчик вологості має найвищу точністю, недосяжною іншими типами датчиків, плюс відсутність гістерезису. Недолік – найвища ціна з усіх, плюс велике споживання електроенергії. До того ж необхідно стежити за тим, щоб дзеркало було чистим.

2.6 Гігрометр електронний

Принцип роботи електронного датчика вологості повітря заснований на зміні концентрації електроліту, що покриває собою будь-який електроізоляційний матеріал. Існують такі прилади з автоматичним підігрівом з прив'язкою до точки роси.

Часто точка роси вимірюється над концентрованим розчином хлориду літію, який є дуже чутливим до мінімальних змін вологості. Для максимальної зручності такий гігрометр часто додатково обладнають термометром. Цей прилад має високу точність і малої похибкою. Він здатний вимірювати вологість незалежно від температури навколишнього середовища.

Я пропоную реалізувати дуже корисний пристрій, який допоможе вимірювати вологу, температуру і освітленість приміщення одночасно.

3 ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ

Для вимірювання вологості повітря використовують різні вимірювальні прилади. У нашому випадку ми скористалися психрометричним гігрометром – психрометром. Відомо, що від відносної вологості повітря залежить швидкість випаровування. Чим менше вологість повітря, тим легше волозі випаровуватися. У психрометра є два термометра. Один – звичайний, його називають сухим. Він вимірює температуру навколишнього повітря, колба іншого термометра обмотана тканинним гнітом і опущена в ємність з водою. Другий термометр показує не температуру повітря, а температуру вологого гніту, звідси і назва зволожений термометр. Чим менше вологість повітря, тим інтенсивніше випаровується волога з гніту, тим більша кількість теплоти в одиницю часу відводиться від увлажненого термометра, тим менше його свідчення, отже, тим більше різниця показань сухого і зволоженого термометрів.

Психрометр встановлювався на 30 хв в досліджуваних кабінетах і, після закінчення часу знімалися показання. Обчислюється різниця показань між вологим і сухим термометром. Знаючи різницю показань сухого і вологого термометрів і температуру навколишнього середовища за допомогою Психрометричних таблиць вимірюємо відносну вологість повітря.

3.1 Вплив вологості повітря на життєдіяльність людини

Вологість повітря, істотно впливаючи на теплообмін організму з навколишнім середовищем, має велике значення для життєдіяльності людини.

Люди зазвичай відчують себе краще у вологому повітрі. Оптимальною для нас є відносна вологість повітря від 45 до 55% при

температурі 18-24° С. Знаєте що спільного між пустелею Сахара і звичайною квартирою з центральним опаленням? Вологість повітря! Всього 20-25%! У людини з'являється першіння в горлі, сухість шкіри, нежить і загальна втома. Але справа не тільки в комфорті. Пересушене повітря – це ще й пряма загроза здоров'ю: організму гостро не вистачає кисню, а звідси – стомлюваність, неможливість зосередитися, підвищене навантаження на серце. Швидше старіє шкіра. На пересушені слизових носа і горла легко поселяються мікроби, а значить, ви частіше застуджуєтесь. Залежить від повітря не тільки наше з вами здоров'я, а й психологічний настрій. У деяких приміщеннях ми відчуваємо себе не дуже добре, хоча і не можемо зрозуміти причини цього. При цьому людина в середньому більше 20 годин на добу проводить в закритих приміщеннях. Люди дуже сприйнятливі до вологості. Від неї залежить інтенсивність випаровування вологи з поверхні шкіри. При високій вологості, особливо в жаркий день, випаровування вологи з поверхні шкіри зменшується і тому важко терморегуляція людського організму. У сухому повітрі, навпаки, відбувається швидке випаровування вологи з поверхні шкіри, що призводить до висихання слизових оболонок дихальних шляхів. В повітрі з великою відносною вологістю випаровування сповільнюється і охолодження незначно. Спека важче переноситься при високій вологості повітря. У цих умовах утруднений відведення тепла за рахунок випаровування вологи. Тому можливий перегрів тіла, що порушує життєдіяльність організму. Для оптимального теплообміну людського організму при температурі 20-25° С найбільш сприятлива відносна вологість близько 50%.

Таким чином, можна зробити наступний висновок:

- при низькій температурі і високій вологості повітря підвищується тепловіддача і людина піддається більшому охолодженню;
- при високій температурі і високій вологості повітря тепловіддача різко скорочується, що веде до перегрівання організму. Висока температура легше переноситься, коли вологість повітря знижена;

– найбільш сприятливою для людини в середніх кліматичних умовах є відносна вологість повітря 40-60%. Для усунення несприятливого впливу вологості повітря в приміщеннях застосовують вентиляцію, кондиціонування повітря тощо. Також слід відмітити:

1) що кожна людина хоче виглядати привабливо, довгий час залишатися молодим і красивим. Наше волосся, в сухому повітрі, випаровуючи вологу, стає тоншим і розтріскується, січеться на кінцях і легко обламуються при розчісуванні. Зачіска в цьому випадку виглядає жахливо. Обігрівальні прилади, що працюють в зимовий період, сушать повітря і викликають випаровування вологи з шкіри. Сухе повітря, подібно до губки, шукає і вбирає вологу всюди, де б вона не зустрілася. Наша шкіра не виняток. Щоб повністю уникнути сухості шкіри взимку, досить не наражати її впливу сухого повітря, що виникає при роботі обігрівальних приладів. Для цього відносна вологість в приміщенні повинна бути не менше 50 %. Взимку вона зазвичай становить не більше 20 % .Для підтримки потрібного рівня вологості можна вивішувати мокрі рушники або ставити на батарею ванночку з гарячою водою;

2) наш організм на дві третини складається з води, тому відносна вологість повітря впливає на здоров'я і самопочуття. Чим менше вологість, тим швидше випаровування при диханні, що сприяє охолодженню тіла. Наслідком сухого повітря є схильність організму до простудних інфекцій. Застуда і нежить поширюються повітряно-крапельним шляхом або через тілесний контакт з хворим. Головна функція шкіри – бути бар'єром для бактерій. Якщо шкіра і слизові оболонки носоглотки сухі (а вони втрачають вологу під впливом сухого повітря), то бар'єр стає менш ефективним. Сухе повітря призводить до ослаблення імунної системи в цілому, загострює шкірну алергію. Крім того, він призводить до того, що пил літає по всій кімнаті, і її частинки потрапляють в органи дихання, що може привести до легневих захворювань. Для того щоб зв'язати дрібні частинки пилу, потрібно або щодня виконувати вологе прибирання, або встановити в кімнаті

зволожувач повітря. Зволожувач допомагає зв'язати дрібні частинки пилу і перешкоджає поширенню шкідливих бактерій. Температура для лекційних і лабораторних аудиторій не повинна бути нижче 16-18° С для спортивного комплексу – 16° С; для коридорів, сходових прольотів, столових – 14° С. Відносна вологість повітря в усіх приміщеннях повинна становити 40-60 %.

Про недостатню вологість в приміщенні може свідчити зовнішній вигляд кімнатних рослин. У сухому повітрі рослини починають випаровувати через продихи на листках більше води, і їх водний баланс порушується:

а) листя зморщуються або скручуються;

б) кінчики листя стають коричневими і засихають;

в) молоде листя розвиваються не повністю;

г) бутони не розкриваються або опадають;

д) деякі шкідники особливо часто вражають рослини, якщо повітря дуже сухе.

Існує кілька способів підвищення вологості повітря в кімнаті.

Одним із способів підвищення вологості повітря в кімнаті є обприскування. За допомогою цього простого і дієвого методу можна збільшити вологість повітря в безпосередній близькості від рослини. Найкраще обприскувати рослину вранці, щоб за день листя обсохнули. Для підвищення вологості застосовуються зволожувачі: ультразвукового зволожувач повітря, холодний зволожувач вентилятор (проганяє повітря через вологий фільтр), парові зволожувачі за принципом дії схожі на електричні чайники. Рослини прекрасно можуть і самі допомогти собі, якщо їх згрупувати так, щоб рослини, випаровують багато вологи, виявилися поруч з тими, які вважають за краще високу вологість повітря.

Висока вологість також при будь-якій температурі погано впливає на здоров'я людини. Вона може виникнути з-за великих кімнатних рослин або нерегулярно провітрювання. При більш високій температурі краща вологість близько 20%. У ткацькому, кондитерському та інших виробництвах для нормального перебігу процесу необхідна певна вологість (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Процеси і виробництва, що вимагають контролю вологості повітря

Процес чи виробництво	Вологість повітря, %	Процес чи виробництво	Вологість повітря, %
Абразиви	40-60	Скло (оптика)	50-60
Кондиціонування повітря	60-70	Рукавиці	50-60
Вирощування тварин	30-60	Склейка	50-60
Антикваріат	40-60	Парники та теплиці	40-90
Зберігання яблук	30-50	Вирощування птиці	50-70
Картинні галереї	85-90	Фетрові шляпи	50-60
Виготовлення сумок	30-50	Садоводство	40-50

Зберігання творів мистецтва і книги вимагають підтримки вологості повітря на необхідному рівні. Тому в музеях на стінах ви можете бачити психрометри.

На будь-якому продукті харчування вказують допустиме для зберігання значення відносної вологості.

Оптимальні і допустимі параметри температури і відносної вологості повітря в приміщеннях навчальних і дошкільних закладів надано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Оптимальні і допустимі параметри температури і відносної вологості повітря в приміщеннях навчальних і дошкільних закладів

Оптимальні параметри		Допустимі параметри	
Температура град. С.	Відносна вологість %	Температура град. С.	Відносна вологість %
19	62	18	39
20	58	22	31
21	55		

Примітка: швидкість руху повітря – не більше 0,1 м/с.

Велике значення має знання вологості в метеорології для передбачення погоди.

3.2 Дослідна робота з вимірювання відносної вологості в приміщенні університету

Так як, протягом навчального року, студентам доводиться більше часу проводити в університеті, то не останню роль відіграє стан вологості в навчальних кабінетах. Виходячи з цього, ми вирішили дізнатися, чи відповідає санітарним нормам умови наших кабінетів. Виміри проводилися в предметних кабінетах, комп'ютерному класі, бібліотеці та в кафе «КАЗА».

Заміри проводились протягом тижня, щодня, до початку опалювального сезону (табл. 3.3) та в період опалювального сезону (табл. 3.4), потім дані усереднювалися.

Таблиця 3.3 – Визначення вологості повітря в приміщеннях університету до початку опалювального сезону

Місце контролю вологості	На початку робочого дня				Наприкінці робочого дня			
	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
Кафе «Каза»	16	15	1	90	20	19	1	90
Ауд. 31	18	15	3	64	20	18	3	80
Комп. кл. а. 30	20	17	3	70	21	18	3	72
Бібліотека	21	18	3	70	21	18	3	72
Спорткомплекс	14	12	2	80	16	15	1	90

Таблиця 3.4 – Визначення вологості повітря в різних приміщеннях університету в період опалювального сезону

Місце контролю вологості	На початку робочого дня				Наприкінці робочого дня			
	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
Кафе «Каза»	21	18	3	73	22	20	2	80
Ауд. 31	22	15	7	38	23	17	5	47
Комп. кл. а. 30	22	16	6	50	23	18	5	56
Бібліотека	21	16	5	53	22	17	5	54
Спорткомплекс	23	16	7	40	24	17	7	40

3.2.1 Визначення відносної вологості повітря за допомогою приладів і підручних матеріалів

Метод № 1.

Беремо два пластикових стаканчики до 200 мл (один прозорий), посудину з крижаною водою (один на всіх) і черпаком, посудину з гарячою водою (один на всіх) і черпаком, термометр, таблиця залежності тиску насичених водяних парів від температури.

Наливаємо в прозорий стаканчик крижану воду і опускаємо в неї термометр. Через деякий час зовнішні стінки стаканчика запотіють і вимірявши температуру, а це буде точка роси ми по таблиці визначаємо парціальний тиск. Потім, повільно доливаємо з другого стаканчика гарячу воду, поки не зникне роса на стінках. Помічаємо температуру, при якій зникла роса і вимірявши кімнатну температуру, визначаємо максимальний тиск водяної пари p_0 в кабінеті. За формулою $\varphi = (p/p_0) 100\%$ знаходимо відносну вологість повітря в приміщенні приходимо до висновку, отриманий результат відповідає нормі чи ні.

Метод № 2.

Беремо психрометр Августа, конденсаційний гігрометр, волосний гігрометр.

Показання сухого термометра $t_c = 22^\circ \text{C}$, а показання вологого $t_b = 16^\circ \text{C}$, різниця показань $\Delta t = 6^\circ \text{C}$.

За даними психрометричної таблиці 3.4 при 22°C і $\Delta t = 6^\circ \text{C}$ відносна вологість $\varphi = 54\%$.

Таблиця 3.4 – Психрометрична таблиця

Показання сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров в градусах											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Относительная влажность, %											
0	100	81	63	45	28	11						
1	100	83	65	48	32	16						
2	100	84	68	51	35	20						
3	100	84	69	54	39	24	10					
4	100	85	70	56	42	28	14					
5	100	86	72	58	45	32	19	6				
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
7	100	87	74	61	49	37	26	14				
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11		
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

3.3 Відповідність відносної вологості в приміщеннях санітарним нормам

Підтримка нормальної повітряно-теплового режиму в приміщенні здійснюється зміною повітря через кватирки, фрамуги, стулки вікон.

Протягів в кабінеті не повинно бути, а провітрювання проводиться під час зміни, кабінет в цей час повинен бути порожній. Абсолютно неприпустимо наступне коли під час перерви студенти залишаються сидіти в кабінеті – це шкідливо для їхнього здоров'я, тому що вони піддається впливу протягу.

Вологість повітря в кабінеті (відносна вологість), при зазначених вище температурах може коливатися в межах 40-60% (взимку 30-50 %), вона залежить також від вологості кліматичної зони. Підвищення вологості збільшує тепловіддачу організму. У теплому кліматі відносна вологість 30-40 %; в помірному і холодному може доходити до 65 %.

Дійсно, з настанням опалювального сезону, вологість повітря знизилася, але в комп'ютерному класі, ауд. № 30 відмінна від оптимальних параметрів. У кабінетах з великою кількістю квітів, вологість має оптимальні значення (аудиторія № 34), а значить, сприятлива для здоров'я студентів і педагогів.

Способи зниження вологості:

- знизити вологість до норми можна, змішуючи вологе повітря приміщення з сухим вуличним, тобто шляхом провітрювання приміщення.

Способи підвищення вологості:

- провітрювати кабінети після кожної пари;
- для збільшення вологості і поліпшення складу повітря кабінетів збільшити число зелених насаджень;
- у зимовий час зволожувати повітря в житлових приміщеннях (відкриті посудини з водою, пористі зволожувачі).

Таким чином, можна зробити наступний висновок, при низькій температурі і високій вологості повітря підвищується тепловіддача і людина піддається більшому охолодженню.

Висока вологість також при будь-якій температурі погано впливає на здоров'я людини.

Особливо шкідливо поєднання високої вологості та високої температури повітря, так як при цьому значно погіршується тепловий стан людини, знижується ефективність випаровування поту і тим самим ускладнюється тепловіддача.

Для усунення несприятливого впливу вологості повітря в приміщеннях застосовують вентиляцію, кондиціонування повітря тощо.

Всі ці експерименти можна не проводити, а за допомогою нижче представленого пристрою вимірювати всі параметри у всіх кабінетах одночасно. Якщо даний даний прототип розмістивши у всіх кабінетах, і з допомогою плати Arduino який зроблений на базі мікроконтролера Atmega328, і Wi-Fi модуль ESP8266 передавати всі дані на центральний сервер який розміщений в комп'ютерному класі, ауд. №30.

4 РОЗРОБКА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГИ

Відповідно до технічного завдання у магістерській роботі необхідно розробити модель пристрою, який стане у нагоді не тільки в навчальному закладі, а й в багатьох зонах і сферах роботи людини. Наприклад, у садоводстві та аграрній сфері, та, в принципі, у будь-якій сфері, де потребується вимірювання температури, вологи або освітленості.

Датчиком температури виступає терморезистор R4, увімкнений в одне з плечей мосту, створеного резисторами R1-R5. Балансировку моста виконують при температурі 0°C змінним резистором R1. Зі зміною температури баланс порушується. Струм разбалансу, пропорціональний температурі об'єкту, що вимірюється, тече скрізь вимірювач P1.

Принцип дії терморезистора заснований на тому, що усі провідники та напівпровідники мають температурний коефіцієнт опору. Важно натякнути, що усі метали мають позитивний ТКО.

На рисунку 4.1 наведена електрична схема моделі пристрою, який розробляється.

Здавалося б, що в якості матеріалу для терморезисторів можливо використовувати будь-який провідник, однак, ряд вимог, висунутих до терморезисторів, каже що це не так.

Перш за все, матеріал для виготовлення температурних датчиків, повинен володіти чималим ТКО, а залежність опору від температури повинна бути досить лінійної в широкому діапазоні температур. Крім того металевий провідник повинен бути інертний до впливу навколишнього середовища і забезпечувати хорошу відтворюваність властивостей, що дозволить виробляти заміну датчиків не вдаючись до різних тонким налаштуванням вимірювального приладу в цілому.

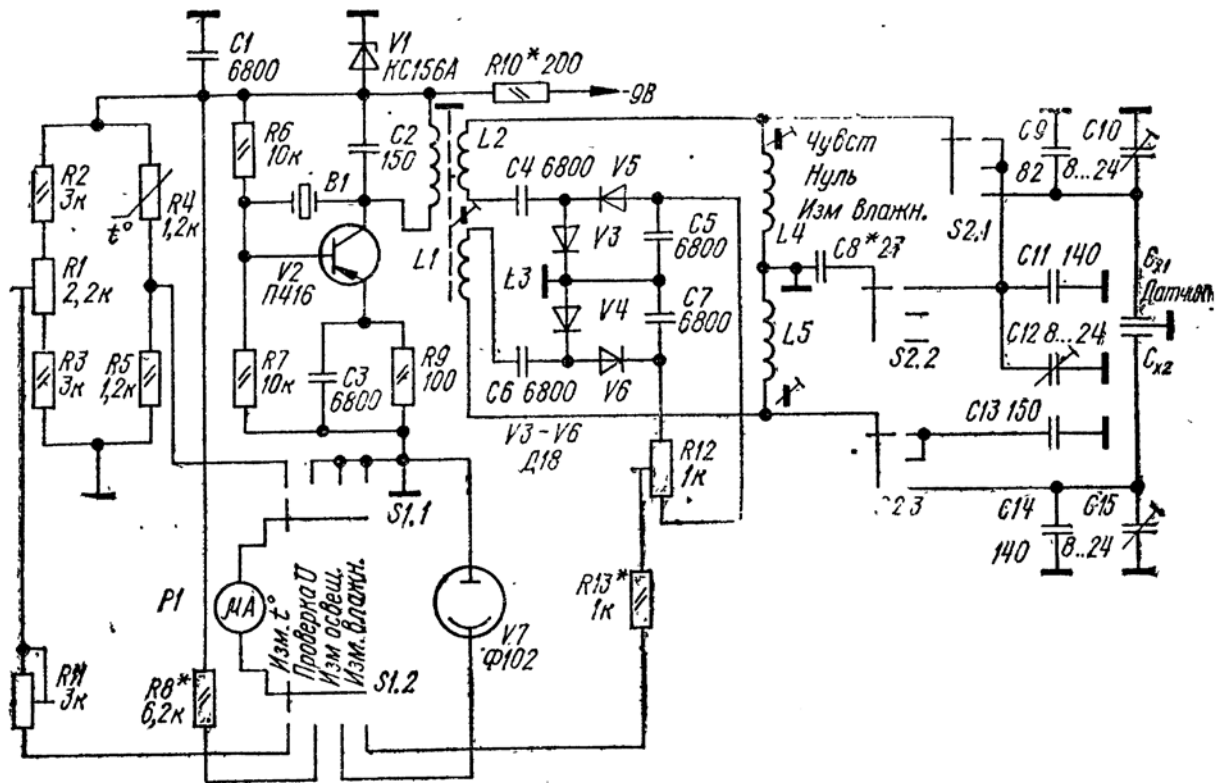


Рисунок 4.1 – Схема електрична принципова розробленого пристрою

По всіх вказаних властивостями майже ідеально підходить платина (якщо не брати до уваги високу ціну), а також мідь. Такі терморезистори в описах називаються мідні (ТОМ-Cu) і платинові (ТОП-Pt)[3].

Терморезистор ТСП можуть використовуватися в діапазоні температур – 260-1100° С. Якщо вимірювана температура знаходиться в межах 0-650° С, то датчики ТСП можуть використовуватися в якості еталонних і зразкових, оскільки нестабільність градууювальної характеристики в цьому діапазоні не перевищує 0,001° С. До недоліків терморезисторів ТСП можна віднести високу вартість і нелінійність функції перетворення в широкому діапазоні температур. Тому точне вимірювання температури можливо лише в зазначеному в технічних даних діапазоні.

Більшого поширення на практиці отримали більш дешеві мідні терморезистори марки ТСМ, залежність опору від температури у яких досить лінійна. Як недолік мідних резисторів можна вважати низький питомий опір,

і недостатня стійкість до впливу високих температур (легка окислюваність). Тому мідні терморезистори мають межа вимірювання не більше 180°C .

Для підключення датчиків типу ТСМ і ТСП використовується двухпровідна лінія, якщо видалення датчика від приладу не перевищує 200 м. Якщо ця відстань більше, то використовується трьохпровідна лінія зв'язку, в якій третій провід використовується для компенсації опору проводів, що підводять. Подібні способи підключення детально показані в технічних описах приладів, які комплектуються датчиками ТСМ або ТСП.

До недоліків розглянутих датчиків слід віднести їх низьку швидкодію: теплова інерційність (постійна часу) таких датчиків знаходиться в межах від десятків секунд до декількох хвилин. Правда, виготовляються і малоінерційні терморезистори, постійна часу, що не перевищує десятих часток секунди, що досягається за рахунок їх мінімальних розмірів. Такі терморезистори виготовляють з литого мікродроту в скляній оболонці. Вони високостабільні, герметизовані, і малоінерційні. Крім того при малих габаритах мають опір до декількох десятків кілоОМ. Зупинив свій вибір на мідному термісторі завдяки його ціні, практично прямолінійній залежності між температурою та опором, та тому що він підходить нам за робочим діапазоном. Звісно, можна було б вибрати платиновий термістор з робочими температурами до 650°C , але в цьому нема необхідно ти, та і до того ж, виникли б проблеми з датчиком вологості за таких температур.

В якості вимірювача можна взяти будь-який міліамперметр.

Освітленість визначають фотоелементом V7. Коли на нього потрапляє світло, виникає струм, який вимірюється тим же пристроєм P1.

В якості фотоелемента можна обрати фотодіод. Його зворотній струм прямо залежить від інтенсивності світлового потоку.

Існує кілька різних видів фотодіодів, які мають свої переваги.

p-і-n фотодіод (рис. 4.2).

В області p-n у цього діода є ділянка з великим опором і власною провідністю. При впливі на нього світла виникають пари дірок і електронів.

Електричне поле в цій зоні має постійне значення, просторовий заряд відсутній.

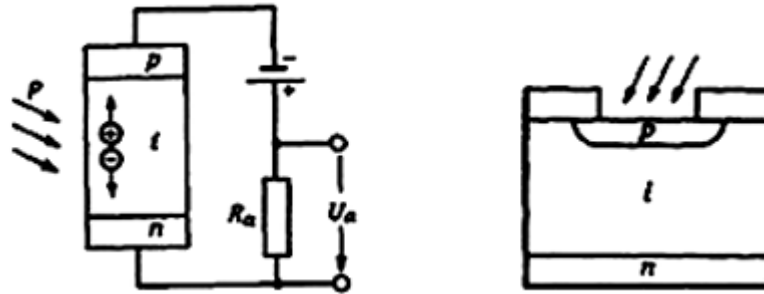
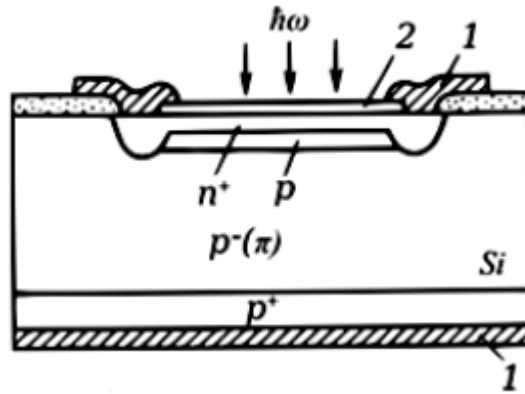


Рисунок 4.2 – p - i - n світлодіоди

Цей допоміжний шар значно знижує ємність замикаючого шару, і не залежить від напруги. Це розширює смугу робочих частот діодів. В результаті швидкість різко підвищується, і частота досягає 10^{10} в 10^3 степені герц. Підвищений опір цього шару значно зменшує струм роботи при відсутності освітлення. Щоб світловий потік зміг проникнути через p-шар, він не повинен бути товстим.

Лавинні фотодіоди (рис. 4.3).

Такий вид діодів є напівпровідниками з високою чутливістю, які перетворюють освітлення в сигнал електричного струму за допомогою фотоэффекту. Іншими словами, це фотоприймачі, що підсилюють сигнал внаслідок ефекту лавинного множення [3].



1 – омічні контакти 2 – антивідбиваюче покриття

Рисунок 4.3 – Лавинний фотодіод

Лавинні фотодіоди більш чутливі, на відміну від інших фотоприймачів. Це дає можливість застосовувати їх для незначних потужностей світла.

У конструкції лавинних фотодіодів застосовуються надрешітки. Їх суть полягає в тому, що значні відмінності ударної іонізації носіїв призводять до падіння шумів.

Іншою перевагою застосування аналогічних структур є локалізація лавинного розмноження. Це також знижує перешкоди. У надрешітці товщина шарів складає від 100 до 500 ангстрем [1].

Принцип дії.

При зворотній напрузі, близькій до величини лавинного пробою, фототок різко посилюється за рахунок ударної іонізації носіїв заряду. Дія полягає в тому, що енергія електрона підвищується від зовнішнього поля і може перевершити кордон іонізації речовини, внаслідок чого зустріч цього електрона з електроном із зони валентності призведе до появи нової пари електрона і дірки. Носії заряду цієї пари будуть прискорюватися полем і можуть сприяти утворенню нових носіїв заряду.

Датчик вологості-ємнісний, диференціальний. Його частини C_{x1} та C_{x2} увімкнені в контури $L5, C14, C15$ та $L4, C9, C10$. Контури через катушки $L2, L3$ зв'язані з контуром генератора, зібраного на транзисторі $V2$.

Нами обрано германієвий транзистор П416 в металоскляному корпусі з гнучкими выводами [5].

Маса транзистора не більше 2,2 м.

Технічні умови: ЩПЗ.365.001 ТУ.

Основні технічні характеристики транзистора П416:

- структура транзистора: p-n-p;
- $P_{к\ max}$ – постійна розсіюєма потужність колектора: 100 мВт;
- $P_{к\ t\ max}$ – постійна розсіюєма потужність колектора з теплоотводом: 360 мВт;
- $f_{гр}$ – гранична частота коефіцієнта передачі струму транзистора для схем із загальним емітером і загальною базою: не менше 40 МГц;
- $U_{кбо\ проб}$ – пробивна напруга колектор-база при заданому зворотному струмі колектора і розімкнутій ланцюга емітера: 15 В;
- $U_{ебо\ проб}$ – пробивна напруга емітер-база при заданому зворотному струмі емітера і розімкнутій ланцюга колектора: 3 В;
- $I_{к\ max}$ – максимально допустимий постійний струм колектора: 25 мА;
- $I_{кбо}$ – зворотний струм колектора – струм через колекторний перехід при заданому зворотному напрузі колектор-база і розімкнутому виведення емітера: не більше 5 мкА;
- h_{21e} – статичний коефіцієнт передачі струму транзистора в режимі малого сигналу для схем із загальним емітером: 25 ... 80;
- $C_{к}$ – ємність колекторного переходу: не більше 8 пФ;
- $R_{ке\ нас}$ – опір насичення між колектором і емітером: не більше 40 Ом.

В якості конденсаторів я пропоную використовувати відчизняні або зарубіжні фторопластові конденсатори. Аргументую це їх високою витривалістю в роботі при високих та малих температурах [4], [5].

Напруги в положенні *Изм.влажн.* перемикачів S1 та S2, знімаємі з контурів L5, C14, C15, Cx2 та L4, C9, C10, Cx1, випрямляються відповідно випрямлячами на діодах V4, V6 та V3, V5, зібраних за схемою подвоєння напруги. Сумарна вихідна напруга з конденсаторів C5 та C7 скрізь резистори R12 та R13* подається на пристрій P1. Перший контур налаштований на частоту вищу за частоту генератора (9.125 МГц), другий – нижче [2].

Зі збільшенням вологи збільшуються ємності датчика. При цьому резонансна частота контуру L4, C9, C10, Cx1 близиться до частоти генератора, а частота контуру L5, C14, C15, Cx2 віддаляється від неї. При цьому, напруга ВЧ на першому контурі росте, а на другому падає. Температурний дрейф компенсується конденсаторами C9 та C14 (з від'ємним ТКЕ), розміщеними у датчику. У положеннях *Ноль* та *Чувств.* перемикача S2 контролюють відхилення стрілки пристрою на начальну та кінцеву відмітки шкали перед вимірюванням вологи.

4.1 Устаткування пристрою

В коливальних контурах пристрою пропоную встановлювати фторопластові конденсатори. Конденсатори C9 та C14 типу КТ 1а-М1300, терморезистор R4-ММТ-1 чи КМТ-1. Фотоелемент V7-Ф102 в пластмассовому корпусі, діоди V3...V6- будь-які високочастотні. Кварц візьмемо РПК-7 з резонансною частотою 9.125 МГц, в кості вимірювального пристрою М24 на 100 мкА [4].

Приведу характеристики на ці елементи.

Основні параметри конденсаторів КТ-1:

- номінальна напруга: 80; 160; 250 В;
- номінальна ємність 1 пФ ... 10000 пф;

- група ТКЕ: П100; П33; М47; М75; М750; М1500; Н70;
- допустимі відхилення ємності: ± 5 ; $\pm 10\%$;
- інтервал робочих температур: $-60 \dots +85^\circ \text{C}$.

Основні технічні характеристики терморезисторів КМТ-1:

- діапазон номінальних опорів: 1 КОм ... 1,0 МОм;
- температурний коефіцієнт опору (ТКС): $-(4,2 \dots 8,4)\% / ^\circ \text{C}$;
- максимальна потужність: 1 Вт;
- коефіцієнт температурної чутливості 3600 ... 7200 К;
- коефіцієнт розсіювання: 5 мВт / $^\circ \text{C}$;
- постійна часу: 85 с;
- допустимі відхилення: $\pm 20\%$;
- діапазон температур: $-60 \dots +85^\circ \text{C}$.

Прилад М24 призначений для вимірювання постійного струму в радіотехнічній та радіоелектронній схемах [2].

Габарити – 120x105x54-94мм.

Клас точності – 1,0, 1,5, 2,5.

Пилозахищений, бризка захищений.

Шкала приладів – 92мм.

Робоче положення – вертикальне і горизонтальне.

Для класу точності 1,0 температура від -30°C до $+40^\circ \text{C}$, вологість 90 %.

Для класу точності 1,5 і 2,5 температура від -50°C до $+60^\circ \text{C}$, вологість 95 %. Маса приладів амперметр М24, вольтметр М24, міліамперметр М24, мікроамперметр М24, мілівольтметр М24, мікроампервольтметр М24 – 0,45кг.

Всі катушки замотані на фторопластових каркасах діаметром 9 мм,сердечники-СЦР-1. Катушки L1...L3 мають відповідно 17,8 та 8 вітків провoda ПЕЛ 0,55 мм,намотка-виток до витка. Катушки L2 та L3 намотані поверх катушки L1. Між L1, L2, L3 прокладений незамкнутий слой мідної фольги. Катушки L4, L5 мають 16 та 20 вітків відповідно того ж провoda,

намотк – внавал. Довжина намотки – 5 мм, відстань між катушками – 20 мм [4].

4.2 Налаштування пристрою

Датчиком вологості виступає циліндр з нержавіючої сталі, в котрій на ізоляційній основі (фторопласт) встановлені два електроди. Ємності Сх1 та Сх2 образуються між внутрішніми стінками циліндру та електродами. Діелектриком виступає досліджуваний об'єкт вимірювання вологи. Для наладки вимірювача потрібні мультиметр, зразкові термометр та люксометр, устаткування для вимірювання вологи.

Терморезистор R4 кладемо у таючий лід. Змінним резистором R1 встановимо стрілку вимірювача на нульову відмітку шкали. Потім терморезистор треба відкалібрувати на вимірювання при максимальній температурі. Ці операції треба провести кілька разів, щоб правильно проградувати шкалу пристрою.

Потім перемикач S1 переводимо в положення *Изм. освещ.* та за зразковим люксометром градуємо шкалу пристрою.

Після цього перевіримо роботу кварцового генератора. Контур L1C2 треба налаштувати так, щоб ВЧ напруга на колекторі транзистора V2 було максимальна. Перемикач S2 ставлю в положення *Нуль*. Обертаючи сердечники катушек L4 і L5 виставляємо стрілку вимірювального пристрою на нульову відмітку. Потім, заповнюємо датчик матеріалом з вологістю 5% та виставив перемикач S1 в положення *Изм. влажн.*, подстроєчними конденсаторами C10 та C15 по-новому виставляю стрілку на нульову відмітку шкали. Після цього заповню датчик матеріалом з максимальною вологістю. Обертаючи движок резистора R12 та підбираючи резистор R13*, добиваюся відхилення стрілки вимірювача на кінцеву відмітку шкали. Вже можна побудувати шкалу пристрою.

Встановивши перемикач S2 в положення *Чувств.* Підбираю конденсатор С3 та добиваюся відхилення стрілки на кінцеву відмітку шкали.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1 Планування розробки

Для розрахунку витрат необхідно визначити етапи робіт та їх тривалість. У розробці беруть участь фахівець протягом 3 місяців та консультант протягом 5 днів. Розробка ПЗ починається третього вересня та повинна бути закінчена до двадцять шостого листопада 2019 року.

Тривалість робіт визначають за формулою 5.1:

$$T_{\text{ц}} = \frac{Q}{R}, \quad (5.1)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, днів;

Q – трудомісткість, людино-днів;

R – кількість виконавців, людей.

У таблиці 5.1 наведена трудомісткість дипломної роботи.

За даними таблиці 5.1 складається зведений стрічковий графік розробки, який представляє собою таблицю, в першому стовпці якої розміщені в порядку збільшення строків початку виконання всі види роботи, а навпаки – календарний період їх виконання. Даний графік наведений на рисунку 5.1. Також слід ввести додаткові позначення, що наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.1 – Характеристика робіт з розробки дипломної роботи

Найменування етапу	Трудомісткість		Виконавці	Тривалість, дні
	люд.- дні	% до підсумку		
1	2	3	4	5
Технічне завдання	3	4,76%	Фахівець	3
Етап 1. Підготовчий	4	6,35%	Фахівець Консультант	2
Етап 2. Виконання теоретичних розробок	5	7,94%	Фахівець	5
Етап 3. Проведення розрахункових досліджень	2	3,17%	Фахівець Консультант	1
Етап 4. Експеримент 1	2	3,17%	Фахівець	2
Етап 5. Експеримент 2	15	23,81%	Фахівець	15
Етап 6. Експеримент 3	5	7,94%	Фахівець	5
Етап 7. Моделювання	15	23,81%	Фахівець	15
Етап 8. Узагальнення отриманих результатів	5	7,94%	Фахівець	5
Звіт	7	11,11%	Фахівець	7
Підсумок	63	100		60

Таблиця 5.2 – Додаткові позначення для рис. 5.1

	– робота фахівця;
	– робота консультанта;

Задача	Календарний період, дні												
	03.09 – 07.09	10.09 – 14.09	17.09 – 20.09	24.09 – 28.09	01.10 – 05.10	08.10 – 12.10	15.10 – 19.10	22.10 – 26.10	29.10 – 02.11	05.11 – 09.11	12.11 – 16.11	19.11 – 23.11	26.11 – 30.11
Аналіз предметної області	█												
Узгодження результатів аналізу		█											
Визначення вимог до програмного продукту		█											
Узгодження вимог			█										
Документування вимог			█										
Проектування структури програми			█	█	█	█							
Розробка схеми функціонування програми						█	█						
Створення програмного коду							█	█	█	█			
Тестування та налагодження програмного продукту										█	█		
Складання програмної документації												█	█

Рисунок 5.1 – Календарний період виконання завдання

5.2 Розрахунок основної заробітної плати

Витрати за цією статтею складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих у розробці програми. Розрахунок зарплати ведеться на підставі даних про трудомісткість, поданих у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок основної заробітної плати

Посада виконавця	Чисельність , чол.	Місячний оклад, грн	Кількість днів роботи	Сума ЗП, грн
Фахівець	1	5000	90	15000
Консультант	1	8000	5	1200
Підсумок	2			16200

5.3 Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10 % від основної заробітної плати працівників і розраховують за формулою:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{осн} \cdot 0,1. \quad (5.2)$$

У нашому випадку отримаємо:

$$ЗП_{дод} = 16200 \cdot 0,1 = 1620 \text{ грн}.$$

5.4 Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок становить 22% і береться від основної та додаткової заробітної плати.

$$ВТ_{соц} = (ЗП_{осн} + ЗП_{дод}) \cdot 0,22. \quad (5.3)$$

Далі отримаємо:

$$BT_{соц} = (16200 + 1620) \cdot 0,22 = 3920,40 \text{ грн.}$$

5.5 Визначення витрат на матеріали

Використовується 3 найменування матеріалів: диск DVD+RW – 15 грн; картридж – 100 грн, і папір – 100 грн (1 упаковка).

Витрати на матеріали вираховуються за наступною формулою:

$$BT_{mat} = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot N_i \cdot (1 + K_{м.з.}) - C_{io} \cdot N_{io}), \quad (5.4)$$

де BT_{mat} – це витрати на матеріали, покупні напівфабрикати та комплектуючі вироби, грн.;

$K_{м.з.}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

C_i – ціна i -го найменування матеріалу, напівфабрикату і комплектуючого, грн;

N_i – потреба в i -му матеріалі, напівфабрикати і комплектуючому;

C_{io} – ціна зворотних відходів i -го найменування матеріалу, грн;

N_{io} – кількість зворотних відходів i -го найменування; n – кількість найменувань матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих.

$$C_{io} = 0; N_{io} = 0; K_{м.з.} = 0,05.$$

$$BT_{mat} = (1 + 0,05) \cdot (15 + 100 + 100) = 225,75 \text{ грн}$$

Разом, витрати на матеріали становлять 225,75 грн.

5.6 Витрати на спеціальне обладнання

Балансова вартість ПК – 13000 грн.

Амортизаційні відрахування визначають за формулою:

$$A = \Phi_{\phi} \cdot \frac{H_a}{100}, \quad (5.5)$$

де Φ_{ϕ} – балансова вартість обчислювальної техніки, грн;

H_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обчислювальної техніки, %.

Річна норма амортизації для ПК становить 25%.

Балансова вартість обчислювальної техніки становить:

$$\Phi_{\phi} = 13000 \text{ грн} .$$

Тоді отримаємо амортизаційні відрахування:

$$A = 13000 * 0,25 * 3/12 = 812,5 \text{ грн} .$$

Статтю «Експлуатація обладнання» розраховують підсумовуванням витрат на електроенергію та допоміжні матеріали.

$$C_e = N_n \cdot \Phi_{ef} \cdot K_{зч} \cdot K_{зн} \cdot Ц_{ел.е}, \quad (5.6)$$

де N_n – номінальна потужність ЕОМ, кВт;

Φ_{ef} – річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино-год;

$K_{зч}$ – середній коефіцієнт завантаження по часу;

K_{zn} – коефіцієнт завантаження по потужності;

$C_{ел.е}$ – ціна одного кВт·год електроенергії, грн/(кВт·год).

Номінальна потужність робочої машини – 0,2 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і по потужності рівні відповідно 0,9 і 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 0,75 грн.

Отримуємо ціну експлуатації обладнання:

$$C_e = 0,2 \cdot 1800 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 0,75 / 3 = 48,6 \text{ грн} .$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою:

$$ЗП_{обсл} = ФЗП_p \cdot (1 + K_{відр}) \cdot \frac{t_{обсл}}{\Phi_{эф.обсл}}, \quad (5.7)$$

де $ФЗП_p$ – річний фонд заробітної плати (основної та додаткової) обслуговуючих робітників, грн;

$K_{відр}$ – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування й в інші фонди;

$t_{обсл}$ – час протягом року, необхідне на технічне обслуговування ЕОМ, год/рік;

$\Phi_{эф.обсл}$ – річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, год/рік.

Місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 3723 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно дорівнює 44676 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого ПК працівника дорівнює 1750 год/рік. На обслуговування одного ПК витрачається по 1 годині на місяць.

Отримуємо:

$$ЗП_{обсл} = 44676 \cdot (1 + 0,22) \cdot 3 / 1750 = 93 \text{ грн.}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і становить 90 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною 5% від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 1623,93 грн., 5% від суми становлять 81.20 грн.

Розраховані статті витрат на утримання та експлуатацію обладнання внесено до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання

Найменування статей витрат	Сума, грн.
Амортизація обладнання	812,5
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	48,3
Заробітна плата основна та додаткова обслуговуючих робітників з відрахуваннями на соціальні заходи	93
Поточний ремонт обладнання	90
Інші витрати	81,20
Разом	1125

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження даної програми визначаються за формулою:

$$C_{мо} = B_{екс} \cdot t_{мо}, \quad (5.8)$$

де $C_{мо}$ – витрати на оплату машинного часу, грн;

$B_{екс}$ – експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн/машино-год;

$t_{мо}$ – машинний час цифровий ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино-год.

Експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу використовуваної ЕОМ розраховують діленням суми витрат за кошторисом «Витрати на утримання та експлуатацію устаткування (ЕОМ)» (табл. 5.4) на річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ дорівнює 1800 годин. В результаті експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу рівні:

$$B_{екс} = 1705,13 / 1800 = 0,95 \text{ грн / машино – год.}$$

ЕОМ експлуатується 60 днів в одну зміну, що становить в сумі 480 годин. Таким чином, витрати на оплату машинного часу складуть:

$$C_{мо} = 0,95 \cdot 480 = 456 \text{ грн.}$$

5.7 Розрахунок накладних витрат

До накладних витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати і т. д.), утримання та експлуатацію будівель.

Накладні витрати включаються у вартість розробки непрямым шляхом – у відсотках до основної заробітної плати розробників. В даному випадку накладні витрати складають 50% до основної заробітної плати розробників, що становить 8100 грн.

Результати визначення витрат на розробку у вигляді калькуляції кошторисної вартості робіт з ДР наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Калькуляція кошторисної вартості робіт з НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн.	Питома вага до підсумку, %
Основна заробітна плата	16200	53,08
Додаткова заробітна плата	1620	5,31
ЕСВ	3920,40	12,84
Матеріали та комплектуючі	225.75	0,73
Витрати на спец. обладнання	1125	1,49
Накладні витрати	8100	26,54
Разом	31191	100
Разом з ПДВ	38053	

5.8 Розрахунок економічної ефективності НДР

Ефективність прикладних НДР визначається, як зіставлення річного економічного ефекту від застосування результатів розрахункових досліджень в умовах виробництва та використаних капіталовкладень для здійснення досліджень та втілення їх у виробництво.

$$E_{\text{фак}} = \frac{\text{Економ.ефект}}{\text{Капіталовкладення}}. \quad (5.9)$$

Підставляючи фактичну економічну ефективність з нормативною ($E_n=0,10\dots 0,15$), робиться висновок про доцільність досліджень. Якщо $E_{\text{фак}} >$ або $= E_n$ то дослідження визнаються економічно ефективними. У зворотному випадку дослідження не слід виконувати, тому що економічний зиск від таких досліджень малий. Економічну ефективність досліджень можливо оцінити по строку окупності витрат на їхнє проведення та втілення.

$$T_{\text{ок}}^{\text{фак}} = \frac{\text{Капіталовкладення}}{\text{Економ.ефект}}. \quad (5.10)$$

Фактичний строк окупності капіталовкладень зіставляється з нормативним строком окупності капіталовкладень, прийнятий для промисловості (приблизно 6 років), і на основі порівняння робиться висновок про доцільність досліджень.

Для теоретичних досліджень у більшості випадків важко чи навіть неможливо розрахувати економічний ефект, тому доцільно визначити їхню техніко-економічну ефективність з урахуванням наступних показників:

- важливість дослідження;
- складності розробки;
- результативності й можливості використання.

Важливість теоретичного дослідження оцінюють по його призначенню:

- рішення проблемних питань;
- задоволення вимог спеціальної техніки; пошук принципово нових конструктивних і технологічних рішень тощо.

Складність виконання роботи визначають порівнянням отриманих результатів даного дослідження з результатами відомих аналогічних досліджень з обліком грошових і трудових витрат на їхнє проведення.

Результативність НДР можна визначити по повноті рішень поставленого завдання: отриманий результат відповідає плановому, задовільний (часткове рішення) чи негативний.

Аналіз залежності між цими показниками й витратами на їхнє досягнення дає можливість кількісної оцінки техніко-економічної ефективності теоретичних НДР по формулі[7]:

$$K_{\text{НДР}} = \frac{J^n \cdot R \cdot T}{V_{\text{НДР}} \cdot t_{\text{НДР}}}, \quad (5.11)$$

де $K_{\text{НДР}}$ – рівень ефективності дослідження (коефіцієнт техніко-економічної ефективності НДР);

$J = 2$ – важливість роботи;

$R = 2$ – результативність роботи;;

$T = 1,5$ – технічна складність виконання НДР;

$V_{\text{НДР}} = 36,626$ тис.грн – витрати на проведення НДР;

$t_{\text{НДР}} = 60$ днів – час проведення НДР;

$n = 2$ – показник використання результатів НДР.

При значенні $K_{\text{НДР}} \geq 1$ дослідницька робота вважається ефективною.

Отже, розрахуємо [7] $K_{\text{НДР}}$:

$$K_{\text{ндр}} = (2^2 \times 2 \times 1,5) : (36,626 \times 0,24) = 1,37$$

Після розрахунку (5.11) отримаємо рівень ефективності дослідження $K_{\text{НДР}} = 1,37$. Це більше 1, тому робимо висновок, що дана дослідницька робота є ефективною.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Приміщення, в якому виконується проектування, вимірювання, тестування та виготовлення приладів можна охарактеризувати як лабораторію. В приміщенні працює невелика команда інженерів, електромеханіків, лаборантів, що складається з 6 чоловік.

При роботі в лабораторії людину оточують: обчислювальні пристрої, системи зв'язку, генератори струму та інші електричні прибори, що створюють електромагнітне випромінювання.

За природою виникнення шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються на такі групи:

- фізичні (підвищена і знижена температура повітря, надмірна загазованість та запиленість повітря та ін.);
- біологічні (підвищений вміст у повітрі мікроорганізмів та ін.), хімічні (вміст у робочій зоні шкідливих речовин та ін.);
- психофізіологічні (нервово-емоційні перевантаження, розумове напруження та ін.).

Також потенційна небезпека може бути пов'язана з порушеннями правил пожежної безпеки, наприклад: проблеми в організації заходів з пожежної безпеки, що можуть призвести до швидкого розповсюдження пожеги. Проблеми в організації персоналу, можуть проявити себе і до інших проблем при прояві наслідків в надзвичайних ситуаціях.

У даному розділі проаналізовано наступні питання:

- електробезпека та пожежна безпека;
- склад повітря робочої зони та мікроклімат;
- шум та виробничі випромінювання;

- безпека щодо організації робочих місць;
- безпечність технологічного обладнання та процесу;
- виробниче освітлення.

6.2 Заходи забезпечення техніки безпеки

Електрика є головним небезпечним фактором для здоров'я людини при роботі в лабораторії.

Обладнання, що використовується в приміщенні лабораторії є споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220 В, частотою струму 50 Гц від мережі з заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000В закритого виконання.

Випробувальні стенди, осцилографи, мають власні блоки живлення. Для перетворення змінного струму мережі у постійний комп'ютери використовують блоки живлення (5 В, 12 В), потужністю 350 – 1000 Вт. Так як усі прилади при підключенні до електричної мережі яка заземляється, використовують систему TN, тому обчислювальні пристрої у приміщенні відносяться до категорії I захисту від ураження електричним струмом.

Щоб зменшити ймовірність ураження людини електричним струмом живлення всіх електричних пристроїв здійснюється спеціальним кабелем, корпуси всіх електричних пристроїв виготовляються з неструмопровідних матеріалів. У приміщенні для забезпечення безпечності всі кабелі сховані в спеціальні коробки, штепсельні розетки розташовані на висоті одного та 0,2 метри від підлоги, вимикачі на стінах знаходяться на висоті 1,2 метра від підлоги, використовується електропроводка трифазна, чотирьохжильна, з подвійною ізоляцією, електрична мережа вмикається і вимикається за допомогою пускової апаратури (рубильником). Відповідно до міжнародного стандарту СЕ зазначені міри електробезпеки відповідають вимогам, пропонованим до побутових приладів.

Відповідно до ГОСТу 12.1.019– 90 ССБТ Електробезпека. Загальні вимоги і ГОСТу 12.1.030– 91 ССБТ Електробезпека. Захисне заземлення, занулення в приміщенні розроблено заходи щодо забезпечення електробезпеки.

Також для запобігання ураження людини струмом в приміщенні використовується:

- захисне заземлення;
- окремими розетками по 220 В для кожного робочого місця з обчислювальним пристроєм;
- триполюсної вилки та розетки, для підключення обчислювальних пристроїв до струму, у яких відповідний полюс з'єднаний з шиною заземлення;
- мережевий фільтр до якого підключений кожен блок живлення обчислювального пристрою або периферійного пристрою;
- конденсатори для шунтування високочастотних перешкод живлячої мережі на землю через дріт захисного заземлення в мереживом фільтрі та при з'єднанні двох пристроїв (комп'ютера та принтера) інтерфейсним кабелем;
- окремий провід на загальний контур при з'єднанні пристроїв для ліквідування проблеми різниці потенціалів;
- ізолююча – лінолеум підлога.

Опір захисного заземлення в випробувальній лабораторії становить 3 Ом (за стандартом – не більше 4 Ом) згідно з "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) . Також в приміщенні встановлено автоматичні вимикачі, пристрій заземлення контуру згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки» .

При виконанні робіт обслуговуючий персонал зобов'язаний керуватися « Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачами". До роботи не допускаються особи, які не пройшли навчання з техніки безпеки.

6.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249, і НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» розроблені заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для обчислювального центру обладнаного обчислювальними пристроями з ВДТ.

Так як роботи інженерів, лаборантів, монтажників в випробувальній лабораторії виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, то вони відносяться до типу операторської роботи, даний тип роботи відносить до категорії 1а. Робоче місце інженера є постійним, робота проводиться у холодний та теплий періоди року тому рекомендується підтримувати оптимальні показники мікроклімату.

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного виробничого середовища використовуємо ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Встановлені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40 – 60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 23-25°C; відносна вологість: 40- 60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 – 0,2 м/с.

Оптимальні рівні позитивних (n+) і негативних (n-) іонів у повітрі приміщення з високовольтною та вимірювальною апаратурою нормовані згідно ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становлять: n+=1500-30000

(шт. на 1см^3); $n = 3000-5000$ (шт. на 1см^3). Підтримка оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечено за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів. В випробувальній лабораторії передбачено: устрій системи водяного опалення приміщення – для забезпечення необхідної температури повітря в холодний період року.

Дотримання вимог цих документів досягається оснащенням приміщень і транспортних засобів пристроями кондиціонування і вентиляції, дезодорації повітря, опалювання згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Для підтримки нормальної температури повітря в приміщенні використовуються три кондиціонери типу «спліт-система». Два кондиціонери розташовані у протилежних частинах та один по центру обчислювального центру дозволяють підтримувати температуру повітря не вище 24°C . Кількість кондиціонерів зумовлена тим, що один такий апарат розраховано на кондиціонування приміщення площею до 18 м^2 .

Під впливом шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, з'являється стомленість у зв'язку з підвищеними енергетичними витратами і нервово-психічною напругою, погіршується мовна комутація. Рівні звуку, рівні звукового тиску в октавних смугах частот, та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у приміщення нормуються згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6-039-99. Оптимальний рів шуму в приміщення забезпечується за допомогою:

- використання блоків живлення випробувальної апаратури з вентиляторами на гумових підвісках;
- використання більш сучасного обладнання;

– розташування високовольтних випробувальних стендів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників.

Інтенсивне електромагнітне випромінювання постійно впливає на інженера в період роботи за випробувальною технікою, яке може стати причиною професійних захворювань. Вимірювальні та випробувальні пристрої потрапляють за визначенням в 5-й діапазон (низькі частоти). Для зниження потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання для роботи використовуються екрани з рідкокристалічними дисплеями.

Освітлення у приміщеннях з вимірювальною та випробувальною технікою суміщене, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнене штучним. Природне освітлення бічне, одностороннє. Вимоги до освітлення регламентовані ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення».

Згідно з вимогами регламентованими в ДБН В.2.5-28-2006 в обчислювальному центрі коефіцієнт природної освітленості (КПО) має становити в середньому 1,1% (1,2% – у сонячний день та 1% – у хмарну погоду). Вікна в приміщенні обладнанні сонцезахисними металевими жалюзі з системою регульована для забезпечення відносної постійності природного освітлення. коефіцієнт відбиття жалюзі становить 0,7. Робочі місця робітників розташовано так, щоб у поле зору робітника не потрапляли світлі поверхні світильників та вікон.

Люмінесцентні лампи ЛБ (білого світла) і ЛТБ (тепло-білого світла) потужністю 20, 40 або 80 Вт є найбільш прийнятними для приміщень, де працюють з вимірювальною та випробувальною технікою.

Для освітлення приміщення розміром 14x4x3,5 м освітленістю $E_p = 400_{лк}$, коефіцієнтом відбиття стелі 70% і стін 50% розрахуємо кількість ламп необхідних для освітлення використовуючи люмінесцентні лампи типу ЛБ в світильниках ЛПО.

Далі наведено формулу для знаходження індексу приміщення:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{14 \times 4}{3,5 \times (14 + 4)} = 0,9;$$

де A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення;

h – висота приміщення.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення рівень за формулою

$$z = \frac{B_{cp}}{B_{min}} = 1,1;$$

Для освітлення приміщення беремо наступні характеристики:

– в якості коефіцієнту запасу приймаємо $k = 1,6$;

– коефіцієнт використання світлового потоку рівень 41% при індексі $i = 0,9$.

В два ряди ($N_p = 2$) розміщуємо світильники.

Використовуючи вище зазначені параметри розраховуємо необхідний світловий потік ламп в кожному ряду за формулою [6]:

$$\Phi_p = \frac{E_n * S * z * k}{N_p * \eta} = \frac{400 \times 56 \times 1,1 \times 1,6}{2 * 0,41} = 48078 \text{ лм}.$$

Далі розраховуємо кількість необхідних світильників за формулою (5.4), якщо в світильники встановити по дві лампи ЛБ ($n = 2$) потужністю 80 Вт і світловим потоком $\Phi_l = 5400$ лм [6]:

$$N_p = \frac{\Phi_p}{n * \Phi_l} = \frac{48078}{2 * 5400} = 5.$$

Тобто, для забезпечення нормальної освітлюваності приміщення, ми будемо використовувати 5 світильників, в кожному з яких встановлено по 2 лампи потужністю по 80 Вт та світловим потоком 5400 лм.

Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, використовуються сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори.

Робоче місце працівника має площу 6 м², а об'єм – по 20 м³.

Приміщення має природне та штучне освітлення. Робочі місця розташовано так, щоб природне світло падало збоку. Робочі місця та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам.

Також всі робочі місця організовані за такими правилами організації робочого місця:

- всім робітникам надані ергономічні та зручні вимірювальні прилади та інструменти;
- висота столу забезпечує розташування клавіатури приладу від підлоги – 65-75 см, що позитивно впливає на працездатність робітника;
- кожна клавіатура має можливість міняти висоти і нахилу клавіатури;
- кожна клавіатура має підставку для рук;
- всі килимки для миші мають захист від тунельного синдрому (спеціальний виступ забезпечує правильне положення кисті);
- екрани вимірювальних приладів знаходяться на оптимальній відстані 700 мм від працівника;
- кожний стілець має підлокітник.

Загальний план випробувальної лабораторії та робочих місць наведено на рисунку 6.1.

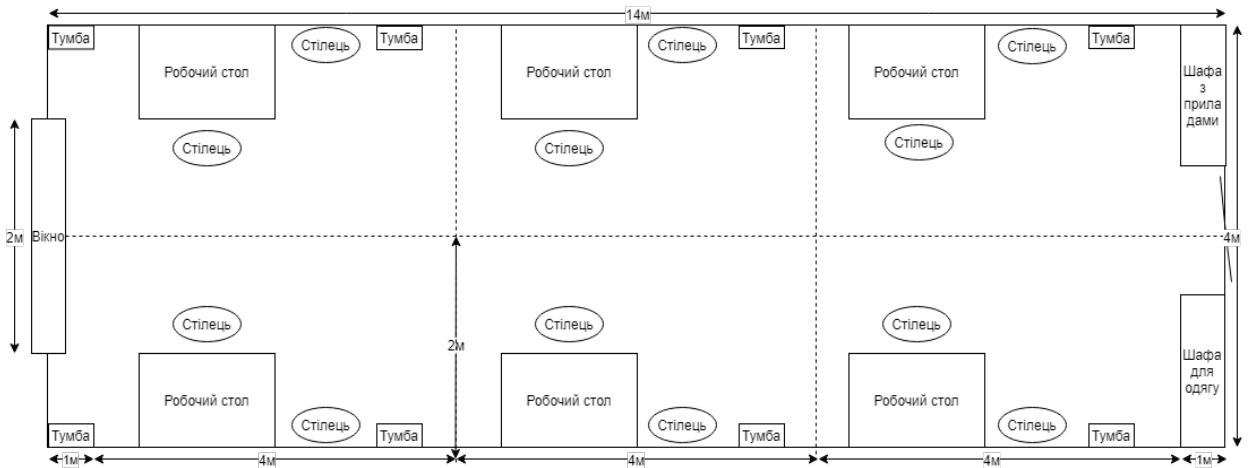


Рисунок 6.1 – Загальна схема випробувальної лабораторії

Втома та тунельний синдром також є розповсюдженим небезпечним фактором для здоров'я людини при роботі в випробовуваній лабораторії.

Для профілактики втоми робітників застосовуються специфічні методи, до яких можна віднести засоби відновлення функціонального стану зорового та опорно-рухового апарату, зменшення гіподинамії, підсилення мозкового кровообігу, оптимізацію розумової діяльності.

Також для профілактики втоми та запобігання статистичного навантаження робітників встановлені такі правила організації робочого місця:

- оптимальна висота розміщення вимірювальних приладів від підлоги – 65-75 см;
- можливість регулювання висоти і нахилу клавіатури (відстань від поверхні стола до середини клавіатури – не більше 30 мм, кут підйому клавіатури – від 2° до 15°);
- наявність у клавіатури підставки для рук та килимка для миші з захистом від тунельного синдрому;
- наявність стільця або крісла з підлокітниками;

– рекомендовано використовувати перерви в роботі 10 хв. через кожні дві години згідно ДНАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Вимірювальна лабораторія наповнена різноманітними електричними приладами, а пожежа основний фактор для їх знищення, що може призвести до великих матеріальних втрат [6].

Ймовірними причинами виникнення пожежу можуть бути несправність електрообладнання (кабелів, розеток), короткі замикання внаслідок виходу з ладу чи експлуатації несправного електроустаткування, порушення правил протипожежної безпеки тощо.

Для забезпечення пожежної безпеки проводився пожежна профілактика, яка включає в себе комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження її поширення, а також на створення умов для успішного гасіння пожежі.

Вимірювальна та випробувальна лабораторії відноситься до категорії «П-Па» згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», а клас можливої пожежі визначається, як «А» та «Е».

Для ліквідації пожежі у початковій стадії її розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. Ступінь вогнетривкості споруди – III, категорія виробництва по вибухопожежонебезпеці – «Г».

Так як приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 56 м², тому відповідно до

вимог п. 3.8 розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені 1-2 вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 і порошковий ВП-3 (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 15 м.

Під час прийняття на роботу і в процесі праці усі працівники вимірювальної та випробувальної лабораторії повинні проходити протипожежний інструктаж, перевірку знань з питань пожежної безпеки. Евакуаційні виходи і проходи утримуються постійно вільними та легкодоступними.

Відповідальний за протипожежний стан приміщень випробувальної лабораторії повинен періодично (не рідше одного разу на місяць) перевіряти працездатність пристрою, який забезпечує автоматичне вимкнення системи вентиляції у разі пожежі, а також вогнедимозатримувальних пристроїв. Забороняється працівникам проводити ремонт вузлів вимірювальної та випробувальної техніки. Ремонтні роботи необхідно проводити в окремому, спеціалізованому для ремонту приміщенні.

Для своєчасного попередження пожеж та підвищення оперативності реагування при їх виникненні у приміщенні використовується такий комплекс заходів та правил:

- обов'язковий інструктаж персоналу з питань охорони праці;
- наявність системи автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежними оповіщувачами;
- наявність шляхів евакуації при виникненні пожежі;
- заборона залишати без нагляду електричну апаратуру, що використовується;
- заборона використання відкритого вогню у приміщенні;

- заборона зберігати постійно в випробувальній лабораторії носії інформації, запасні блоки та деталі в кількості більшій, ніж необхідно для поточного використання;
- заборона користуватися груповими розетками на горючій панелі;
- заборона використовувати килими та доріжки із синтетичних матеріалів;
- заборона ставити на вікна глухі ґрати (в разі потреби встановлюються ґрати, що розкриваються зсередини);
- заборона застосовувати електронагрівальні побутові прилади;
- розміщення схеми евакуації людей при пожежі і ознайомлення з нею персоналу.

При виявленні ознак пожежі працівник повинен:

- негайно повідомити про це службу порятунку за номером телефону – 101 (112);
 - вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
 - вжити заходів до вжити заходів гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.
- Керівник підрозділу при виникненні пожежі зобов'язаний:
- упевнитися що викликані рятувальні служби;
 - відключити подачу електроенергії в приміщення;
 - проінформувати про пожежу керівництво;
 - перевірити чи людей оповіщено про пожежу;
 - організувати евакуацію працівників (за умови загрози життю людей);
 - забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;
 - організувати зустріч підрозділів Державної пожежної охорони;
 - надати допомогу підрозділам Державної пожежної охорони під час локалізації та ліквідації пожежі;

– забезпечити безперешкодний доступ до місця виникнення пожежі пожежно-рятувальним підрозділам [1].

6.5 Заходи забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Захисні споруди призначені для захисту людей від наслідків аварій (катастроф) і стихійних лих, а також від уражальної дії зброї масового знищення.

Захисні споруди розрізняють:

- за призначенням – для захисту населення. Розміщення органів управління, вузла зв'язку і медичних закладів;
- за місцем знаходження – вбудовані, відокремлені, метрополітен, у гірських виробках;
- за терміном будівництва – зведені завчасно, швидко зведені;
- за захисними властивостями – найпростіше укриття (щілини відкриті і перекриті), протирадіаційні укриття (ПРУ) сховища.

У системі захисту населення особливе значення мають найпростіші укриття типу щілин. Це найбільш масові захисні споруди що можуть бути збудовані у найкоротший термін (вони захищають людей від світлового випромінювання і уламків зруйнованих будинків, а також понижують дію проникаючої радіації, ударної хвилі, вибуху і радіоактивних випромінювань ні зараженій місцевості).

Щілини будують відкритими і перекритими.

Відкрита щілина зменшує ймовірність ураження ударною хвилею (в 1,5-3 рази), світловим випромінюванням і проникаючого радіацією.

Перекрита щілина захищає: від світлового випромінювання – повністю, від ударної хвилі у 1,5 рази, від проникаючої радіації у 200-300 разів, а також надійно захищає від осколкових і кулькових бомб, від запалювальних засобів.

Щілини виконують в ґрунті у вигляді вузьких ровів зі зломами у плані під кутом 90-120°. Довжина прямого відрізка повинна бути не більше 15 м. Глибина 1,8-2,0 м. Ширина зверху 1,1-1,3 м на дні 0,8 м. Стінки щілини укріплюють дошками, жердинами, очеретом, іншими наявними матеріалами.

Щілини перекривають колодами, шкалами або малогабаритними залізобетонними плитами. Зверху покриття влаштовують шар гідроізоляції з толю, руберойду, хлорвінілової плівки або утрамбовують шар глини і насипають шар ґрунту товщиною 50-60 см.

У перекритті щілини роблять вхід з однієї або двох сторін з дверима і тамбуром для вентиляції встановлюють витяжну коробку.

Нормальна місткість щілини від 10-50 чол., Робиться один вхід, а при більшій місткості – два входи.

Протирадіаційні укриття (ПРУ) – це споруди які забезпечують захист людей від дій іонізуючих випромінювань при радіоактивному зараженні місцевості за неперервного перебування в них протягом 1-2 діб.

До ПРУ відносяться не тільки спеціально побудовані споруди, а й будівлі господарського призначення (погреби, підпілля, овочесховища), пристосовані під укриття і звичайні житлові будівлі.

ПРУ повинні мати приміщення для: розміщення людей, санітарного вузла, вентиляційної камери, зберігання брудного верхнього одягу.

У ПРУ улаштовується не менше двох входів якщо вони розраховані на 50 і більше чоловік, ширина входу 1 м – 1,80. Входи розташовуються в протилежних кутах укриття.

Для підсилення захисних властивостей у приміщенні забивають вікна, зайві двері, насипають шар гнучого матеріалу на перекриття і роблять, якщо треба, ґрунтову підсипку ззовні біля стін, що виступають вище поверхні землі.

Для герметизації приміщень замурують тріщини, щілини, отвори у стінах і стелях.

Приміщення, які пристосовуються під ПРУ, повинні бути забезпечені вентиляцією, опаленням, каналізацією і освітленням згідно з вимогами їх експлуатації в мирний час і в НС.

У ПРУ будь-якої місткості на цокольних і перших поверхах будинках, а також в укриттях до 50 чоловік, що розміщуються в підвальних поверхах будинків, використовується не примусова вентиляція. В інших випадках використовується примусова вентиляція.

Система опалення ПРУ є спільною з опалювальною мережею і повинна мати пристрої відключення.

Норма води на 1 людину – 25 л на добу. При відсутності водопроводу в укриттях передбачено місце з баками питної води з урахуванням 3 л води на добу на 1 людину.

Електрозабезпечення ПРУ від загальної мережі або переносними електричними ліхтарями.

Крім того в укритті встановлюють пари (лавки) для відпочинку, стелажі для продуктів харчування.

Сховища ЦО – це споруди, які забезпечують комплексний захист людей від дій уражаючих факторів ядерного вибуху, отруйних та сильнодіючих отруйних речовин, бактеріальних засобів, а також високих температур і обвалів будівель.

Воно обладнане комплексом інженерних споруд, що забезпечують необхідні умови життєдіяльності протягом певного часу:

- захисні герметичні двері;
- шлюзові камери (тамбури);
- санітарно побутові відсіки;
- основне приміщення для людей;
- аварійний вихід;
- фільтровентиляційна камера;
- комора для продуктів харчування;
- медична кімната.

За місцем знаходження сховища бувають вбудованими (у підвалах будинків) і відокремленими.

Їх споруджують заздалегідь, у мирний час, але можуть будувати і в період загрози наряду, або під час воєнних дій.

Сховища бувають:

- малі – 150-300 чол.;
- середні – 300-600 чол.;
- великі – понад 600 чол.

Сховища мають фільтровентиляційні установки (ФВУ).

Вони очищують зовнішнє повітря, розподіляє його по відсіках і створює у захисному приміщенні надлишковий тиск, що перешкоджає проникненню зараженого повітря.

Передбачається два режими вентиляції.

1 режим – чиста коли зовнішнє повітря очищається від пилу.

2 режим – фільтровентиляція, коли повітря проходить крізь поглинальні фільтри, де очищується від реактивного пилу, отруйних речовин, СДОР і бактеріологічних засобів.

Система водопостачання від зовнішньої водопровідної мережі.

Передбачено аварійний запас води або її джерело.

Є система каналізації.

Санвузол влаштовується окремо ізольований від секцій сховища з витяжкою.

Система опалювання сховища працює від опалювальної мережі будинку під яким воно знаходиться.

Освітлюється від міської електромережі в аварійних випадках від автономної електростанції, або від акумуляторів або ліхтарями.

Запас продуктів не менше ніж на 2 доби.

Медичне обслуговування здійснюють санітарні пости і медпункти.

Правила перебування у захисній споруді

Населення укривається у захисних спорудах за сигналами ЦО. Заходити до них потрібно організовано, швидко і без паніки. У сховищі зручніше розміщуватися групами — з тих, хто разом працює або мешкає в одному будинку.

В кожній групі призначають старшого. Тих, хто з дітьми, розміщують в окремих відсіках або у спеціально відведених місцях. Літніх і хворих намагаються влаштувати ближче до вентиляційних труб.

У сховище (укриття) потрібно приходити зі своїми засобами індивідуального захисту органів дихання, продуктами харчування і документами. Не дозволяється приносити з собою речі громіздкі, з сильним запахом, легкозаймисті, приводити тварин.

У сховищі забороняється ходити без потреби, шуміти, курити, виходити назовні без дозволу коменданта. Всі у сховищі зобов'язані виконувати розпорядження чергового по сховищу, надавати посильну допомогу хворим, інвалідам.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було досліджено найрізноманітніші способи вимірювання вологи, їх переваги на недоліки. Було обрано спосіб вимірювання вологи, та розроблено пристрій, який дозволяє вимірювати вологу, температуру та освітленість, але, за бажанням, схему можна спростити та розбити цей пристрій на три різні. Було проведено дослідження щодо компонентів та матеріалів для виготовлення цього пристрою.

Повністю описано процеси та принцип роботи пристрою, обосновано вибір тих чи інших компонентів та детально описано процес налаштування.

Пристрій може бути реально виготовлений та випробуваний в реальних умовах та представляє собою практичну цінність як для радіолюбителів, так і у промисловості, враховуючи невисоку вартість компонентів, просту схему збірки та нескладний процес налаштування, який не має необхідності проводити тільки в лабораторних умовах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шарапов В.М. Справочное пособие [Текст] / В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой, Г.Г. Ишанин, И.Г. Минаев, А.С. Совлуков. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
2. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение [Текст] / Г. Виглеб. – М.: Издательство «Мир», 1989.
3. Михеев В.П. Датчики и детекторы: учебное пособие [Текст] / В.П. Михеев, А.В. Просандеев. – М.: МИФИ, 2007. – 172 с.
4. Борноволоков Э.П. Радиолобительские схемы [Текст] / Э.П. Борноволоков, В.В. Фролов. – М.: Техника, 1985. – С. 264.
5. Архів журналу «Радіо» за 1976 р., випуски номерів 1, 3, 7.
6. Грибан В.Г. Охорона праці: навчальний посібник [Текст] / В.Г. Грибан, О.В. Негодченко. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.
7. Добрынин А.И. Экономическая теория: учебник для вузов [Текст] / А.И. Добрынин, Л.С. Тарасевич. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 544 с.