

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: «Енергетичне обстеження систем електрозабезпечення корпусу Г

СумДУ з розробкою алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання»

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Литвиненко М. А.  
(прізвище і ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

*В роботі не виявлено текстових,  
ілюстративних та інших запозичень  
без коректного на них посилання*

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сотник М. І.  
(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ  
(наукова ступінь, звання або посада)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Секретар комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми 2019

Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»  
за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки  
\_\_\_\_\_ Ковальов І.О.  
“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Литвиненко Марина Андріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Енергетичне обстеження систем електрозабезпечення корпусу Г СумДУ з розробкою алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до “10” червня 2019 р.

3 Вихідні дані до роботи: креслення об'єкту обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

**Вступ** (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. **Характеристика об'єкту енергетичного обстеження** (опис дійсного стану об'єкта; загальні вимоги; загальні відомості про об'єкт; опис системи опалення, вентиляції, електро- та водопостачання, кондиціонування).

2. **Алгоритм функціонування автоматизованої системи моніторингу споживання та лімітування електроенергії** (структурна схема формування розрахункового ліміту добового електроспоживання; проведення типового розрахунку приміщення та комп'ютерного розрахунку)

3. **Стимулювання енергозберігаючої поведінки через еко-зв'язок.**

**Адаптивна гейміфікація та персоналізовані рекомендації** (підхід проектування користувача, формативна оцінка).

4. **Енергозберігаючі заходи** (утеплення будівлі з вентилюємим фасадом, встановлення сонячних панелей).

5. **Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.**

6. **Перелік обов'язкового графічного матеріалу** (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. План 4 поверху корпусу Г СумДУ.
2. Аналіз обсягів енергоспоживання.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін вико- нання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних.	До 10.04.19	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження.	До 15.04.19	
3	Написання алгоритму функціонування автоматизованої системи моніторингу споживання та лімітування електроенергії.	До 20.04.19	
4	Розроблення стимулювання енергозберігаючої поведінки.	До 05.04.19	
5	Опис розрахункової моделі та ана- ліз результатів числового моделю- вання теплового режиму роботи.	До 15.05.19	
6	Охорона праці та безпеки в надзви- чайних ситуаціях.	До 20.05.19	
7	Оформлення розрахунково-поясню- вальної записки та графічних мате- ріалів.	До 07.06.19	
8	Здача роботи на перевірку.	10.06.19	
9	Доопрацювання зауважень.	До 15.06.19	
10	Захист роботи.	18.06–22.06.19	

Дата видачі завдання “ \_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Литвиненко М. А.  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сотник М. І.  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 с., 16 рисунків, 9 таблиці, 5 додатків, 35 літературних джерел.

Графічні матеріали: план 4 поверху корпусу Г СумДУ, схема алгоритму діаграми енергоспоживання, рисунок розташування сонячних панелей.

Мета роботи: підвищення енергоефективності будівлі корпусу Г СумДУ та її енергоспоживаючих систем, розробка системи нормування використання електроенергії, розроблення енергозберігаючих заходів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- Вивчення режиму функціонування будівлі.
- Вивчення конструктивних особливостей будівлі.
- Визначення установленої електричної потужності приміщень будівлі.
- Визначення за розкладом режимів роботи електрообладнання приміщень будівлі.
- Встановлення кліматичних особливостей даного регіону.
- Розроблення алгоритму прогнозування споживання електроенергії приміщеннями та будівлею в цілому.
- Розроблення рекомендацій щодо впровадження алгоритму прогнозування споживання електроенергії приміщеннями та будівлею в цілому.
- Дослідження теплового стану будівля для визначення її теплової потужності.
- Розробка енергозберігаючих заходів в системі електроспоживання та теплоспоживання.
- Розроблення заходів щодо стимулювання персоналу корпусу Г.

Об'єкт енергообстеження: корпус Г СумДУ.

Предмет енергообстеження: розробка алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання.

Методи дослідження: звітно-статистичний, розрахунково-аналітичний.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ, ЛІМІТ, НОРМУВАННЯ, УСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ПОВЕДІНКА, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ.

Тема роботи – "Енергетичне обстеження систем електрозабезпечення корпусу Г СумДУ з розробкою алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання"

## ЗМІСТ

### ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

### РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ..	10
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Опис дійсного стану будівлі.....	11
1.3 Результати обстеження усіх енергетичних систем будівлі.....	13
1.3.1 Характеристика стану системи опалення.....	13
1.3.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	14
1.3.3 Система водопостачання та аналіз обсягів її споживання.....	15
1.3.4 Система кондиціонування повітря.....	16
1.3.5 Система вентиляції.....	17
1.3.6 Система розподілу електричної енергії.....	17
2 АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ТА ЛІМІТУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ..	22
2.1 Структурна схема формування розрахункового ліміту добового електроспоживання.....	22
2.2 Приклад типового розрахунку ліміту.....	25
3 СТИМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ПОВЕДІНКИ ЧЕРЕЗ ЕКО- ЗВ’ЯЗОК. АДАПТИВНА ГЕЙМИФІКАЦІЯ ТА ПЕРСОНАЛІЗОВАНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	34
3.1 Підхід до користувача та його проектування.....	34
3.2 Формативна оцінка.....	36

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Енергетичне обстеження систем електрозабезпечення корпусу СумДУ з розробкою алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Литвиненко				Г	5	76
Перевір.		Сотник				СумДУ, ЕМ-51		
Н. контр.		Сотник						
Затв.								

4	Енергозберігаючі заходи.....	37
4.1	Утеплення будівлі з вентиляльованим фасадом.....	37
4.2	Встановлення сонячних панелей.....	40
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	43
5.1	Основи електрики. Взаємодія електричного струму з тілом людини..	43
5.1.1	Дуже великі кількості електричного струму призводять до великих фізіологічних ефектів.....	43
5.1.2	Стійкість шкіри до захисту організму від електрики.....	44
5.1.3	Напруга.....	45
5.1.4	Розкладання шкіри.....	45
5.1.5	Електропорація.....	45
5.1.6	Опалення.....	46
5.1.7	Змінний і постійний струм.....	46
5.1.8	Високовольтний контакт.....	47
5.2	Види електричних контактів.....	48
5.2.1	Потенційні можливості кроку та дотику.....	48
5.2.2	Спалах блискавки, нагрівання електричним струмом або те й інше...	49
5.2.3	Так звані вхід та вихід рани.....	50
5.2.4	Блискавка.....	50
5.2.5	Контакт з провідниками.....	51
5.2.6	Поточний шлях.....	51
5.2.7	Явище відпуску для низького (<600V) контакту.....	53
5.2.8	Вплив електричного струму.....	53
	ВИСНОВКИ.....	56
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
	Додаток А.....	60

Додаток Б.....	61
Додаток В.....	62
Додаток Г.....	73
Додаток Д.....	75
Додаток К.....	76

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7

## ВСТУП

До сучасних проблем використання енергоресурсів відноситься проблема ефективного використання електроенергії. Питання раціонального використання електричної енергії у будівлях має першочергове значення [1].

Для вирішення даної проблеми раціональним є нормування споживання електроенергії, тому для цього буде розроблений алгоритм прогнозування та лімітування електроенергії. Розроблення наукових та техніко-економічних рекомендацій щодо впровадження сонячних електричних станцій, які розміщуються на будівлі.

Норма енергоспоживання – це науково обґрунтована кількість енергоресурсів, достатня та необхідна для забезпечення технологічного процесу при заданих параметрах будівлі або виробництва та навколишнього середовища [2].

Головною метою є:

- Планування обсягу електроспоживання для оцінки економічної діяльності об'єкту;
- Прогнозування значень електроспоживання для замовлення енергоресурсів;
- Визначення ділянок неефективного використання електроресурсів [3].

Методом дослідження є визначення норми електроспоживання, який складається з таких методів як:

### 1. Звітно-статистичний.

Метод заснований на аналізі даних статистичної (бухгалтерської, оперативної) звітності про фактичні витрати ПЕР за минулий період і їх інтерполяції на розрахунковий період. Суть методу з використанням багатофакторного кореляційного аналізу викладена в роботах авторів Тайці А. А., Кузнєцова Н. М., Ястребова П. П. [4], [5].

У методі використовується наступна математична модель:

Аналітична модель являє собою функцію, що визначає залежність між величиною енергоспоживання і факторами, що зумовлюють її зміну. Фактори

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



повинні відповідати таким вимоги: вплив на енергоспоживання, незалежність, детермінованість (відсутність людського фактору) і спостережливість (можливість отримання чисельних значень).

Переваги моделі:

- універсальність - може бути використана для будь-якого підприємства.

Недоліки моделі:

- не враховує зміни в складі і режимах роботи обладнання;
- не враховує ступінь впливу енергоспоживання що не задіяний в технологічному процесі устаткування.

## 2. Розрахунково-аналітичний метод.

Заснований на виконанні по елементних розрахунків за даними проектно-конструкторської, технологічної та іншої технічної документації, з урахуванням експериментально встановлених нормативних характеристик енергоспоживаючих агрегатів. Необхідність визначення норм витрат ПЕР за енергетичними характеристиками енергоспоживаючого обладнання сформульована в роботах Гофмана І. В. та Тайці А. А .. У методі використовується об'єктно-орієнтована математична модель. Вона заснована на розбитті моделюємої ділянки енергетичної мережі на окремі агрегати (споживачі енергії) і розрахунку їх взаємодії між собою [8],[9].

Переваги методу:

- висока точність при наявності всієї інформації про обладнання.

Недоліки методу:

- необхідна автоматична система обліку енергоспоживання;
- необхідна деталізація обліку до рівня агрегату.

Використовується розрахунково-аналітичний метод, але враховується також параметри звітно-статистичного, комбінуючи ці два методи.

Об'єктом дослідження є енергетичне обстеження систем електрозабезпечення Г-корпусом СумДУ. Предметом дослідження є розробка алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом дослідження є будівля Г-корпусу Сумського державного університету та енергозабезпечувальні системи, що знаходиться за адресою вулиця Римського-Корсакова, 2, Суми, Сумська область, 40000 рис. 1.1 [10].



Рисунок 1.1 – Г-корпус СумДУ

СумДУ здійснює технічну експлуатацію інженерних комунікацій даного корпусу. Г-корпус складається з однієї будівлі, яка має перехідні частини або з'єднання з корпусами Б (бібліотечний) та Ц (центральный). Орієнтація головного фасаду будівлі на північ. У закладі встановлений шестиденний робочий тиждень. Режим роботи з 8 години ранку до 6 години вечора.

Технічні характеристики будівлі:

Рік побудови – 1985.

Кількість поверхів – 16.

Опалювальна площа – 14344 м<sup>2</sup>.

Площа забудови - 1844,4 м<sup>2</sup>.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Загальна площа - 15646,1 м<sup>2</sup>.

Опалювальний об'єм за зовнішніми замірами - 65137 м<sup>3</sup>.

Будівля забезпечується тепловою енергією від міської системи централізованого опалення.

Від міського водогону здійснюється подача холодної води. Електрозабезпечення відбувається від централізованих електричних мереж.

## 1.2 Опис дійсного стану будівлі

Конструкція стрічкового фундаменту опирається на залізобетонні палі. Основні несучі залізобетонні конструктивні елементи будівлі утворюють каркас. Огороджуючі конструкції будівлі – непрозорі стіни заповнені цеглою на цементно-піщаному розчині. Внутрішні перегородки будівлі виконані також з цегли. Міжповерхові перекриття, підвальне перекриття – залізобетонні панелі. Підлога має декілька шарів: верхній шар – паркет або лінолеум, або керамічна плитка, або бетон, цементно-піщана стяжка 50 мм, шар керамзиту 100 мм та залізобетонна плита перекриття. Дах плоский гідроізолюваний трьома шарами руберойду, стяжка 50 мм, керамзит 150 мм суміщений з перекриттям залізобетонною плитою, крівля актової зали, також плоска, додатково утеплена піноізолом. У всіх кабінетах є підвісні стелі, для покращення акустичних, естетичних якостей приміщень, звукоізоляційних властивостей, а також для створення технічних поверхів, де розміщують електротехнічні устаткування, вентиляцію [11]. Сходи – залізобетонні. Сходи складаються із маршів зі сходами та площадками. Марш огорожується перилами. Отвори віконні та дверні заповнені пластиком зі склінням. Також є отвори під труби та вентиляційні шахти. Вікна двохкамерні та однокамерні з ПВХ-профілю. Головний вхід має два ряди дверей розділених тамбуром виготовлених з пластику із двухкамерним склінням та оснащений вертикальною тепловою завісою, а також двері запасного входу мають тамбур у два ряди з пластикових дверей із двухкамерним склінням. Заповнення віконної пройма включають віконну

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

коробку і застеленні віконні оправи. А також підвіконну дошку та зовнішній злив. Підвіконня розташовуються на 800-850 мм вище рівня підлоги [11]. Також є устаткування для кондиціонування повітря у кількості 83 шт. з сумарним електроспоживанням 81,1 кВт. Встановлені датчики руху, пожежогасільна система, категорія пожежної безпеки В.

Корпус будівлі являє собою шістнадцятиповерхову будівлю, з яких 14 призначених для роботи та 2 технічні поверхи. Вікна виходять на схід, захід, північ та південь. У підвалі знаходиться теплопункт, а також дві групи насосів для опалення, підвищувальні насоси, електрощитова, лічильник холодної води. Перша група насосів застосовується для подачі теплоносія системи опалення з 3 по 14 поверх, у якій один насос робочий з потужністю 5,5 кВт, а інший в резерві обидва 2К 20 м<sup>3</sup>/год/30 м, а друга група у кількості 3 шт., з яких один 1,5К застосовується для забезпечення споживачів, що знаходяться на першому, другому поверхах та актовій залі встановленою потужністю електричного двигуна 2,2 кВт, подача насоса 8 м<sup>3</sup>/год, напір 8 м, а два інших в резерві. Для забезпечення безперебійного постачання холодної води до споживачів застосовують систему холодного водопостачання підвищувальні насоси системи холодного водопостачання 2 пожежні, які в резерві та 2 підвищувальні, один з яких у резерві, а інший з потужністю 15 кВт модель 3К6 з подачею 50 м<sup>3</sup>/год, напір 37 м. Технічні поверхи будівлі розташовані між другим та третім поверхами, де розташовані трубопроводи розподільчі, зворотній трубопровід, стояки, лежаки, нижня розводка, а також між 15 поверхом та покрівлею у ньому розташований бак – накопичувач холодної води, розширювальний бак – для гарячої води системи опалення, два машинних відділи, подаючи лежаки та стояки (верхня розводка). До підвалу є два входи. Також є 4 ліфти, які вмонтовані в спеціальних шахтах для загального користування та 1 для адміністративного персоналу, машинні відділи яких знаходяться на верхньому технічному поверсі. На головному вході у будівлю є пандуси.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 1.3 Результати обстеження усіх енергетичних систем будівлі

Основними технічними системами, що забезпечують функціонування Г-корпусу, являються системи теплопостачання, електропостачання, водопостачання, вентиляційна система та система водовідведення (каналізації).

#### 1.3.1 Характеристика стану системи опалення

За характером завантаження у часі споживач теплоти сезонний. Залежна схема приєднання теплоспоживчих систем. Теплопостачання здійснюється централізовано з міських мереж системи централізованого водопостачання. Підвід теплової мережі передбачений до теплового пункту, який розташований у підвалі, де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення. Також у підвалі є стояки, підводки, запірно-регулююча арматура, магістральний трубопровід. Піднімальні стояки знаходяться на нижньому технічному поверсі, а опускні на верхньому. Так як у будівлі більше трьох поверхів є П-подібні компенсатори. Є спеціальна повітровідвідна мережа, яка приєднана до розширювального бака і до повітрозбірника, також є повітряні крани, які приєднано до верхніх опалювальних приладів. Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, більшість труб у підвалі теплоізовані мінеральною ватою.

Система теплової мережі корпусу являє собою двотрубну вертикальну систему водяного опалення; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – вертикальна. Магістральні трубопроводи до будівлі прокладені у підвалі та під'єднуються у тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів.

В якості опалювальних приладів використовуються панельні радіатори та алюмінієві, біметалічні. У деяких зовнішня поверхня ребриста. Опалювальні

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

Вузол обліку теплової енергії груповий (для даних корпусів: Г-корпус, Ц-корпус, ЕТ-корпус, Б-корпус, ЛА-корпус, ЛБ-корпус) знаходиться у Ц-корпусі за технічними умовами передбачено встановлення лічильника з діаметром умовного проходу Ду300. Періодичність повірки – один раз на 2 роки, кожного двадцятого числа місяця. Лічильник СВТУ – 10, заводський номер 4905, дата останньої повірки 29.08.2017. Елеваторна система опалення.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепловий пункт є :

- нагляд за технічним станом устаткування, його роботою, регулювання;
- зняття показань лічильника;
- спостереження за параметрами теплоносія з метою забезпечення надійного і якісного теплопостачання, раціонального використання енергії [12].

Відповідальний за теплогосподарство і теплозабезпечення головний інженер.

Усі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок. В актовій залі чергове опалення.

### 1.3.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Слід зазначити, що лічильник обліку теплової енергії знаходиться у Ц-корпусі. Теплоносієм є вода. Температурний графік відпуску теплоти – 110/70°C. Теплове навантаження будівлі  $Q_{\text{опал}} = 0,967$  Гкал/год.

Величина теплової енергії, яка була спожита за період останнього опалювального року (період 2017 – 2018 року, 171 діб) становить – 2513,277 Гкал.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На рисунку 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2016 – 2018 роки за даними обліку автоматичної системи (додаток А).

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень.

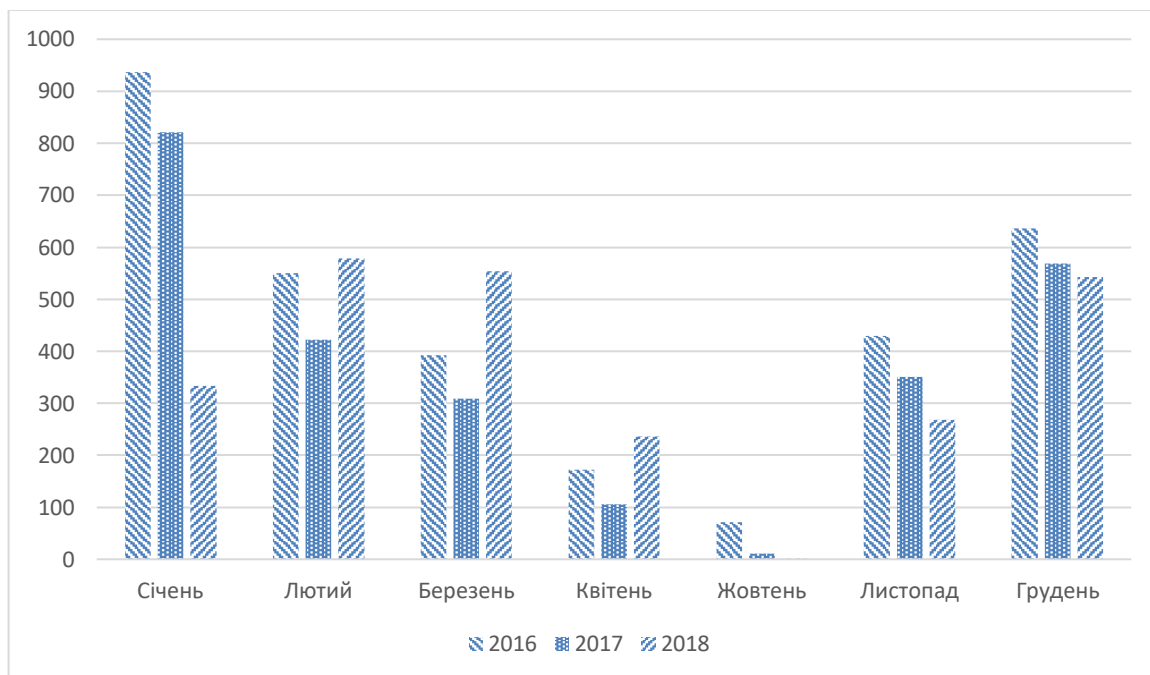


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2016–2018 роки

### 1.3.3 Система водопостачання та аналіз обсягів її споживання

Корпус підключено до міської системи централізованого холодного водопостачання. Споживачами холодної води є працівники закладу та студенти, обслуговуючий персонал. Арматура складається зі змішувачів, зливних бачків знаходяться у задовільному стані. Спосіб подачі води в систему механізований, за допомогою підвищувальних насосів. Спосіб регулювання витрат води баштовий з напірними резервуарами. Кратність використання води в системі пряموструмна, у яких вода використовується лише один раз [12].

При проектуванні системи водопостачання було дотримано всі вимоги:

- Система забезпечує безперебійну подачу якісної води;

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- У всіх місяцях системи є напір, що забезпечує подачу необхідної кількості води.

Повірка лічильника обліку холодної води кожного тринадцятого числа місяця, остання була 17.06.16 р.. Проводиться кожні 4 роки. Заводський номер 082647674, а марка MTQN 6,0 T40 з Ду32. На водогінних мережах встановлена така арматура та прилади: запірно-регулююча до якої відносяться засувки та вентиля, запобіжна – клапани, вантузи, водоміри.

На рисунку 1.3 приведена динаміка споживання води будівлею за 2016 – 2018 роки за даними обліку автоматичної системи (додаток Б).

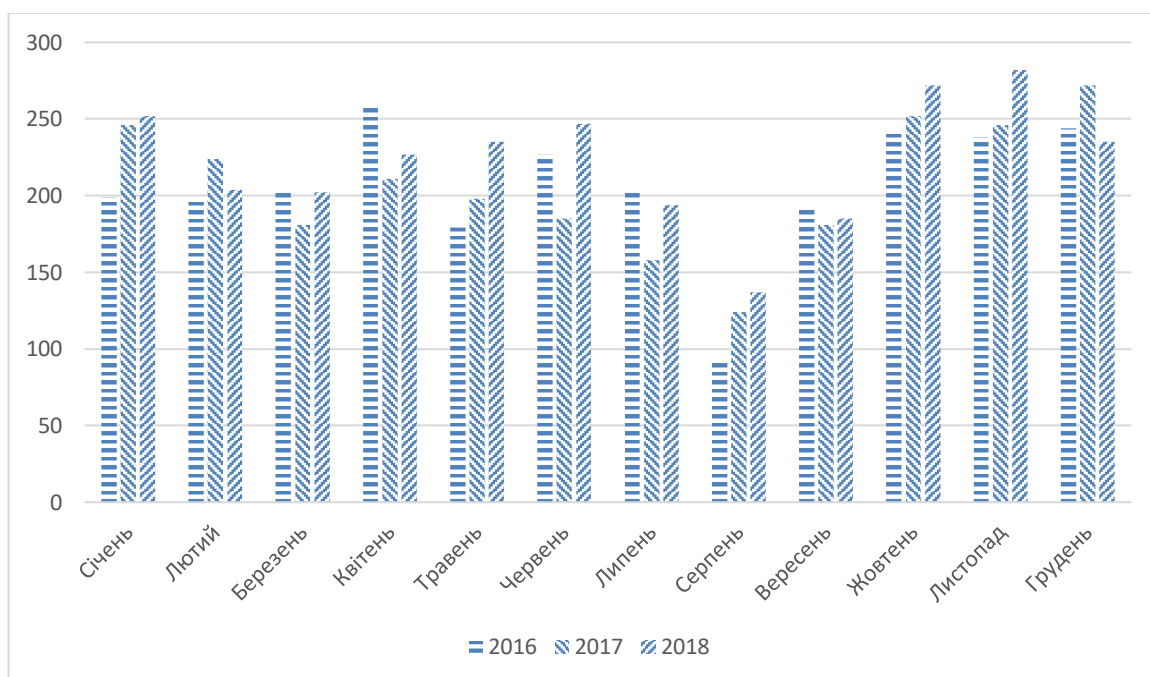


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання холодної води будівлею за 2016–2018 роки

#### 1.3.4 Система кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря здійснюється за допомогою кондиціонерів дивись додаток В. Розміщені вони місцево для створення комфортних умов. За ступенем забезпечення метеорологічних умов кондиціонери другого класу. Центральні кондиціонери обслуговують маленькі або великі приміщення.



### 1.3.5 – Система вентиляції

У будівлі змішана вентиляція, тобто штучне спонукання переміщення повітря та природня вентиляція. Основний механізм витяжної системи знаходиться на верхньому технічному поверсі. Витяжна вентиляція працює у їдальні, а у всіх інших припливна. Місцева припливна вентиляція представлена у вигляді теплової завіси на вході Г-корпусу. Загальнообмінні системи вентиляції знаходяться в актовій залі [12]. Актова зала обігривається за рахунок вентиляюємого чергового опалення, максимальна теплова потужність  $Q_{\text{вент}} = 0,077$  Гкал/год.

### 1.3.6 Системи розподілу електричної енергії

Електричним джерелом світла є люмінесцентні лампи, світлодіоди, світлодіодні лампи з датчиком руху. Також є охоронне освітлення. У будівлі є світильники внутрішнього освітлення та зовні зовнішнього освітлення. У підвалі є електрощитова. Показання лічильників у додатку Д. У будівлі є два вводи. Один з яких призначений для системи освітлення, а інший для приладів, які споживають електроенергію. За різних природних умов та пори року споживання електроенергії різне, тому для порівняння реактивної та активної складової за останні три роки подані діаграми рисунок 1.4, рисунок 1.5, рисунок 1.6, рисунок 1.7, рисунок 1.8, рисунок 1.9, рисунок 1.10, рисунок 1.11, рисунок 1.12, рисунок 1.13, рисунок 1.14, рисунок 1.15. Враховуючи пори року та навантаження системи електрозабезпечення було зроблено діаграми для порівняння активної та реактивної складової. Найдовший день та найкоротша ніч 22 червня, найдовша ніч та найкоротший день 22 грудня.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

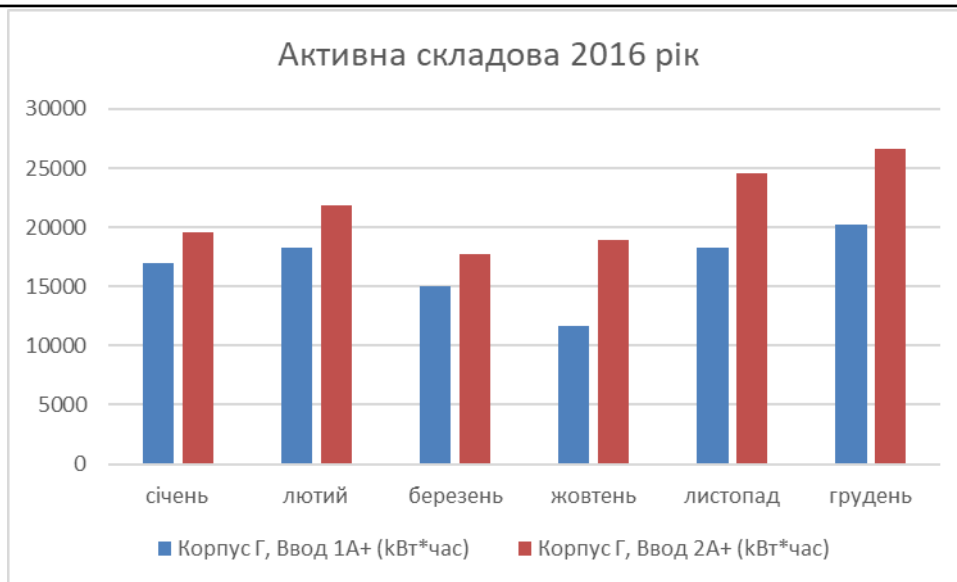


Рисунок 1.4 – Активна складова 2016 року

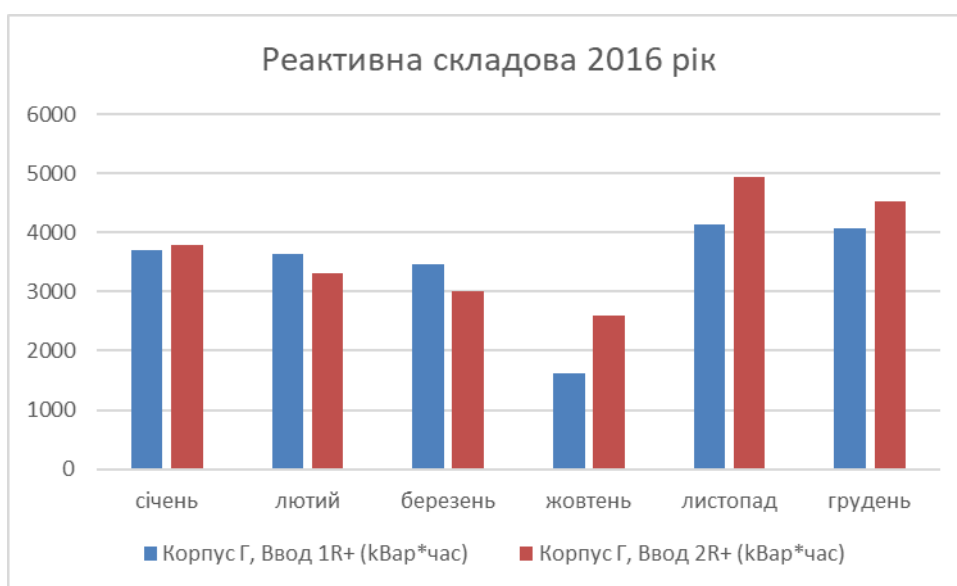


Рисунок 1.5 – Реактивна складова 2016 року

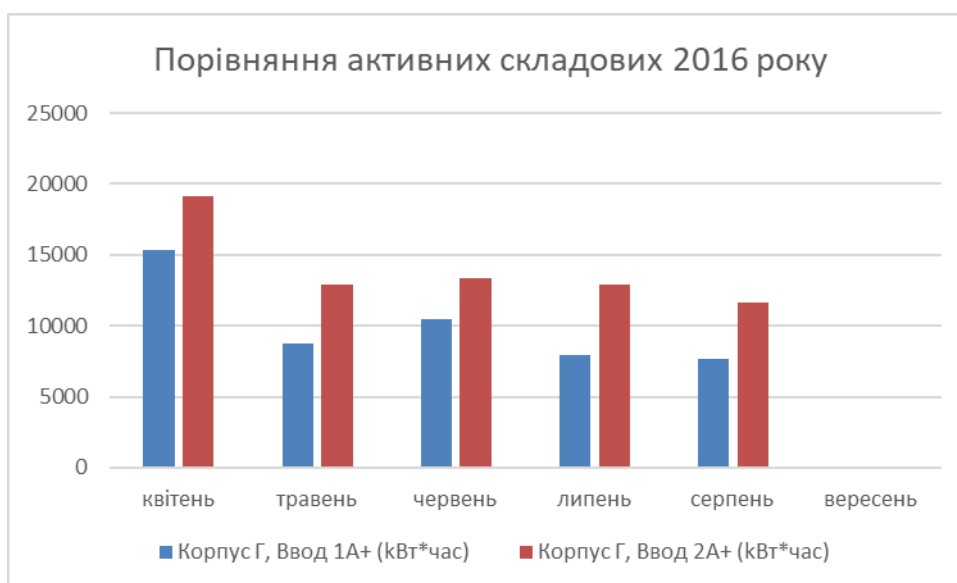


Рисунок 1.6 – Активна складова 2016 року

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

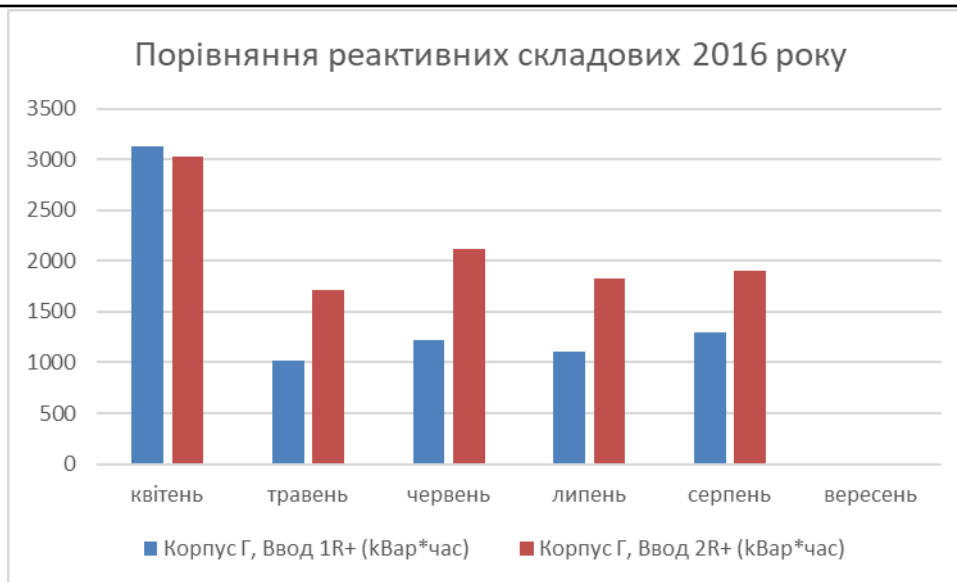


Рисунок 1.7 – Реактивна складова 2016 року

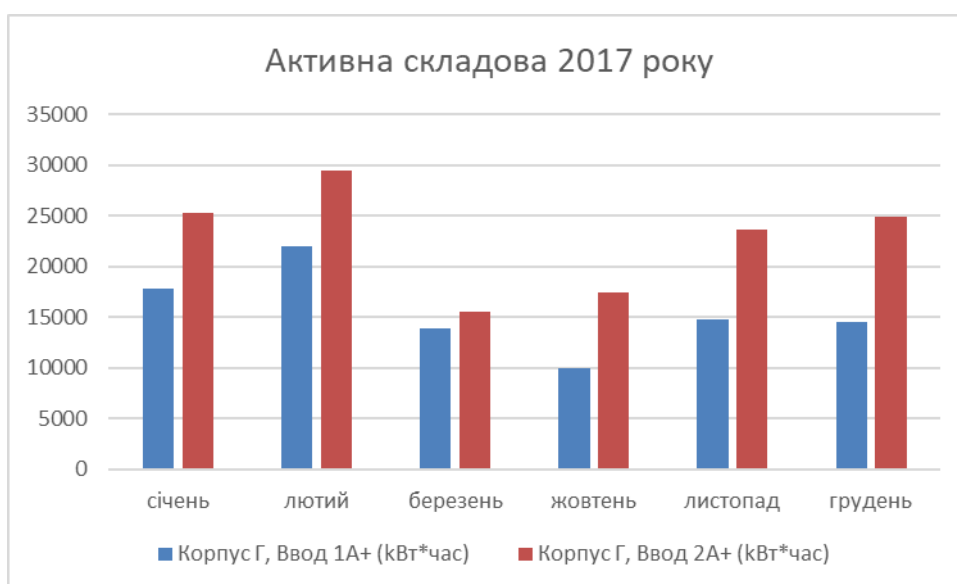


Рисунок 1.8 – Активна складова 2017 року

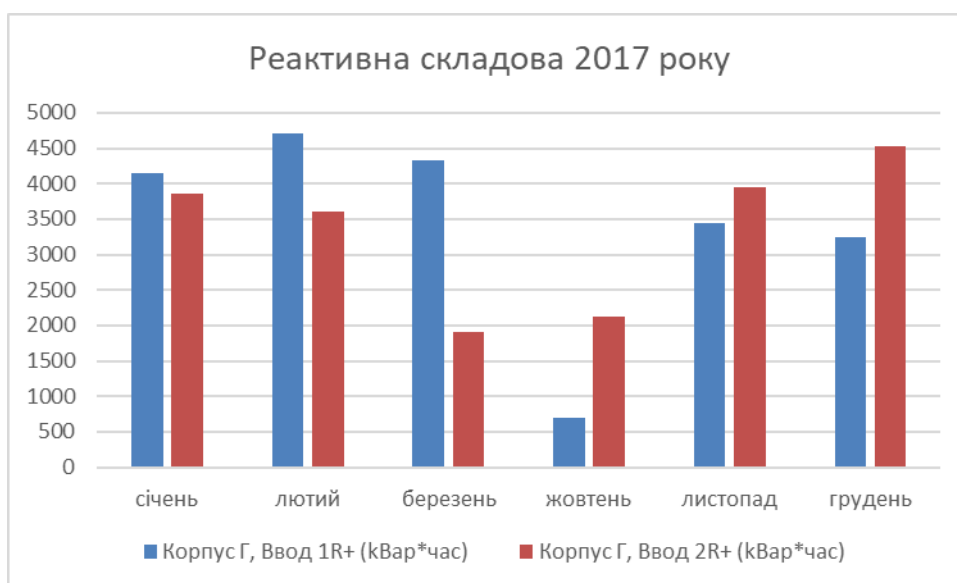


Рисунок 1.9 – Реактивна складова за 2017 року

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

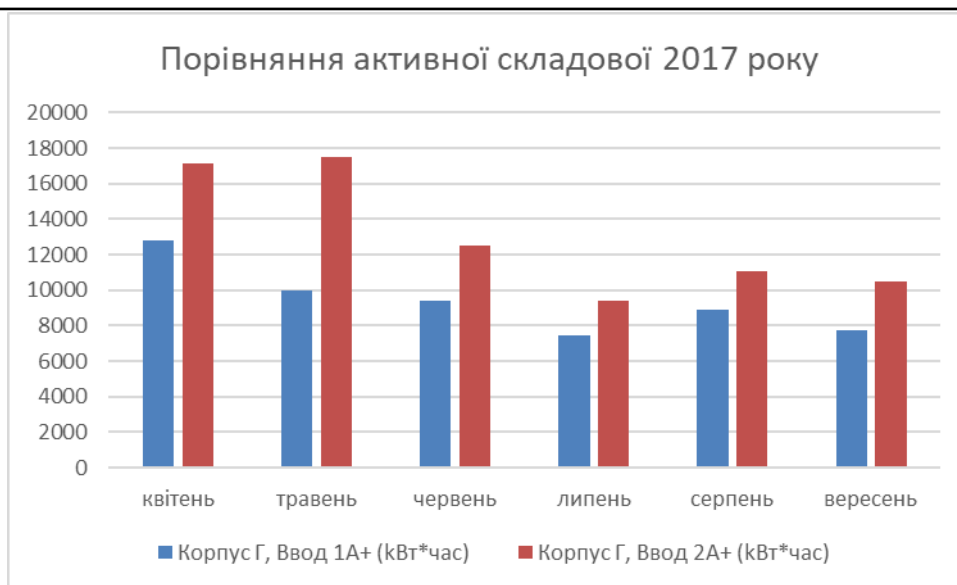


Рисунок 1.10 – Активна складова 2017 року

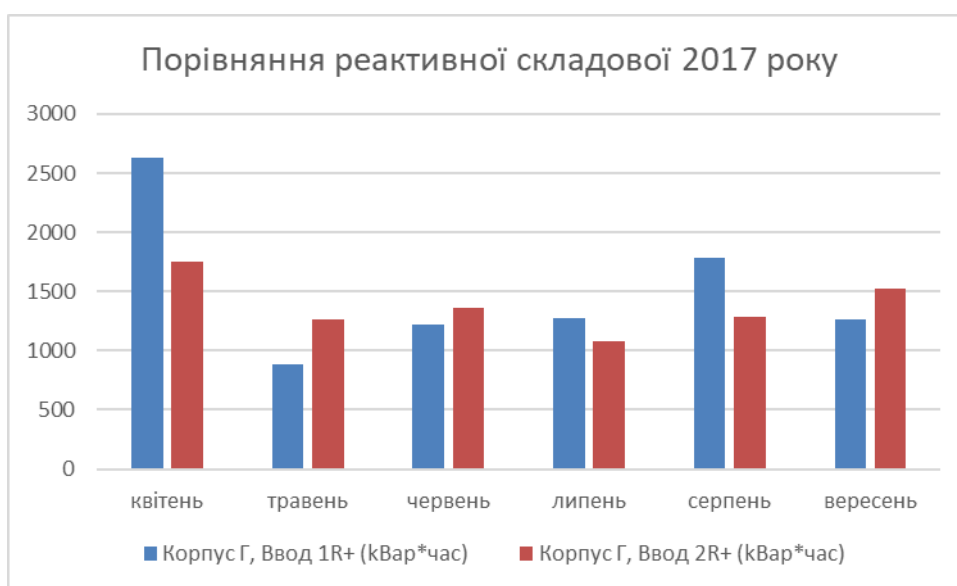


Рисунок 1.11 – Реактивна складова за 2017 року

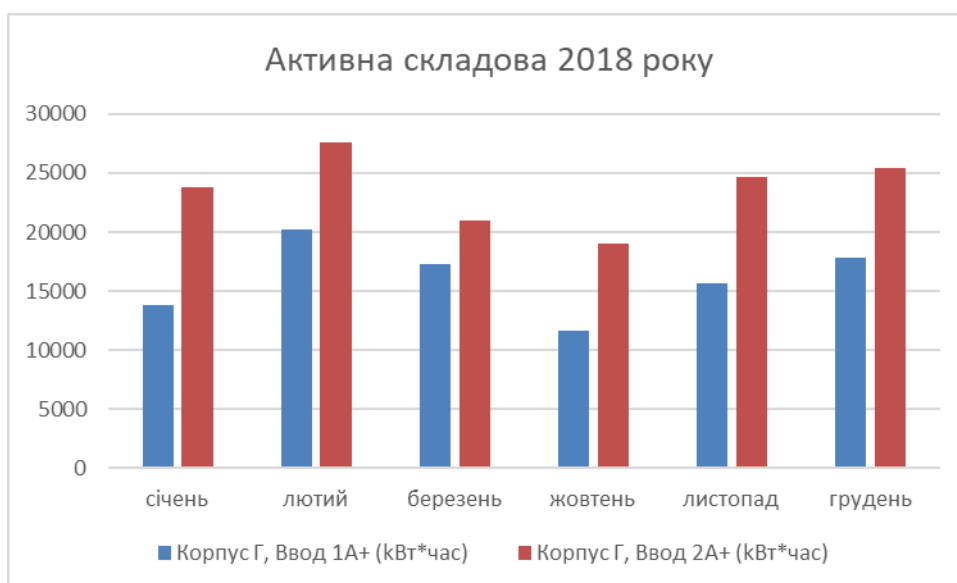


Рисунок 1.12 – Активна складова за 2018 року

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

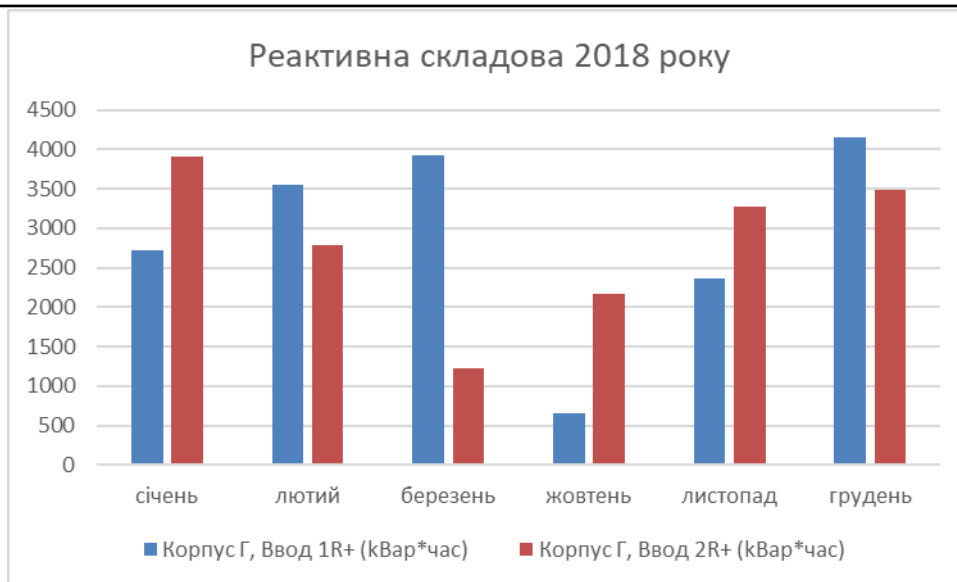


Рисунок 1.13 – Реактивна складова за 2018 року

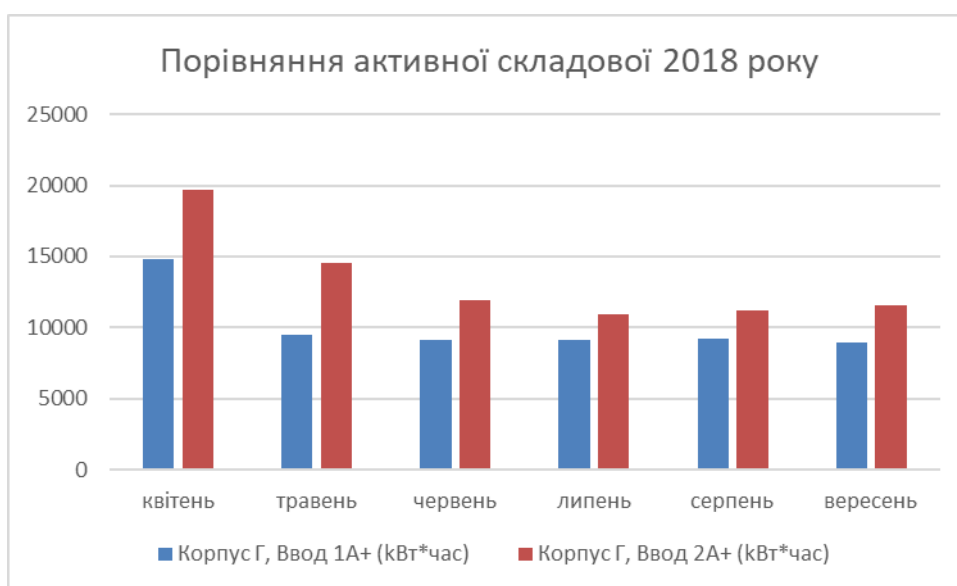


Рисунок 1.14 – Активна складова за 2018 року

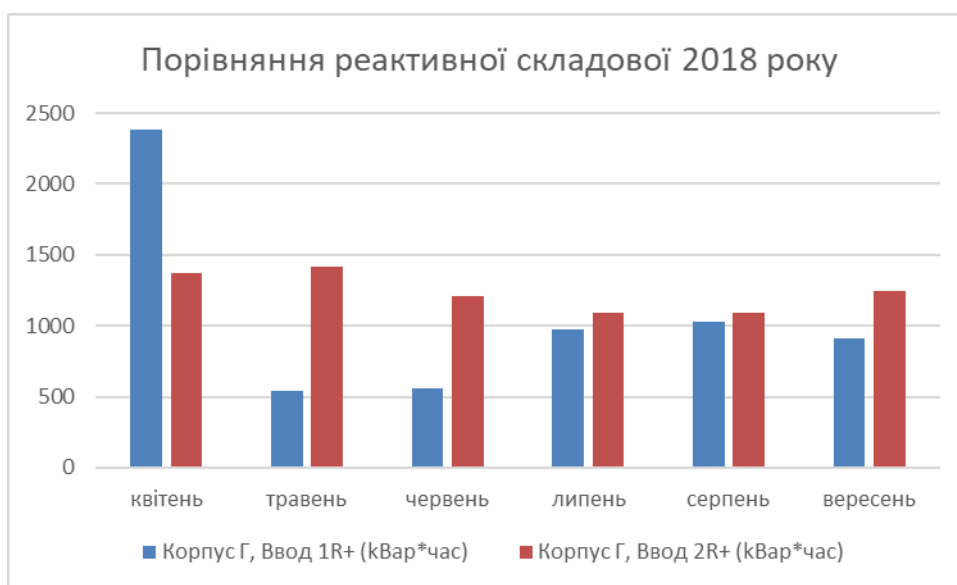


Рисунок 1.15 – Реактивна складова за 2018 року

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

## 2 АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ТА ЛІМІТУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

### 2.1 Структурна схема формування розрахункового ліміту добового електроспоживання

Алгоритм розробляється для планування обсягу електроспоживання для оцінки економічної діяльності об'єкта, прогнозування значень електроспоживання для замовлення енергоресурса; визначення ділянок неефективного використання енергоресурса.

Для того щоб сформувати ліміт для аудиторій необхідно мати:

- Розклад занять навчального закладу;
- Розраховану установлену потужність електрообладнання аудиторії;
- Коефіцієнт завантаження обладнання;
- Назву предмета;
- Номер аудиторії;
- Термін проведення занять;
- Завантаження системи освітлення, через установлену потужність;
- Завантаженість відповідно до часу, періоду, проведення занять;
- Синоптичні умови проведення занять.

Основними складовими, що утворюють загальний ліміт електроспоживання є:

- Споживання електроенергії гаджетами на заняттях,
- Споживання електричної енергії у процесі підготовки необхідних матеріалів та засобів для проведення занять,
- Споживання електричної енергії у місцях загального користування,
- Споживання електроенергії системами освітлення.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Вихідні бази даних для алгоритму розрахунку добового ліміту електроспоживання поданий у структурній схемі -1.

Алгоритм  
Вхідні бази даних

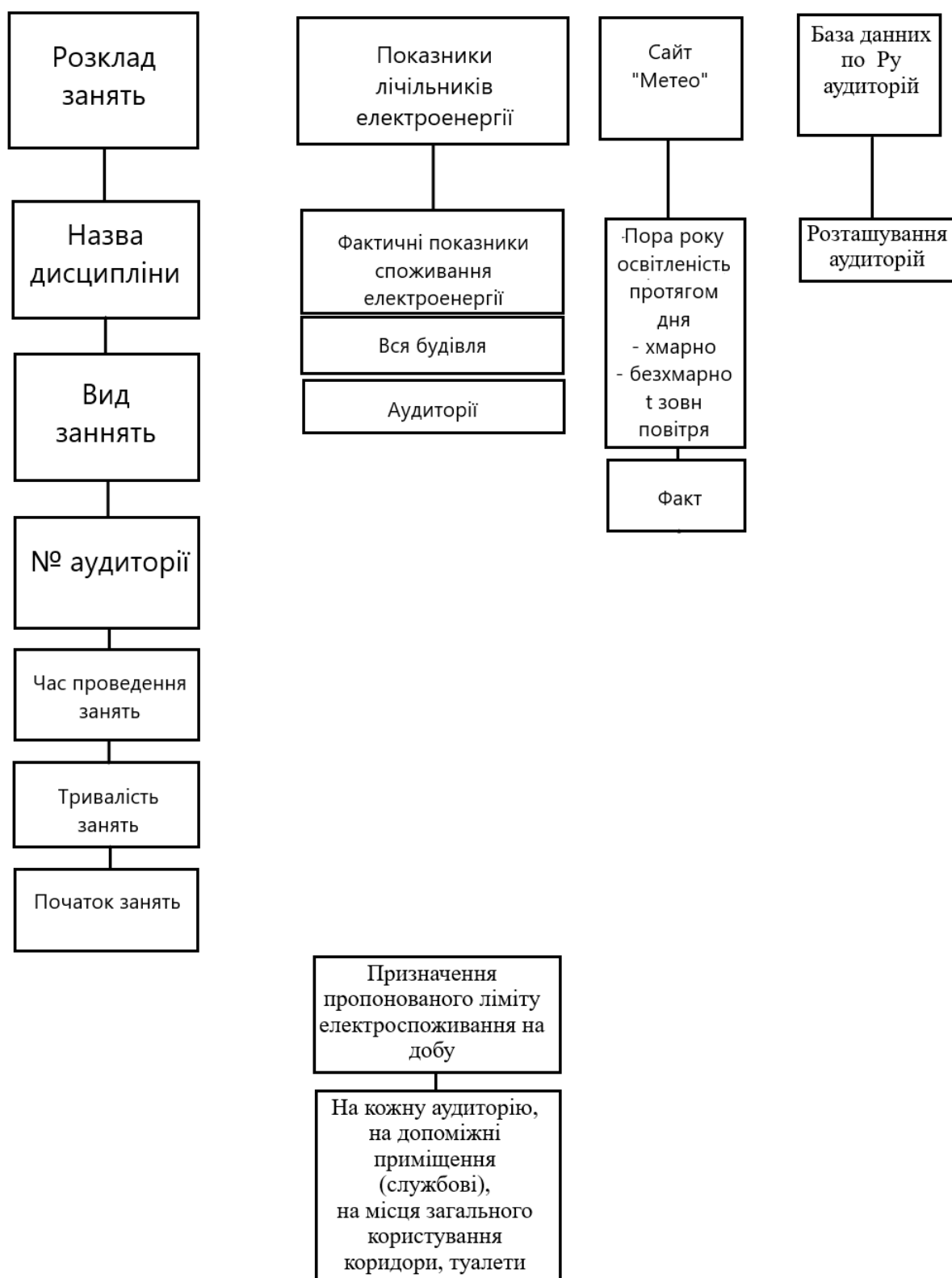


Схема структурна – 1

Споживання електроенергії гаджетами залежить від виду занять. Щодо системи освітлення, то вона залежить від розкладу занять, природних умов та кліматичних умов. Споживання електроенергії у процесі підготовки матеріалів та засобів для проведення занять залежить від розкладу занять, та природних і кліматичних умов.

Споживання електричної енергії співвідносяться за елементами:

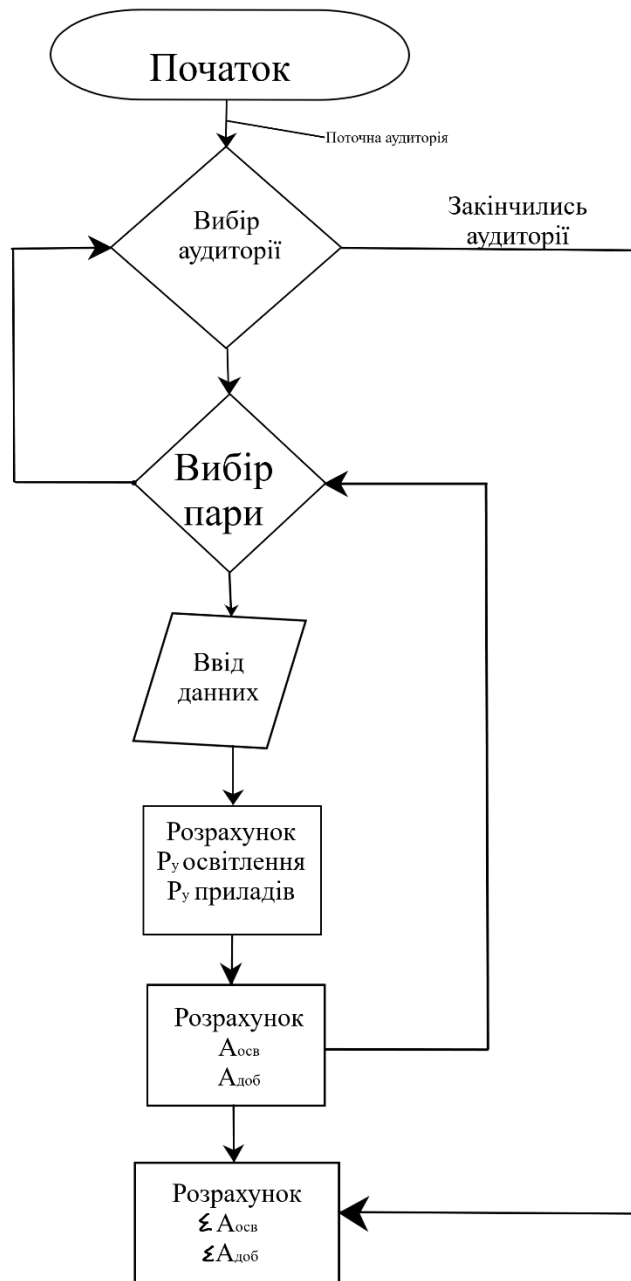
- Загальний ліміт 100%,
- Споживання на заняттях у відсотковому значенні,
- Споживання у процесі підготовки, також у відсотках,
- Споживання електроенергії у місцях загального користування.

Система моніторингу та лімітування повинна розроблятися за умов розділення загального електроспоживання на складові. При цьому необхідно враховувати планові та реальні кліматичні та природні показники.

Для полегшення розрахунків розроблений алгоритм програмування поданий у принциповій схемі – 3. Даний алгоритм починається з вибору поточної аудиторії. Далі по розкладу занять обирається перша пара, якщо вона відсутня, то цикл проходить не обрахованим. Якщо в обраній аудиторії є друга пара, то програма починає формувати вхідні данні, які були зазначені раніше з урахуванням усіх факторів. Розрахунок установленої потужності приладів та освітлення. На основі цього розраховують погодинний ліміт споживання електроенергії для даної пари та аудиторії. Потім знову повертаємося до вибору пари. І так цикл проходить до тих пір поки програма не перевірить усі пари в даній аудиторії. Якщо дана аудиторія пройшла цикл, то повертаємося на початок до вибору аудиторії і так прораховуються всі аудиторії заданого поверху. Після повного розрахунку ліміту електроспоживання кожного приміщення розраховується сумарний добовий ліміт електроспоживання поверху.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		





Принципова схема -3

## 2.2 Приклад типового розрахунку ліміту

План приміщення для розрахунку, а саме 4 поверх корпусу Г поданий у додатку Г.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дане приміщення призначене для служб університету. Одна окрема аудиторія призначена для серверів університету – 408, у якій не лімітуватиметься електроспоживання. До приміщень загального користування відноситься коридор, а також туалетні кімнати, сходи та ліфти.

Працівники починають свою роботу с 8 години ранку до 5 години вечора. З 12 години до 13<sup>00</sup> обідня перерва, але прилади в цей час працюють. Робота холодильного обладнання цілодобова.

Перелік електрообладнання, що експлуатується по кабінетах.

401 – 2 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, 1 кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, принтер  $P_y = 0,1$  кВт.

402 – 8 комп`ютерів  $P_y = 0,27$  кВт, 3 кондиціонера  $P_y = 1$  кВт, 3 принтера  $P_y = 0,1$  кВт, ксерокс  $P_y = 0,36$  кВт, 1 холодильник  $P_y = 0,18$  кВт, 1 електрочайник  $P_y = 0,7$  кВт.

403 - 2 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, 2 принтера  $P_y = 0,1$  кВт, 1 електрочайник  $P_y = 0,7$  кВт, 1 кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, обігрівач  $P_y = 1,5$  кВт.

404 - 2 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, 1 кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, принтер  $P_y = 0,1$  кВт, зволожувач повітря  $P_y = 0,75$  кВт.

405 - 3 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт.

406 - 3 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, 1 електрочайник  $P_y = 0,7$  кВт, принтер  $P_y = 0,1$  кВт, сканер  $P_y = 0,1$  кВт.

407 - 1 кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, обігрівач  $P_y = 1,5$  кВт, 1 електрочайник  $P_y = 0,7$  кВт, 2 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, БФП  $P_y = 0,7$  кВт, 1 холодильник  $P_y = 0,18$  кВт, кавоварка  $P_y = 1$  кВт.

409 - 4 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, 1 кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, , принтер  $P_y = 0,1$  кВт.

410 - БФП  $P_y = 0,7$  кВт, 2 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, кавоварка  $P_y = 1$  кВт, кондиціонер  $P_y = 1$  кВт.

411 - 4 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, холодильник  $P_y = 0,18$  кВт, 2 принтера  $P_y = 0,1$  кВт.

412 - 3 комп`ютера  $P_y = 0,27$  кВт, принтер  $P_y = 0,1$  кВт, кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, 1 електрочайник  $P_y = 0,7$  кВт, парова праска  $P_y = 1,96$  кВт.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

413 - кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, 2 принтера  $P_y = 0,1$  кВт, 2 комп'ютера  $P_y = 0,27$  кВт.

414 - кондиціонер  $P_y = 1$  кВт, мікрохвильова піч  $P_y = 0,5$  кВт, холодильник  $P_y = 0,18$  кВт, 2 комп'ютера  $P_y = 0,27$  кВт.

У чоловічому туалеті 4 лампи по 0,02 кВт, у жіночому туалеті 4 лампи по 0,02 кВт, коридор 48 лампи по 0,01 кВт – приміщення загального користування.

401 – 8 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

402 - 24 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

403 - 24 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

404 - 12 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

405 - 12 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

406 - 8 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

407 - 24 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

409 - 12 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

410 - 24 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

411 - 24 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

412 - 16 світильників  $P_y = 0,01$  кВт.

Календарний час використання електрообладнання – робочий час працівників.

Коефіцієнт завантаження електрообладнання – це відношення фактичного часу його використання до календарного фонду часу [13].

$$k_z = \frac{\Phi_{\phi}}{\Phi_{\text{кал}}} \cdot 100\%$$

Час використання світильників у залежності від природної освітленості та розкладу роботи у приміщеннях.

Точна кількість відвідувачів за добу 57 працівників даного поверху, крім них ще є інші працівники або студенти.

Мінімальний час одного відвідування складає 4 хв.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Час прибирання туалетних кімнат по 0,5 години щоденно. Прибирання проводяться у темний період часу.

Нормовані режими освітленості на робочих місцях подано в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1 - Нормовані режими освітленості на робочих місцях

Документ/ Місце	СНІП	ISO 8995
Туалетні кімнати	50 лк	200 лк
Учбові приміщення	300 лк	500 лк
Коридори	50 лк	100 лк
Сходи	50 лк	150 лк
Лаборантська	300 лк	500 лк

Фактична освітленість від природного освітлення за умови безхмарної денної погоди зазначена у таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.2 - Фактична освітленість від природного освітлення

Година дня	Освітленість
з 7.30 до 9.00	200 лк
з 9.00 до 14.30	300 лк
з 14.30 до 15.30	200 лк
з 15.30 до 17.00	50 лк
з 17.00 до 7.30	5 лк

Фактична освітленість від природного освітлення за умови хмарної погоди зазначена у таблиці 2.2.3.

Таблиця 2.2.3 - Фактична освітленість від природного освітлення

Година дня	Освітленість
з 7.30 до 9.00	100 лк
з 9.00 до 14.30	200 лк
з 14.30 до 15.30	150 лк
з 15.30 до 17.00	40 лк
з 17.00 до 7.30	5 лк

Погодні умови упродовж тижня (приклад), зазначені у таблиці 2.2.4.

Таблиця 2.2.4 – Погодинний прогноз погоди

День тижня	Година дня	Прогноз погоди
Понеділок	з 6.00 до 18.00	Хмарна, далі ясна
Вівторок	з 6.00 до 13.00	Ясна, далі хмарна
Середа	з 6.00 до 17.00	Ясна, далі ясна
Четвер	з 6.00 до 12.00	Хмарна, далі хмарна
П'ятниця	з 6.00 до 14.00	Хмарна, далі ясна

Добове споживання електричної енергії розраховується за формулою 2.2.1.

$$A_{\text{добове}} = A_{\text{обладнання}} + A_{\text{освітлення}} \quad (2.2.1)$$

### 2.3 Енергетичний паспорт приміщення

Кабінет 401. Установлена потужність обладнання:

$$P_y = 2 \cdot 0,27 \text{ кВт} + 1 \text{ кВт} + 0,1 \text{ кВт} = 1,64 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт завантаження при 80% завантаження:  $k_3 = 0,8$ .

Фактична завантаженість потужності обладнання:

$$P_{\phi} = P_y \cdot k_3 = 1,64 \text{ кВт} \cdot 0,8 = 1,3 \text{ кВт.}$$

Час роботи працівників:

$$t_{\text{осн}} = 480 \text{ хв} = 8 \text{ год}$$

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Споживання електричної енергії під час роботи електрообладнання у кабінеті без врахування освітлення розраховується за формулою 2.3.1.

$$A_{401} = P_{y401} \cdot k_{z401} \cdot t_{осн} \quad (2.3.1)$$

$$A_{401} = 1,64 \text{ кВт} \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 10,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ (за один день)}$$

Установлена потужність та розрахунок  $A_{402}$  аналогічно до розрахунку  $A_{401}$ .

$$A_{402} = 6,7 \text{ кВт} \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 42,88 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ (за один день)}$$

Проведемо розрахунок інших кабінетів по формулі 2.3.1.

$$A_{403} = 3,94 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 25,22 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{404} = 2,39 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 15,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{405} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 5,12 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{406} = 1,71 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 10,94 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{407} = 5,62 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 35,97 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Основні дані для системи обрахування ліміту електровикористання кабінетами 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407 заносяться в алгоритм системи моніторингу:

$P_{y401}$	1,64 кВт
$k_{z 401}$	0,8
$t_{осн 401}$	8 год

$P_{y402}$	6,7 кВт
$k_{z 402}$	0,8
$t_{осн 402}$	8 год

$P_{y407}$	0,8 кВт
$k_{z 407}$	0,8
$t_{осн 407}$	8 год

$P_{y403}$	3,94 кВт
$k_{z 403}$	0,8
$t_{осн 403}$	8 год

$P_{y404}$	2,39 кВт
$k_{z 404}$	0,8
$t_{осн 404}$	8 год

$P_{y405}$	0,8 кВт
$k_{z 405}$	0,8
$t_{осн 405}$	8 год

$P_{y406}$	1,71 кВт
$k_{z 406}$	0,8
$t_{осн 406}$	8 год

$$A_{409} = 2,18 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 13,95 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{410} = 3,24 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 20,74 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{411} = 2,36 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 15,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{412} = 4,57 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 29,25 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{413} = 1,76 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 11,26 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$A_{414} = 2,22 \cdot 0,8 \cdot 8 \text{ год} = 14,21 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Основні дані для системи обрахування ліміту електровикористання кабінетами 409, 410, 411, 412, 413, 414 заносяться в алгоритм системи моніторингу:

$P_{y409}$	2,18 кВт
$k_z 409$	0,8
$t_{осн} 409$	8 год

$P_{y410}$	3,24 кВт
$k_z 410$	0,8
$t_{осн} 410$	8 год

$P_{y411}$	2,36 кВт
$k_z 411$	0,8
$t_{осн} 411$	8 год

$P_{y412}$	4,57 кВт
$k_z 412$	0,8
$t_{осн} 412$	8 год

$P_{y413}$	1,76 кВт
$k_z 413$	0,8
$t_{осн} 413$	8 год

$P_{y414}$	2,22 кВт
$k_z 414$	0,8
$t_{осн} 414$	8 год

Зведемо ліміти споживання електричної енергії основним обладнанням за кожним приміщенням окремо та загальні добові ліміти.

Визначення ліміту електроспоживання для освітлення даних приміщень.

Кабінет 401 установлена потужність освітлення:

$$P_{осв.у401} = 8 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,08 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у402} = 24 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у403} = 24 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у404} = 12 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у405} = 12 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у406} = 8 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,08 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у407} = 24 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у408} = 4 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,04 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у409} = 12 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$P_{осв.у410} = 24 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв.у411}} = 24 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв.у412}} = 16 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,16 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв.у413}} = 8 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,08 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв.у414}} = 8 \text{ світ} \cdot 0,01 \text{ кВт} = 0,08 \text{ кВт}$$

Для запровадження в систему моніторингу системи освітлення введемо:

- Коефіцієнт застосування (включення освітлення  $k_{\text{осв}}$ ), він має 2 значення 0 або 1;
- При достатньому рівні освітленості  $k_{\text{осв}} = 0$ ;
- При недостатньому рівні освітленості природнім освітленням  $k_{\text{осв}} = 1$  (штучне освітлення ввімкнене);

Тоді споживання електроенергії системами освітлення приміщень розраховується за формулою 2.3.2.

$$A_{\text{осв}} = P_{\text{осв.у}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot t, \quad (2.3.2)$$

де  $k_{\text{осв}} = 0; 1$  (1 – світло ввімкнене, 0 – світло вимкнене);

$t$  – час ввімкнення освітлення, год;

$P_{\text{осв.у}}$  – установлена потужність освітлення, Вт.

Таблиця освітленості приміщень, час необхідного функціонування штучного освітлення при недостатній природній освітленості за умови безхмарності.

Таблиця 2.3.1 - Таблиця освітленості приміщень, час необхідного функціонування штучного освітлення при недостатній природній освітленості за умови безхмарності

Час	Норма освітленості, лк	Природне освітлення, лк	Необхідність штучного освітлення ( $k_{\text{осв}}$ )	Час роботи штучного освітлення, хв
8.00 - 12.00	300	300	1	45
Перерва	100	150	0	0
13.00 - 17.00	300	250	1	80



Таблиця 2.3.2 – Таблиця освітленості приміщень, час необхідного функціонування штучного освітлення при недостатній природній освітленості за умови хмарності

Час	Норма освітленості, лк	Природне освітлення, лк	Необхідність штучного освітлення ( $K_{осв}$ )	Час роботи штучного освітлення, хв
8.00 - 12.00	300	150	1	160
Перерва	100	100	0	0
13.00 - 17.00	300	40	1	160

Сумарний час функціонування системи штучного освітлення за приміщеннями протягом тижня за умови безхмарної погоди. Таблиця споживання електроенергії системою освітлення приміщень за умови хмарної погоди.

Електроспоживання приміщеннями коридора, туалетів та зони ліфтів.

За безхмарної погоди до 17.00 – 0 кВт · год/добу. Коридор з 17.00 – чергове освітлення  $P_y = 10$  Вт споживає до 7.30 – 8,5 год. Ліміт електроспоживання на добу  $0,01$  кВт · 8,5 год =  $0,085$  кВт · год/добу. Коридор за безхмарної погоди електроспоживання  $0$  кВт · год/добу. Чергове освітлення відсутнє.

Туалетні кімнати. Кількість відвідувачів за добу 60. Час одного відвідування – 4 хв =  $0,066$  год. Час прибирання – 0,5 години щоденно у темний період часу. Період роботи системи освітлення з 15.30 до 17.00 – 1,5 години. Мах кількість відвідувачів кожної туалетної кімнати за цей період  $0,5 / 0,066 = 23$  чоловіка. Приймаємо період роботи системи освітлення кожної туалетної кімнати по 1,5 год. Тоді  $A_T = 8 \cdot 30$  Вт · 1,5 год =  $360$  Вт · год =  $0,36$  кВт · год / добу.

Прибирання –  $(0,5$  год ·  $8 \cdot 30) \cdot 2 = 240$  Вт · год =  $0,24$  кВт · год.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

# 3 СТИМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ПОВЕДІНКИ ЧЕРЕЗ ЕКО-ЗВ'ЯЗОК. АДАПТИВНА ГЕЙМИФІКАЦІЯ ТА ПЕРСОНАЛІЗОВАНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Використання сучасних технологій (наприклад, інтелектуальне вимірювання, розумний будинок) і переконливі методи підтримки енергозберігаючої поведінки у домогосподарствах дедалі більше досліджується. Дослідження припускають, що ефективні конструкції таких систем повинні включати різні типи зворотного зв'язку з мотиваційною методикою та рекомендації щодо енергозбереження [14]. Але щоб бути ефективними, вони повинні враховувати різних споживачів типів і потреб, які повинні бути представлені в потрібний момент і надавати дієві пропозиції, пристосовані до даного користувача та контексту [15]. Хоча такі підходи мало досліджені в цій області, але є організація, яка описує як вона досліджує це в проєкті enCOMPASS, що фінансується ЄС (Грантова угода № 723059) [16].

## 3.1 Підхід до користувача його та проектування

Проєкт enCOMPASS [16] досліджує, як інтегрувати еко-зворотній зв'язок з гейміфікаційними елементами, персоналізованими рекомендаціями дій та стимулів енергозбереження, адаптованих до різних типів користувачів можуть стимулювати зміни в поведінці споживання енергії. Поки проєкт розглядає різні типи будівель, тут зосереджені на побутовому сценарії. Дизайн інтуїтивного відгуку споживання енергії в кінцевому користувачеві програми enCOMPASS враховує, що різні категорії користувачів можуть надавати перевагу різним типам візуалізацій.

По-перше, використовуються візуалізації на основі метафори пов'язати абстрактні поняття з метафорами з повсякденного життя. По-друге, для більш орієнтованих на даних користувачів, діаграма, керована даними, дозволяє детально

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

перевіряти споживання в різні часові шкали. Метафора батареї використовується для відображення прогресу споживання енергії за певний місяць по відношенню до того ж місяця попереднього року (історичне порівняння), і щодо (змінюваної) мети заощаджень запропонованих користувачеві (постановка цілей). Метафора батареї також передає поняття енергії, як обмежений ресурс, який не слід витратити даремно. Вплив досягнутої економії енергії також проявляється у трьох різних аспектах: грошових заощадженнях, впливі на навколишнє середовище (викиди CO<sub>2</sub>) та гедонічному значенні (досягнення користувачів). Грошовий вплив візуалізується метафорою скарбнички, екологічною з кількома деревами, що відповідають збереженим викидів CO<sub>2</sub>, і гедонічною з банки, наповнені цукерками та значками, зібраними через отримані заощадження. Вибір цих розмірів і дизайн візуалізації були проінформовані теорією мети, що визначає кілька мотиваційних цілей, як рушійних сил про-екологічної поведінки [17]. Щоб підвищити здатність споживачів до економії енергії, що може збільшити поведінковий намір діяти, поради щодо енергозбереження надаються в статичному (перегляді) і персоналізованому способі (рекомендації). Персоналізовані рекомендації враховують розмір домогосподарства, спостережуване споживання енергії, наявні прилади, дані внутрішнього датчика та моделі присутності (температура, день тижня, година). Виходячи з цього, прототипу рекомендатора, вибирають, які поради щодо енергозбереження подавати кому і в який час. Рекомендації надіслані як сповіщення мобільного телефону задані тимчасові інтервали (у першій версії вибрані з попередньо визначених параметрів). Щоб підштовхнути користувачів до прочитання рекомендацій, використовуються елементи gamified (точки та значки). Збільшити вірогідність дії після рекомендованих рекомендацій щодо збереження надаються індивідуальні повідомлення про стимулювання. На основі відповідей користувачів на різних мотиваційних драйверів, отриманих в анкеті для реєстрації, до рекомендації додається відповідне стимулююче повідомлення (гроші, навколишнє середовище, гедонічне) (наприклад, «Зменшити режим опалення при виїзді з будівлі на певний час. Це допоможе захистити навколишнє середовище.»).

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.2 Формативна оцінка

Результати формувальної оцінки прототипу доказової концепції в альфа-тесті з 14 користувачами свідчать про придатність розробленої концепції: більшість користувачів виявили, що додаток буде корисним у своїх щоденних життях (10/14), і що мотивує їх до економії енергії (12/14). Різні візуалізації також були добре прийняті: всі учасники заявили, що це мотивує їх бачити, скільки грошей вони можуть заощадити (11 дещо, 3 дуже мотивовані), і скільки CO<sub>2</sub> вони можуть заощадити (тобто). Вони сприймалися, як мотивуючі до знання розвитку інформації про споживання в часі (детальна діаграма: 10 дещо, 3 дуже мотивовані), порівняння з історичною базовою лінією (детальна діаграма: 8 дещо, 3 дуже мотивовані), і порівняння з конкретною метою (візуалізація батареї: 8 дещо, 2 дуже мотивовані). Енергозберігаючі поради були також сприйняті, як мотивуючі (9 дещо, 3 дуже мотивовані), у той час, як відповіді на елементи гейміфікації були неоднозначними: 6 учасників відчували себе мотивованими очками і значками (3 не визначилися, 5 негативними), 8 - за матеріальними нагородами (1 не визначилися, 5 - негативний) і тільки 4 за списком лідерів (5 не визначилися, 5 негативні). Однією з причин цього може бути дуже короткий час використання програми в тестовій установці, що ускладнило отримання реального сенсу конкуренції або досягнення.

Іншим обмеженням є те, що персоналізовані рекомендації та адаптивні стимули не можуть бути перевірені на даному етапі, хоча їхні макети були добре прийняті в попередніх семінарах.

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 4.1 Утеплення будівлі з вентиляльованим фасадом

З метою зведення величини опору теплопередачі огорожувальної конструкції до нормативних показників відбувається шляхом нанесення теплоізоляційного шару з обраним матеріалом ізоляції.

Спочатку треба визначити товщину теплоізоляційного шару  $\delta_{ут}$ , м, для того, щоб утеплити огорожувальну конструкцію проведемо за формулою 4.1.1 [18]:

$$\delta_{ут} = \left[ R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ут} = [R_{q \min} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{ут} \quad (4.1.1)$$

де  $\lambda_{ут}$  – теплопровідність матеріалу теплоізоляції, Вт/(м·К);

$\alpha_{в}$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), що беруть згідно з [19];

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [19];

$\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$R_{\Sigma пр}$  – приведений (дійсний) опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції (визначається розрахунком [19, 20]), м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт [19], [21]. У таблиці 4.1.1 подані  $R_{\Sigma пр}$  та  $R_{q \min}$ .

Таблиця 4.1.1 - Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій навчального корпусу

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i$ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma пр}$ , $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \min}$ , $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Цегляна кладка	0,64	0,81	1,0	3,9
		Цементно-піщана штукатурка	0,04	0,81		

									Аркуш
									37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	6.050601.03.ВР.000.00ПЗ				

Отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{qmin}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [21, табл.3]. Можна зробити висновок про незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, це вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі. Згідно формули 4.1.1:

$$\delta_{yt} = (3,9 - 1) \cdot 0,034 = 0,0986 \text{ м} \sim 100 \text{ мм}$$

Матеріалом для утеплення буде слугувати мінеральна вата товщиною 100 мм.

Тепловтрати через огорожувальну конструкцію будівлі, Вт, що потрібно утеплити, визначають за загальною формулою 4.1.2

$$Q_{орг} = \frac{F_{орг}}{R_0} \cdot (t_{в} - t_{з.р}) \cdot n \quad (4.1.2)$$

де  $F_{орг}$  – розрахункова площа непрозорої огорожувальної конструкції за внутрішніми її межами, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків  $R_{\Sigma пр}$  або  $R_{qmin}$  [28]), м<sup>2</sup>·°C/Вт. Для визначення тепловтрат при неутепленій стіні  $Q^1_{орг}$  у формулу підставляється величина  $R_{\Sigma пр}$ . Значення  $R_{qmin}$  підставляється тоді, коли визначається величина тепловтрат вже при правильно утепленій стіні –  $Q^2_{орг}$ ;

$t_{в}$ ,  $t_{з.р}$  – відповідно температура у приміщенні і розрахункова зовнішнього повітря, °C [28];

$n$  – коефіцієнт, взятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря [19].

$$Q_{1орг} = \frac{15646,1}{1} \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,25 = 184 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{2орг} = \frac{15646,1}{3,9} \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,25 = 47,14 \text{ (кВт)}$$

Економія витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції, кВт:

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\Delta Q_{\text{огр}} = Q_{1\text{огр}} - Q_{2\text{огр}} = 184 - 47,14 = 136,86 \text{ (кВт)}$$

де  $Q_{\text{огр}}^1$  і  $Q_{\text{огр}}^2$  – тепловтрати крізь огороджувальну конструкцію відповідно до утеплення та після утеплення, кВт.

$Q_{\text{опал}} = 0,967$  Гкал/год – теплове навантаження будівлі.

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом визначається, як [33]:

$$Q_{\text{р.оп}} = Q_{\text{б}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{ср.п}})}{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{з.п}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \cdot \text{год} \quad (4.1.1)$$

де  $t_{\text{в}}$  – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{\text{ср.п}}$  – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [34];

$t_{\text{з.п}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря [34], °С;

$n_{\text{оп}}$  – кількість діб за відповідний період опалення.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2017-2018 року (171 діб, 24 години на добу), середній температурі за опалювальний сезон (18.10.2017 – 06.04.2018)  $-1,3^{\circ}\text{C}$  [35] буде становити:

$$Q_{\text{р.оп}} = 967 \cdot \frac{22 - (-1,3)}{22 - (-25)} \cdot 24 \cdot 171 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 1692 \text{ Гкал.}$$

Для даної будівлі краще всього буде встановити вентиляваним фасад з алюмінієвими панелями. Для того, щоб розрахувати кількість пароізоляції, треба до площі стін додати 10% на перехрест смуг між собою. Площа фасадного утеплювача дорівнює площі стін. Як раніше було визначено товщина мінеральної вати для утеплення 100 мм, з урахуванням регіону. Фасад ізолює будівлю від холоду та спеки, тому дана товщина є ідеальним варіантом, тим самим не треба вмикати кондиціонери і це в свою чергу знизить споживання електроенергії.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Висота будівлі 54,8 м, ширина 15 м, довжина 54,6 м. Мінеральна вата Техновент 100 мм – 91 грн за м<sup>2</sup>. З урахуванням робіт ціна за м<sup>2</sup> – 960 грн.

Орієнтовна загальна сума витрат для впровадження даного заходу:

$$K = 960 \cdot 1644 = 1578240 \text{ грн} - \text{бокові стіни,}$$

$$K = 960 \cdot 1990 = 1910400 \text{ грн} - \text{стіна зі сторони запасного входу.}$$

$$K_{\text{заг}} = 1578240 + 1910400 = 3488640 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{3488640}{213456,436} = 16 \text{ років та 4 місяці.}$$

#### 4.2 Встановлення сонячних панелей

Одним з шляхів підвищення ефективного використання електроенергії є впровадження енергозберігаючого заходу, а саме встановлення сонячних панелей.

При встановленні сонячних панелей будівля може забезпечувати себе електроенергією повністю або частково. Для того щоб сонячні панелі працювали найефективніше, треба розташувати їх перпендикулярно сонячним променям. Для налагодження електростанції визначальним параметром є кут нахилу до обр'ю. Іншим фактором, що впливає на величину генерації електроенергії є азимут – кут між напрямком на Сонце і напрямком на південь. Кут нахилу залежить від географічної широти місцевості, в якій розташовані панелі. При його незмінності протягом світлового дня ефективність генерування електричної енергії змінна. Для оцінювання цього ефекту застосовано показник – коефіцієнт генерації електроенергії  $k_z$ , як відношення величини потужності фактичної генерації  $P_\phi$  (кВт) до номінальної потужності панелі  $P_y$  (кВт):

$$k_z = P_\phi / P_y .$$

Цей коефіцієнт за сталого кута нахилу є змінним протягом часу і залежить від фактичного кута нахилу лінії, що з'єднує спостерігача та Сонце, до горизонту.

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



За визначених умов розташування (виходячи з алгоритму розрахунку за методикою [25]) кращим кутом нахилу сонячних панелей для літа буде числове значення широти розташування будівлі, помножене на 0,93 мінус 21 градус.

Однак, обсяг поглинання сонячного випромінювання, що надходить на площу сонячної панелі (і як наслідок - обсяг електроенергії, що генерується сонячною панеллю) залежить від орієнтації її відносно сторін світу, кута нахилу площини сонячного модуля щодо обрїю, протяжності активного (за можливістю генерації електроенергії модулем) щодобового періоду світлового дня. Тобто, максимальна ефективність (без урахування конструктивних особливостей самої панелі) функціонування сонячного модулю у нашому випадку має визначатися початковим орієнтуванням панелей за географічними показниками.

Максимальний результат споживання електроенергії можливо отримати за умови «альбомного» розташування сонячних панелей, тобто довша сторона панелі має розташовуватися горизонтально. Ця умова має виконуватися, з метою підвищення коефіцієнту використання площі покрівлі під розміщення панелей.

Коефіцієнт використання площі  $K_s$  розраховується, як відношення площі розміщених сонячних панелей  $S_p$  до загальної площі ділянки їх розміщення  $S$  на покрівлі, або стінах будівлі:

$$K_s = S_p / S,$$

і характеризує потенціал величини установленної на визначеній площині потужності електростанції.

Для даної будівлі звісно, за умови щільного стаціонарного розташування панелей однією площиною, паралельною покрівлі, значення  $K_s$  буде близьким до одиниці. Тобто, площа стіни та даху актової зали буде використовуватися максимально корисно.

Розміщення панелей на стінах будівлі обмежується переважною орієнтацією розташування зовнішньої поверхні стіни на південь та її площею, простором можливого монтажу панелі, який обмежується «захисним» габаритом відступу від поверхні стіни кінцевої лінії покрівлі. Він дозволяє розташувати панель у «журнальному» варіанті з кутом нахилу 90°.

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розміщення сонячних панелей на стіні будівлі за варіантом їх розташування під кутом 90° дає приріст потужності генерації електроенергії у години максимальної добової сонячної активності за умови підвищення коефіцієнта використання площі стіни до майже одиниці.

За умови організації роботи сонячної електростанції сумісно з загальною регіональною електричною мережею, надлишок згенерованої електроенергії перетікає та обраховується за «зеленим» тарифом, який складає 5,45 грн/кВт·год – 2017-2019 роки, з кожним роком ціна буде знижуватися у 2020 році 4,88 грн/кВт·год, а з 2024 року 4,34 грн/кВт·год. Середньорічне споживання електричної енергії будівлею становить близько 4003,85 кВт·год/рік. Площа стіни 718 м<sup>2</sup>, а площа даху актові зали 512 м<sup>2</sup>.

З огляду на те, що площа одного модуля - 1,6 кв.м, відповідно, для монтажу всієї системи, що складається з 325 модулів, буде потрібно близько 575 кв.м. Крім того, до цієї площі доведеться додати технологічні проходи. Плюс - відстань між окремими модулями, щоб запобігти взаємне затінення панелей. З урахуванням всіх допусків, для монтажу сонячної електростанції потужністю 82 кВт потрібно площу близько 675 кв.м. Спочатку треба отримати технічні умови на 81 кВт трьохфазного струму вийде в 593244 грн. Сонячних панелей, головне призначення яких перетворення енергії сонця в постійний струм. Сонячні панелі бувають декількох типів: монокристалічні, полікристалічні і тонкошарові, але найбільш поширеними сьогодні є полікристалічні з потужністю від 250 Вт до 280 Вт через свою вартості. Візьмемо як приклад китайські сонячні панелі Amerisolar потужністю 270 Вт за ціною 135 доларів за панель (тобто по 0,5 долара США за 1 Вт / пік). Для станції на 81 кВт потрібно приблизно 325 сонячних панелей зі стандартною потужністю 250 Вт. Отже, комплект стандартних сонячних панелей китайського виробництва обійдеться у 47925 умовних одиниць американської валюти. Інвертор, головне призначення якого перетворювати надходить від сонячних панелей постійний струм в змінний і передавати його потім в електричну мережу. Ціна інвертора на 80 кВт знову ж китайського виробництва компанії Fronius буде 83396 грн. Двонаправленого електролічильника разом з модемом, призначення якого враховувати як електроенергію, спожиту з мережі, так і передану в мережу. Коштує

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

такий лічильник зараз 420 доларів. Опорної конструкції з оцинкованої сталі для встановлення сонячних панелей на даху, а також витратних матеріалів, включаючи кабель, затискачі, болти, гвинти та інше, плюс монтаж. Це ще 2983 долара США. Обсяг необхідних інвестицій з урахуванням курсу долара становитиме 2334616 грн. Термін окупності 14 років з урахуванням динаміки зниження споживання електроенергії корпусом Г СумДУ. У додатку К зображено місця розташування панелей.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У даному розділі розглянуть такі питання – фактори, які визначають наслідки ураження електричним струмом людини; види уражень.

### 5.1 Основи електрики. Взаємодія електричного струму з людським тілом

Удар від електричного розряду визначається, як раптова сильна відповідь до електричного поточного потоку через будь-яку частину людського тіла. Електричний удар - смерть, викликана ураженням електричним струмом. Первинна електрична травма - це пошкодження тканини, яке виникає безпосередньо від електричного струму або напруги. Поширені вторинні травми, такі як падіння. Висока напруга відноситься до 600 В або більше змінної напруги.

5.1.1 Дуже невеликі кількості електричного струму призводять до великих фізіологічних ефектів

Струм відноситься до кількості електрики (електронів або іонів), що протікає в секунду. Струм вимірюють в ампер або міліампер ( $1 \text{ mA} = 1/1000 \text{ ампер}$ ). Кількість електричного струму, що протікає через тіло, визначає різні наслідки ураження електричним струмом. Різні кількості струму дають певні ефекти. Більшість поточних ефектів пов'язані з нагріванням тканин і стимуляцією м'язів і нервів. Стимуляція нервів і м'язів може призвести до проблем, починаючи від падіння через віддачу від болю до дихання або зупинки серця. Відносно невеликі кількості струму необхідні для того, щоб викликати фізіологічні ефекти. Як

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

показано в таблиці, для подолання 20А вимикача потрібно більше тисячі разів більше струму, ніж потрібно, щоб викликати затримку дихання.

Оцінка впливу струмів змінного струму на 60 Гц [23]:

1 мА - Ледве відчутна;

16 мА - Максимальний струм, який середня людина може схопити і "відпустити";

20 мА - Параліч дихальних м'язів;

100 мА - Поріг фібриляції шлуночків;

2 А - Зупинка серця і пошкодження внутрішніх органів;

15/20 - Загальний вимикач запобіжника відкриває схему†.

† Контакт з 20 мА струму може бути фатальним. Як система відліку, загальний вимикач побутової мережі може бути розрахований на 15, 20 і 30 А.

### 5.1.2 Стійкість шкіри до захисту організму від електрики

Корпус має опір потоку струму. Більше 99% стійкості організму до струму електричного струму відбувається на шкірі. Опір вимірюється в омах. Мозоліста суха рука може мати більше 100 000 Ом через товстий зовнішній шар мертвих клітин рогового шару. Внутрішній опір тіла становить близько 300 Ω, пов'язаний з мокрими, відносно солоними тканинами під шкірою. Стійкість шкіри може бути ефективною необхідною, якщо відбувається руйнування шкіри від високої напруги, розрізу, глибокого стирання або занурення у воду. Шкіра діє, як електричний пристрій, такий як конденсатор, оскільки дозволяє збільшити струм, якщо напруга швидко змінюється. Швидко змінна напруга буде застосована до долоні і пальців рук, якщо він тримає металевий інструмент, який раптом торкається джерела напруги. Цей тип контакту дасть набагато більшу амплітуду струму в тілі, ніж в іншому випадку[24].

Способи захисної стійкості шкіри можуть бути значно зменшені:

- Значне фізичне пошкодження шкіри: порізи, садна, опіки
- Розпад шкіри при 500 В або більше

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- Швидке застосування напруги до ділянки шкіри
- Занурення у воду

### 5.1.3 Напруга

Напругу можна розглядати як силу, яка штовхає електричний струм через тіло. Залежно від опору, для будь-якої заданої напруги протікає певна кількість струму. Саме струм визначає фізіологічні ефекти. Тим не менш, напруга впливає на результат ураження електричним струмом кількома способами, як обговорюється нижче.

### 5.1.4 Розлагодження шкіри

При 500 В або більше високий опір зовнішнього шару шкіри розпадається [25]. Це значно знижує опір тіла до струму. Результатом є збільшення кількості струму, що тече з будь-якою заданою напругою. Області розпаду шкіри іноді є пошкодженнями головок, які легко можна не помітити. Вони часто є ознакою того, що в організм може потрапити велика кількість струму. Можна очікувати, що цей струм призведе до пошкодження м'язів, нервів та інших структур в глибоких тканинах. Це є однією з причин, чому часто трапляються значні пошкодження глибоких тканин в результаті опіків шкіри при високовольтних травмах.

### 5.1.5 Електропорація

Електропорація (пошкодження клітинної мембрани) обумовлена застосуванням великої напруги по довжині тканини. Це відбуватиметься з 20 000

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

V від руки до руки. Електропорація також має місце при 120 В з кінцем шнура живлення в дитячому роті. У цій ситуації напруга не є високим, але вольт на дюйм тканини такий же, як і в тому випадку, коли високу напругу подають з рук на руки або головою до ніг. В результаті електропорації навіть короткий контакт може призвести до важких ушкоджень м'язів та інших тканин. Електропорація є ще однією причиною виникнення пошкодження глибоких тканин.

#### 5.1.6 Опалення

За інших рівних умов теплова енергія, що подається в тканини, пропорційна квадрату напруги (збільшення напруги в 10 разів збільшує теплову енергію в 100 разів).

#### 5.1.7 Змінний і постійний струм

Мембрани збудливих тканин (наприклад, нервові і м'язові клітини) пропускають струм в клітини найбільш ефективно, коли застосовується змінний струм. Шкіра дещо схожа в тому, що вона пропускає більше струму, коли напруга змінюється. Отже, з змінним струмом відбувається безперервна зміна напруги, причому 60 циклів зміни напруги відбуваються в секунду. Зі змінним струмом, якщо рівень струму достатньо високий, виникає відчуття ураження електричним струмом, доки буде виконаний контакт. Якщо достатньо струму, клітини скелетних м'язів будуть стимульовані так швидко, як вони можуть реагувати. Цей показник є більш повільним, ніж 60 разів на секунду. Це дасть тетанічне скорочення м'язів, що призведе до втрати добровільного контролю м'язових рухів. Клітини серцевого м'яза отримують 60 стимуляцій в секунду. Якщо амплітуда струму достатня, відбудеться фібриляція шлуночків. Серце є найбільш чутливим до такої стимуляції

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

під час «уразливого періоду» серцевого циклу, який відбувається під час більшої частини хвилі Т.

Навпаки, при постійному струмі відчуття удару відбувається тільки тоді, коли ланцюг виконаний або розірваний, якщо напруга не є відносно високою [26]. Навіть якщо амплітуда струму велика, вона може не відбутися під час уразливого періоду серцевого циклу. Зі змінним струмом тривалість удару більше 1 серцевого циклу, безумовно, дасть стимуляцію під час уразливого періоду.

#### 5.1.8 Високовольтний контакт

Високовольтні ( $\geq 600$  В) контакти іноді здаються парадоксальними. Птах зручно сидить на високовольтній лінії електропередачі. Але людина з робочими чоботями, що стояли поруч з вантажівкою, вбита на дотик до сторони вантажівки, тому що піднесена кріплення до вантажівки торкалася лінії електропередачі. Висока напруга розбиває електроізолятори, включаючи фарбу, шкіру і більшість взуття і рукавичок. Спеціальні черевики, рукавички та інструменти оцінюються як захисні для певних рівнів напруги. Ці елементи повинні періодично перевірятися на (іноді точні розміри) перерв у ізоляції. Ізоляція може бути неефективною, якщо на поверхні виробу є волога або забруднення.

Як зазначено вище, поточний потік вимагає 2 або більше контактних точок, які знаходяться при різних напругах. Багато електричні системи з'єднані ("заземлені") з землею. Підтримуючі структури часто є металевими, а також фізично в землі.

Працівник був електрично підключений до лінії електропередач через металеві частини вантажівки. Висока напруга (7200 В) була достатньо високою, щоб пройти через фарбу на вантажівці та його взуття. Птах не був достатньо близьким до землі або що-небудь ще, щоб завершити схему до землі. Є птахи з

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						48
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



великими крильцями, які отримують електричний струм, коли вони перекривають проміжок між проводами і структурами, які знаходяться на різних напругах.

## 5.2 Види електричних контактів

### 5.2.1 Потенційні можливості кроку та дотику

Земля під нашими ногами зазвичай вважається на рівні 0 В. Лінії електропередач і радіоантени обґрунтовуються шляхом підключення їх до металевих стрижнів, що забиті у землю. Якщо людина босоніж по землі з розставленими ногами, то між 2 футами має бути 0 В. Таке нормальне стан справ порушується, якщо провідник від високовольтної лінії електропередач досягає землі або якщо блискавка вражає землю.

Напруга від повітряних ліній електропередач може досягти землі кількома способами. Лінія може розірватися або вийти зі своїх ізольованих опорів і вступити у контакт з землею або зі структурами, які самі з'єднані з землею. Опорні дроти (провідники) можуть вивільнитися зі своїх з'єднань поблизу землі і стають під напругою, коли вони вступають в контакт з лінією електропередачі. Напружений шнур, що знаходиться під напругою, потім перебуває на високій напрузі. Якщо дріт контактує з землею, напруга на землі в точці контакту і навколо не більше 0 В.

Коли під напругою провідник контактує з землею безпосередньо або через провідник, він називається замиканням на землю. Зменшення напруги з відстанню від земної точки контакту об'єкту під напругою називається градієнтом земного потенціалу. Падіння напруги, пов'язане з цим розсіюванням напруги, називаються потенціалами землі.

Напруга зменшується зі збільшенням відстані від об'єкта заземлення. Ліворуч від заземленого об'єкта, що перебуває під напругою, існує різниця напруг між 2

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

футами людини, яка називається ступінчастим потенціалом. Справа - різниця напруг між рукою людини і 2 футів, що називається потенціалом дотику. Існує також потенціал кроку між 2 футами людини праворуч [26].

### 5.2.2 Спалах блискавки, нагрівання електричним струмом або те й інше

Високовольтні дуги передбачають проходження електрики через повітря. У деяких випадках дуга не зв'язується з людиною. У цій ситуації можуть виникнути серйозні опіки від спалаху дуги (спалаху блискавки). Також можуть виникнути опіки від спалювання одягу та інших речовин. Опіки також можуть виникати внаслідок дотику до об'єктів, які є термічно гарячими, але не електричними.

Високоенергетичні дуги можуть викликати ударні хвилі, пов'язані з вибухом [27]. Притуплені травми, які можуть призвести до викиду людини, розриву барабанних перепон і виснаження внутрішніх органів.

Якщо дуга або провідник під напругою контактує з людиною, і через неї проходить електроенергія, може виникнути травма від протікання електричного струму через тіло на додаток до вищезгаданих механізмів пошкодження.

Це є клінічно важливим, щоб визначити, чи це травма високої напруги включала потік електричного струму через тіло. Потік струму через тіло через високу напругу може призвести до умов, які необхідно стежити за часом. Ці стани включають міоглобінурію, коагулопатію і компартмент-синдроми. Кілька питань, пов'язаних з клінічними та електричними контактами, можуть допомогти визначити, чи був поточний потік через тіло. По-перше, потік електричного струму через корпус вимагає щонайменше 2 контактних точок. З високою напругою, це, як правило, повнотемпературні опіки. Вони можуть бути розміром шпильки і іноді множинні через іскроутворення. Якщо провідник, такий як шматок дроту, контактує з шкірою, може виникнути опікова травма з формою контактування об'єкта. Спалах блискавки без струму через тіло, навпаки, має тенденцію бути

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

дифузним і відносно рівномірним. Спалахи іноді менше товщини, тоді як контакт високої напруги буде мати товщину.

### 5.2.3 Так звані вхідні і вихідні рани

Часто бувають лише 2 контактних опіки, які зазвичай називають вхідними і вихідними ранами. Ці терміни пов'язані з тим, що електричний струм надходить від джерела напруги, надходить в тіло в одній точці, протікає через тіло до іншої точки контакту, де виходить з тіла, і повертається до джерела напруги (або землі). Ця термінологія є дещо заплутаною, якщо врахувати, що змінний струм змінює напрямок багато разів на секунду. Термінологія також може вводити в оману, оскільки вона нагадує одну з кулявих поранень, які іноді мають невеликий вхід і більші вихідні рани. При електричних травмах розмір рани буде залежати від таких факторів, як розмір і форма провідника, геометрія задіяної частини тіла і вологість. Аналогія з вогнепальними пораненнями також вводить в оману, що не завжди є вихідна рана кулі, оскільки куля залишається в людині. Таким чином, 2 окремі опіки третього ступеня пропонують поточний потік через тіло. Дифузний, частково-товстий опік не передбачає протікання струму через тіло.

На додаток до особливостей, пов'язаних з контактами, є клінічні ознаки, які можуть допомогти визначити, чи був поточний потік через глибокі тканини. Наприклад, очікується, що контакт високої напруги з рукою, пов'язаний з потоком потоку в руку, буде мати стійкість передпліч. Буде біль з пасивними і активними рухами пальців, і в руці можуть виникнути сенсорні дефіцити.

### 5.2.4 Блискавка

Блискавка, як правило, блимає поверх поверхні тіла, що призводить до несподівано малої шкоди у деяких людей. Мокра шкіра і дуже короткий характер

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						51
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

імпульсів електрики спонукають струм рухатися по поверхні тіла. Тим не менш, блискавки іноді травмують людей через поточний потік в організмі, тупі механічні сили, ефект вибуху, який може розірвати барабанні перетинки і вичерпати внутрішні органи, і інтенсивне світло, що може призвести до катаракти.

### 5.2.5 Контакт з провідниками

Низька напруга (<600 В).

Теперішні рівні змінюються залежно від конкретного поточного шляху, тривалості контакту, ваги, висоти та тіла людини (особливо мускулатури та кісткових структур) та інших факторів. Ефекти, які відбуваються в будь-якому конкретному випадку, сильно залежать від декількох факторів, пов'язаних з тим, як здійснюється контакт з джерелом електроенергії. До таких факторів відносяться поточний шлях, вологість, якщо була неможливість відпустити, і розмір ділянок контакту.

### 5.2.6 Поточний шлях

Якщо поточний шлях проходить через груди, безперервні тетанічні скорочення м'язів грудної стінки можуть призвести до зупинки дихання. Дальзел [28], який проводив вимірювання на людях, говорить, що струми, які перевищують 18 мА, стимулюють м'язи грудної клітини, так що дихання зупиняється під час шоку.

Іншим ефектом, що виникає при трансторакальному шляху струму, є фібриляція шлуночків. Трансторакальні траєкторії потоку включають рук в руки, руки до стопи і передню частину грудної клітки до задньої частини грудної клітки.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						52
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Експерименти на тваринах показали, що поріг фібриляції шлуночків обернено пропорційно квадратному кореню тривалості поточного потоку.

### 5.2.7 Явище відпуску для низького (<600V) контакту

Фактором, який робить велику різницю в травмі, що виникає в умовах низької напруги, є неможливість відпустити. Кількість струму в руці, що призведе до того, що рука мимоволі стискається, називається струмом вимикання. Здатні відпускати з струмом менше 6 мА. При 22 мА більше 99% дорослих не зможуть відпустити. Біль, пов'язаний з відпущеним струмом, настільки серйозний, що молоді, мотивовані добровольці можуть терпіти її лише протягом декількох секунд. Однак м'язи згинання сильніші, що робить людину нездатною добровільно відпустити. Майже всі випадки неможливості відпустити включають змінного струму. Змінний струм повторно стимулює нерви і м'язи, що призводить до тетанічного (тривалого) скорочення, яке триває до тих пір, поки контакт продовжиться. Якщо це призводить до того, що суб'єкт затуляє його або її зчеплення на провіднику, то в результаті продовжується протікання електричного струму через людину і знижується опір контакту [29].

Зі змінним струмом виникає відчуття ураження електричним струмом доти, доки здійснюється контакт. Навпаки, при постійному струмі, є тільки відчуття удару, коли ланцюг зроблений або зламаний. Поки контакт підтримується, відчуття шоку відсутнє. Нижче 300 мА постійного струму не існує жодного явища відпускання, тому що рука не мимоволі затискається. Відчувається теплота, коли струм проходить через руку. Виконання або розрив ланцюга призводить до болісних неприємних ударів. Понад 300 мА може бути неможливим [26]. Поріг фібриляції

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

шлуночків для струмів постійного струму довше 2 секунд становить 150 мА порівняно з 50 мА для 60-Гц ударів; для ударів, коротших 0,2 секунди, поріг такий же, як і для ударів 60-Гц, тобто приблизно 500 мА [26].

Потужність нагрівання також збільшується, коли людина не може відпустити. Це пов'язано з тим, що міцне зчеплення ефективно збільшує площу шкіри при контакті з провідниками. Крім того, згодом накопичується сильно провідний піт між шкірою і провідниками. Обидва ці фактори знижують контактний опір, що збільшує величину струму. Крім того, нагрівання є більшим, оскільки тривалість контакту часто становить кілька хвилин у порівнянні з часткою секунди, яку потрібно для виведення з болючого стимулу.

Будучи не в змозі відпустити результатів в більш поточний протязом більш тривалого періоду часу. Це збільшить пошкодження внаслідок нагрівання м'язів і нервів. Також буде збільшуватися біль і частота респіраторної і серцевої зупинки. Можуть також виникнути вивихи плечей з пошкодженим сухожиллям і зв'язками, а також кісткові переломи в області плечей.

### 5.2.8 Вплив електричного струму

Багато визначень ефектів електричного струму у людей були зроблені Дальзелем [30]. Для будь-якого даного ефекту, такого як тетанічні м'язові скорочення, існує ряд нинішніх рівнів, які дають ефект через індивідуальні відмінності суб'єктів. Наприклад, струм, необхідний для того, щоб викликати скорочення тетанічних м'язів у передпліччі (струм, що відпускається), може бути від 6 до 24 мА (60 Гц) у залежності від об'єкта. Таким чином, поточні рівні, зазначені в публікаціях, можуть бути максимальними, середніми або мінімальними рівнями залежно від обговорюваних питань. Що стосується питань безпеки, часто доречні мінімальні значення.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дельзел [31] виявив, що 10 мА призведе до скорочення тетанічних м'язів і, отже, до втрати м'язового контролю. Крім того, Смут і Бентель [32] виявили, що 10 мА струму було достатньо, щоб викликати втрату м'язового контролю у воді. Вони проводили вимірювання в солоній воді і не повідомляли про напруги, які застосовувалися.

Механізми загибелі при ударі електричним струмом.

Електрична стимуляція серця, що викликає фібриляцію шлуночків 100 мА, 30 В.

Тетанічне скорочення (ефективно параліч) м'язів дихання 20 мА, 6 В.

Втрата м'язового контролю кінцівок: 16 мА для середнього чоловіка [23] 16 мА, 4.8 В.

Втрата м'язового контролю кінцівок: всього 10 мА для найбільш чутливої жінки [31], [33] 10 мА, 3 В.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проведене енергетичне обстеження систем електрозабезпечення корпусу Г СумДУ з розробкою алгоритму прогнозування та лімітування електроспоживання.

Першим етапом було проведення обстеження дійсного стану будівлі та її конструктивних елементів, а також системи водопостачання, тепlopостачання, вентиляційні, системи кондиціонування, електричної енергії.

Другим етапом став збір даних для вихідних даних. На базі цього був проведений типовий розрахунок по алгоритму лімітування споживання електроенергії.

Було розраховано всі установлені електричні потужності приміщень будівлі, визначено режим функціонування будівлі, визначено конструктивні особливості будівлі, що в свою чергу допомогло підібрати утеплювач та розрахувати кількість сонячних панелей, як енергоефективні заходи. Встановили кліматичні особливості даного регіону.

Розроблення алгоритму прогнозування споживання електроенергії приміщеннями та будівлею в цілому та розроблення рекомендацій щодо впровадження цього. Дослідили тепловий стан будівлі та визначили її теплову потужність. Розробили новітні заходи щодо стимулювання персоналу корпусу Г.

Термін окупності утеплення будівлі з вентильованим фасадом 16 років та 4 місяця. Такий великий термін окупності обумовлений великою площею скління, великі встати тепла через вікна та неправильне розташування будівлі відносно сторін світу та вітрів. Якщо замінити всі вікна на двух камерні з подвійним склопакетом, в який закачений аргон та зробити спеціальне покриття. Вентильований фасад та склопакети з аргоном не дадуть будівлі перегріватися влітку та промерзати взимку, а це в свою чергу економить електроенергію, бо люди менше вмикатимуть обігрівачі та кондиціонери. Якщо в університеті буде власна котельня, то можна регулювати подачу теплоносія. Враховуючи це все термін

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



окупності зменшиться. З урахуванням динаміки зниження електроенергії корпусом Г СумДУ термін окупності сонячних панелей 14 років.

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		57

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мухленов И.П. Важнейшие химические производства Часть 2.
2. Константинов Б. А. О применении математических методов при нормировании потребления электроэнергии в промышленности / Константинов Б. А. // Электричество. 1964. — № 1. — С. 66.
3. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. Наука, 1976, 279 с.
4. Тайц А. А. Методика нормирования удельных расходов электроэнергии. М.: Госэнергоиздат, 1946 г.
5. Ястребов П. П. Использование и нормирование электрической энергии в процессах, переработки и хранения. / П. П. Ястребов. — М.: Колос, 1973.-311 с.
6. Гофман И. В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий. М.: Энергия, 1966 г.
7. Гофман И. В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий. М.: Энергия, 1966 г.
8. Фотографія корпусу Г [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <http://wifi.sumdu.edu.ua/g-golovniy-korpus-sumdu>.
9. [Електронний ресурс] - <https://tourism-book.com/pbooks/book-22/ua/chapter-1093>.
10. Конспект лекцій з курсу “Системи виробництва та розподілу енергії” для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» денної форми навчання / Укладач С.С.Антоненко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2005. – 93 с.
11. Бойчик І.М. Економіка підприємства : навч. посібник / Бойчик І.М. – [вид. 2-ге доповн. і переробл.]. – К. : Атіка, 2006. – 528 с.
12. M. Nachreiner, V. Mack, E. Matthies, K. Tampe-Mai, An analysis of smart metering information systems: a psychological model of self-regulated behavioural change, Energy research & social sci., Vol. 9, pp. 85–97, (2015).

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						58
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

13. I. Micheel, J. Novak, P. Fraternali, G. Baroffio, A. Castelletti, A.E. Rizzoli, Visualizing and gamifying water & energy consumption for behavior change. Proc. Workshop FSEA 2015 at INTERACT 2015, Bamberg, (2015), pp. 555- 564.
14. P. Fraternali, S. Herrera, J. Novak, M., Melenhorst, D. Tzovaras, S. Krinidis, A.E. Rizzoli, F. Celina, enCOMPASS – an Integrative Approach to Behavioural Change for Energy Saving. Proc.of GIoTS '17, IEEE, Geneva (2017), pp. 273-279
15. S. Lindenberg and L. Steg, Normative, Gain and Hedonic Goal Frames Guiding Environmental Behavior, Journal of Social Issues, 63 (1), pp. 117–137, (2007).
16. Еремкин А. И. Тепловой режим зданий : учебное пособие , А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
17. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Зі зміною № 1 від 1 липня 2013 року. На заміну СНіП II-3-79. – Введ. 09.09.2006 р. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.
18. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Луганськ : Вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696 с.
19. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
20. Встановлення сонячних батарей. Варіанти конструкцій під монтаж сонячних батарей. [Електронний ресурс]: – 2018 р. – Режим доступу до ресурсу: [http://mysolarenergyua.blogspot.com/2017/03/blog-post\\_30.html](http://mysolarenergyua.blogspot.com/2017/03/blog-post_30.html)
21. The National Institute for Occupational Safety and Health. Worker deaths by electrocution. NIOSH Publication No. 98-131. 2009 Available at: [Електронний ресурс] - <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-131/overview.html>. Accessed March 20
22. Fish RM, Geddes LA. Electrophysiology of connection current spikes. Cardiovasc Eng. 2008;8(4):219–24.
23. Grimnes S. Dielectric breakdown of human skin in vivo. Med Biol Eng Comp. 1983;21:379–81.

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

24. Bernstein T. Investigations of alleged appliance electrocutions and fires caused by internally generated voltages. IEEE Ind Appl. 1989;25(4):664–8.
25. Capelli-Schellpfeffer M, Lee RC, Toner M, Diller KR. Paper presented at: IEEE PCIC Conference. Philadelphia, Pa: 1996. Correlation between electrical accident parameters and injury. September 23–25.
26. Dalziel CF. Electric shock hazard. IEEE Spectr. 1972;9(2):41–50.
27. Fish RM. The let-go phenomenon. In: Fish RM, Geddes LA, editors. Electrical Injury: Medical and Bioengineering Aspects. Tucson, Ariz: Lawyers & Judges Publishing; 2009. chap 2.
28. Dalziel Charles F, Lee W R. Reevaluation of lethal electric currents. IEEE Trans Indus Gen Appl. 1968;IGA-4(5):467–476. D.O.I.10.1109/TIGA.1968.4180929.
29. Dalziel CF. Effects of electrical shock on man. IRE Trans Med Electron. 1956:44–62. PGME-5.
30. Smoot AW, Bentel CA. Electric Shock Hazard of Underwater Swimming Pool Lighting Fixtures. New York. Sponsored by Underwriter's Laboratories Inc. Paper presented at: IEEE Winter Power Meeting; February 1964; New York (section on pages 4 and 5).
31. Smoot AW, Bentel CA. Electric shock hazard of underwater swimming pool lighting fixtures. IEEE Trans Power Apparatus Sys. 1964;83(9):945–964.
32. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів» із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд» / укладачі: С. С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50 с.
33. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
34. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.

					6.050601.03.BP.000.00ПЗ	Аркуш
						60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

35. [Електронний ресурс]: [http://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Сумах](http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах).

					6.050601.03.ВР.000.00ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		61

Додаток А

Споживання теплової енергії корпусом Г СумДУ

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік
Січень	937,119 Гкал	820,513 Гкал	333,236 Гкал
Лютий	550,278 Гкал	422,717 Гкал	578,462 Гкал
Березень	392,650 Гкал	308,511 Гкал	553,926 Гкал
Квітень	171,776 Гкал	105,179 Гкал	236,695 Гкал
Жовтень	71,828 Гкал	10,919 Гкал	0,047 Гкал
Листопад	429,858 Гкал	350,802 Гкал	268,28 Гкал
Грудень	636,576 Гкал	568,914 Гкал	542,883 Гкал

## Додаток Б

## Споживання холодної води корпусом Г СумДУ

Місяць	2016	2017	2018
Січень	199 м <sup>3</sup>	246 м <sup>3</sup>	252 м <sup>3</sup>
Лютий	197 м <sup>3</sup>	224 м <sup>3</sup>	204 м <sup>3</sup>
Березень	202 м <sup>3</sup>	181 м <sup>3</sup>	202 м <sup>3</sup>
Квітень	259 м <sup>3</sup>	211 м <sup>3</sup>	227 м <sup>3</sup>
Травень	179 м <sup>3</sup>	198 м <sup>3</sup>	235 м <sup>3</sup>
Червень	227 м <sup>3</sup>	185 м <sup>3</sup>	247 м <sup>3</sup>
Липень	203 м <sup>3</sup>	158 м <sup>3</sup>	194 м <sup>3</sup>
Серпень	93 м <sup>3</sup>	124 м <sup>3</sup>	137 м <sup>3</sup>
Вересень	193 м <sup>3</sup>	181 м <sup>3</sup>	185 м <sup>3</sup>
Жовтень	242 м <sup>3</sup>	252 м <sup>3</sup>	272 м <sup>3</sup>
Листопад	238 м <sup>3</sup>	246 м <sup>3</sup>	282 м <sup>3</sup>
Грудень	244 м <sup>3</sup>	272 м <sup>3</sup>	235 м <sup>3</sup>

## Додаток В

## Кондиціонери встановлені в "Г" корпусі СумДУ

№ п/п	інв.№	Найменування	місце встановлення	к-ть, шт.	сумарне енергоспоживання кВт
1		кондиціонер	музична студія	1	0,8
2		кондиціонер	кафе	2	2,7
3		кондиціонер	Г-206	1	0,8
4		кондиціонер	Г-210 Головний бухгалтер	1	0,8
5		кондиціонер	Г-301 Приймальня ректора, ректор	3	3,9
6		кондиціонер	Г-304 Зал засідань	2	3,8
7		кондиціонер	Г-306 Відділ інформаційно-рекламної діяльності	1	0,8
8		кондиціонер	Г-307 начальник відділу документо-інформаційних комунікацій	1	0,8
9		кондиціонер	Г-308 відділ документо-інформаційних комунікацій	1	1,3
10		кондиціонер	Г-309 відділ документо-інформаційних комунікацій група супроводу документообігу	1	0,8
11		кондиціонер	Г-310 спецвідділ	1	0,8
12		кондиціонер	Г-311 відділ документо-інформаційних комунікацій група друку копіювання та відправки док.	1	0,8
13		кондиціонер	Г-401 відділ кадрів	1	0,8
14		кондиціонер	Г-402 відділ кадрів	3	2,4
15		кондиціонер	Г-403 бухгалтерія профкому	1	0,8
16		кондиціонер	Г-405 голова профкому	1	0,8
17		кондиціонер	Г-407 проректор з науково-педагогічної роботи та фінансово-економічної діяльності	1	0,8
18		кондиціонер	Г-410 проректор з науково-педагогічної роботи та організації позанавчальної діяльності	1	0,8
19		кондиціонер	Г-411 художній керівник культурно-мистецького центру	1	0,8
20		кондиціонер	Г-412 культурно-мистецький центр	1	1,3
21		кондиціонер	Г-501 планово-фінансовий відділ	1	0,8



22	кондиціонер	Г-502 відділ організації будівництва та ремонтів	2	1,6
23	кондиціонер	Г-503 планово-фінансовий відділ	2	1,6
24	кондиціонер	Г-504 відділ енергетики	2	1,6
25	кондиціонер	Г-505	1	0,8
26	кондиціонер	Г-506 відділ організації будівництва та ремонтів	1	0,8
27	кондиціонер	Г-507 проректор з АГР гол.інженер	2	1,6
28	кондиціонер	Г-510	1	0,8
29	кондиціонер	Г-511 приймальня	2	1,6
30	кондиціонер	Г-512 науково-дослідна частина	1	0,8
31	кондиціонер	Г-513	1	0,8
32	кондиціонер	Г-601 профспівкова організація студентів і аспірантів	2	1,6
33	кондиціонер	Г-603 викладацька	1	1
34	кондиціонер	Г-604 навчально-організаційний відділ з роботи в позабазових структурних підрозділах	1	0,8
35	кондиціонер	Г-611 деканат навчально наукового інституту фінансів економіки та менеджменту	2	1,6
36	кондиціонер	Г-708 заступник декана факультету ІФСК	1	0,8
37	кондиціонер	Г-709 відділ моніторингу платних послуг	1	0,8
38	кондиціонер	Г-712 деканат факультету іноземної філології	1	1,3
39	кондиціонер	Г-802 зав.кафедри мовної підготовки іноземних громадян	2	1,6
40	кондиціонер	Г-803 заступник директора міжнародної освіти	2	1,6
41	кондиціонер	Г-809	1	1,3
42	кондиціонер	Г-813 викладацька каф. мовної підготовки іноземних громадян	1	1,3
43	кондиціонер	Г-8А	1	0,8
44	кондиціонер	Г-901 проректор з науково педагогічної роботи	2	2,2
45	кондиціонер	Г-902 центр заочної дистанційної та вечірньої форм навчання	1	1,3
46	кондиціонер	Г-903 відділ інтернаціоналізації освітньої діяльності	1	0,8

47	кондиціонер	Г-904 директор центру заочної дистанційної та вечірньої форм навчання	1	0,8
48	кондиціонер	Г-905 центр заочної дистанційної та вечірньої форм навчання	1	1,3
49	кондиціонер	Г-906 аудиторія	1	1,9
50	кондиціонер	Г-907 центр професійної та післядипломної освіти	1	0,8
51	кондиціонер	Г-908 відділ по роботі зі студентами заочної форм навчання	1	0,8
52	кондиціонер	Г-1001 нач.навчально-методичного відділу	1	0,8
53	кондиціонер	Г-1002 навчально-методичний центр	1	1,3
54	кондиціонер	Г-1003 нач. організаційно-методичного управління	1	0,8
55	кондиціонер	Г-1004 група планування та обліку навчального навантаження	1	1,3
56	кондиціонер	Г-1005	1	0,8
57	кондиціонер	Г-1006 відділ ліцензування акредитації та статистики	1	1,3
58	кондиціонер	Г-1011 нач. навчально-організаційного відділу	1	0,8
59	кондиціонер	Г-1014 читальний зал електронної інформації	1	1,3
60	кондиціонер	Г-1101 навчально-методичний кабінет бібліотека	1	1,3
61	кондиціонер	Г-1102	1	1,3
62	кондиціонер	Г-1103 секція реклами	1	0,8
63	кондиціонер	Г-1105 аудиторія	1	1,3
64	кондиціонер	Г-1110 зав.кафедри журналістики	1	0,8
65	кондиціонер	Г-1204 аудиторія	1	1,3
66	кондиціонер	Г-1205 методичний кабінет	1	0,8
67	кондиціонер	Г-1208 аудиторія	1	1,3

Додаток Д  
2016 рік

Місяць	Точка учета	Направл.	Потребление
січень	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	16998,552
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3709,32
с 17.12.15 - по 16.01.16	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	19557,852
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3787,416
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>36556,404</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>7496,736</b>
лютий	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	18264,712
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3632,736
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	21887,868
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3313,86
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>40152,58</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>6946,596</b>
березень	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	15038,336
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3460,04
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	17786,652
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3001,332
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>32824,988</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>6461,372</b>
квітень	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	15357,008
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3131,984
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	19128,348
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3027,036
	Итого	A+ (кВт*час)	34485,356
	Итого	R+ (кВар*час)	6159,02
травень	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	8710,2
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1014,512
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	12881,268
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1710,36
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>21591,468</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2724,872</b>

<b>червень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	10450,168
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1216,424
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	13366,2
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2116,692
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>23816,368</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>3333,116</b>
<b>липень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	7952,192
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1111,736
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	12879,024
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1825,716
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>20831,216</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2937,452</b>
<b>серпень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	7636,144
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1302,136
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11666,112
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1907,22
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>19302,256</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>3209,356</b>
<b>вересень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	8986,024
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1314
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11978,112
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2077,704
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>20964,136</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>3391,704</b>
<b>жовтень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	11703,6
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1629,664
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	18902,052
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2590,884
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>30605,652</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>4220,548</b>
<b>листопад</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	18313,592
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4141,32
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	24546,612

	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	4944,672
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>42860,204</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>9085,992</b>
<b>грудень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	20197,4
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4066,728
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	26674,368
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	4533,876
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>46871,768</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>8600,604</b>

**2017 рік**

<b>Місяць</b>	<b>Точка учета</b>	<b>Направл.</b>	<b>Потребление</b>
<b>січень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	17822
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4146,464
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	25296,588
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3865,944
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>43118,588</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>8012,408</b>
<b>лютий</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	22015,792
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4701,336
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	29452,8
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3605,364
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>51468,592</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>8306,7</b>
<b>березень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	13886,336
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4330,28
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	15494,124
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1916,664
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>29380,46</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>6246,944</b>
<b>квітень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	12782,728

	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	2633,536
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	17109,492
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1754,676
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>29892,22</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>4388,212</b>
<b>травень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9998,264
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	886,224
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	17534,784
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1262,94
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>27533,048</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2149,164</b>
<b>червень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9431,232
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1217
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	12509,016
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1364,628
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>21940,248</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2581,628</b>
<b>липень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	7480,56
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1275,992
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	9439,536
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1078,152
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>16920,096</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2354,144</b>
<b>серпень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	8912,08
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1781,136
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11076,336
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1286,412
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>19988,416</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>3067,548</b>
<b>вересень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	7772,44
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1266,72

	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	10466,712
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1522,908
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>18239,152</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2789,628</b>
<b>ЖОВТЕНЬ</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9975,192
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	704,592
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	17410,764
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2127,372
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>27385,956</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2831,964</b>
<b>листопад</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	14840,896
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3452,248
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	23594,328
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3944,04
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>38435,224</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>7396,288</b>
<b>грудень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	14528,864
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3253,24
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	24965,208
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	4533,36
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>39494,072</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>7786,6</b>

**2018 рік**

<b>Місяць</b>	<b>Точка учета</b>	<b>Направл.</b>	<b>Потребление</b>
<b>січень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	13789,976
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	2723,344
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	23802,36
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3913,584
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>37592,336</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>6636,928</b>

<b>лютий</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	20232,144
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3548,328
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	27560,412
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2785,548
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>47792,556</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>6333,876</b>
<b>березень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	17326,736
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	3925,888
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	20952,828
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1231,716
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>38279,564</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>5157,604</b>
<b>квітень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	14786,584
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	2380,224
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	19660,044
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1373,352
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>34446,628</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>3753,576</b>
<b>травень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9527,584
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	542,752
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	14562,396
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1414,08
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>24089,98</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>1956,832</b>
<b>червень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9122,24
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	560,512
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11894,508
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1205,088
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>21016,748</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>1765,6</b>
<b>липень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9132,736



	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	971,176
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	10885,476
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1089,264
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>20018,212</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2060,44</b>
<b>сепень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	9182,216
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	1032,344
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11218,164
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1094,304
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>20400,38</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2126,648</b>
<b>вересень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	8962,984
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	909,528
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	11596,392
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	1245,216
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>20559,376</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2154,744</b>
<b>жовтень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	11685,456
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	656,8
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	19064,904
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	2170,98
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>30750,36</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>2827,78</b>
<b>листопад</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	15652,048
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	2368,552
	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	24686,712
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3267,24
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>40338,76</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>5635,792</b>
<b>грудень</b>	Корпус Г, Ввод 1	A+ (кВт*час)	17812,632
	Корпус Г, Ввод 1	R+ (кВар*час)	4156,696

	Корпус Г, Ввод 2	A+ (кВт*час)	25403,7
	Корпус Г, Ввод 2	R+ (кВар*час)	3479,628
	<b>Итого</b>	<b>A+ (кВт*час)</b>	<b>43216,332</b>
	<b>Итого</b>	<b>R+ (кВар*час)</b>	<b>7636,324</b>

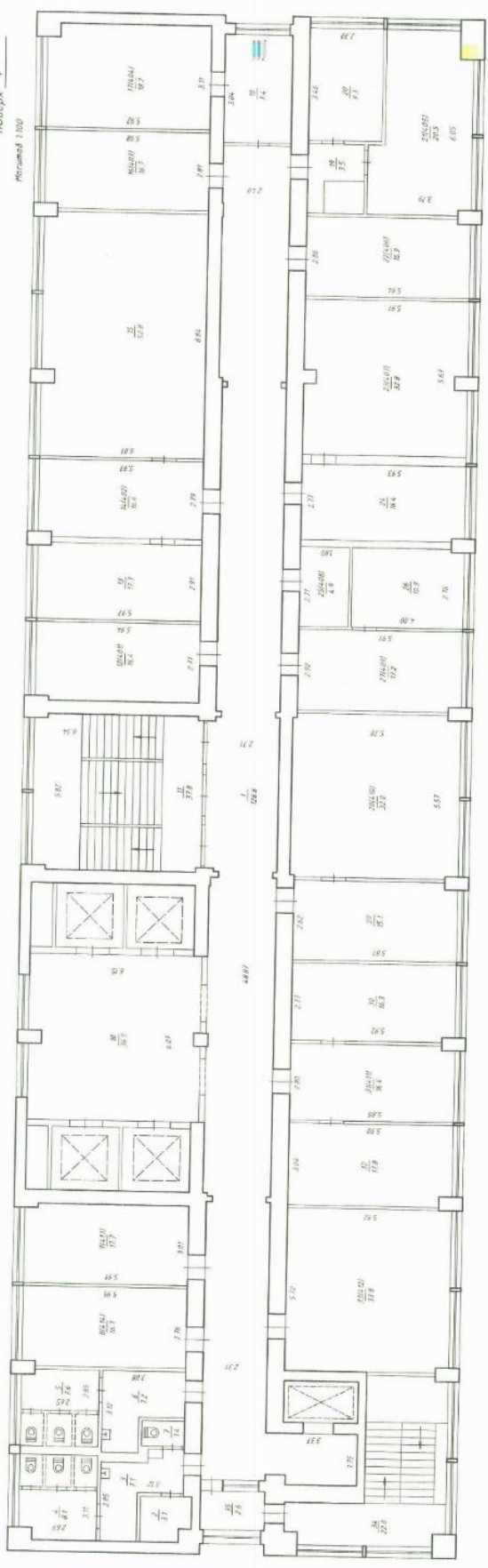
# Додаток Г

**ПЛАН**  
**ГРОМАДСЬКОГО БУДИНКУ**  
корпус Г

(приміщення)

вулиця Римського-Корсакова № 2  
місто Суми літера Г-4  
поверх 4

Масштаб 1:100



Форму склад приміщення  
заказ: Експлуатаційний

Корпус будівлі  
документація: Будівля Е.Б.

Виснаб: Виснаб Е.Б.

Дата виконання: "22" - "11" 2018 р.

Додаток К

