



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Національний університет «Запорізька політехніка»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторного заняття

***«Організація оптимального теплового режиму в  
адміністративних та побутових приміщеннях методом  
кондиціювання»***

для студентів усіх спеціальностей та форм навчання

Методичні вказівки до лабораторного заняття **«Організація оптимального теплового режиму в адміністративних та побутових приміщеннях методом кондиціювання»** для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл. О.Л. Скуйбіда, О.В. Нестеров, Ю.І. Троян: – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 18 с.

Укладачі: О.Л. Скуйбіда, доцент, к.т.н.  
О.В. Нестеров, доцент, к.т.н.  
Ю.І. Троян, асистент

Рецензент: М.І. Лазуткін, доцент, к.т.н.

Відповідальна за випуск: О.В. Нестеров, доцент, к.т.н.

Затверджено  
на засіданні кафедри «Охорона праці і  
навколишнього середовища»  
Протокол № 10 від 28.05.2025 р.

Рекомендовано до видання  
НМК факультету будівництва,  
архітектури та дизайну  
Протокол № 6 від 29.05.2025 р.

## ЗМІСТ

1. Мета заняття.....	4
2. Загальні відомості.....	4
3. Завдання на підготовку до лабораторного заняття.....	5
4. Порядок виконання лабораторного заняття.....	5
5. Опис приладів.....	6
6. Методика розрахунків.....	8
6.1 Розрахунок загальної кількості тепла в приміщенні.....	8
6.2 Вибір типу кондиціонера та розрахунок часу охолодження приміщення шляхом кондиціювання.....	10
7. Приклад розрахунку.....	11
8. Контрольні запитання.....	12
9. Зміст звіту.....	13
10. Вказівки з техніки безпеки.....	13
11. Рекомендована література.....	13
Додатки.....	15

## 1 МЕТА ЗАНЯТТЯ

При виконанні лабораторного заняття необхідно ознайомитись з основними принципами роботи систем кондиціонування повітря які призначені для цілодобового та цілорічного забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища в адміністративних та побутових приміщеннях. Зробити висновки.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

**Зона обслуговування** - простір приміщення, в якому постійно або непостійно (тимчасово) перебувають люди оптимальні параметри мікроклімату в якому забезпечуються, крім систем опалення та вентиляції, кондиціонуванням повітря.

**Місце постійного перебування людей у приміщенні** - простір в приміщенні, де люди перебувають безперервно більше ніж 2 години.

**Мікроклімат приміщення** – метеорологічні параметри внутрішнього простору приміщення, які впливають на тепловий обмін людини шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання від поверхонь, які оточують людину, та інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення від штучних джерел опалення.

**Мікрокліматичні умови (умови мікроклімату)** - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції; і створюють відчуття теплового комфорту та забезпечують передумови для високого рівня працездатності.

Параметри мікроклімату класифікуються як оптимальні та допустимі.

**Кондиціонер** – це пристрій, у якому здійснюється необхідна тепла обробка повітря та його очищення. Сучасні кондиціонери є універсальними приладами для забезпечення сприятливих мікрокліматичних параметрів приміщень.

**Кондиціонування повітря** - автоматична підтримка в окремих приміщеннях усіх або окремих параметрів повітря з метою забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов (температури,

відносної вологості, швидкості руху, чистоти повітря), які є найбільш сприятливими для самопочуття людей.

**Параметри мікроклімату приміщень при кондиціонуванні** слід приймати в межах оптимальних норм згідно ДСН 3.3.6.042 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», які стосуються температури, відносної вологості повітря, швидкості руху повітря, інтенсивності теплового (інфрачервоного) випромінювання, де здійснюється виробнича діяльність, а також у житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях для забезпечення комфортних умов.

### **3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ**

В процесі лабораторного заняття студенти повинні:

- ознайомитись з основними принципами кондиціонування повітря;
- ознайомитись з будовою кондиціонерів різних типів;
- ознайомитись з основними перевагами та недоліками кондиціонерів;
- засвоїти методику розрахунку надходження тепла у приміщення;
- засвоїти методику розрахунку часу охолодження приміщення за допомогою кондиціонера;
- навчитися обґрунтувати вибір кондиціонера;
- засвоїти основні вимоги щодо техніки безпеки при проведенні дослідження.

### **4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ**

Роботу виконують в наступній послідовності:

- опрацювати загальні теоретичні відомості;
- ознайомитись з описом приладів для вимірювання температури повітря та приладів для теплової обробки повітря;
- вивчити вказівки з техніки безпеки;
- ознайомитись з методикою розрахунку загальної кількості тепла в приміщенні, провести обчислення відповідно до

індивідуального завдання та використовуючи довідкові дані (Додаток А, Додаток Б);

- розрахувати необхідну холодопродуктивність кондиціонера;
- використовуючи Додаток В здійснити вибір кондиціонера;
- розрахувати час охолодження приміщення обраним кондиціонером;
- оформити звіт (Додаток Г).

## 5 ОПИС ПРИЛАДІВ

Робота кондиціонера базується на властивості рідин поглинати частину тепла при випаровуванні та виділяти при конденсації.

Основними вузлами кондиціонера є:

- компресори (стиснення фреону і підтримка його руху по холодильному контурі);
- конденсатори (забезпечення процесу конденсації, тобто переходу фреону з газоподібної фази в рідку);
- випарник (забезпечення процесу випаровування, а саме переходу фреону з рідкої фази в газоподібну);
- терморегулюючий вентиль (зниження тиску фреону перед випарником);
- вентилятори (створення потоку повітря, що обдуває випарник і конденсатор для інтенсивного теплообміну із зовнішнім повітрям).

Охолодження відбувається за рахунок випаровування холодагента (фреону) в контурі випарника (внутрішнього блоку). Далі фреон в газоподібному стані всмоктується компресором, який підвищує його тиск до 20-25 атм. Відповідно, підвищується і температура фреону (до +90 °С). Фреон, що надійшов в теплообмінник конденсатора (зовнішнього блоку), під високим тиском конденсується і переходить в рідкий стан. Далі фреон в рідкому стані потрапляє в регулятор потоку, де тиск зменшується. При цьому частина фреону може випаруватися і у випарник потрапляє суміш рідини і пари. У випарнику фреон знову закипає, відбираючи тепло у навколишнього повітря, і виходить з конденсатора. Потім цикл повторюється. Функціональна схема устрою кондиціонеру наведена на рис. 5.1.

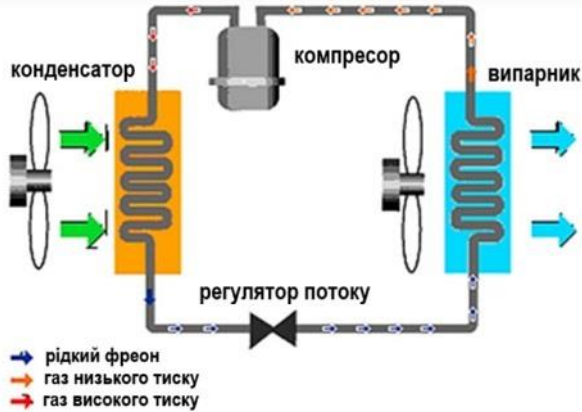
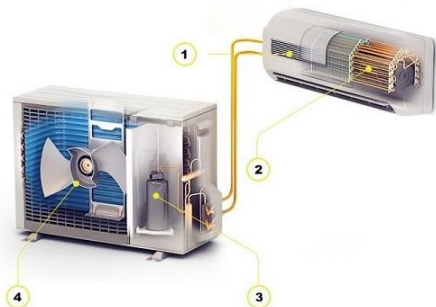


Рисунок 5.1 – Функціональна схема устрою кондиціонера

Більш функціональні виробы, які придатні як для охолодження, так і нагрівання приміщення, мають назву спліт-систем (рис. 5.2). Це кондиціонуючі пристрої, до складу яких входять два та більше блоків. Блоки поділяються на зовнішні (компресор) та внутрішні (випарники).

Відмінність спліт-систем полягає у наявності додаткову сегменту конструкції - теплового насосу. У тепловому режимі фреон циркулює по контуру у зворотному напрямі, відбираючи тепло з повітря зовні і передаючи його всередину приміщення. Тепловий режим необхідний у період міжсезоння, коли температура зовнішнього повітря складає від +8 до -5 °С. Верхнє значення цього інтервалу температур пов'язано з припиненням роботи опалювальних систем, нижнє – з енергетичною доцільністю функціонування агрегату в розглянутому режимі.

Схема настінної спліт-системи наведена на рис. 5.2.



1 – повітрязабірник; 2 – блок охолодження; 3 – компресор;  
4 – блок відведення тепла

Рисунок 5.2 – Схема спліт-системи

## 6 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ

### 6.1 Розрахунок загальної кількості тепла в приміщенні

Розрахунок систем нормалізації параметрів мікроклімату залежить від багатьох факторів, одними із визначальних є джерела, які наведені на рисунку 6.1.

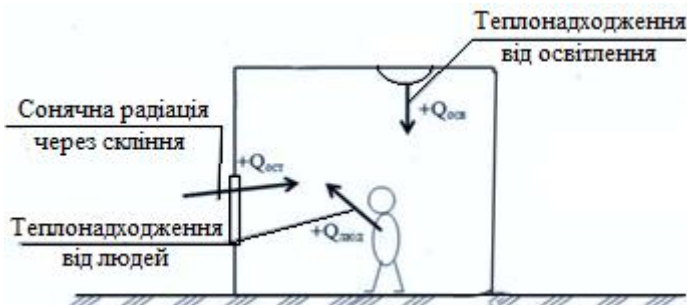


Рисунок 6.1 – Найбільш суттєві теплові надходження в приміщеннях адміністративного та побутового типу

Загальна кількість тепла в розрахункову годину, яку необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою тепла від джерел теплонадходження та визначається за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_c + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}}, \text{ Вт} \quad (6.1)$$

де  $Q_c$  – кількість тепла, яке надходить за рахунок сонячної радіації, Вт;

$Q_{\text{осв}}$  – кількість тепла від джерел штучного освітлення, Вт;

$Q_{\text{люд}}$  – кількість тепла, яке виділяється людьми, Вт.

### ***Розрахунок надходження тепла через заповнення світлових прорізів***

Розрахунок кількості тепла, яке надходить за рахунок сонячної радіації, здійснюється за формулою:

$$Q_c = V \cdot q, \text{ ккал/год} \quad (6.2)$$

де  $V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$q$  – коефіцієнт теплопритоків, Вт/м<sup>3</sup>.

Для вікон східної / західної орієнтації прийняти  $q=35$  Вт/м<sup>3</sup>, коефіцієнт (30...40 Вт/м<sup>3</sup>); для вікон південної орієнтації –  $q=40$  Вт/м<sup>3</sup>; для вікон північної орієнтації –  $q=30$  Вт/м<sup>3</sup>.

### ***Розрахунок надходження тепла від штучного освітлення***

Відомо, що частина енергії, яка витрачається на загальне штучне освітлення, переходить в тепло, яке нагріває повітря приміщення.

Виділення тепла від освітлювальних приладів розраховується за формулою:

$$Q_{\text{осв}} = k \cdot N_{\text{осв}}, \text{ Вт} \quad (6.3)$$

де  $k$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

для люмінесцентних ламп  $k=0,5$ ;

$N_{\text{осв}}$  – сумарна потужність джерел освітлення, Вт.

### ***Виділення тепла людьми***

Виділення тепла людьми залежить від кількості енергії, яку вони витрачають при роботі та від температури повітря в приміщенні.

В Додатку Б наведено середні значення виділення тепла  $Q_{\text{чол}}$  чоловіками в залежності від температури повітря в приміщенні. Жінки виділяють в середньому 85 % від тепла, яке виділяють чоловіки.

Виділення тепла людьми розраховується за формулою:

$$Q_{\text{л}} = 1,163 (nQ_{\text{чол}} + mQ_{\text{жін}}), \text{ Вт} \quad (6.4)$$

де  $Q_{\text{чол}}$  – виділення тепла одним чоловіком, Вт.  
Визначається за Додатком Б;

$Q_{\text{жін}}$  – виділення тепла однією жінкою, Вт;

$n$  – кількість чоловіків, які працюють в приміщенні;

$m$  – кількість жінок, які працюють в приміщенні.

## 6.2 Вибір типу кондиціонеру та розрахунок часу охолодження приміщення шляхом кондиціонування

Вибір типу кондиціонеру може здійснюватися за його потужністю охолодження (холодопродуктивністю) відповідно до розрахованої загальної кількості тепла в приміщенні та розмірів приміщення. Рекомендована холодопродуктивність кондиціонера складає

$$Q_{\text{конд}} = (-5 \dots +15)\% Q_{\text{заг}}, \text{ Вт} \quad (6.5)$$

Якщо приміщення має великі розміри, а загальна кількість тепла перевищує можливості існуючих кондиціонерів, то встановлюють декілька кондиціонерів.

Розрахунок часу, необхідного для охолодження приміщення до заданої температури, здійснюється за наступною формулою:

$$\tau = \frac{C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}})}{Q_{\text{конд}}}, \text{ год} \quad (6.6)$$

де  $C$  – масова теплоємність припливного повітря (прийняти рівною 1000 Дж/(кг·°C));

$\gamma$  – густина припливного повітря (прийняти рівною  $1,2 \text{ кг/м}^3$ );  
 $V$  – об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;  
 $t_{\text{вид}}$  – температура повітря, що видаляється з приміщення,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{\text{норм}}$  – нормована (оптимальна) температура в приміщенні, яку необхідно досягти шляхом кондиціонування (прийняти рівною  $22^{\circ}\text{C}$ ).

*При розрахунках слід пам'ятати правила переведення енергетичних одиниць. Так,  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$ .*

## 7 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Визначити надходження тепла в приміщення, розташоване зі східної сторони будівлі. Температура повітря приміщенні складає  $+30^{\circ}\text{C}$ . Площа приміщення складає  $20 \text{ м}^2$ , висота –  $3 \text{ м}$ . Загальне штучне освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, загальна потужність яких складає  $1 \text{ кВт}$ . В приміщенні працюють  $2$  чоловіки та  $1$  жінка. Необхідно провести розрахунок надходжень тепла від сонячної радіації, штучного освітлення та виділення тепла людьми, а також обґрунтувати вибір найбільш економічного кондиціонера.

### РОЗВ'ЯЗАННЯ

Розраховуємо зовнішній приплив тепла:

$$Q_c = V \cdot q = 60 \cdot 35 = 2100 \text{ Вт.}$$

Розраховуємо виділення тепла від загального штучного освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = k \cdot N_{\text{осв}} = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ Вт.}$$

Розраховуємо виділення тепла людьми. Для цього спочатку, відповідно до Додатку Б, визначаємо виділення тепла чоловіками –  $55 \text{ Вт}$ . Оскільки жінки виділяють в середньому  $85 \%$  від тепла, яке виділяють чоловіки, отримуємо:

$$Q_{\text{л}} = 1,163(2 \cdot 55 + 0,85 \cdot 55) = 182,3 \text{ Вт.}$$

Загальна кількість тепла, яке необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою тепла джерел теплонадходження:

$$Q_{\text{заг}} = Q_c + Q_{\text{осв}} + Q_l = 2100 + 500 + 182,3 = 2782,3 \text{ кВт.}$$

Необхідна холодопродуктивність кондиціонера складає:

$Q_{\text{конд}} = (-5 \dots +15)\% Q_{\text{заг}}$ , тобто варіюється в діапазоні 2643...3200 Вт.

Оскільки площа приміщення складає 20 м<sup>2</sup>, то найбільш доцільним є використання кондиціонера типу COOPER&HUNTER CH-S09FTXHV-B-NG з холодопродуктивністю 2800 Вт (Додаток В).

Знаходимо час, необхідний для охолодження приміщення за допомогою обраного кондиціонера:

$$\tau = \frac{C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}})}{Q_{\text{конд}}} = \frac{1000 \cdot 1,2 \cdot 60 \cdot (30 - 22)}{2800} = 206 \text{ с.}$$

## 8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке кондиціонер?
2. Для чого використовують кондиціонування повітря?
3. На які види поділяють кондиціонування повітря?
4. Яким основним фактором обумовлюється вибір центрального або місцевого кондиціонера?
5. Опишіть будову та принцип роботи центрального кондиціонера.
6. Опишіть будову та принцип роботи місцевого кондиціонера.
7. В чому полягає принципова різниця між автономними та неавтономними кондиціонерами?
8. В яких межах варіюється холодопродуктивність автономних кондиціонерів?
9. В яких межах варіюється холодопродуктивність неавтономних кондиціонерів?
10. До якого типу кондиціонерів відносяться віконні

кондиціонери?

11. Назвіть основні переваги спліт-систем.
12. Опишіть будову та принцип роботи спліт-систем.
13. Які чинники приводять до надлишку тепла в приміщенні?
14. Від чого залежить вибір системи кондиціонування?
15. Які фактори впливають на вибір кондиціонера?

## **9 ЗМІСТ ЗВІТУ**

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш до звіту;
- тему та мету заняття;
- основні пункти загальних теоретичних положень до лабораторного заняття;
- схему спліт-системи;
- результати проведених розрахунків;
- висновки.

## **10 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

1. До виконання лабораторного заняття допускаються студенти, які прослухали первинний інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки при роботі у даній лабораторії.

2. Не починати практичне виконання роботи, не ознайомившись з порядком її виконання.

3. Не включати без дозволу викладача прилади та обладнання, які не мають відношення до виконання роботи, яка виконується.

4. Роботу виконувати під безпосереднім керівництвом викладача.

## **11 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Електронний ресурс]. – Чинний від 2014-05-30. – К. : МОЗ України, 2014. – 37 с. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>. – (Державні

санітарні норми та правила).

2. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.042-99. – Чинний від 1999-12-01. – К. : МОЗ України, 1999. – 106 с. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>. – (Державні санітарні норми).

3. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум : навч. посіб. / Л.А. Катренко, Ю.В. Кіт, І.П. Пістун. – Суми: Університетська книга, 2009. – 540 с.

4. Основи охорони праці : підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: и-Издат, 2017. – 334 с. [Електронний ресурс]. – URL: [https://duikt.edu.ua/uploads/1\\_1503\\_26069375.pdf](https://duikt.edu.ua/uploads/1_1503_26069375.pdf).

5. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. – 5-те вид., доп. – К. : Знання, 2014. – 373 с. + 1 ел. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-617-07-0134-3.

6. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навч. посіб. / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук [та ін.] ; ред. В. Ц. Жидецький. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966-7760-09-X.

7. Запорожець О. І. Основи охорони праці : підручник / О.І. Запорожець. – К. : Центр учбової літератури, 2020 – 264 с. – ISBN : 978-617-673-423-9.

## Додаток А

### Вихідні дані для розрахунків

№ варіанту	Площа приміщення, м <sup>2</sup>	Висота, м	Число робочих місць	Кількість чоловіків	Кількість жінок	Температура повітря в приміщенні, °С	Орієнтування вікон	Потужність освітлювальної установки, кВт
1	20	3,0	3	2	1	30	Півн	1,0
2	25	3,0	3	1	2	30	ПівнСх	1,25
3	30	4,0	5	3	2	30	ПівнЗ	1,5
4	35	4,5	5	2	3	30	З	1,75
5	40	3,2	7	2	5	30	ПівдЗ	2,0
6	45	3,8	7	4	3	30	Півд	2,25
7	50	4,2	9	5	4	30	ПівдСх	2,5
8	55	4,0	9	7	2	30	Сх	2,75
9	60	3,5	11	2	9	30	ПівнСх	3,0
10	65	3,8	11	6	5	30	Півн	3,25
11	20	3,5	4	2	2	30	ПівнСх	1,0
12	25	3,0	4	3	1	30	ПівнЗ	1,25
13	30	4,5	6	3	3	30	З	1,5
14	35	4,0	6	2	4	30	ПівдЗ	1,75
15	40	3,8	8	5	3	30	Півд	2,0
16	45	3,2	8	2	6	30	ПівдСх	2,25
17	50	4,0	10	5	5	30	Сх	2,5
18	55	4,2	10	3	7	30	ПівнСх	2,75
19	60	3,7	12	4	8	30	ПівнЗ	3,0
20	65	4,5	12	6	6	30	Півн	3,25

## Додаток Б

Кількість тепла, яке виділяються дорослими людьми  
(чоловіками)

Кількість тепла, ккал/год, яке виділяється чоловіками при температурі повітря в приміщенні, °С					
10	15	20	25	30	35
130	105	85	55	35	5

## Додаток В

### Основні характеристики кондиціонерів

№ п/п	Марка кондиціонера	Холодопродуктивність, кВт	Діапазон зовнішніх робочих температур, °С	Максимальний рівень шуму внутрішнього блоку, дБ	Площа приміщення, м <sup>2</sup>
1	ELECTROLUX ATRIUM EACS-24HAT/N3_21Y	6,5	-7...+43	44	70
2	MIDEA XTREME SAVE ECO (AG) AG-07N8C2F-I /AG-07N8C2F-O	2,1	-15...+50	22,5	20
3	COOPER&HUNTER CH-S09FTXHV-B-NG	2,8	-30...+54	37	26
4	SAMSUNG AR12TXHQASINUA	3,52	-22...+ 46	37	35
5	MIDEA AG-18N8C2F-I /AG-18N8C2F-O	7	-15...+50	38,5	55
6	GREE GWH09YD-S6DBA2A	2,7	-30...+54	43	30
7	PANASONIC ETHEREA KIT-Z20ZKEW	2,05	-20...+45	35	20
8	SATURN ST-24HR/BTU	7	-5°...+43	59	34
9	MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HR25VF/MUZ-HR25VF	2,5	-10...+46	43	25
10	PANASONIC ETHEREA KIT-Z42ZKEW	4,2	-20...+45	43	45
11	OSAKA ELITE DC INVERTER STV-09HH	2,8	-15...+ 50	34	30
12	ZANUSSI ZACS-18 HS/A21/N1	5,1	-7...+46	58	50
13	GORENJE TITAN 26 CJ	2,6	-22...+43	39	26
14	LIBERTON LAC-18XA	5,05	-5...+45	46	60
15	PANASONIC CS-Z42YKEA/CU-Z42YKEA	4,2	-25...+43	29	42
16	ZANUSSI ZACS-18 HS/A21/N1	5,1	- 7...+46	30	50
17	TCL TAC-09CHSD/XA82IN	2,6	-20...+53	22	25
18	OLMO OSH-10LDH3	2,6	-10...+43	37	25
19	EWT CLIMA S-120GDI-HRFN1	3,2	-15...+48	27	55
20	SATURN ST-18HR/BTU	5,3	-5...+43	56	30

Додаток Г

Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторного заняття

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра охорони праці і  
навколишнього середовища

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ

*«Нормалізація теплового режиму в адміністративних  
приміщеннях»*

Виконав (-ла): *студент (-ка) гр.* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Перевірив (-ла):

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

20\_\_ р.