

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.311.1

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплич В.В.

(підпис)

« » 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри
теплоенергетики

Антипов Є.О.

(підпис)

« » 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Розробка системи дистанційного моніторингу теплоспоживанням
навчального корпусу №8 НУБіП України з використанням регулятора
температури ECL Comfort 310»

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Жильцов А.В.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Антипов Є.О.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Скоцник М.О.

(підпис)

(ПІБ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРТЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
теплоенергетики

к.т.н., доц.

Антипов Є.О.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Скоцику Миколи/Олександровичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи роботи: «Розробка системи дистанційного моніторингу теплоспоживанням навчального корпусу №8 НУБіП України з використанням регулятора температури ECL Comfort 310»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 1.02.2021 № 175 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2021

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз параметрів мікроклімату, методів контролю та їх автоматизованого управління.
2. Виконати аналіз апаратних платформ для реалізації інформаційної системи.
3. Провести дослідження пілотної системи енергетичного моніторингу для університетської будівлі.
4. Виконати вибір методів та обладнання для реалізації інформаційної системи.
5. Провести обґрунтування економічної ефективності.

Дата видачі завдання 02.02.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Антипов Є.О.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Скоцик М.О.

(підпис)

(ПІБ)

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1	7
ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ЇХ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ	7
1.1 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини	8
1.2. Методи контролю та автоматизованого управління параметрами мікроклімату приміщень	13
РОЗДІЛ 2	20
АНАЛІЗ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	20
2.1. Мікроклімат навчальних приміщень (витяг з Державних санітарних норм та правил)	20
2.2. Норми температури і відносної вологості повітря в приміщеннях навчального закладу	21
2.3. Освітлення навчальних приміщень	22
2.4. Гігієнічні вимоги до роботи на комп'ютері	23
2.5. Постановка задачі для розробки інформаційної системи	26
2.6. Апаратні платформи для реалізації системи	30
РОЗДІЛ 3	40
ПІЛОТНА СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ БУДІВЛІ	40
3.1. Система енергетичного моніторингу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу	40
РОЗДІЛ 4	41
ВИБІР МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	41
4.1. Апаратна реалізація системи	49
4.2. Опис архітектури системи дистанційного контролю температури	50

Комплектація.....	54
4.3. Встановлення СЕС для компенсації енергоспоживання системою.....	61
РОЗДІЛ 5.....	65
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	65
5.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи.....	65
5.2. Розрахунок витрат на впровадження.....	66
5.3. Розрахунок матеріальних витрат.....	69
5.4. Розрахунок витрат на електроенергію.....	70
5.5. Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	70
5.6. Обчислення накладних витрат.....	71
5.7. Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....	72
5.8. Розрахунок ціни дослідження.....	73
5.9. Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	73
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Забезпечення оптимальних режимів теплового, вологого і повітряного режимів житлових і громадських будівель пов'язана зі значними витратами паливно-енергетичних ресурсів. Ця проблема особливо актуальна для регіонів, які мають холодний клімат в зимову пору року.

НУБІП України

Аналіз тепловитрат в приміщеннях показує, що практично завжди існує невідповідність теплотехнічних характеристик в будівлях, які експлуатуються і підлягають реконструкції, тим величинам, які були закладені в проектах.

НУБІП України

Вказана невідповідність викликана не тільки відхиленнями від проектних рішень при будівництві, але і внаслідок зміни теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій з плином часу. Особливість підходу полягає в тому, що

НУБІП України

після монтажу систем опалення та вентиляції необхідно здійснювати коригування проектних рішень на основі результатів натурних обстежень фактичних теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій і параметрів мікроклімату. В результаті цього актуальним є розробка систем дистанційного контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях з можливістю збору даних на протязі великого періоду часу, що дасть змогу аналізувати зміну

НУБІП України

мікроклімату приміщень залежно від зміни погодніх умов та параметрів будівлі. Це дозволить більш широко аналізувати процес забезпечення оптимального мікроклімату для вироблення загальних тенденцій будівництва, створення енергозберігаючих технологій для економії і так дорогих енергоресурсів.

НУБІП України

У зв'язку з цим розробка систем для контролю мікроклімату приміщень дистанційно є актуальною задачею на сьогоднішній час. Впровадження таких систем дозволить забезпечити комфортний стан житла, пришвидчити реакцію на аварійні ситуації, автоматично реагувати на зміни параметрів з метою економії ресурсів та забезпечує дистанційний контроль.

НУБІП України

Тому, мета магістерської роботи полягає у модернізації системи опалення будівлі 8 навчального корпусу НУБІП України шляхом розробки системи дистанційного моніторингу теплопоживання з використанням регулятора температури ECL Comfort 310.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі задачі:

- провести аналітичний огляд сучасного стану систем енергозабезпечення будівель з ІТЧ;

- вивчити особливості будови існуючої системи енергопостачання об'єкту проектування;

- провести розрахунок об'єкту проектування та обґрунтувати необхідність підвищення ефективності процесу енергопостачання будівелі навчального корпусу;

- здійснити техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження системи дистанційного моніторингу.

Об'єкт дослідження – навчальний корпус №8 НУБіП України

Предмет дослідження – система дистанційного моніторингу теплоспоживанням навчального корпусу №8 НУБіП України.

Методи дослідження – аналітичний огляд та інженерний розрахунок системи дистанційного моніторингу теплоспоживанням навчального корпусу №8 НУБіП України з використанням регулятора температури ECL Comfort 310.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Скорочення витрат на комунальні платежі на функціонування закладів вищої освіти (ЗВО) для нашої країни є перспективним кроком на шляху до енергозбереження. Найвагомішими серед них є витрати на опалення для забезпечення відповідних параметрів мікроклімату та теплового режиму будівель, який визначається надходженнями або втратами тепла через зовнішні огорожувальні конструкції, роботою опалювально-охолоджувальних і вентиляційних систем, побутовими та технологічними тепловиділеннями, а також теплофізичними властивостями матеріалів будівельних конструкцій.

Розрахункові параметри мікроклімату того чи іншого приміщення визначаються в залежності від його функціонального призначення і санітарно-гігієнічних вимог, які повинні бути витримані протягом опалювального періоду. Тривалість збереження параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі протягом періоду, наприклад аварійного відключення системи опалення чи перехід її роботи в черговий режим (неробочий період ЗВО), визначається часовою константою, яка характеризує внутрішню теплову інерцію (теплоємність) будівлі [1].

На останнє, суттєво впливають теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, розрахункова теплова потужність системи опалення та розрахункові параметри кліматичного регіону (температурної зони) розташування досліджуваного об'єкту. Цікаво, що по мірі покращення теплозахисних характеристик будівель змінюється і характер втрат теплоти за окремими складовими. У таблиці 1 наведені дані, які характеризують якісні зміни втрат теплоти у будівлі, що відбуваються під час утеплення її зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Таблиця 1 - Структура тепловитрат громадських будинків з різним рівнем опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Характеристика будинку	Тепловитрати через елементи будинків у % до загальних тепловитрат				
	непрозорі стіни	прозорі конструкції	дах	цокольне покриття	повітрообмін
Забудова до 1995 р.	39	21	15	8	17
$R_{\text{imp}} \geq 1,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	27	24	15	8	26
$R_{\text{imp}} \geq 2,1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	23	26	14	7	30
$R_{\text{imp}} \geq 2,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	19	27	12	6	36
$R_{\text{imp}} \geq 2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	18	25	12	6	39
$R_{\text{imp}} \geq 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	17	23	10	5	45

Аналіз таблиці свідчить, що зі збільшенням термічного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, частка трансмісійних втрат теплоти зменшується, а доля втрат з повітрообміном зростає, оскільки потреба у витратах теплоти на вентиляцію приміщень залишається незмінною (за умови відсутності енергозберігаючих заходів, які впроваджуються в системах вентиляції) та навіть дещо збільшується за рахунок зменшення частки інфільтраційних втрат. З огляду на зазначене, актуальним залишається питання підвищення ефективності використання енергоресурсів з одночасним збереженням показників комфортності приміщень. Даного результату можливо досягти, у тому числі, за рахунок застосування оптимального режиму чергового опалення, тобто оптимального управління тепловим режимом будівлі в неробочий період. Режим чергового опалення доцільно застосовувати для об'єктів бюджетної сфери та будівель, що використовуються за графіком, до яких відносяться і будівлі ЗВО.

1.1 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини

Мікроклімат – це сукупність факторів середовища всередині приміщення, таких як стан повітря, значення його вологості та температури. Він залежить від багатьох складових. Насамперед на нього суттєво впливають погодні умови самої місцевості, де знаходиться будівля, яка особливість її конструкції щодо захисту від зовнішніх факторів (температури зовнішнього середовища, відносної

вологості, кількості опадів, швидкості вітру, тощо). Також важливими є внутрішні параметри будівлі, зокрема, наявність та сила повітряних потоків, наявність джерел тепла, їхнє розташування та ефективність, кількість виділеної вологи, можливість вбирання на віддачі вологи. Також додатковими факторами можуть бути наявність пилу, вміст вуглекислого газу, різного роду аерозолі тощо

[3]

Наявність певної кількості або підвищеної концентрації шкідливих речовин (пропускання природного газу в системі газопостачання) також негативно впливає на самопочуття мешканців та їх здоров'я.

Проте створюючи ізольовані будівлі, які забезпечують максимальний захист від зовнішнього середовища (холоду, спеки, вітру, шуму) постає проблема забезпечення якості повітря, його чистоти всередині приміщення.

Вирішити таку проблему дозволяють системи кондиціонування, вентиляції та опалення. Проте наявність систем кондиціонування або вентиляції не завжди в повній мірі вирішує проблему забезпечення якісного повітря, оскільки в вентиляційних трубопроводах можуть збиратися численні мікроби та бактерії, які забруднюють повітря, що надходить у приміщення, що може підвищити рівень хворобливості людей, які в ньому проживають.

На сучасному етапі розвитку систем автоматизації існує велика кількість рішень, які дозволяють створити сприятливі умови для життя і роботи людей у приміщеннях будь-якого типу. Адже від них суттєво залежить працездатність та здоров'я.

Тому однією з головних умов роботи систем кондиціонування, опалення та вентиляції є забезпечення оптимальних параметрів для корисного впливу на терморегуляцію людського тіла, найважливішого фізіологічного процесу, який визначає комфортність. Наявність оптимальних та комфортних умов у приміщенні дозволяє збільшити, власне кажучи, ефективність роботи людини за рахунок збереження здоров'я, збільшення працездатного періоду часу, підвищення активності праці в цей період [3]

Комфортабельні або оптимальні параметри мікроклімату – це такі умови, при яких внаслідок одночасного їх впливу на людей на протязі визначеного

періоду часу забезпечують зберігання тепла людським організмом. У таких умовах особа не відчуває дискомфорту, терморегуляційне навантаження мінімальне, не, власне кажучи, і забезпечує високу працездатність.

До допустимих норм параметрів мікроклімату відносять такі, при яких у людському організмі може виникати тепловий дисбаланс, тобто вони можуть привести до зміни теплового стану. Такі умови можуть привести до часткового зниження продуктивності праці, проте не наносять шкоди здоров'ю, людина може відчувати місцеве тепловідчуття. Головним фактором при встановленні меж допустимості є забезпечення допустимого теплового стану організму.

Шкідливі або неприпустимі параметри мікроклімату – це умови, при яких тепловий стан людини протягом певного проміжку часу суттєво змінюється, яскраво виражені дискомфортне відчуття. При цьому працездатність суттєво знижується внаслідок роботи механізмів терморегуляції в критичних умовах.

Збереження здоров'я в таких умовах гарантувати неможливо, як і, власне кажучи, термостабільність організму.

Екстремальні параметри мікроклімату – це небезпечні значення основних характеристик кліматичних умов, при яких навіть впродовж нетривалого впливу виникає критичне навантаження механізмів терморегуляції, суттєво змінюється тепловий стан організму. Це може привести до серйозних захворювань, а в деяких випадках до летального результату [4], [5].

При умові забезпечення комфортного мікроклімату у приміщенні, людина відчувається у ньому комфортно, працездатність утримується на високому рівні, відчувається тепловий комфорт і гарний настрій. При проектуванні систем забезпечення комфорту необхідно враховувати характер життєдіяльності в тих чи інших приміщеннях для комфортабельної температури у них. Слід відмітити, що наприклад, у спальнях температура має бути дещо нижчою, ніж у кімнатах де люди проявляють більше активності. У певних приміщеннях активність різних членів може бути різною, тому необхідно враховувати який від дільності має більше 50% осіб у обраному приміщенні. Проте не бажано забезпечувати різкий перепад параметрів між приміщеннями, а також раптові стрибки температур. Це вносить дискомфорт у роботу організму.

Усі параметри мікрокліматичних умов можна поділити на 2 типи:

- керовані або регульовані, тобто ті, що можливо забезпечити конструкцією будівлі (утеплення, тощо), нагрівальними пристроями, зволожувачами, осушувачами, кондиціонерами;

- некеровані, тобто ті, які існують незалежно від людини. До таких відносяться кліматичні умови та особливості даної місцевості.

Для забезпечення комфорту люди в основному застосовують системи вентилявання, опалення та кондиціонування. При цьому такі системи працюють ефективніше, якщо враховувати некеровані фактори.

При нормальних умовах температура тіла людини за рахунок механізмів терморегуляції підтримується на рівні 36,6 °С. Залежно від активності особи організмом виділяється тепло. Процеси його віддачі відбуваються за рахунок мікрокліматичних параметрів середовища. При більш активній роботі тепла виділяється більше. Велика кількість тепла в основному віддається за рахунок механізму потовиділення. Чим вищий вміст вологи у повітрі, тим гірше відбувається віддача тепла внаслідок випаровування. Якщо ж вміст вологи у повітрі знизити це, у свою чергу, підвищить ефективність процесу теплопередачі за рахунок кращого випаровування. При занадто низькій вологості виникає зворотній процес – надмірне пересихання слизових оболонок у шлудей, організм не встигає генерувати стільки слизу. Слід зауважити, що на інтенсивність віддачі тепла впливає не лише вологовміст, але і рух повітря, чим він інтенсивніший, тим кращий процес теплопередачі. При цьому граничним значенням температури, при якій можливе охолодження організму є приблизно 35 °С.

При низьких значеннях температури навпаки процес має зворотнє значення і викликає переохолодження шкіри. Рух повітря при занижених температурах не є бажаним. Наявність протягу взагалі може привести до важких захворювань, оскільки створює сильний перепад температури, на який організм людини не здатен адекватно прореагувати. При такому процесі можуть виникати місцеві переохолодження різкого типу або локальні перегрівання внаслідок того, що організм хоч і може коригувати температуру тіла, але у вузькому діапазоні.

Верхнє значення температури, при якій ще можлива терморегуляція – 31 °С

(вологість 85%) або 40°C (вологість 30%). Коли людина працює критичні значення температури значно менші. Що стосується низьких температур, то якщо має місце важка праця, то при 12 °C теплогенерація людини є стабільною.

Виходячи з вище сказаного для комфортного перебування у приміщенні для людини важливими факторами є поєднання оптимальних відносної вологості, власне кажучи, температури, вмісту вуглекислого газу та руху повітря.

Відповідно до стандартів якщо середньодобова температура менша 10 °C, то це холодний період, при температурах вищих за це значення – теплий.

Оптимальні параметри мікроклімату це, власне кажучи, поєднання факторів середовища приміщення, які внаслідок тривалої дії на людський організм забезпечують нормальне функціонування механізмів терморегуляції та наявність комфортних теплових відчуттів.

Що стосується систем вентиляції, то вони також виконують важливу роль.

Система вентиляції повинна забезпечувати доступ свіжого повітря в приміщення. Як відомо в процесі життєдіяльності людина вдихає кисень та виділяє CO₂. Збільшення його концентрації призводить до погіршення параметрів комфортності та продуктивності праці внаслідок того що людині важче проводити окисні реакції для створення енергії. Хоча теплового навантаження і немає, організм стомлюється, працює в навантаженому стані. Тому постачання свіжого повітря є важливим. Виконання процесу постачання свіжого повітря покладається на системи кондиціонування та вентиляції. Вони можуть просто проводити забір ззовні, а також проводити його підігрів або охолодження відповідно до зовнішнього середовища.

«Кондиціонування повітря – це явище направленої виникнення та автоматичне підтримання у замкнених приміщеннях декількох чи всіх наявних параметрів, таких як: температура, чистота, швидкість руху повітряного середовища, вологість на заданому рівні з метою забезпечення, власне кажучи оптимальних метеорологічних умов, максимально сприятливих для комфорту людей» [6], [7].

Цей процес забезпечується системою технічних засобів різного типу, які носять назву система кондиціонування приміщення. До неї входять пристрої

забору повітря, його очищення, нагрівання, перемішування, зволоження та осушування, які можуть дистанційно контролюватися. Основні завдання для автоматизованої системи, яка займається процесом кондиціонування є підтримання в заданому стані в приміщенні, не дивлячись на те як міняється клімат назовні. Як правило всі засоби вентиляції намагаються виконати в одному корпусі для полегшення процесів ремонту та його обслуговування. Важливо також те, що для процесів вентиляції необхідно контролювати стан фільтрів, оскільки в них часто можуть у великій кількості розвиватися мікроорганізми, що може привести до спричинення численних захворювань у людей, які проживають у приміщенні.

На даний момент системи кондиціонування поділяють на:

- за метою використання – комфортабельні та технологічні;
- за покладеним принципом роботи - комбіновані, рециркуляційні та прямооточні;
- за присутністю в них апаратури підвищення та зниження температури – автономні та неавтономні;
- за розташуванням основних елементів – місцеві та центральні;
- за методом керування параметрами – однотрубні (якісні) та двотрубні (кількісні).
- за якістю забезпечення повітряного середовища у відповідності до норм - першого, другого та третього класу;
- за кількістю наявних приміщень, які здатна охопити система – однозональні та багатозональні.

4.1. Методи контролю та автоматизованого управління параметрами мікроклімату приміщень

Наукові дані останніх років свідчать про поступовий розвиток напрямів досліджень з оптимізації та оцінки впливу фізичних факторів мікроклімату на людину не з позицій оцінки теплового комфорту, а з точки зору вивчення якості внутрішнього повітря простору приміщень. Але й досі відсутній

системний підхід щодо теоретичного обґрунтування та проведення експериментальних досліджень і формування наукових засад моніторингу, керування і моделювання просторових розподілів і часових змін рівнів фізичних факторів за ступенями їх впливу на психофізіологічні показники людини та санітарно-гігієнічні характеристики громадських приміщень з метою створення сприятливих умов праці.

Попередніми дослідженнями напрацьовані переконливі результати щодо комбінованого впливу фізичних факторів громадського середовища на здоров'я людини, причому кількісна зміна одного фактора призводить до зміни інших.

Отже, на теперішній час потребують розробки інформаційні системи, методи і методики моніторингу та контролю кількісних характеристик фізичних факторів у зонах перебування людей [1].

Сучасний «розумний дім» втілює в собі безліч інноваційних розробок, які зробили його унікальним з безпеки і комфортабельності. Наявність всіх цих розробок дозволяє сьогодні втілювати мрії в життя, тепер власнику житла зовсім не обов'язково турбуватися про свій будинок, адже він завжди під контролем обладнання, яке не дає збоїв і працює цілодобово весь рік, навіть коли нікого немає в будинку.

Зараз на ринку є чимало компаній, що пропонують свої послуги у сфері проектування «розумних будинків», при виборі тієї або іншої компанії, необхідно бути впевненим у професіоналізмі співробітників, щоб надалі не випробовувати проблем з технікою.

У кожному сучасному будинку в тій чи й іншій мірі функціонує велика кількість обладнання, що забезпечує побут, комфорт, затишок, зв'язок і безпеку, що допомагає відпочити і створює довгоцінне робоче середовище.

Зручність управління цими системами, їх інтеграція один з одним, можливість злагоджено працювати разом, збільшуючи тим самим функціональність кожної з них окремо - все це і дає можливість назвати такий будинок - Розумним домом.

У відсутності людини Розумний будинок буде підтримувати оптимальним чином постійний мікроклімат, зберігаючи тим самим затишок, кімнатні рослини

і меблі. Вона вимкне не потрібне світло або навпаки буде створювати видимість вашої присутності, включаючи і вимикаючи освітлення в тій або іншій кімнаті час від часу.

Розумний будинок дозволить Вам спокійно і безтурботно відпочивати.

Розумний будинок буде постійно стежити за всіма інженерними системами в будинку і не допустить спалаху або вибуху пов'язаного з витоком газу або зіпсованої меблів через витік води. Також не залишиться непоміченим проникнення в будинок стороннього.

Система Розумний будинок постарается випроводити його сам, створюючи неприємні умови його знаходження в будинку і, звичайно, він повідомить Вам і на пульта охорони про цю подію, скориставшись мобільним зв'язком або електронною поштою.

Для забезпечення якісної розробки системи та провадження власної реалізації необхідно розглянути основні принципи побудови автоматизованих систем для контролю параметрів повітря у приміщенні, а також параметрів мікроклімату.

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату громадського приміщення повинна виконувати такі функції: інформаційну, управляючу, допоміжну. Інформаційна функція системи полягає у зборі, зберіганні і видачі інформації про стан параметрів повітряного середовища робочої громадського приміщення. Робочою зоною є простір висотою два метри від рівня підлоги або площадки, на якій знаходяться робочі місця [2].

Вміст управляючої функції є виробітка рішень і реалізація управляючих впливів на технічні засоби забезпечення параметрів мікроклімату.

До управляючих функцій системи відносяться:

- визначення раціонального режиму проведення регулювання параметрів мікроклімату;

- формування і передача на входи виконуючих пристроїв управляючих впливів, які забезпечують реалізацію обраного режиму. До допоміжних функцій відносяться такі, які забезпечують вирішення внутрішньосистемних задач і призначенні для забезпечення власного функціонування (забезпечення заданого

алгоритму функціонування, контроль стану тощо).

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату громадського приміщення з урахуванням функціональних вимог складається з двох модулів: проектування і, власне, самої системи на рисунку 1.1 [2].

Модуль проектування відповідає за розрахунок кількості іонізаторів, які необхідно встановити у заданому приміщенні або робочій зоні.



Рис. 1.1 Функціональна структура автоматичної системи контролю мікроклімату

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату громадського приміщення функціонує на базі програмного та інформаційного забезпечення. Програмне та інформаційне забезпечення системи являє собою комплекс взаємопов'язаних програмних засобів, які повинні забезпечувати у відповідності з вимогами, автоматичне вирішення задач збору інформації, її первинної обробки у формі зручній для реєстрації, виробити управляючих впливів.

Програмне забезпечення системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату громадського приміщення реалізує такі основні функції:

- аналіз і обробка інформації про геометричні розміри громадського приміщення;

- введення інформації від датчика температури;

- аналіз і обробка введеної інформації;

- забезпечення спеціальними програмами необхідне надходження тепла від приладів опалення для підтримки заданого режиму мікроклімату;

- зв'язок користувача з системою збору і обробки інформації;

- прийняття рішень по заданому алгоритму;

- вивід управляючих впливів в канал управління;

- вивід повідомлення на дисплей терміналу;

- організація діалогу з оператором.

На рисунках 1.2-1.3 наведені алгоритми функціонування системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату громадського приміщення у вигляді блок-схеми [2].

Алгоритм функціонування системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату міститься у наступному. Спочатку визначаються нормовані показники температури робочого приміщення.



Рис. 1.7 Приклад реалізації алгоритму системи автоматизованого контролю визначення параметрів повітря

Далі ці показники порівнюються з поточними значеннями температури аероіонізації, які надійшли від вимірювальних приладів. В залежності від отриманих результатів порівняння блок управління видає управляючий вплив: включити (у разі зниження температури нижче допустимої) або виключити кондиціонер (у разі підвищення температури вище допустимої), включити (у разі зниження рівня концентрації аероіонів нижче допустимого) або виключити аероіонізатор (у разі підвищення рівня концентрації аероіонів вище допустимого). Поточний стан параметрів мікроклімату і виконавчих приладів (вкл./відк.) фіксується на табло.

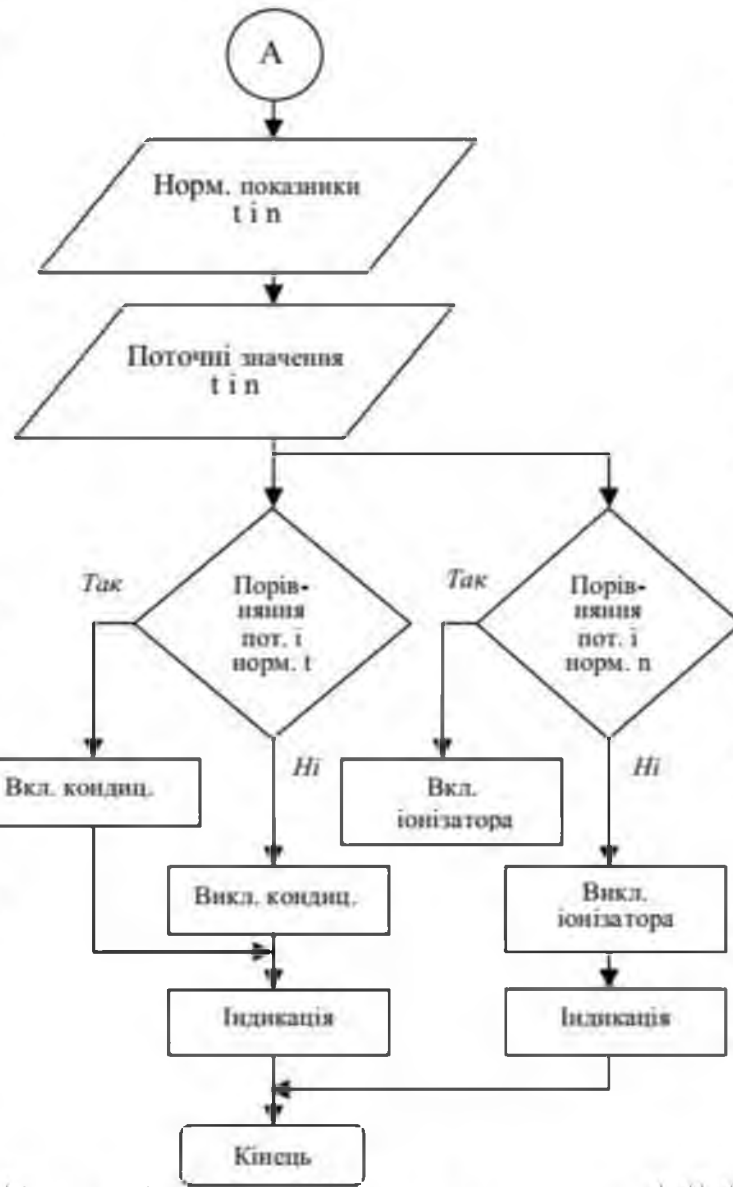


Рис. 1.3 – Блок-схема роботи системи автоматичного регулювання

З огляду на зазначене, подальшою задачею вбачається аналіз апаратних платформ для реалізації інформаційної системи дистанційного моніторингу теплоспоживанням.

Розробка інформаційних систем дистанційного контролю параметрів житлових приміщень є актуальною задачею на сьогоднішній час. На даний момент вартість енергоресурсів невідомо зростає, а питання забезпечення комфортних умов у приміщеннях де проживають та працюють люди стає дедалі актуальнішим. При цьому постає питання підвищення ефективності функціонування таких систем, можливості зберігання та аналізу попередніх даних, а також зниження вартості їх реалізації при потрібному рівні надійності.

Слід відмітити, що умови роботи пристроїв у житлових приміщеннях не є важкими у порівнянні з промисловими. В результаті цього більшість платформ здатні надійно працювати у таких умовах. Також наявність певних помилок або хибних спрацювань також не є критичним в загальному випадку.

2.1. Мікроклімат навчальних приміщень (витяг з Державних санітарних норм та правил)

Мікроклімат навчальних приміщень – комплекс фізичних факторів, що здійснюють вплив на теплообмін людини з оточуючим середовищем, обумовлюють самопочуття, працездатність, стан здоров'я і якість праці співробітників навчального закладу.

Санітарні правила встановлюють гігієнічні вимоги до параметрів мікроклімату робочих місць з урахуванням інтенсивності енергозатрат працюючих, часу виконання робіт, природних умов і вміщують вимоги до методів вимірів і контролю мікрокліматичних умов.

До параметрів мікроклімату належать:

- температура повітря і його відносна вологість;
- швидкість руху повітря;

• потужність теплового випромінювання приладів та устаткування, що знаходяться у приміщенні.

Оптимальні мікрокліматичні умови характеризуються такими параметрами, які при їх спільній дії на людину протягом робочого дня забезпечують оптимальний функціональний стан людини. У таких умовах напруга терморегуляції мінімальна, дискомфортні тепловідчуття відсутні, що дозволяє зберегти здоров'я працюючих і забезпечити якість праці.

Порушення параметрів мікроклімату на робочих місцях сприяє створенню шкідливих і небезпечних мікрокліматичних умов, які при спільній дії на людину викликають значні зміни теплового стану, що може призвести до порушення стану здоров'я працівників навчального закладу.

2.2. Норми температури і відносної вологості повітря в приміщеннях

навчального закладу

Температура повітря у приміщеннях навчального закладу має бути:

- у класах, навчальних кабінетах, лабораторіях, актових залах, аудиторіях - 18-20 °С;

- у майстернях з обробки металу, дерева тощо - 15-17 °С;

- у спортивних залах, тренажерних кімнатах - 15-17 °С;

- у приміщеннях для проведення гурткової роботи - 19-23 °С;

- у роздягальнях при спортивних залах - 19-23 °С;

- у бібліотеках, кабінетах адміністрації - 17-21 °С;

- у туалетах - 17-21 °С;

- у спальнях, житлових кімнатах гуртожитку - 18-20 °С;

- в умивальних кімнатах - 20-23 °С;

- у душових - не нижче 25 °С;

- у вестибюлі, гардеробі - 16-19 °С.

Відносна вологість повітря повинна бути 40-60%.

2.3. Освітлення навчальних приміщень

При виборі раціонального освітлення робочої зони навчальних приміщень необхідно виходити із можливостей використання, в першу чергу, природного освітлення, як найбільш безпечного і тільки потім використовувати штучне освітлення.

Виділяють три види штучного освітлення.

Загальне - освітлення, при якому світильники розміщені у верхній зоні приміщення рівномірно чи відповідно до розташованого обладнання.

Місьцеве - освітлення, що створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Комбіноване - освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве.

Згідно з чинними нормативами оптимальне освітлення повинно забезпечувати такі умови:

- рівномірне освітлення робочої поверхні;
- відсутність відблиску;
- оптимальний контраст;

- оптимально підібраний колір освітлення;
- відсутність пульсації.

Порушення умов освітлення нерідко приводить до травматизму і появи професійних захворювань органів зору.

Таблиця 2.1 - Норми найменшої освітленості в приміщеннях та на території навчального закладу

№ п/п	Зони освітлення	Найменше значення освітленості (лк)		Питома потужність (Вт на 1 м ² підлоги)	
		при люмінесцентних лампах	при лампах розжарювання	при люмінесцентних лампах	при лампах розжарювання
1	Аудиторії, кімнати гуртожитку, навчальні кабінети	300	150	20	48

F	(крім кабінету креслення), майстерні, бібліотека				
	2 Кабінети креслення, класні дошки	500	300	32	80
F	Адміністративні приміщення, робочі місця співробітників, кабінет лікаря, вчительська, спортивний та актовий зали, зали для музичних занять, групові кімнати, їдальня, буфет, кімнати гуртожитку,				
	3	200	100	13	32
F	Вестибюль, гардероб.	100	50	7	16
	4				
	Коридори, санвузли, сходи.	75	30	5	9,6
	5				
	6 Ділянка території, що освітлюється	40	20	-	-

2.4. Гігієнічні вимоги до роботи на комп'ютері

Державні санітарні правила і норми «Влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах» (ДСанПіН 5.5.6.009-98) встановлюють гігієнічні вимоги до приміщень та нормативи чинників, що створюються при роботі комп'ютерів; гігієнічні вимоги до експлуатації персональних комп'ютерів, що застосовуються в навчально-виховному процесі в навчальних закладах різних форм власності.

Дія та вплив електромагнітного випромінювання, основана на концепції взаємодії зовнішніх полів з внутрішніми полями організму людини, на центральну нервову систему, очі, кровотворну систему, серцево-судинну систему, ендокринну та імунну системи і обмінні процеси.

Регулярна робота з комп'ютером без застосування відповідних захисних засобів приводить до зниження імунітету, захворювання органів зору, до хвороб серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту.

Використання в навчальних закладах персональних комп'ютерів вимагає від керівника навчального закладу обов'язкового виконання необхідних умов їх безпечної експлуатації.

Вимоги до приміщень комп'ютерних класів. Площа приміщень комп'ютерних класів повинна розраховуватись не більше як на 12 осіб (6 м² на робоче місце).

Робочі столи необхідно розташовувати таким чином, щоб монітори були орієнтовані боковою стороною до світлових отворів, причому природне світло має бути переважно зліва.

Відстань між робочими столами з моніторами має бути не менше 2,0 м, а відстань між боковими поверхнями відеомоніторів - не менше 1,2 м.

Екран монітора має знаходитися на відстані 600-700 мм від очей користувача, але не ближче 500 мм з урахуванням розмірів алфавітно-цифрових знаків і символів.

Робоче крісло повинно бути підйомно-поворотним, регульованим щодо висоти і кутів нахилу сидіння і спинки, а також відстані спинки від переднього краю сидіння, при цьому регулювання кожного параметра крісла повинно бути незалежним, легко здійсненим і надійно фіксуватися.

Освітлення. Приміщення комп'ютерних класів повинні мати природне та штучне освітлення. Вікна в приміщеннях повинні бути переважно орієнтовані на північ і північний схід й обладнані регульованими пристроями типу: жалюзі, занавіски, зовнішні навіси тощо.

Освітленість робочих поверхонь столів має становити 300-500 лк.

Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк.

Для штучного освітлення приміщень комп'ютерних класів варто застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ та компактні люмінесцентні лампи КЛЛ. У світильниках місцевого освітлення допускається використання ламп розжарювання, в тому числі галогенових.

Використання світильників без розсіювачів та екрануючих решіток не допускається.

Мікроклімат. Приміщення комп'ютерних класів повинні бути обладнані вентиляцією або кондиціонером для організованого повітрообміну. У них мають забезпечуватись оптимальні параметри мікроклімату (температура - 18-21 °С, вологість - 50-60%) та щоденно проводитися вологе прибирання.

Не дозволяється розміщувати комп'ютерні класи у підвальних приміщеннях будівель.

Вимоги до організації та обладнання робочих місць для дорослих користувачів. Висота робочої поверхні стола для дорослих користувачів повинна регулюватися в межах 680-800 мм.

Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною - не менше 500 мм, глибиною на рівні колін - не менше 450 мм і на рівні витягнутих ніг - не менше 650 мм.

Дорослі користувачі, які працюють на комп'ютері понад 50% свого робочого часу повинні проходити медичні огляди.

Вимоги до організації та обладнання робочих місць для учнів та студентів.

Приміщення для занять з учнями обладнуються одномісними столами, які призначені для роботи з персональним комп'ютером. Конструкція стола повинна передбачати:

- дві окремі горизонтальні поверхні: одна для розміщення монітору з плавним регулюванням щодо висоти в межах 460-760 мм і друга - для клавіатури з плавним регулюванням щодо висоти і кута нахилу від 5° до 15° з надійною фіксацією в оптимальному робочому положенні (12-15°);

- ширину поверхонь для монітора і клавіатури не менше 750 мм (ширина обох поверхонь повинна бути однаковою) і глибину не менше 550 мм;

- використання регульованої щодо висоти підставки для ніг, при наявності стола і стільця, які не відповідають зросту учнів.

2.5. Постановка задачі для розробки інформаційної системи

Система, яка підлягає розробці повинна керувати пристроями забезпечення комфорту по наперед запрограмованій логіці залежно від сигналів з датчиків.

Відповідно до норм та вимог параметри мікроклімату мають бути наступні:

вологість повітря 40-60%, а температура 18-20 °С. При бажанні користувача повинна бути можливість змінити межі цих параметрів. Особливо це актуально, якщо на певний час жителі покидають будівлю. Температуру можна знизити, що

приведе до економії.

Система повинна при будь-якому відхиленні від встановлених норм коригувати значення мікроклімату. Метою роботи було розробити інформаційну систему, яка буде автоматично керувати виконавчими механізмами (засоби вентиляції, зволожувач повітря, паливний котел) для забезпечення комфорту

у приміщенні. Система повинна володіти гнучкістю, тобто при потребі алгоритми керування можна модифікувати або замінити. Також система має можливість легкого розширення та додавання нових модулів. Окрім вказаних параметрів також система буде контролювати рівень CO₂ у приміщенні і вмикати системи вентиляції, а у разі їх відсутності видавати сигнал на пристрій

керування. Вимоги до мікроклімату, який вимагається у приміщеннях наведено у таблиці 2.2.

Аналізуючи таблицю видно, якщо значення температури нижче ніж 18 °С, необхідно вмикати систему опалення. Аналогічно в літній період при температурі вище 27 °С необхідно вмикати охолоджувачі.

Ефективність систем охолодження визначають згідно графіку, який приведено на таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Значення температури житлових приміщень залежно від їх типу для забезпечення комфортних умов

Тип будівлі / приміщення Type of building / space	Категорія Category	Робоча температура, °C Operative temperature °C	
		Мінімум для опалення (зимовий період) ~ 1,0 кло Minimum for heating (winter season), ~ 1,0 clo	Максимум для охолодження (літній період) ~ 0,5 кло Maximum for cooling (summer season), ~ 0,5 clo
Житлові приміщення: спальні, вітальні, кухні тощо Сидяча діяльність ~ 1,2 мет Residential buildings: living spaces (bed rooms, drawing room, kitchen etc) Sedentary ~ 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Житлові приміщення: інші приміщення (кладові, холи тощо) Стояння-ходьба ~ 1,6 мет Residential buildings: other spaces: storages, halls, etc) Standing-walking ~ 1,6 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	

Слід відмітити, що для уникнення явища перегрівання певних частин будівлі і запобігання утворення більш нагрітих та менш нагрітих зон необхідно забезпечувати також рух достатній рух повітря [8].

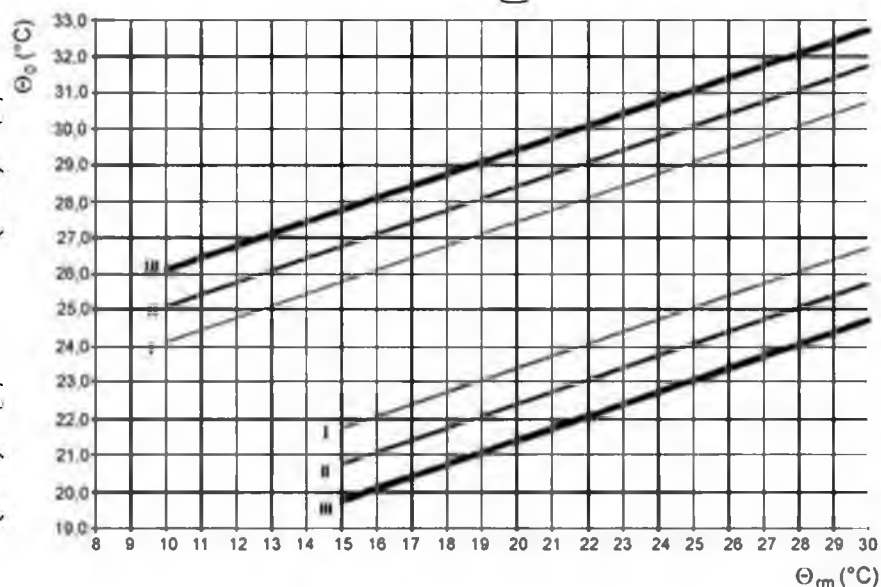


Рис. 2.1 – Графік для визначення робочої температури для будівель, залежно від температури навколишнього середовища: Θ_o – значення робочої температури, Θ_m – середнє значення температури за межами приміщення

Рівняння для побудови кривих для будівель III категорії є наступними:

- верхня межа:

$$\Theta_{i \max} = 0,33 \cdot \Theta_{rm} + 18,8 + 43, \quad (2.1)$$

- нижня межа:

$$\Theta_{i \max} = 0,33 \cdot \Theta_{rm} + 18,8 - 4, \quad (2.2)$$

Вказані параметри можуть бути використані для реалізації ПД закону регулювання температури у приміщеннях [9].

Нормована необхідна величина вентиляції та вмісту CO₂ у житловому приміщенні наведена у таблиці 2.3 та 2.4

Таблиця 2.3 – Норма вентиляції для роздіжених викидів від людей

Категорія Category	Очікувана відсоткова невдоволеність Expected Percentage Dissatisfied	Повітряний потік на особу, л/с/особу Airflow per person l/s/per
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4

Таблиця 2.4 – Нормована концентрація CO₂

Категорія Category	Відповідна концентрація CO ₂ вище зовнішньої у PPM для енергетичних розрахунків Corresponding CO ₂ above outdoors in PPM for energy calculations
I	350
II	500
III	800
IV	< 800

Слід відмітити, що при нормуванні вологості у житлових приміщеннях процес зволоження необхідно розпочинати, коли її значення < 30%, оскільки мале зволоження приводить до погіршення комфорту дихальних шляхів. Осушування повітря необхідно проводити при збільшенні значення вологості

понад 50%. Значення нормованих показників цих параметрів наведено у таблиці

2.5.

Якщо вказані параметри знаходяться у встановлених межах система не повинна нічого регулювати.

Одним із завдань розробленої інформаційної системи є вивід контрольованих значень в режимі реального часу на екран мобільного пристрою з можливістю їх регулювання та зміни меж регулювання. Також іншим завданням систем є збирання статистики за тривалий період часу для можливого аналізу даних з метою оптимізації при роботі в автоматизованому режимі. Також даний інструмент мож. допомагати користувачеві планувати витрати ресурсів на певний період (опалювальний сезон, тощо).

Таблиця 2.5 – Нормовані показники початку зволоження та осушування

при встановлених відповідних системах

Тип будівлі/приміщення Type of building/space	Категорія Category	Розрахункова відносна вологість для осушування, % Design relative humidity for dehumidification, %	Розрахункова відносна вологість для зволоження, % Design relative humidity for humidification, %
Приміщення, де показник зволоження встановлюється мешканцями.	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20
Спеціальні приміщення (музеї, церкви тощо) можуть потребувати інших меж Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc) may require other limits	IV	> 70	< 20

Отже, виходячи з вище сказаного розроблена інформаційна система дистанційного контролю має забезпечувати такі функції, а саме:

- зчитувати вимірювані параметри з датчиків, які встановлені у приміщенні;
- проводити оптимізацію регулювання для утримання заданих параметрів у регульованих межах;
- виводити та зберігати графіки основних показників мікросклімату;
- виводити основні параметри користувачу в режимі реального часу;
- моделювати та обирати оптимальні плани роботи обладнання у різні

часові періоди [10], [11].

Також розроблена система повинна бути гнучкою та недорогою в реалізації. Власне кажучи, сьогоднішній ринок контролерів дозволяє це реалізувати.

Для реалізації системи управління необхідно вибрати технічні засоби, які забезпечать збір даних про мікроклімат середовища, а також забезпечать керування основними пристроями для ефективного управління засобами регулювання, такими як опалення, кондиціонування, зволоження та осушування повітря. Також необхідно врахувати, що обране обладнання має забезпечувати гнучкість, тобто можливість змінювати параметри регулювання, закони та параметри оптимальних умов. Це процес має відбуватися за рахунок дій користувача, а також залежно від часу доби, пори року та зовнішнього середовища. Також система повинна мати можливість до розширення та збільшення контрольованих параметрів, додавання нових модулів тощо.

Основним параметром вибору апаратної частини системи є надійність (власне кажучи, для житлових приміщень вимоги не сильно високі, оскільки систем фактично буде знаходитись в оптимальних умовах) та вартість. Додатковими параметрами є простота реалізації, функціонал, швидкодія, можливість підтримки платформ різного типу. Отже, давайте розглянемо основні апаратні реалізації та контролери для створення систем такого типу.

2.6. Апаратні платформи для реалізації системи

2.6.1. Arduino. На сьогоднішній час є кілька платформ для розробки системи віддаленого контролю еліматиних параметрів приміщення. Розглянемо найпопулярнішу – Arduino [12].

Arduino це тип мікроконтролера, який реалізовано на базі мікроконтролера Atmega. Існує багато видів реалізації цієї платформи. Розглянемо її властивості на прикладі Arduino Uno рисунку 2.2.

Вказаний пристрій є досить дешевим та володіє хороним функціоналом у поєднанні з хорошою надійністю орієнтовна його вартість складає 150 грн. Він

має у своєму складі 14 цифрових входів/виходів, режим роботи яких може змінюватися.

Ця платформа є досить популярною на сьогоднішній час. Насамперед це обумовлено тим, що вона володіє хорошим функціоналом та має приємну вартість. По реалізованих функціях її можна прирівняти до потужних промислових контролерів. Також вказана платформа має зручну реалізацію мови програмування та є легкою в освоєнні, водночас дозволяючи створювати автоматизовані системи складного рівня.

Єдиним недоліком такої системи, на нашу думку, є необхідність встановлення додаткових модулів для можливості зв'язку та передачі даних через мобільні або інтернет мережі. Також до недоліку слід віднести неможливість роботи в екстремальних умовах. Оскільки система буде працювати в житлових приміщеннях, критично екстремальних умов в них не буде, тому останнім недоліком можна знехтувати.

Дана плата має такий конструктивний форм фактор, який надає змогу створювати реалізації різних контролюючих інформаційних систем в досить малих по розмірах корпусах, що також має суттєву перевагу. До речі, слід відмітити, що незмінність розмірів плати незалежно від типу системи Arduino дозволяє уніфікувати вимоги для різних виробників сторонніх елементів для підключення.



Рис. 2.2 – Загальний вигляд контролера Arduino Uno

Також суттєвою перевагою є виконання таких плат у вигляді модулів. Тобто виконання їх у модульному вигляді дозволяє легко інтегрувати такі платформи в

інші систем, зв'язувати між собою кілька модулів за рахунок стандартних інтерфейсів.

Щодо програмування, то середовище розробки керуючих програм, а також синтаксис самого коду є подібним до C++, який на даний час вже став загально прийнятим та відомим у світі. Це дозволяє скоротити підготовку фахівців для створення програм та проектів.

Саме по собі Arduino представляє собою платформу для розробки електроніки з відкритим, зокрема, кодом. Ця платформа ґрунтується на легкому у освоєнні програмному забезпечення та легких у застосуванні апаратних засобах.

Платформа допомагає аналізувати оточуюче середовище, досліджувати об'єкти, його параметри, проводити керування ним. Системи, реалізовані на цій платформі можуть бути як самостійні, так і пов'язані з іншими такими системами, персональним комп'ютером або з хмарними технологіями. Для такої системи усі компоненти, плати, можна створювати самостійно, придбати вже готові рішення. Готові програмні рішення для певних систем, можливо не завжди самі досконалі або недостатньо оптимізовані можна отримати безкоштовно за відкритою ліцензією.

Сама платформа Arduino побудована за принципом того, що девелопери (інженери, науковці, викладачі, студенти) можуть використати стандартні базові компоненти для початку створення проектів, проведення першого впровадження. В подальшому програму та апаратну частину можна вдосконалювати за допомогою наявних інструментів.

Основними перевагами систем на базі такого контролера є:
– відкритість та кросс-платформність. Середовище працює на усіх системах Windows, Linux, Mac, причому код системи є повністю відкритим, заснований, власне кажучи, на хорошій, функціональній та з доброю підтримкою серверній частині, підтримує багато платформ, легко переноситься, а помилки як при цьому виникають можуть бути легко усунені[13];

– драйвери, які забезпечують коректну роботу системи також виконуються на більшості наявних платформах, мають відкритий код, можуть бути адаптовані при певних навичках та затратах часу до будь-яких потреб та з корекцією

ПОМИЛОК;

– весь згенерований програмний код запускається і виконується на добре перевіреній реалізації, з добре продуманим компілятором, він запускається без інтерпретаторів, внаслідок чого має досить пристойні параметри швидкодії;

– платформа має у своєму складі аналогові входи та цифрові входи виходи зі змінними параметрами, що забезпечує високу гнучкість в роботі та реалізаціях. Є в наявності гтові рішення для застосування кількох давачів на одній лінії, якщо висока потреба в швидкодії відсутня (I2C, SPI, тощо). Це забезпечує можливість під'єднання практично усіх типів наявних в доступі давачів.

Проте всі переваги діють на початковому етапі впровадження. При реалізації серйозних проектів саму платформу потрібно модифікувати додагковими модулями (так званими «шилдами»), які розширюють функціонал, проте знижують надійність системи в цілому. Проте використання таких шилдів, під'єднання, налаштування є дуже простим і не вимагає дуже великого фаху рисунку 2.3.



Arduino WiFi Shield



Arduino Ethernet Shield



Arduino GSM Shield

Рис. 2.3 – Приклади модулів (шилдів) для платформи Arduino.

Сама платформа не конструювалася для певних конкретних елементів чи чіпів, оскільки виробники останніх намагаються отримати перевагу в купівлі свої продуктів. Вони часто роблять їх унікальними, додають певні специфічні реалізації та функції. Сама Arduino навпаки намагається бути відкритою і без якихось складних специфік, що дозволяє легко переносити розробки на інші

контролерні платформи. Власне кажучи, якщо проект реалізовано на Arduino, його можна перенести на будь-яку іншу платформу.

Ще однією суттєвою перевагою є, звичайно ж низька вартість. Десь біля 150 грн за платформу це дуже мало. Низька вартість, особливо для магістрів та студентів, знімає «страх зламати» деякі елементи при розробці, що збільшує ширину площини творчості та піднімає впевненість та кваліфікацію.

Також суттєвою перевагою таких систем є відкритість коду, який можна поноцінно використовувати в комерційних цілях. Це додає гнучкості та привабливості розробників. Це забезпечує наявність широкого діапазону створених бібліотек, функцій та додаткових елементів, що скорочує час розробки та генерацію коду. Також відкритість коду дає можливість створити власну функцію, бібліотеку, модуль при невеликих затратах часу та вміння.

Ще перевага в тому, що даний бренд і надалі розвивається, впроваджуються нові розробки, системи.

Серед останніх, власне, розробок, зокрема, Arduino Mega 2560 – власне кажучи, на базі ATmega2560 плата мікроконтролера. Ця платформа несе на собі 16 аналогових входів, зокрема, 54 піни цифрового вводу-виводу (15 можливостю ШІМ), 4 всеосяжні апаратні поступові порти (ЮАРТ), частоту тактового генератора 16 МГц на рисунку 2.4.



Рис. 2.4 – Платформа Arduino Mega

Реалізація Arduino Due, наприклад, використовує SAM3X8E Atmel ARM Cortex-M3, не відомий AVR-мікроконтролер. Це нова плата, яка користується при своїй роботі на всю потужність 32-розрядний процесор ядра ARM.

Платформа володіє 12 аналоговими входами, 54 виводами цифрового вводу-виводу (12 широтно-імпульсних модуляцій), 4 UART, частота диригування 84 МГц, також наявна змога підключення 2 ЦАП, власне кажучи, USB, зокрема, 2 TWI, роз'єми SPI і JTAG і багато іншого на рисунку 2.5.



Рис. 2.5 – Платформа Arduino Due

Також в даному аспекті необхідно знати і про таку платформу як Raspberry Pi. На відміну від Arduino, яка є повноцінним контролером Raspberry є повноцінним ПК. Реалізації на ньому дещо складніші, вартість дещо вища, проте можливості також ширші на рисунку 2.6.

Дана платформа була розроблена в першу чергу для ефективного навчання інформатиці з можливістю програмування на великій кількості реалізацій. Дана платформа володіє ширшою підтримкою великого виду мов програмування, використання додатків, тощо.

Для початківця зазвичай, пропонується Arduino. Має найбільшу кількість користувачів, підручники для навчання, різні проекти та найпростішу взаємодію з зовнішнім устаткуванням.

НУБІП України

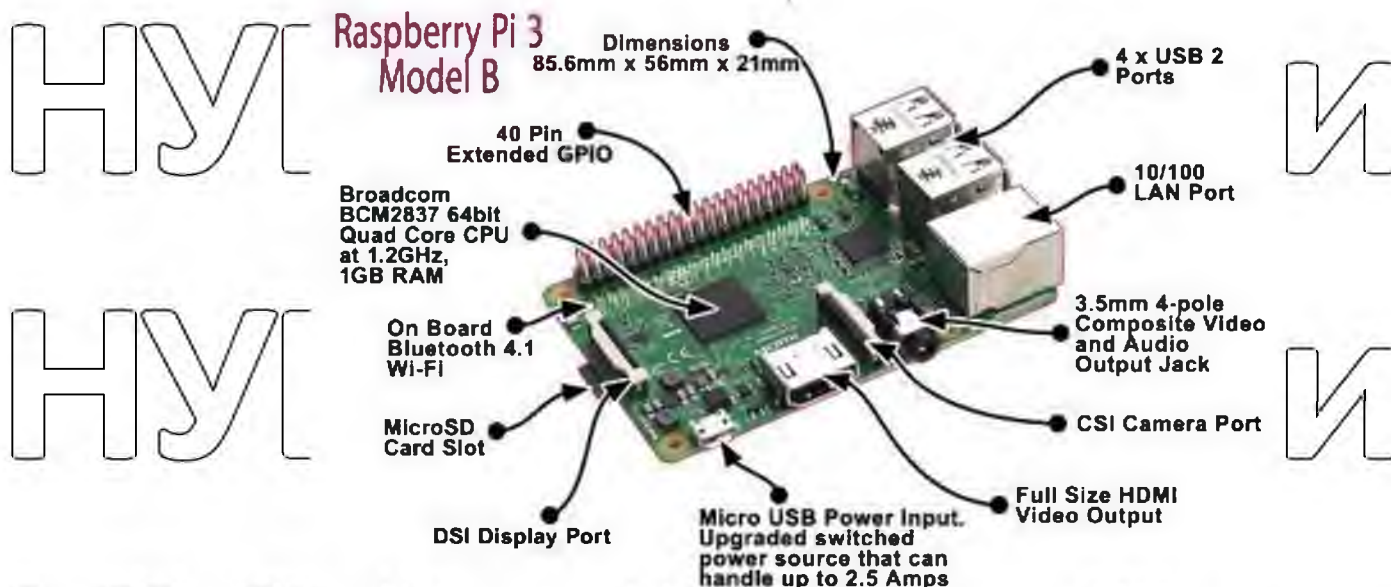


Рис. 2.6 – Платформа Raspberry Pi

На сьогодні для апаратного проекту, вважається, Arduino, як кращий вибір.

Зазвичай вихід ШІМ (широко-імпульсна модуляція) додають повний послідовний ряд сумісності. Також дозволяється підключати через порти декілька користувачів зворотнього зв'язку і різних компонентів.

Якщо ж планується реалізовувати великі програмні засоби для проекту, тобто основна частина це все ж таки програмна частина, то ми пропонуємо Raspberry Pi. Передбачення широких можливостей використання та доступу до мережі Інтернет, відео, аудіо дозволяє набагато легше реалізувати певні додатки. Для додатків мінімального розміру, зазвичай, набагато кращим рішенням є використання Arduino. Перевага незаперечна, адже Ардуїно має недорогі вбудовані швидкодіючі системи і не вигамає багато ресурсів для простої реалізації.

Для реалізації автоматизованих систем, які працюють з дачачами в режимі реального часу також підходить Arduino. Якщо ж необхідно аналізувати статистику з використанням методів математичного аналізу, прогнозування, статистику, моделювання – краще використовувати Raspberry Pi [14].

Однією з класу невеликих програм є Raspberry Pi. Простими словами, Linux - комп'ютер з безпроводним інтернетом, який ви отримаєте підключивши бездротовий модуль. Платформа Ардуїно надає підтримку додаткам

перефінансованих пристроїв, так званих шилдів, які теж дають можливість підключитись до інтернету, але з обмеженим доступом.

Працюючи з програмами для інтерфейсу, також рекомендують Ардуїно. На ринку є великий вибір плат різних версій, які здатні працювати з різними вихідними напругами, що полегшує підключення до пристроїв. Також важливим є те, що багато давачів здатні володіти цифровими інтерфейсами - I2C або SPI, які надають підтримку і без зусиль з ними спілкуються.

При використанні в реалізаціях, які вимагають автономного живлення внаслідок низького енергоспоживання найбільш доцільним є використання Ардуїно. Ця платформа, на відміну від Разбері, може працювати в широкому діапазоні напруги, що дозволяє використовувати широкий спектр батарей і схемотехнічних рішень.

Якщо з проект використовує додаток, в основі якого є графічний інтерфейс, то Разберіє більш ефективним внаслідок наявності HDMI та можливості ПК.

Аналізуючи наше завдання та переваги і недоліки обох платформ в нашому випадку краще використовувати платформи контролерного класу.

2.6.2. ESP 8266. Не дивлячись на те, що Arduino та Rasbery мають купу суттєвих переваг у деяких випадках при наявності конкретних реалізацій є певні платформи, які набагато зручніше використовувати. В нашому випадку акцент ставиться на дистанційне управління та контроль параметрів мікроклімату з можливістю керування виконавчими механізмами. При цьому високі вимоги до надійності та роботи в екстремальних умовах не вимагаються. Тому доцільно також розглянути дешевші платформи, які володіють потрібним нам функціоналом (кількість входів, виходів) та наявністю вмонтованого модуля, який може передавати дані в інтернет без додаткових девайсів. Такою платформою, на нашу думку, є ESP 8266 [15].

Даний пристрій – це розробка компанії Espressif Systems. Це автономний контролер з вбудованим Wifi модулем, який практично без будь-яких додаткових налаштувань під'єднується до мережі Інтернет. В нашій реалізації такий модуль якраз найбільше підходить, оскільки має нижчу вартість при всіх таких самих

перевагах, в порівнянні з Arduino. Як базове середовище передачі даних – Wifi є самим оптимальним, оскільки в будь-якій будівлі, де необхідно контролювати параметри мікроклімату є безпроводний інтернет. Таке виконання системи забезпечує її впровадження без потреби встановлення додаткових кабелів, коробів, свердління стін, перестановки меблів, тощо. Тобто процес провадження дистанційного контролю та самої інформаційної системи значно спрощується, так ще й вартість набагато нижча.

Платформа ESP 8266 має встроєний роз'єм USB, що полегшує налаштування, під'єднання до ПК, тощо.

Також платформа містить процесор, розрядністю 32 біти на основі SRAM Tensilica серії L106 Diamond. Це робить систему швидкою відносно поставлених задач.

Наявна пам'ять 36 кілобайт, чого для великих проектів явно мало, проте для наших задач цього цілком достатньо, адже платформа повинна знати покази мікроклімату з датчиків, виробити керуючий вплив по нескладній логіці та передати значення датчиків у хмарний сервіс. Тому об'єму пам'яті цілком достатньо.



Рис. 2.7 – Розпіновка та логічне значення виводів ESP 8266 NodeMCU.

2.6.3. Промислові контролери.

На відміну від відкритих систем, таких як Arduino, промислові контролери несуть в собі певну гарантію виконання

необхідних операцій та вимог безпеки та захищеності автоматизованих інформаційних систем. Промилка роботи контролера у промисловості може привести до значних фінансових втрат, а в деяких випадках і до людських жертв.

Тому контролери та давачі промислових систем володіють більшою захищеністю відносно відкритих систем та, відповідно і більшою вартістю.

Також в таких промислових реалізаціях присутні високі вимоги до захищеності передавальних даних та сигналів, оскільки навіть канали зв'язку можуть перебувати в екстремальних робочих умовах та під впливом різного роду завад механічного, електромагнітного характеру. Ці всі показники відбиваються

на вартості. Тому використання промислових контролерів є надійним, проте дуже дорогим. Впровадження таких систем гарантується системним інтегратором на певний період часу [16], [17].

При промисловому виконанні системний інтегратор, з огляду на підвищену безпеку, рідко дозволяє проводити модифікування деяких елементів програмної реалізації. Не розкриває принципів роботи та реалізації окремих модулів чи протоколів передачі даних. На даний момент у промисловості складається тенденція переходу до відкритих систем, все більше виробників розкривають принципи реалізації своїх продуктів. Проте цей процес довготривалий, оскільки зв'язаний з великою відповідальністю промислової апаратури, та великими масштабами помилок, якщо вони наявні.

До відомих брендів, які виготовляють лінійки контролерів та продукції відносять такі, як: Emerson, Honeywell, Wago, Siemens, Schneider, Овен, тощо.

Вартість одного контролера коливається в межах від 300 до 50000 доларів. Вартість прямопропорційно відбивається на функціоналі, гнучкості та надійності такого девайсу.

Виходячи з усього вище сказаного у магістерській роботі використання промислових контролерів буде розглядатися далі, проте якщо замовник бажає використати інші системи, процедура реалізації нічим не відрізняється.

**3.1. Система енергетичного моніторингу Івано-Франківського
національного технічного університету нафти і газу**

Детально розглянувши реалізовану систему енергетичного моніторингу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу постає задача створення системи дистанційного моніторингу теплоспоживанням навчального корпусу №8 НУБіП України з використанням регулятора температури ECL Comfort 310.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИБІР МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Проведений аналіз літературних джерел доводить, що питання використання чергового режиму опалення вивчено не достатньо. Проведені дослідження повністю не розкривають всі аспекти використання чергового опалення, а вивчають лише окремі сторони даного питання. Найбільш повно систему чергового опалення описано у статті [2]. Однак, у даній роботі не проводилося експериментальне дослідження теплової інерції приміщення. Результати дослідження впливу теплової інерції приміщення наведено в статті [3] (згідно якої нехтування теплоємністю елементів теплової системи призводить до похибки результатів моделювання на рівні близько 10%). Тому важливим є визначення часу вистигання приміщення після зменшення обсягу подавання теплоти та визначення часу прогрівання кімнати. Авторами робіт [4-6] раніше було проведено ряд досліджень, зокрема щодо аналізу стану енергоєноживання на об'єктах Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) на протязі останніх років, проведений моніторинг параметрів мікроклімату у приміщеннях навчальних корпусів та в гуртожитках університету. Здійснювались вимірювання профілів температур внутрішнього повітря як по поверххах, так і по фасадах будівель до та після виконання робіт з термомодернізації, які полягали в утепленні зовнішніх огороджувальних конструкцій та модернізації індивідуальних теплових пунктів у окремих корпусах.

Згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [7] у холодний період року в громадських, адміністративно-побутових і виробничих приміщеннях опалювальних будівель у період їх невикористання (неробочий час) слід приймати температуру повітря нижче нормованої, але не менше 12°C , забезпечуючи відновлення нормованої температури до початку використання приміщення або до початку роботи. Тобто можливе зниження температури на $6-10^{\circ}\text{C}$, що є досить суттєвою економією теплової енергії. Тобто, враховуючи

вище приведені фактори, можна стверджувати, що регулювання режиму опалення залежить від багатьох чинників, які повинні бути враховані при впровадженні режиму чергового опалення.

З метою виявлення причин зростання рівня споживання будівлею одного з корпусів НУБіП України, а також оцінки доцільності впровадження чергового режиму опалення, проведено аналіз ефективності роботи системи опалення з використанням ІТП з можливістю погодезалежного відпуску теплоти та контролером, який через триходовий клапан з електроприводом (М) передбачає по годинну зміну режиму роботи системи (рис. 4.1).

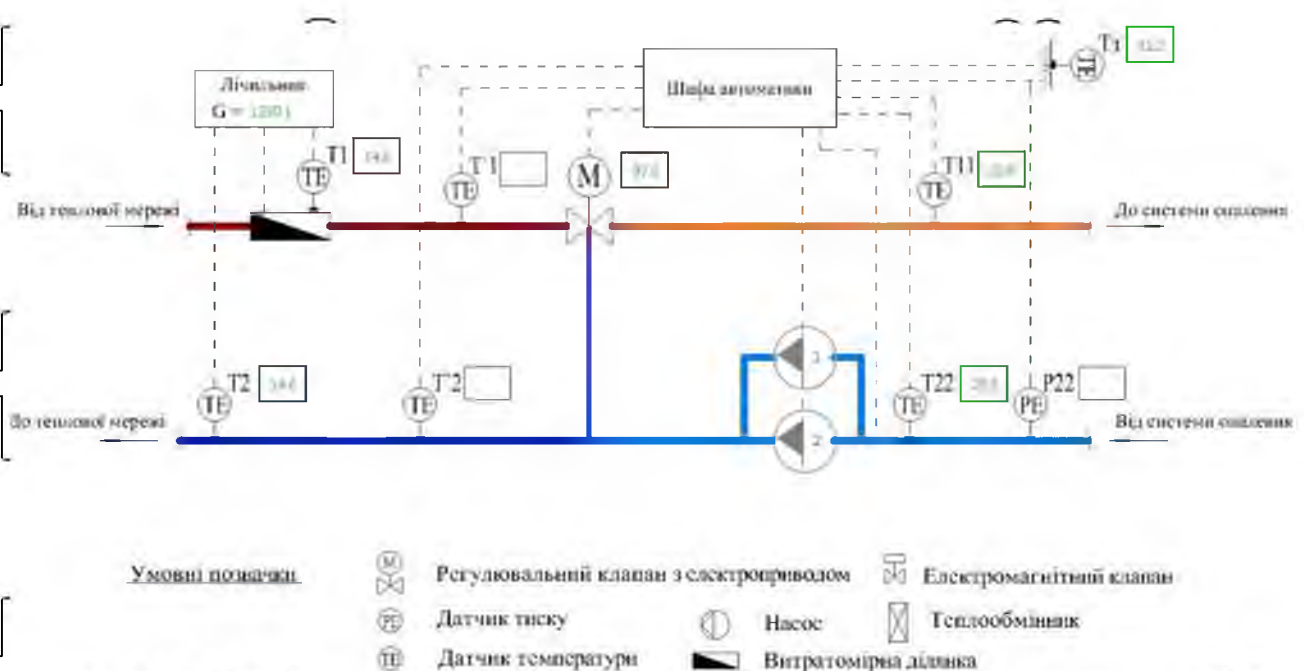


Рис. 4.1 - Мнемосхема ІТП

Принцип запропонованого алгоритму роботи наступний: в період відсутності людей у приміщенні температура подавального теплоносія (Т1) зменшується до величини, що забезпечить зниження температури повітря в приміщенні не нижче 12 °С. У цей час надходження теплової енергії у приміщення зменшується з урахуванням температури зовнішнього повітря (Тз). Початок розігріву приміщення відбувається за декілька годин до початку робочого дня шляхом збільшення обсягу подачі теплоносія у форсованому режимі (швидкого збільшення відпуску тепла).

Визначення основних параметрів регулювання (глибини зниження температури теплоносія, динаміки процесів зміни температури повітря у приміщенні), пов'язаних з одночасною зміною температури повітря навколишнього середовища і є тією задачею, яка потребує розв'язку з урахуванням динаміки процесу теплозабезпечення.

4.1. Вихідні дані по об'єкту проектування

Об'єктом дослідження є навчальний корпус №8 Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Зовнішні стіни цегляні, товщиною 510 мм, утеплені мінеральною ватою, товщиною 100 мм. Зовні опоряджені штукатуркою. Покрівля – двоскатна, горище – неопалювальне, утеплене. Вікна – металопластикові з двокамерним склопакетом та газовим заповненням та енергозберігаючим покриттям. Двері – дерев'яні та металопластикові глухі.

Будівлю підключено до центральної системи теплопостачання по залежній схемі від центрального теплового пункту де встановлено ІТП з регулюванням теплоносія в залежності від погодних умов без приготування води на потреби ГВП. Внутрішньобудинкова система опалення - однотрубна. Нагрівальні прилади - радіатори чавунні секційні без термостатичних головок. Тепловідбиваючі екрани – відсутні. Сходові клітки опалювальні. Лічильник теплової енергії на комерційному обліку. Система вентиляції – з механічним (витяжна) та природним спонуканням.

Графік перебування персоналу та студентів постійно в робочі дні, крім вихідних та святкових днів.

За результатами спрощеного енергоаудиту навчального корпусу №8 НУБіП України, побудованого у 1965 р., дійсні витрати на опалення перевищували нормативні понад 10 % [6]. Вимірювання температур в окремих приміщеннях навчального корпусу №8 у лютому-березні 2012 р. засвідчили невідповідність температур нормованим значенням та суттєву нерівномірність розподілу температур у кімнатах.

Протягом 2013 р. було виконано утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі корпусу, а також здійснено впровадження системи автоматичного погодозалежного регулювання параметрів теплоносія в індивідуальному тепловому пункті.

Таблиця 4.1 - результати енергетичного аудиту навчального корпусу №8 НУБіП України

№ пп	Найменування характеристик будівлі	Один. вимірюв.	Спосіб отримання даних	Звітний період, рік		
				2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7
1	Опалювальна загальна площа F_3	м ²	результати аудиту	2167,8		
2	Опалювальний об'єм (зовнішні обміри) V_3	м ³	результати аудиту	6430		
3	Середньорічна кількість студентів і працюючих	люд.		360		
4	Кількість робочих днів, у тому числі протягом опалювального періоду	діб/діб	результати аудиту			
5	Кількість неробочих днів, у тому числі протягом опалювального періоду	діб/діб	результати аудиту			
6	Дійсна тривалість опалювального періоду	діб	результати аудиту	152	158	167
7	Нормативна тривалість опалювального періоду	діб	КТМ 204 України 244-94	176		
8	Дійсна середня температура опалювального (звітного) періоду	град.	результати аудиту	2,6	2,9	3,2
9	Нормативна середня температура опалювального (звітного) періоду	град.	КТМ 204 України 244-94	-0,6		
10	Система теплопостачання		результати аудиту	централізована тепла мережа підприємства АК "Київенерго"		
11	Графік температур відпуску теплоносія із теплових мереж	град.	згідно даних теплопост. організації			
12	Конфігурація теплового вузла вводу		результати аудиту	ІТП		
13	Дійсні витрати теплоти за звітний період на потреби опалення	Гкал	дані бухгалтер. обліку	226,66	213,89	305,98

14	Розрахункові нормовані витрати теплоти за звітний період на потреби опалення	Гкал	результати аудиту	193,5		
15	Дійсні витрати електроенергії за звітний період на потреби навч. к. 5,7,7а,8,9, спецкаф.	МВт·год	показання вузлів обліку електроенергії	379,85	402,54	395,18
16	Дійсні витрати холодної води за звітний період (ліміт)	м ³	дані бухгалтер. обліку	3173	1536	549
17	Розрахункові нормовані витрати холодної води за звітний період	м ³		2534		
18	Розрахункові витрати теплоти на потреби опалення	Гкал	дані розрахунку	193,8	193,1	191,8
19	Дійсна величина питомих тепловитрат будівлі: - на 1м ² опалювальної площі - на 1м ³ опалювального об'єму	кВт·год / м ² ; кВт·год / м ³ ;	дані розрахунку	121,6	114,75	142,7
20	Нормована величина питомих тепловитрат будівлі: - на 1м ² опалювальної площі - на 1м ³ опалювального об'єму	кВт·год / м ² ; кВт·год / м ³ ;	ДБН В.2.6-31:2006	94 35		

Вимірювання температур в окремих кімнатах корпусу № 8 здійснювалося мініаторним температурним датолагером / RC-1 з внутрішнім датчиком температури.

Для вимірювання термічного опору огорожень будівлі при стаціо- нарному тепловому режимі застосовувався перетворювач теплового потоку (ПТП) типу ПТП – 1Б.11.2.1.1 П.00.0. – ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98).

ПТП виготовлений у вигляді допоміжної стінки, має термоелектричний біметалевий багатошаровий чутливий елемент, що перетворює тепловий потік в електричний сигнал постійного струму.

Діапазон вимірювання густини теплового потоку таким приладом 10–1000 Вт/м². Межі допустимої основної відносної похибки $\pm 4\%$. Термостійкість – до 80 °С. Коефіцієнт ефективної теплопровідності $0,8 \pm 0,05$ Вт/(м·К). Коефіцієнт перетворення – 9,14 Вт/(м²·мВ).

Для вимірювання параметрів теплоносія в тепловому пункті використовувався теплолічильник – СА97/2М (з витратомірами перерізом DN 15). Клас точності приладу – 4. Діапазон витрат теплоносія, максимальний – 2,39 м³/год, мінімальний – 1,32 м³/год.

Регулювання температури теплоносія у подавальному трубопроводі з компенсацією по температурі зовнішнього повітря здійснювалося контролером опалення та ГВП RVD 115/109.

До термомодернізації корпусу значення термічного опору теплопередачі зовнішніх стін знаходилось на рівні 0,7 м²/(ВтК), що майже в 5 разів менше нормативного ($R = 3,2 \text{ м}^2/(\text{ВтК})$). Після нанесення шару зовнішнього утеплювача (базальтвоволокнистої плити товщиною 100 мм) значення термічного опору було доведено до нормативного.

Протягом лютого та березня 2020 року проводились вимірювання температур у кімнаті №4 (перший поверх, південний фасад) та кімнатах № 27 і 30 (третій поверх, південний та північний фасад відповідно). Аналогічні вимірювання здійснювались у ці ж місяці 2019 року. Дані вимірювань наведено на рис. 4.2 та 4.3.

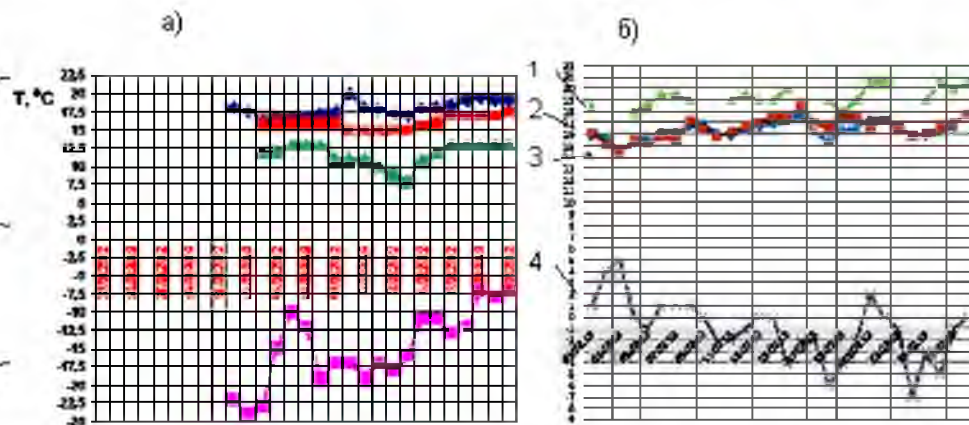


Рис. 4.2 - Зміна температури в окремих приміщеннях корпусу №8 у лютому 2019 року (а) та у лютому 2020 року (б): 1 кімната №4; 2 кімната №27; 3 кімната №30; 4 температура зовнішнього повітря.

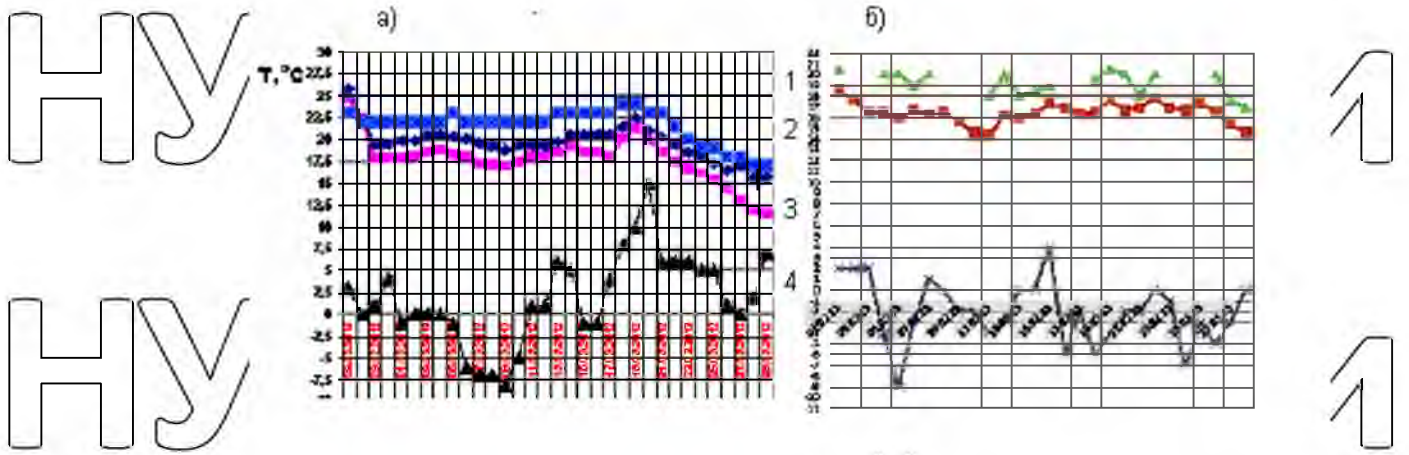


Рис. 4.3 - Зміна температури в окремих приміщеннях корпусу №8 у березні 2019 року (а) та у березні 2020 року (б): 1 кімната №4; 2 кімната №27; 3 кімната №30; 4 температура зовнішнього повітря.

Видно, що температури в кімнатах №4, №27, орієнтованих на пів-день, практично залишились на рівні 2012 року, а температура в кімнаті №30, орієнтованої на північ, зросла в середньому на 2 – 4 °С і, практично, стали відповідати нормам для приміщень навчальних закладів.

Модернізація теплового пункту навчального корпусу № 8 з улаштуванням системи автоматичного регулювання параметрів теплоносія дозволила зменшити витрати теплоти на опалення у періоди підвищення температури зовнішнього повітря, а також у нічні години та у вихідні дні (рис. 4.4–4.7).

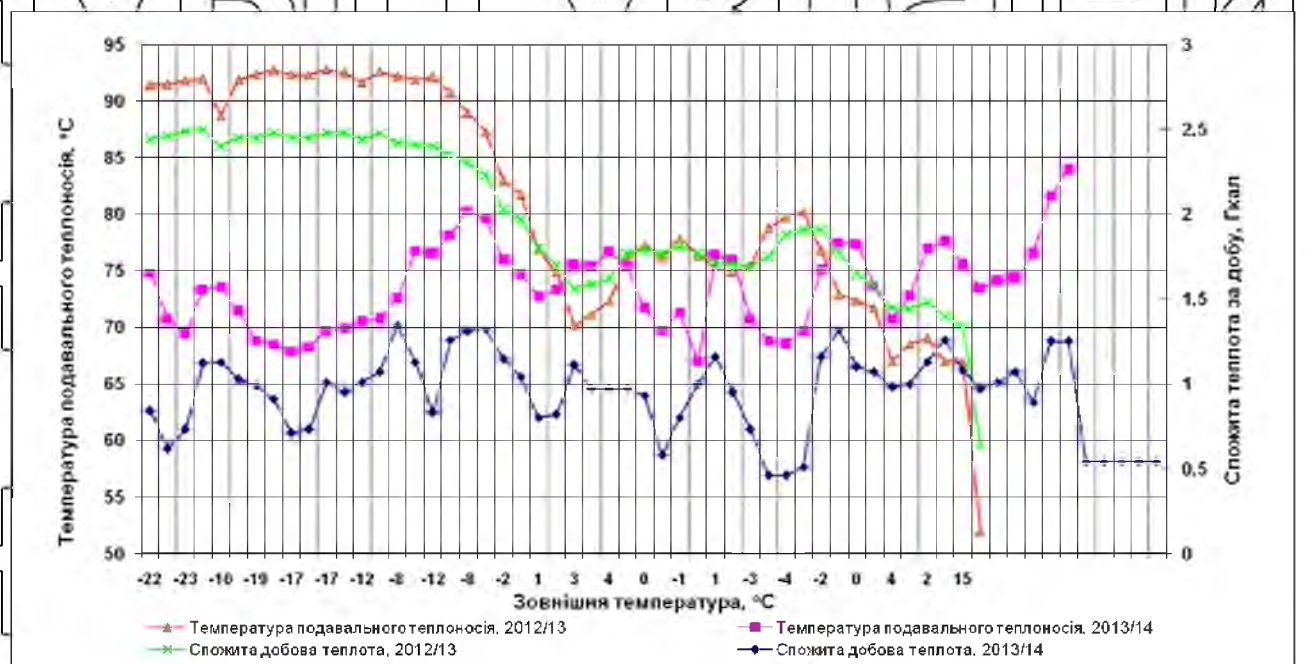


Рис. 4.4 - Результати моніторингу витрат теплоносія та теплової енергії

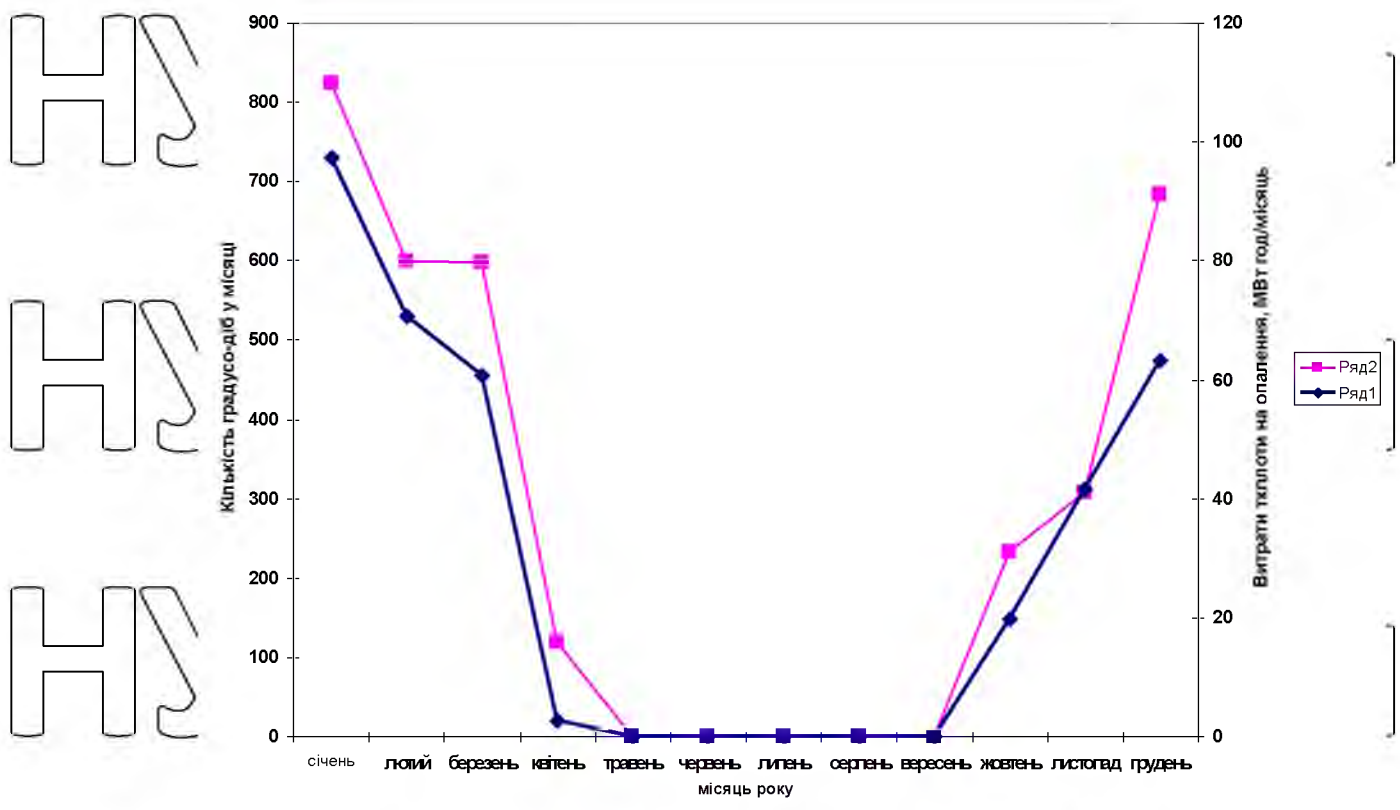


Рис. 4.5 – Графіки витрати теплоти на потреби опалення навчального корпусу №8 і градусо-днів за місяцями 2020 року: ряд 1 – витрати теплоти на потреби опалення; ряд 2 – кількість градусо-днів

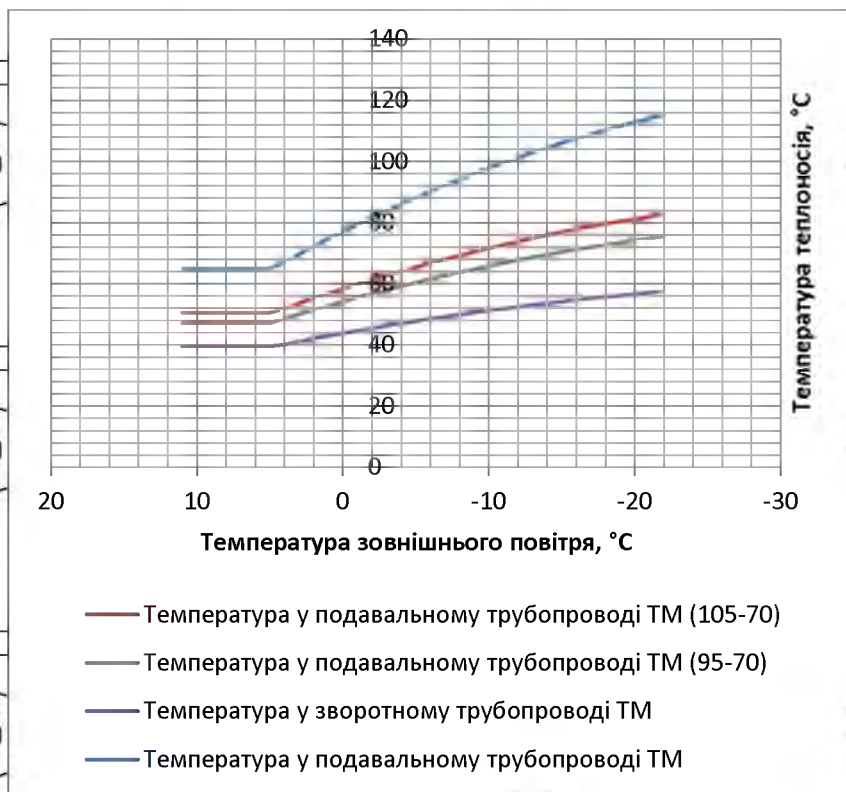


Рис. 4.6 – Температурний графік теплової мережі



Рис. 4.7 – Графік витрат теплової енергії на потреби опалення

Встановлено, що температура зовнішнього середовища суттєво впливає на тепловий режим кімнати. Так, при температурі повітря ззовні 0...5 °С температура нагрівального приладу складала 32 °С, при температурі повітря зовнішньому середовищі -5...0 °С радіатор нагрівався до 35 °С, а при температурі -8...-15 °С температура приладу становила 38...40 °С. При зміні вказаних параметрів температура повітря в приміщеннях коливалась у межах ± 2 °С.

4.2. Апаратна реалізація системи

При реалізації власної системи віддаленого контролю можна використовувати будь-яку мову програмування високого рівня в поєднанні з додатковим програмним забезпеченням для реалізації певного контенту та функціоналу. Проте така реалізація вимагає від розробника високої кваліфікації та глибокого знання методів реалізації передачі даних, створення інтерфейсів та мобільних додатків. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій, звичайно ж вигідніше використовувати вже створені програмні реалізації дистанційного керування, які дозволяють легко створити та налаштувати клієнт-серверну архітектуру зі зворотнім зв'язком та оптимізацією.

4.3. Опіє архітектура системи дистанційного контролю температури

Проектуючи макет системи диспетчеризації була створена власна мережева архітектура, яка ефективно вирішує поставлені задачі, нехтуючи всіма недоліками на рисунку 4.8.

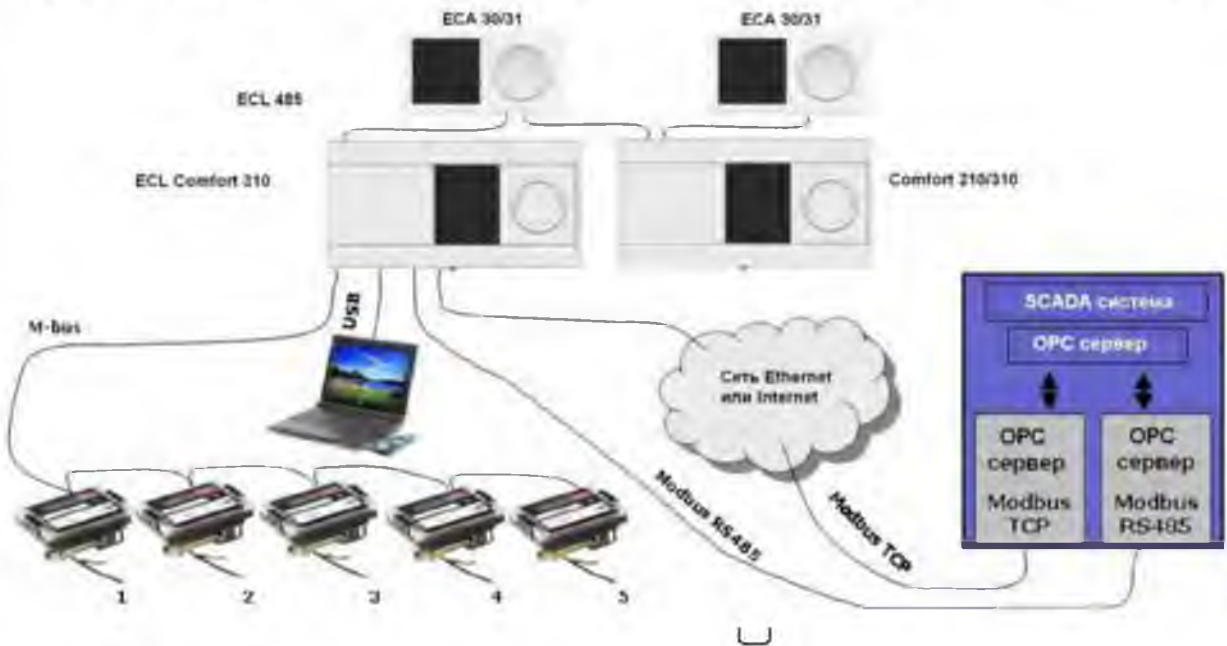


Рис. 4.8 – Функціональна схема програми

Апаратна частина. На базі GSM сигналізації OKO-S2 (рис. 4.9), що серійно випускається, була створена система віддаленого контролю температури та вологості на об'єкті. GSM сигналізація OKO-S2 розташовується в окремому корпусі з відключеним датчиком температури і вологості AM2302.



Рис. 4.9 - GSM сигналізація OKO-S2

Дана система призначена для використання в котельнях, теплицях, інкубаторах, складах.

Програмна частина. Сервер OKO – це програмний продукт, що працює через програму, яка встановлюється на будь-якому комп'ютері, підключеному до інтернету. Нова лінійка пристроїв GSM сигналізації OKO в поєднанні з сервером є унікальною системою моніторингу, як за рухливими, так за стаціонарними об'єктами.

На комп'ютері користувача (рис. 4.10) за допомогою сервера OKO дані відображаються в зручному для аналізу і ухвалення рішення вигляді, що дозволяє організувати на ПК найпростіший пульт дистанційного моніторингу за своїми об'єктами.

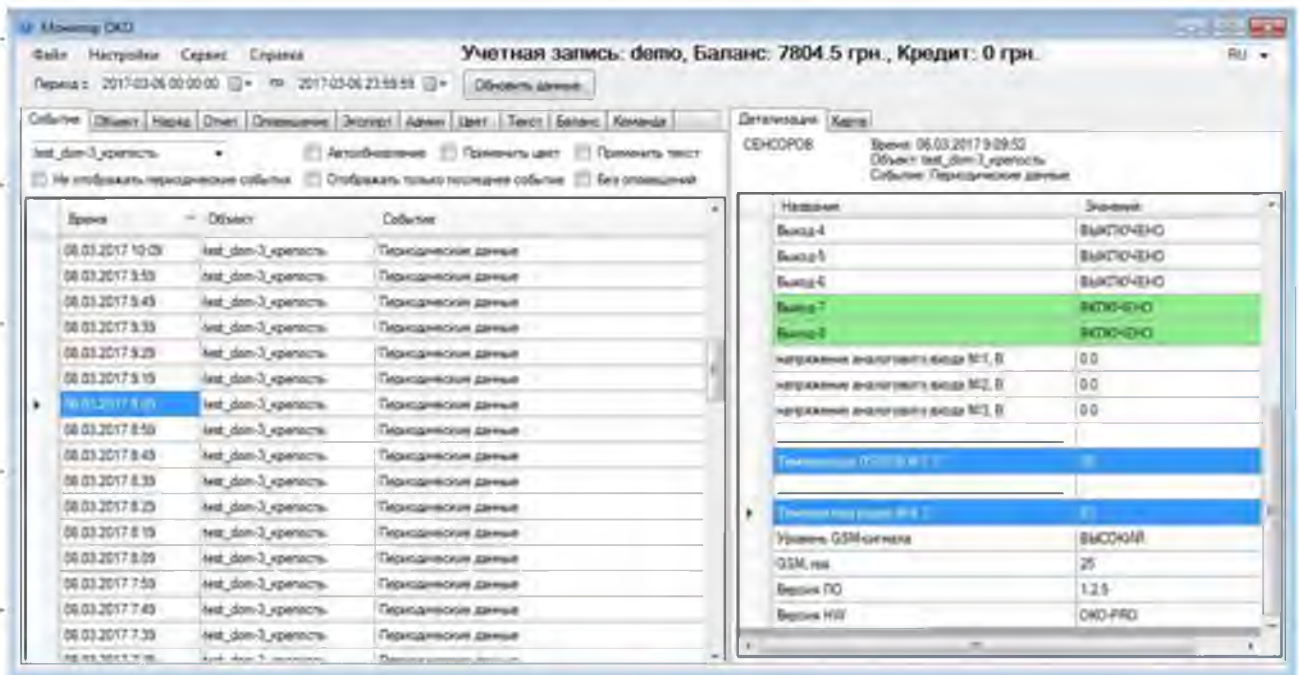


Рис. 4.10 – Скрін-шот «вікна» на комп'ютері користувача

Основні можливості сервера ОКО:

- Ідентифікація користувача при вході в систему
- Завдання кожному користувачеві прав користування сервісом.
- Зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.
- Створення нарядів щодо подій (документування реагування).
- Завантаження даних з тимчасового фільтру і фільтру пристроїв.
- Експорт даних в Excel.
- Перегляд повного стану об'єкта за обраним подією.
- Відображення на карті місцеположення рухомих об'єктів.
- Відображення на карті маршруту рухомого об'єкта.
- Створення звітів (пробіг, стоянки, параметри).
- Необмежене число сигналізацій ОКО, що підключаються.

Час зберігання даних на сервері необмежено.

Дана система віддаленого контролю параметрів навколишнього середовища спрямована на періодичне відстеження змін температури (рис. 4.11) і вологості, а також на оперативне відстеження порогових значень для оповіщення про критичне зниження або підвищення температури (вологості) на об'єкті.

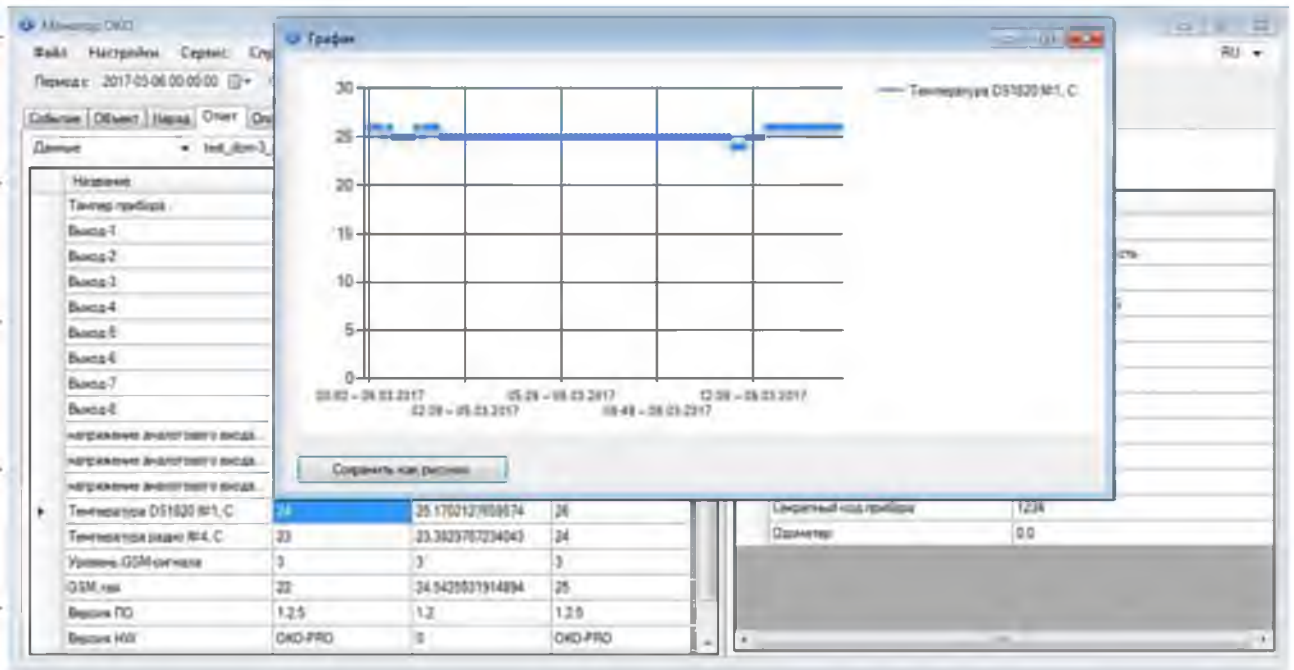


Рис. 4.11 – Скрін-шот «вікна» відстеження змін температури

GSM-контролер "ОКО-S2" призначений для віддаленого контролю, керування і оповіщення про стан стаціонарного об'єкта (квартири, дачі, гаража і т.д.) за допомогою мобільного телефону або комп'ютера, використовуючи мережу стільникового зв'язку.

Інструкцію для цього приладу можна скачати на закладці ІНСТРУКЦІЇ ТА

^{ПЗ} Даний контролер в разі потреби можна підключити на пульт централізованого спостереження, підтримуючу протоколи Орлан, Андромеда, Uniport, наприклад, компанії "Вік-Тан".

GSM сигналізацією користувач може керувати за допомогою програми "умовно безкоштовно" під Android та iOS.

Можливості:

- Тривожний вхід - 1 шт.
- Вхід постановки/зняття охорони або додатковий тривожний вхід - 1 шт.
- Вихід "Свіглідіод" або "Користувача" - 1 шт.
- Вихід "Сирена" або "Користувача" - 1 шт.
- Кількість користувачів - 8 шт.

НУБІП України

- Голосове сповіщення при тривозі, записане користувачем через мобільний телефон в пам'ять приладу.
- Голосове меню.

- Постановка/зняття охорони: DTMF-командою, SMS-командою, дзвінком, по входу.

НУБІП України

- Затримка постановки на охорону.
- Затримка тривоги.

- Оповіщення при тривозі: дзвінки, SMS на всіх користувачів.
- Оповіщення при вкл/викл 220В: SMS на користувача-1.

НУБІП України

- Оповіщення при вкл/викл охорони: SMS на користувача-1.
- SMS-звіт про стан приладу.
- Конфігурування через sms-команди.

- Комплектація:

НУБІП України

- GSM-контролер "ОКО-S2".
- Інструкція користувача.

Сервер-монітор ОКО. TCP-сервер ОКО – це програмний продукт, що працює через програму Monitor ОКО, яка встановлюється на будь-якому комп'ютері, підключеному до інтернету. Нова лінійка пристроїв GSM сигналізації ОКО в поєднанні з сервером є унікальною системою моніторингу, як за рухливими, так і за стаціонарними об'єктами.

Фізично сервер розташовується в дата-центрі одного з провідних українських провайдерів, який забезпечує цілодобову технічну підтримку його працездатності. Щодоби робиться резервна копія бази даних і всіх основних компонентів сервера.

Можливості:

НУБІП України

- Ідентифікація користувача при вході в систему.
- Завдання кожному користувачеві прав користування сервісом.
- Зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

- Створення нарядів щодо подій (документування реагування).
- Завантаження даних з тимчасового фільтру і фільтру пристроїв.
- Експорт даних в Excel.

- Перегляд повного стану об'єкта за обраним подією.
- Відображення на карті місцеположення рухомих об'єктів.
- Відображення на карті маршруту рухомого об'єкта.
- Створення звітів (пробіг, стоянки, параметри).
- Необмежене число сигналізацій ОКО, що підключаються.
- Час зберігання даних на сервері 3 місяці.

Застосування

Користувачам рухомих об'єктів сервіс дає:

- оперативне реагування при зломі або викраденні автотранспорту.
- визначення місця розташування в будь-який момент часу (з використанням GPS приймача).
- контроль стану зовнішніх датчиків.
- запобігання нецільового використання автотранспорту.
- контроль переміщення співробітників на виїзді.

Переваги

Система моніторингу проста в експлуатації і не вимагає спеціальних знань.

Для її роботи необхідний тільки комп'ютер з виходом в Інтернет. Вам не потрібно купувати і встановлювати додаткове програмне забезпечення та електронні карти, купувати або орендувати сервер, забезпечувати його цілодобову технiдтримку.

Очевидна і фінансова вигода моніторингу, тому що при цьому дані передаються на сервер через GPRS / EDGE з'єднання, яке у всіх операторів мобільного зв'язку є дешевим, часом в десятки разів менше за вартість SMS повідомлення. Причому інформативність SMS повідомлення істотно менше,

тому що його довжина обмежена 160 латинськими символами. Також переваги GPRS / EDGE з'єднання в порівнянні з SMS в часті і в надійності доставки даних.

Перед налаштуванням GSM-сигналізації ОКО на передачу даних через GPRS / EDGE обов'язково дізнайтеся у оператора мобільного зв'язку, SIM-карту якого Ви використовуєте, точку доступу, тарифікацію і округлення пакетної передачі даних. Розмір пакета переданих даних від GSM-сигналізації ОКО для однієї точки становить до 300 байт.

Ще однією перевагою даного сервісу є його низька вартість і гнучкість оплати. Ви платите тільки за моніторинг тих сигналізацій (об'єктів), які самі активували, тим самим самостійно керуючи своїм бюджетом. Активувати або деактивувати (заблокувати) будь-яку з сигналізацій Ви можете в будь-який час.

Важливо знати, що при блокуванні об'єкта оплата за нього не знімається і дані в програмі не відображаються, тому що вони не поступатиме в базу даних сервера. Таким чином, активувавши (розблокувавши) об'єкт через деякий час, користувач не зможе побачити даних від приладу за той час, коли він був в заблокованому стані. Надходження даних від сигналізації в базу даних сервера відновиться тільки з активацією об'єкта.

Таким чином, весь білінг Вашого пакета (активованих пристроїв) знаходиться тільки під Вашим контролем і управлінням.

Вигоди

Серед вищеописаних можливостей сервера ОКО кожен може знайти рішення під свої конкретні завдання і вимоги, будь то система сімейного моніторингу (квартири, автомобіля, дачі) або розрахована на багато користувачів система для великого числа об'єктів.

Мета сервера ОКО надати кожному клієнту і користувачеві GSM-сигналізацій ОКО багатофункціональну, надійну та доступну за ціною систему віддаленого контролю, за допомогою якої він зможе не тільки контролювати і управляти віддаленими об'єктами, але і скоротити витрати, оптимізувати будь-які процеси або просто поліпшити ефективність роботи своєї організації або підприємства.

4.4. Результати моніторингу роботи системи опалення у черговому та номінальному режимах

Робота системи у черговому режимі. Експериментально підтверджено, що важливим фактором при впровадженні чергового режиму опалення є проміжок часу та глибина регулювання. Середнє зниження температури теплоносія за період вимірювань (з 18-00 до 4-00) становило 8-10 °С при температурі зовнішнього повітря -3 °С. При цьому температура повітря в приміщенні суттєво не змінювалася, а залишалася на рівні більше 16 °С при дозволених 12 °С. Значно інші значення отримано при роботі системи опалення в черговому режимі у вихідні дні. Так, при переході в роботу з 18-00 вечора п'ятниці до 23-59 неділі, температура у приміщеннях будівлі опустилась до нормованих 12 °С. При цьому, для досягнення нормованих показників температури повітря та розігріву приміщення у форсованому режимі знадобилось близько 6,5 годин. Теплоспоживання системою в таких умовах її роботи, порівняно з номінальним режимом, зросло на 25% (з урахуванням граничного значення питомої надбавки з таблиці Н1 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування») але за весь період дії чергового режиму економія склала близько 6-8% спожитої енергії.

Порівняння фактичного споживання теплової енергії з розрахунковим приведеним до фактичної кількості градусо-днів за листопад місяць 2018 року та внутрішньої температури у приміщеннях будівлі (табл. 4.2) показало рівень середнього відхилення показників фактичних температур у приміщеннях будівлі (-0,8 °С) від прийнятих значень (16 ± 2 °С) та, як наслідок, зниження рівня фактичного споживання теплової енергії від розрахункового значення приведенного до фактичної кількості градусо-днів на -0,011 Гкал.

Наведений алгоритм управління процесом відпуску теплоти (особливо при наявності точки «зламу» - середньої(х) на графіку) додатково підвищує точність рішень вказаних задач та знижує відхилення температур на $4 \div 6$ °С (див. рис.

4.12) в порівнянні зі звичайною («лінійною») залежністю (характерно для будівель колонки «А» у таблиці 3). Зазначене дозволяє більш точно корегувати відпуск теплоносія в систему опалення будівлі при впровадженні чергового режиму.

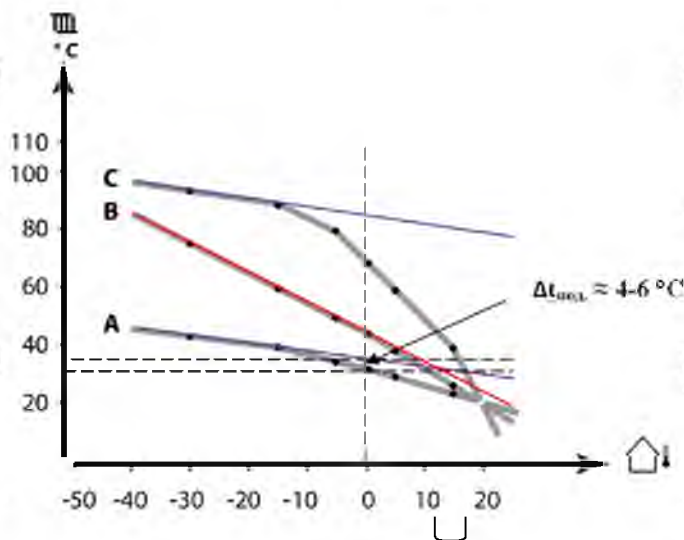


Рис. 4.12 - Температурний графік роботи системи опалення будівлі залежно від показника її внутрішньої теплоємності

Враховуючи конструктив зовнішніх стін об'єкта дослідження, коригування температурного графіку системи опалення з урахуванням значення показника внутрішньої теплоємності будівлі, при впровадженні режиму чергового опалення, за попередньою оцінкою, дозволяє: покращити комфортні умови у приміщенні при роботі системи опалення в черговому режимі; зменшити витрати на опалення навчального корпусу НУБіП України на 10-12% за опалювальний період.

Таблиця 4.2 - Числові значення температур теплоносія у подавальному трубопроводі системи опалення будівлі залежно від показника її внутрішньої теплоємності

$t_{\text{зовн}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура подачі, $t_{\text{под}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$		
	A*	B	C
-30 °C	45 °C	75 °C	95 °C
-15 °C	40 °C	60 °C	90 °C
-5 °C	35 °C	50 °C	80 °C
0 °C	32 °C	45 °C	70 °C
5 °C	30 °C	40 °C	60 °C
15 °C	25 °C	28 °C	35 °C

* Колонка «А» таблиці відповідає особливо капітальним будівлям з кам'яними або цегляними стінами (товщиною в 2,5 - 3,5 цеглини), із залізобетонним чи металевим каркасом із залізобетонним перекриттям та шаром мінераловатного утеплювача на стінах; колонка «В» - капітальним будівлям з цегляними стінами товщиною (1,5-2 цеглини) без утеплювача, із залізобетонними перекриттями; колонка «С» - будівлям великопанельним, великоблочним, з цегляними стінами в одну цеглину без утеплювача, із залізобетонними чи деревними перекриттями [1].

Робота системи у номінальному режимі. Порівняння фактичного споживання теплової енергії з розрахунковим приведеним до фактичної кількості градусо-днів за березень місяць 2019 року та внутрішньої температури у приміщеннях будівлі показало, що при незначному (+1,3 °C) рівні відхилення показників фактичних температур у приміщеннях будівлі від нормованих значень ($18 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$), було зафіксовано перевищення рівня фактичного споживання теплової енергії від розрахункового значення приведенного до фактичної кількості градусо-днів на 3,73 Гкал. Однією з причин якого вбачається виявлена під час проведення досліджень, різниця між показами датчика температури зовнішнього повітря ($\approx +3 \text{ }^{\circ}\text{C}$) та значеннями реальних температур експлуатації, яка спричинена неправильним вибором місця розміщення датчика (з північно-західної сторони на зовнішній стіні будівлі у місці постійної дії протягів).

Крім того, відсутність тепловідбиваючого екрану між зовнішньою стіною будівлі та стінкою радіатора опалення, дещо впливає як на температурний режим у приміщенні (у середньому на 0,5-1,0 °C), так і на загальну ефективність системи тепловіддачі у цілому.

Аналіз даних щодо порівняння фактичних та нормативних градусо-днів з урахуванням фактичної кількості днів опалювального періоду в умовах роботи системи опалення будівлі у номінальному режимі, показав недотримання їх фактичної кількості нормативній за весь опалювальний період 2018/2019 рр. на

7,4 %. Приведення розрахункового споживання теплової енергії до фактичної кількості градусо-днів опалювального періоду, показало його зниження на той же відсоток. Порівняння фактичного споживання теплової енергії з розрахунковим, приведеним до фактичної кількості градусо-днів опалювального періоду, свідчить про його перевищення на 4,4 % за аналогічний період. Разом з тим, порівняння фактичного споживання теплової енергії з розрахунковим, приведеним до фактичної кількості градусо-днів опалювального періоду та внутрішньої температури у приміщеннях будівлі, свідчить про його перевищення на 16,5 % за той же період, що вказує на ймовірні відхилення (у бік збільшення) у дотриманні значень середньої фактичної температури у приміщеннях об'єкту встановленим санітарним нормам.

З огляду на зазначене, основною причиною відхилень вважається перевищення фактичних температур внутрішнього повітря у приміщеннях об'єкту у перехідний етап опалювального періоду від прийнятого при розрахунках значення. Пропонується змінити прийнятий температурний графік відпуску теплоти (криву першого зламу температур) у бік зниження його початкового положення, що дозволить зменшити рівень споживання ресурсів у перехідний етап (весна-осінь) опалювального періоду.

З метою підвищення ефективності роботи системи опалення додатково пропонується:

1. Налаштувати роботу контролера ЦТП для забезпечення зміни (зменшення на 6-8 °C) температурного режиму роботи системи в неробочі (нічні) години та вихідні і святкові дні.

2. Для усунення різниці між показами датчика температури зовнішнього повітря ($\approx +3$ °C) та значеннями реальних температур експлуатації, захистити його від дії прямого або відбитого сонячного випромінювання/протягів, здійснити його калібрування.

3. Встановити тепловідбиваючий екран між зовнішньою стіною будівлі та стінкою радіатора опалення, що підвищить як коефіцієнт корисної тепловіддачі останнього, так і температурний режим у приміщенні на 0,5-1,0 °C.

4.5. Встановлення СЕС для компенсації енергоспоживання системою

Для встановлення СЕС спочатку визначимо електричну потужність всіх компонент системи.

Розраховуємо фотоелектричну систему, що забезпечує комфортний режим енергозабезпечення об'єкту розташованого в м. Київ. Площа на якій можна розмістити сонячні батареї (звичайно дах будинка) складає 467 м².

Для установки була вибрана сонячна батарея марки Ja Solar JAM60ST0-335 основні характеристики якої наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Технічні характеристики сонячної панелі

Параметр	Значення
Тип	монокристалічний
Вихідна потужність (Вт)	335
Напруга при макс. потужності (В)	34,36
Струм при макс. потужності (А)	9,75
Струм короткого замикання (А)	10,38
Напруга холостого ходу (В)	41,12
Запас потужності (Вт)	0...5
Максимальна напруга системи (В)	4000
Розмір (мм)	1689x996x35
Вага (кг)	18,7
Робоча температура (°С)	-40°С...+85°С
ККД фотомодуля, %	19,9

Максимальне годинне споживання електроенергії складає 1,9 кВт·год, під нього й будемо підбирати кількість панелей.

Розрахунок годинного виробітку однією панеллю при різних погодних умовах розраховується за формулою:

$$P = k \cdot \eta \cdot S \cdot 1000, \text{кВт} \cdot \text{год} \quad (4.1)$$

де k – «% від зповного сонця» для яскравого сонця – 100%, для легкої хмарності 60–80%, для посмужної погоди 20–30%;

η – ККД фотомодуля, %;

S – площа сонячної панелі.

$$P_{100\%} = 1 \cdot 0,199 \cdot 1,68 \cdot 1000 = 334,32 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

$$P_{60\%} = 0,6 \cdot 0,199 \cdot 1,68 \cdot 1000 = 200,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

$$P_{30\%} = 0,3 \cdot 0,199 \cdot 1,68 \cdot 1000 = 100,3 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

Розрахункова кількість панелей при даних погодних умовах, а також необхідна площа для їх розміщення наведена в таблиці 4.4.

Щоб забезпечити повне покриття затрат електроенергії на потреби роботи системи візьмемо за базовий розрахунок для похмурої погоди 30%, коли інтенсивність сонячного випромінювання мала, а споживання практично максимальне. Спираючись на це розрахунок визначаємо, що кількість панелей необхідна для забезпечення потужності в цей період складає 19, а площа 32 м². Така сонячна електростанція буде мати потужність 1,9 кВт, азимут та кут нахилу наведені на рис. 4.13.

Таблиця 4.4 - Необхідна кількість панелей при різних погодних умовах

Погода	Потужність яку виробляє одна панель, Вт·год/м ²	Необхідна кількість панелей, шт.	Загальна площа, м ²
Сонячна (100%)	334,3	6	10
Хмарно (60-80%)	200,6	10	17
Похмуро (20-30%)	100,3	19	32



Рис. 4.13 – Розрахунок сонячної електростанції для Київської області

Орієнтація сонячних панелей повинна бути на південь, для цього розмістимо панелі на південній стороні даху навчального корпусу, щоб забезпечити лошу встановлення панелей в 32 м², достатньо площі даху корпусу.

Оптимальний кут зима-літо становить 35 градусів, що забезпечує максимальний КІД сонячних панелей. При такому розміщенні помісячний та річний виробіток станції показано на графіку (рис. 4.14).

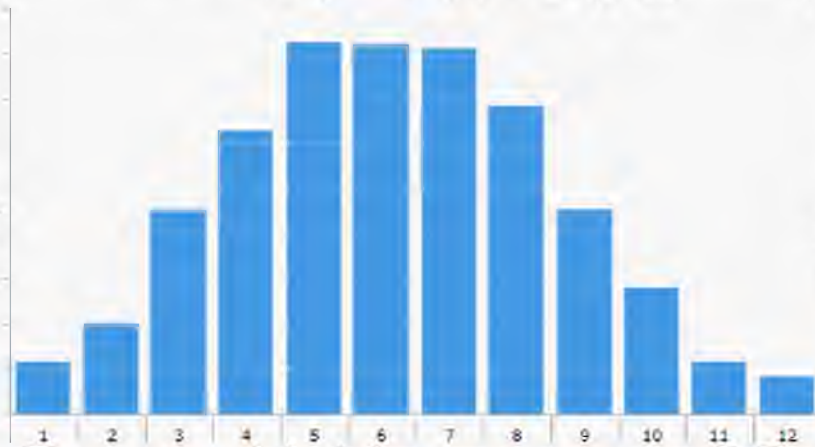


Рис. 4.14 - Графік помісячного виробітку електроенергії станцією

Характеристика обладнання. Щоб забезпечити таку потужність для освітлення візьмемо електростанцію на 2 кВт. Необхідна площа встановлення 32 м². Комплектація такої станція наведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Комплектація СЕС на 2 кВт

№	Найменування обладнання	Кількість, шт.	Вартість за шт., дол. США	Вартість всього, дол. США
1	2	3	4	5
1	Ja Solar JAM60510-335/PR (335 Вт, монокристал, клас А, 5 bb, Tier 1)	19 шт.	112,00	2 128,00
2	Акумуляторний BYD B-Box 200 Ач (10 кВт/51,2В)	1 бокс	293,38	293,38
3	Контролер заряду Atek PC16-6015F	1 шт.	244,00	244,00
4	VE Can to Can-bus BMS cable 2.9 м (для BYD)	1 шт.	16,00	16,00
5	Панель управління Venux CX	1 шт.	320,00	320,00
6	Кабель VE Direct 1,8 м	1 комп.	18,00	18,00
7	Плавкий запобіжник Victron Energy Mega-fuse 200А/38V	1 шт.	32,00	32,00
8	Корпус плавкого запобіжника Fuse holder for Mega-fuse	1 шт.	16,00	16,00

9	Адаптер МК3 to USB	1 шт.	84,00	84,00
10	Кабель Solar	5 м.	1,00	5,00
11	Силовий кабель	5 м.	8,00	40,00
12	Коннектор MC4	2 шт.	1,00	2,00
13	Коннектор MC4-Tbranch	4 шт.	6,80	27,20
14	Система кріплення (дах)	на 19 шт.	14,00	266,00
15	Блок захисту ЕПІ	1 блок	130,00	130,00
Всього:				\$3 621,6

Так як університет не прибуткова організація і підключення зеленого тарифу є неможливим, пропонуємо використовувати отриману електричну енергію виключно для живлення елементів ситеми.

Нижче, у таблиці 4.6, приведемо термін окупності заходу.

Таблиця 4.6 - Окупність станції

Середньорічний виробіток електроенергії, кВт·год	18 460,7
Власне річне споживання електроенергії, кВт·год	16 644,0
Надлишок електроенергії за рік, кВт·год	1 816,7
Тариф електроенергії для юридичних осіб, коп/кВт·год (без ПДВ)	300,0
Економія щодо власного споживання на рік, грн	5 538,2 (205,1 \$)
Вартість електростанції	3 621,6 \$
Термін окупності, років	17,7

У даному випадку, термін окупності заходу вважається прийнятним з огляду на забезпечення безперебійної роботи системи моніторингу, що забезпечить зменшення можливих перевищень споживання системою опалення.

Метою даного розділу є дослідження інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень.

Щоб виконати оцінку економічної ефективності необхідно розрахувати трудомісткість реалізації проекту, витрати на оплату праці найманим працівникам, витрати апаратного і програмного забезпечення, амортизаційні відрахування, витрати енергоресурсів та інші витрати які є основними пунктами виконання обчислень, а також показники економічної ефективності розробки проекту.

5.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Розробка надійної і ефективної інформаційної системи вимагає значних затрат часу. Слід зауважити, що самі ж затрати на пряму залежать від кваліфікації розробника та його професійних можливостей. Розробник системи та програмного забезпечення повинен у достатній мірі володіти навиками проектування та програмування, вміння адекватно та професійно використовувати математичні засоби та бути добре обізнаними з об'єктом дослідження.

Реалізація проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій складається з низки послідовних та взаємопов'язаних етапів [39].

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують попередній досвід, або нормативи часу. Спираючись на нормативи, можемо сказати, що тривалість виконання операцій, досить різна. В даному випадку, при дослідженні методів та засобі аналітичного опрацювання даних для покращення

дистанційного контролю мікроклімату, час операцій варіюється від 4 до 60 годин.

Час виконання кожної операції приведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Операції технологічного процесу та їх час виконання

№п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Постановка проблеми	інженер	5
2	Огляд існуючих рішень	інженер	7
3	Аналіз сфери застосування	інженер	8
4	Збір потрібної інформації та її опрацювання	інженер	16
5	Створення технічного завдання	інженер	13
6	Проектування системи	інженер-програміст	15
7	Технічна реалізація системи	інженер	45
8	Програмна реалізація системи	інженер-програміст	60
9	Тестування програмного продукту	тестувальник	25
10	Створення документації	інженер-програміст	8
Всього			202

В підсумку на реалізацію проекту інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень необхідно 202 людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

5.2. Розрахунок витрат на впровадження

Відповідно до Закону України «Про оплату праці» заробітна плата – це винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку за трудовим договором власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу [40].

Оплата праці залежить не тільки від результатів праці конкретного працівника, але також від результатів праці, прибутковості конкретного підприємства.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу затарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Згідно закону України «Про Державний бюджет України на 2019 рік», зокрема Статтею восьмою мінімальна заробітна плата у погодинному розмірі встановлена у розмірі 25,13 грн. Рекомендована тарифна ставка для інженера становить 50 грн./год., для інженера-програміста 70 грн./год., для тестувальника 60 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою:

$$Z_{осн.} = (88 \cdot 50) + (78 \cdot 70) + (24 \cdot 60) = 11\,444 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{дод.} \quad (5.2)$$

де $K_{дод.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15

(візьмемо його рівним 0,15).

НУБІП України

$$Z_{\text{дод}} = 11444 \cdot 0,15 = 1716,6 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{\text{о.п.}}$) визначаються за формулою:

$$B_{\text{о.п.}} = 11444 + 1716,6 = 13160,6 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- єдиний соціальний внесок ЄСВ (прибутковий податок) – 22 %;
 - військовий збір – 1,5 %.
- У сумі зазначені відрахування становлять 23,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{\text{с.з.}} = \Phi_{\text{оп}} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де $\Phi_{\text{оп}}$ – фонд оплати праці, грн.

$$B_{\text{с.з.}} = 6008,75 \cdot 0,235 = 3092,74 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці наведено у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

№з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна	Кількість	Фактично нарах. з/п.л.,			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Інженер	50	88	4400	–	–	–
2.	Інженер-програміст	70	78	5460	–	–	–
3.	Тестувальник	60	24	1440	–	–	–
Всього			190	11444	1716,6	3092,74	16253,34

З таблиці розрахунки витрат на оплату праці інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату приміщень видно, що всього витрати на плату праці становить 16253,34 грн.

5.3. Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (5.5)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду, p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei}. \quad (5.6)$$

Розрахунки занесемо у таблицю 5.3

Таблиця 5.3 – Розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Один. виміру	Норма витрат	Ціна за один., грн.	Затрати матер., грн.	Транспортно - заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матер., грн.
1. Основні матеріали						
Місячна оплата користування межею Internet	грн	190	–	150	–	150
2. Допоміжні витрати						
Датчик	шт.	2	50	100		100
Контролер	шт.	1	45	90		90
Разом:						340

Загальні матеріальні витрати інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату приміщень на Internet, датчики і контролер становить 34000 грн.

5.4. Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (5.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 3,68 грн.

Потужність комп'ютера для створення дипломної роботи – 450 Вт + 1450 Вт все інше обладнання системи, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 5.1 – 202 годин.

Тоді,

$$Z_e = 1,9 \cdot 202 \cdot 3,68 = 1412,38 \text{ грн}$$

Згідно формули затрати на електроенергію дорівнює 1412,38 грн.

5.5. Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Поняття "амортизація" або "амортизаційні відрахування" можна сформулювати як постійно накопичується в вартісному грошовому виразі знос основних засобів і нематеріальних активів для подальшого використання на реновацію, тобто на просте і розширене відтворення вартості відповідних активів [41]. Для визначення амортизаційних використовується формула:

$$A = \frac{B_v \cdot H_a}{100\%}, \quad (5.8)$$
 де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_v – балансова

вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; H_a – норма амортизації.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів

Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для даної дипломної роботи засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 17000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 17000 \cdot 5\% / 100\% = 850 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 202 годин, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = 850 \cdot 202 / 100 = 1615 \text{ грн.}$$

Згідно формули для визначення амортизаційних, де B_v множитьс^я H_a і ділиться на 100% амортизація розробки становить 1615 грн.

5.6. Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці. В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_v = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.9)$$

де H_v – накладні витрати. Отже, накладні витрати:

$$H_v = 6008,75 \cdot 0,2 = 1201,75 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 1201,75 грн.

5.7. Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на реалізацію проекту

Зміст витрат	Сума, грн.
Витрати на оплату праці	13160,6
Відрахування на соціальні заходи	1412,05
Матеріальні витрати	34000,0
Витрати на електроенергію	1412,38
Амортизаційні відрахування	1615
Накладні витрати	1201,75

Собівартість (C_v) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_v = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_v + A + H_v. \quad (5.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$C_v = 13160,6 + 1412,05 + 34000 + 1412,38 + 1615 + 1201,75 = 52\,801,78 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 52 801,78 грн.

5.8. Розрахунок ціни дослідження

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_e \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{R} \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.11)$$

де $P_{рен}$ – рівень рентабельності, 30 %, K – кількість замовлень, од (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); $ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти

K та $B_{н.і.}$, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_e \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.12)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 52\,801,78 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 55\,473,55 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни дослідження становить 55 473,55 грн.

5.9. Визначення економічної ефективності і терміну окупності

капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і нове відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу [42].

$$E_p = \frac{P}{C_v} \quad (5.13)$$

де P – прибуток; C_v – собівартість.

Плановий прибуток ($P_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$P_{пл} = Ц - C_v. \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$P_{пл} = 55\,473,55 - 52\,801,78 = 2\,671,77 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{P_{пл}}{C_v}, \quad (5.15)$$

Тоді:

$$E_p = 2\,671,77 / 52\,801,78 = 0,051.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

НУБІП України

Термін окупності аналізу та створення інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень дорівнює:

НУБІП України

$$T_p = 1 / 0,051 > 20 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 2 671,77 грн., економічна ефективність дорівнює 0,051, а термін окупності становить >20 років, що вважається недоцільним та економічно невигідним.

НУБІП України

Основні техніко-економічні показники при розробці програмного забезпечення для інформаційної системи дистанційного контролю параметрів приміщень (див. таблиця 5.5).

НУБІП України

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	51 609,37
2.	Плановий прибуток, грн.	2 671,77
3.	Ціна, грн.	54 220,8
4.	Економічна ефективність	0,051
5.	Термін окупності (з урахуванням економії теплової енергії), роки/опалювальні періоди	>20 (0,63)

НУБІП України

Отже, найбільша питома вага припадає на витрати для оплати заробітної плати, розрахунок електроенергії, амортизаційних відрахувань, затрати на матеріали є не значними. Тому усі ці показники значно підвищили економічну ефективність і термін окупності даної розробки для покращення дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень. Система може бути реалізована та

НУБІП України

розвинена, оскільки у розрахунку терміну окупності та економічної привабливості проекту не була врахована економія контів збережених при впровадженні дистанційного управління $3,73 \text{ Гкал} \times 1654,41 \times 5 = 30,85 \text{ тис. грн.}$

Тоді термін окупності складе: $(30,85 + 2,67) / 52,8 = 0,63 \text{ оп.періоди.}$

ВИСНОВКИ

У роботі розроблено автоматизовану систему дистанційного контролю параметрів мікроклімату приміщень з використанням регулятора температури ECL Comfort 310. Передачу даних та дистанційне керування реалізовано з допомогою сучасного протоколу для інтернет-речей.

При оцінці теплового стану будівлі та параметрів мікроклімату приміщень були визначені і враховані основні фактори, що впливають на її теплову інерцію.

Показано, що важливим фактором є проміжок часу та глибина регулювання, а також температура зовнішнього повітря. Проведено дослідження та дана оцінка

доцільності введення чергового режиму опалення будівель ЗВО. Зокрема, отримано наступне:

1. Встановлено, що температура зовнішнього середовища суттєво впливає на тепловий режим кімнати. Так, при температурі повітря ззовні $0...5\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура нагрівального приладу складала $32\text{ }^{\circ}\text{C}$, при температурі повітря зовнішньому середовищі $-5...0\text{ }^{\circ}\text{C}$ радіатор нагрівався до $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при температурі $-8...-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура приладу становила $38...40\text{ }^{\circ}\text{C}$. При зміні вказаних параметрів температура повітря в приміщеннях коливалась у межах $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Середнє зниження температури теплоносія за період вимірювань (з 18-00 до 4-00) становило $8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температурі зовнішнього повітря $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому температура повітря в приміщенні суттєво не змінювалась, а залишалася на рівні більше $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ при дозволених $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значно інші значення отримано при роботі системи опалення в черговому режимі у вихідні дні. Так, при переході в роботу з 18-00 вечора п'ятниці до 23-59 неділі, температура у приміщеннях будівлі опустилась до нормованих $12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Для досягнення нормованих показників температури повітря та розігріву приміщення у форсованому режимі знадобилось близько 6,5 годин.

Теплоспоживання системою в таких умовах її роботи, порівняно з номінальним режимом, зросло на 25% (з урахуванням граничного значення питомої надбавки з таблиці Н1 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування») але

за весь період дії чергового режиму економія склала близько 6-8% спожитої енергії.

4. Наведений алгоритм управління процесом відпуску теплоти (особливо при наявності точки «зламу» - середньої(їх) на графіку) додатково підвищує точність рішень вказаних задач та знижує відхилення температур на $4 \div 6$ °С в порівнянні зі звичайною («лінійною») залежністю, що дозволяє більш точно корегувати відпуск теплоносія в систему опалення будівлі при впровадженні чергового режиму.

Враховуючи конструктив зовнішніх стін об'єкта дослідження, коригування температурного графіку системи опалення з урахуванням значення показника внутрішньої теплоємності будівлі при впровадженні режиму чергового опалення, за попередньою оцінкою, дозволить: покращити комфортні умови у приміщенні при роботі системи опалення в черговому режимі; скоротити витрати на опалення навчального корпусу НУБіП України на 10-12% за опалювальний період.

Система дистанційного моніторингу теплоспоживанням навчального корпусу №8 НУБіП України з використанням регулятора температури ECL

Comfort 310 може бути реалізована та розвинена, оскільки у розрахунок терміну окупності та економічної привабливості проекту не була врахована економія коштів збережених при впровадженні дистанційного управління $3,73 \text{ Гкал} \times 1654,41 \times 5 = 30,85$ тис.грн. Тоді термін окупності складе: $(30,85 + 2,67) / 52,8 = 0,63$ оп.періоди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБіП України

1. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку

енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні: ДСТУ Б А.2.2-12:2015. - [Чинний від 2016-01-01]. -

К.: Держстандарт України, 2015. – 140 с.

2. Ахметов Э. Р. Анализ модели работы дежурного отопления как энергосберегающего мероприятия / Ахметов Э. Р. // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2014. - № 5. - С. 25-29.

3. Бойко В. С. Перехідний процес у електричному колі як аналог теплообміну та теплової інерції приміщення / В. С. Бойко, М. І. Сотник, С. О. Хованський // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. - 2016. – № 3/2016 (35). - С. 10-16.

4. Радько І. П. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах [Текст] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2018. – № 283. – С. 275 – 280.

5. Радько І. П. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту: [Електронний ресурс] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Енергетика та автоматика. – 2018. – № 1. – С. 123–134.

6. Козирський В. В. Результати спрощеного енергоаудиту об'єктів НУБіП України: [Електронний ресурс] / В. В. Козирський, О. М. Берега, О. В. Шеліманова, Є. О. Антипов // Енергетика і автоматика. – 2012. – № 1 (11). – С. 55–63.

7. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2013. – 147 с.

8. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату громадського приміщення [Текст] : навч. пос. / Ю.В. Стрбакань // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100. - Режим доступу:

НУБіП України

http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_5_25

9. Види мікроклімату і його вплив на здоров'я людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

https://pidruchniki.com/81180/bzhd/vidi_mikroklimatu_vpliv_zdorovya_lyudini

10. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://oprb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param-etriv-mikroklimatu>

11. Directive 2010/31/EU on the energy performanse of buildings (recast, EPBD). (Директива 2010/31/ЄС з енергоефективності будівель (нова актуалізована редакція Директиви 2002/91/ЄС).

(Директива 2010/31/ЄС з енергоефективності будівель (нова актуалізована редакція Директиви 2002/91/ЄС).

12. Energy Saving Ordinance EnEV 2009 (Постанова з економії енергії EnEV 2009).

13. Національний стандарт України. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) / ДСТУ Б EN 15251:2011. – Київ, 2012. – 71 с.

14. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень [Текст]: навч. пос./ А. І. Купін, І. О. Музика, Д. Т. Кузнецов. – Запоріжжя, 2017. – 177 с.

15. МСН 4.02-01:(проект) Межгосударственные строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование (Міждержавні будівельні норми Опалення, вентиляція та кондиціонування).

16. Інформаційні системи і технології [Текст]: навч. пос./ М.М. Бенько. – Київ, 2010. – 325с.

17. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Редакція від 17.11.2006 р.

18. Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple> – Дата доступу: 14.08.21. Назва з екрана.

19. Mac OS, Linux и Windows [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://suhorukov.com/news_akademy/sravnenie-operacionnyh-sistem-mac

os-linux-i-windows. Назва з екрана.

20. Платформа Raspberry Pi [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.securitylab.ru/analytics/491458.php> – Дата доступу:

15.08.21. Назва з екрана.

21. Модуль ESP 8266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://rozetka.com.ua/282342353/n282342353/?gclid=Ci0KCQjA4b2MBhD2ARIsA1rcB-QLJvsCqY2vt8vZ9ZdtR1wuLEXxy3JLJJMFT4raEjUT0RhhfLSjWEaAqrqEALw>

[wcB](#) – Дата доступу: 15.08.21. Назва з екрана.

22. Класифікація промислових контролерів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.rbc.ua/ukr/digests/promyshlennye-kontrollery-i-ih-klassifikatsiya-07102013154200> – Дата доступу: 15.08.21. Назва з екрана.

23. Пристрої [Електронний ресурс]. – АТАГО – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/ua/> – Дата доступу: 18.08.21. Назва з екрана.

24. Давач температури [Електронний ресурс]. – Давач температури – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 16.09.21. Назва з екрана.

25. Overview of temperatur sensors [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/ru-ru/innovations/white-papers/06/overview-of-temperature-sensors.html> – Дата доступу: 11.09.21. Назва з екрана

26. Temperature Sensors [Електронний ресурс]. – Temperature Sensors. – Режим доступу до ресурсу: https://www.electronics-tutorials.ws/io/io_3.html – Дата доступу: 01.09.21. Назва з екрана.

27. Overview of temperatur sensors [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/ru-ru/innovations/white-papers/06/overview-of-temperature-sensors.html> – Дата доступу: 11.09.21. Назва з екрана

28. Давач вологості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uawest.com/ua/datchik-temperaturi-vlagnosti-dht22-am2302arduino.html> – Дата доступу: 16.08.21. Назва з екрана.

29. Триггери SR, RS, TT и Rtrig [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 17.09.21. Назва з екрана.

30. Базові блоки вводу-виводу [Електронний ресурс]. – Базові блоки вводу-

виводу – Режим доступу до ресурсу: <http://ste.ru/siemens/pdf/rus/ET200SP.pdf> –
Дата доступу: 17.08.21. Назва з екрана.

31. Класифікація давачів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://stud.com.ua/28685/bzhd/klasifikatsiya_datchikiv –

– Дата доступу: 17.08.21. Назва з екрана.

32. Підключення і характеристика датчика DHT-22 [Електронний ресурс].

– Режим доступу до ресурсу: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/datchiki-temperature-i-vlazhnosti-dht11-dht22/> – Дата доступу: 17.08.21. Назва з екрана.

33. Характеристика MQTT [Електронний ресурс]. – Режим доступу до

ресурсу: <https://ipc20.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/> – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.

34. Streaming Text Oriented Messaging Protocol [Електронний ресурс].

Режим доступу до ресурсу:

https://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_Text_Oriented_Messaging_Protocol – Дата доступу: 17.08.21. Назва з екрана.

35. Открытый проект клиента MQTT [Електронний ресурс]. – Режим

доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/388231/> – Дата доступу: 18.08.21.

Назва з екрана.

36. Кодування utf-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

https://masiter.com/vsim_koduvannjam_koduvannja_utf_art_21.htm – Дата доступу: 18.08.21. Назва з екрана.

37. Огляд тенденцій розумних будинків [Електронний ресурс]. – Режим

доступу до ресурсу: <https://eba.com.ua/kontsepsiya-rozumnogo-mista-ta-mozhlyvosti-yiyi-realizatsiyi-v-ukrayini-opytuvannya-i-oglyad-ey/> – Дата доступу: 18.08.21. Назва з екрана.

38. ZigBee [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.dusuniot.com/smartgateway?nullutm_campaignidadgroupidcreativeutm_network=g&utm_matchtype – Назва з екрана.

39. Технология Z-Wave [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

https://skomplekt.com/technology/z_wave.htm/ Назва з екрана.

40. Bluetooth, Sigma [Електронний ресурс]. – Режим доступу до

ресурсу: https://www.bookasutp.ru/Chapter2_11_2.aspx – Дата доступу: 20.08.21.

Назва з екрана.

41. Сайт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://nung.edu.ua/project/net4senergy/4-pilotna-sistema-energetichnogo-monitoringu-diva-universitetskoi-budivli/> – Дата доступу: 05.11.21. Назва з екрана.

42. GSM-сигналізація «ОКО-S2» [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://xn--j1ahb.xn--j1ahb/ohrannaya-signalizaciya/gsm-dozvonshchiki/gsm-signalizaciya-oko-s2/> – Дата доступу: 07.11.21. Назва з екрана.

43. Сервер монітор ОКО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xn--j1ahb.xn--j1ahb/monitoring-transporta/server-okc/> – Дата доступу: 10.11.21. Назва з екрана.

44. Обґрунтування економічної ефективності [Електронний ресурс]. –

Режим доступу до ресурсу: <https://pidruchniki.com/12590605/menedzhment/obgruntuvannya-ekonomichnoyi-efektivnosti-inovatsiynogo-proe>

[ktu](https://pidruchniki.com/12590605/menedzhment/obgruntuvannya-ekonomichnoyi-efektivnosti-inovatsiynogo-proe) – Дата доступу: 20.08.21. Назва з екрана.

45. Закон України про оплату праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://taxlink.ua/ua/normative-acts/zakon-ykraini-pro-oplaty-praci/> –

Дата доступу: 18.08.21. Назва з екрана.

46. Розрахунок норм і сум амортизаційних відрахувань [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

<https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/17nebava-ekonomika-organizaciya-virobni-chovi-diyalnosti/55.htm> – Дата доступу: 21.08.21. Назва з екрана.

47. Основи економічної теорії [Текст]: навч. пос. / М. О. Ажнюк, О. С. Передрій. – Київ, 2003. – 368 с.

НУБІП України