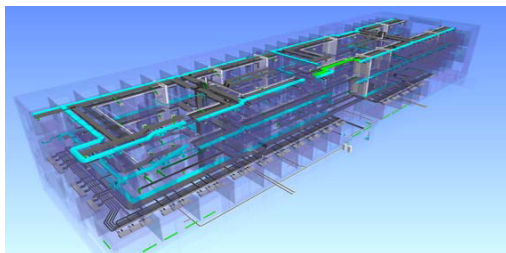


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО**  
**ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ,**  
**ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА САНІТАРНОЇ ТЕХНІКИ**

**03-02-366**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт, самостійної та  
індивідуальної роботи, глосарій з дисципліни  
«Комп'ютерне моделювання систем  
теплогазопостачання і вентиляції»  
для студентів спеціальності 192 «Будівництво  
та цивільна інженерія» спеціалізації  
«Теплогазопостачання і вентиляція»  
всіх форм навчання



**РЕКОМЕНДОВАНО**  
науково-методичною  
комісією зі спеціальності  
192 «Будівництво та  
цивільна інженерія»  
Протокол № 1  
від 26 жовтня 2017 р.

**РІВНЕ – 2017 р.**

Методичні вказівки до лабораторних робіт, самостійної та індивідуальної роботи, глосарій з дисципліни «Комп'ютерне моделювання систем теплогазопостачання і вентиляції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко. – Рівне: НУВГП, 2017. – 28 с.

Упорядник: С.Б. Проценко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: М.Д. Кізеєв, завідувач кафедри  
теплогазопостачання, вентиляції  
та санітарної техніки

© Проценко С.Б., 2017

© НУВГП, 2017

## ПЕРЕДМОВА

**Метою** викладання дисципліни «Комп'ютерне моделювання систем теплогазопостачання і вентиляції» є надання майбутнім магістрам з теплогазопостачання та вентиляції (ТГВ) основних відомостей з питань комп'ютерного моделювання та автоматизації процесів проектування внутрішніх і зовнішніх інженерних систем.

Основне **завдання** вивчення дисципліни полягає в ознайомленні студентів з основами технічного, інформаційного та програмного забезпечення для вирішення задач моделювання інженерних систем із застосуванням новітніх комп'ютерних технологій, з можливостями найбільш поширених комп'ютерних програм для підбору обладнання, розрахунку, проектування та моделювання режимів експлуатації систем ТГВ, з основними прийомами їхнього практичного використання.

Останнім часом для вирішення задач, що пов'язані з автоматизованим розрахунком, проектуванням, налагодженням та експлуатацією внутрішніх інженерних систем, широкого застосування набули новітні методи **інформаційного моделювання будівель**, або скорочено **ІМБ** (англійською – *BIM* від *Building Information Modelling*). Для вирішення аналогічних задач, пов'язаних із зовнішніми інженерними мережами, що мають певну просторову протяжність і прив'язку до місцевості, вже тривалий час успішно використовують засоби **геоінформаційних систем (ГІС)** та технологій (англійською – *Geographic Information System*, або скорочено *GIS*). Саме вивченню питань застосування цих сучасних інноваційних технологій для вирішення задач, що постають у практичній діяльності фахівців з теплогазопостачання та вентиляції, і присвячений даний курс.

У Методичних вказівках наведені завдання та рекомендації для виконання лабораторних робіт, самостійної та індивідуальної (розрахунково-графічної) роботи, короткий глосарій, перелік рекомендованої навчально-методичної літератури, а також посилання на додаткові навчальні мультимедійні матеріали і ресурси мережі Інтернет.

Доступ до електронних версій навчальних матеріалів, записів вебінарів, навчальних відеофільмів та презентацій, на які посилаються Методичні вказівки, можна отримати в комп'ютерному класі кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки (ауд. 640).

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1**

### **Комп'ютерне моделювання внутрішніх інженерних систем будівель засобами ІМБ**

#### **Лабораторна робота 1**

Знайомство з моделюванням інженерних систем будівель засобами ІМБ. Створення нового проекту інженерних систем

#### ***Мета заняття***

1. За допомогою демонстраційних проектів познайомитися з можливостями застосування технологій ІМБ для моделювання інженерних систем будівель.
2. Навчитися створювати нові проекти інженерних систем будівель у програмі MagiCAD та налаштовувати їх для вирішення конкретних практичних завдань.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Познайомитися з можливостями програми MagiCAD щодо моделювання систем вентиляції за допомогою демонстраційного проекту систем вентиляції будинку (файли \*.dwg з каталогу *c:\Documents and Settings\All Users\Application Data\MagiCAD\Demo Projects\Ventilation\*).

2. У програмі MagiCAD створити новий проект «**ВЕНТИЛЯЦІЯ**» для моделювання систем вентиляції будинку.

3. Визначити список поверхів проекту.

4. Прикріпити архітектурний план (файл *Learning-Guidexref.dwg*) до першого поверху проекту.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [1, с. 3-9].

#### ***Завдання до самостійної роботи***

1. Познайомитися з можливостями програми MagiCAD щодо моделювання систем опалення за допомогою демонстраційного проекту системи опалення будинку (файли \*.dwg з каталогу *c:\Documents and Settings\All Users\Application Data\MagiCAD\Demo Projects\HP\*).

2. Познайомитися з прийомами створення у програмі MagiCAD нового проекту інженерних систем будівель за літературою [4, с. 4-14].

## **Лабораторна робота 2**

### **Моделювання вентиляційних систем засобами ІМБ**

#### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD створювати нові та редагувати існуючі інженерні системи, вибирати у проекти потрібне обладнання з баз даних виробників, що розміщені на комп'ютері або в мережі Інтернет, визначати типи повітро- і трубопроводів та їхньої ізоляції, розміщувати на планах поверхів елементи вентиляційних систем, викреслювати мережі повітропроводів.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. У програмі MagiCAD створити системи П1 та В1 для моделювання систем вентиляції будівлі.

2. Вибрати необхідне обладнання у проект з баз даних виробників.

3. Визначити типи повітропроводів та їхньої ізоляції.

4. Розставити на плані поверху повітророзподільні пристрої та витяжні решітки.

5. Накреслити на плані поверху горизонтальні повітропроводи від повітророзподільних пристроїв та витяжних решіток до комунікаційної шахти та вертикальні повітропроводи до рівня підлоги другого поверху.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [1, с. 9-20].

#### ***Завдання до самостійної роботи***

1. За літературою [4, с. 15-17, 25-34, 60-87] познайомитися з такими основними прийомами роботи у програмі MagiCAD:

- створення нових систем вентиляції;
- вибір у проект обладнання з баз даних виробників;
- визначення типів повітро- і трубопроводів та їхньої ізоляції;
- креслення повітропроводів;
- встановлення на планах поверхів повітророзподільних пристроїв і витяжних решіток.

2. Переглянути запис вебінару М. Пьоришкіна на тему «Основи проектування систем вентиляції» [Електронний ресурс. Режим до-

ступу: [https://www.youtube.com/watch?v=YS2f1FY\\_mOs&list=PLh0B-39119PbHd6yuQlG73cpBAtuvESpva](https://www.youtube.com/watch?v=YS2f1FY_mOs&list=PLh0B-39119PbHd6yuQlG73cpBAtuvESpva)].

### **Лабораторна робота 3**

Використання віртуальних перетоків та динамічних текстів у моделях інженерних систем

#### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD створювати віртуальні переток повітря, теплоносія та води на інші поверхи (креслення) будівлі, встановлювати мережне обладнання систем на планах поверхів, визначати формати динамічних текстів та наносити їх на креслення, копіювати плани систем на наступні поверхи будівлі, з'єднувати віртуальні переток різних поверхів, креслити вентиляційні установки.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Визначити віртуальні переток для встановлення зв'язків між вертикальними повітропроводами першого і другого поверхів будівлі.

2. Встановити мережне обладнання (балансувальні та вогнезатримуючі клапани, ревізії) на повітропроводах систем вентиляції П1, В1 першого поверху будівлі.

3. Визначити формати динамічних текстів для підписування повітророзподільних пристроїв, витяжних решіток, повітропроводів, балансувальних і вогнезатримуючих клапанів, ревізій та підписати відповідні компоненти вентиляційних систем на плані поверху.

4. Створити план другого поверху будинку із системами вентиляції як копію плану першого поверху, внести необхідні зміни у креслення другого поверху та з'єднати віртуальні переток першого і другого поверхів.

5. Аналогічним чином створити план третього поверху будівлі із системами вентиляції і з'єднати віртуальні переток другого та третього поверхів.

6. Створити креслення четвертого поверху і приєднати його до проекту. Передати віртуальні переток третього поверху на четвертий поверх, накреслити від них повітропроводи до припливно-витяжної вентиляційної установки.

7. Створити припливно-витяжну вентиляційну установку та об'язати її необхідними повітропроводами.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [1, с. 20-31].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 88-98, 101-106, 125-129, 253-260, 265-271] познайомитися з такими основними прийомами роботи у програмі MagiCAD:

- встановлення компонентів повітропроводів;
- створення розподільних коробок та використання моделей вентиляційних установок;
- створення динамічних текстів;
- створення та використання віртуальних перетоків.

### **Лабораторна робота 4**

Виконання аеродинамічних та акустичних розрахунків повітропроводів засобами ІМБ. Створення специфікацій та розрізів інженерних систем

#### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD створювати нові та редагувати існуючі критерії розрахунків інженерних систем, виконувати аеродинамічні та акустичні розрахунки мереж повітропроводів (підсумовування витрат повітря на ділянках мережі, розрахунок та підбір перерізів ділянок, балансування окремих гілок мережі, визначення рівнів шумів, що генеруються системою вентиляції), виводити на екран, читати й аналізувати результати розрахунків, виводити їх на друк, створювати специфікації інженерних систем, виконувати розрізи складних вузлів.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Задати критерії аеродинамічного розрахунку мережі повітропроводів за максимально допустимими швидкостями руху повітря та за максимальними питомими втратами тиску на погонний метр повітропроводу.

2. Виконати розрахунок витрат повітря на ділянках мережі повітропроводів.

3. Виконати розрахунок та підбір перерізів ділянок мережі повітропроводів.

4. Виконати балансування мережі повітропроводів та вивести результати аеродинамічного розрахунку мережі в таблицю.

5. Виконати акустичний розрахунок мережі повітропроводів та вивести його результати в таблицю і на креслення.

6. Створити специфікацію матеріалів та обладнання для вентиляційної системи П1.

7. Створити розріз вентиляційної системи П1 вздовж одного з її відгалужень.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [1, с. 31-38].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 290-304] познайомитися з виконанням таких розрахунків у програмі MagiCAD:

- підсумовування витрат;
- підсумовування витрат і підбір перерізів;
- балансування гілок мережі;
- виведення результатів розрахунків у таблицю;
- розрахунок шумів;
- складання специфікацій.

## **Лабораторна робота 5**

Моделювання систем опалення та охолодження будівель засобами ІМБ

### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD створювати проекти систем опалення та охолодження будівель, вибирати у проекти необхідне обладнання з баз даних виробників, визначати параметри тепло- та холодоносіїв, систем опалення й охолодження в цілому та критерії їхнього розрахунку.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. У програмі MagiCAD створити новий проект системи опалення будівлі.



2. Вибрати у проект необхідне обладнання системи опалення з баз даних виробників.

3. Визначити критерії розрахунку системи опалення.

4. Визначити параметри системи опалення та параметри теплоносія.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [2, с. 3-11].

### ***Завдання до самостійної роботи***

1. За літературою [4, с. 18-19] познайомитися зі створенням систем опалення, холодопостачання та спеціальних систем у програмі MagiCAD.

2. Переглянути навчальний відеокурс А. Корольової на тему «Опалення. MagiCAD. Базовий курс» [Електронний ресурс. Режим доступу: <https://magicadcoursebuy.ru>].

### **Лабораторна робота 6**

Моделювання двотрубних систем тепло- та холодопостачання будівель засобами ІМБ

#### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD підбирати та розміщувати на планах поверхів опалювальні прилади і фанкойли, викреслювати двотрубні системи тепло- та холодопостачання, створювати вертикальні стояки, визначити віртуальні припливи, приєднувати радіатори (фанкойли) до розвідних трубопроводів систем опалення (охолодження), встановлювати на мережі регулювальні вентиля, використовувати на кресленнях систем динамічні тексти.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. У програмі MagiCAD підібрати та встановити на плані поверху необхідні опалювальні прилади.

2. Накреслити стояки системи опалення і визначити віртуальні перетоки теплоносія на суміжні поверхи.

3. Накреслити розвідні трубопроводи системи опалення від стояків до опалювальних приладів і приєднати трубопроводи до радіаторів.

4. На трубопроводах системи опалення встановити регулюючі вентилі.

5. Визначити формати динамічних текстів для підписування елементів системи опалення і нанести динамічні тексти на креслення.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [2, с. 11-26].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 129-130, 156-169, 183-187, 193-199] познайомитися з такими основними прийомами роботи у програмі MagiCAD:

- креслення трубопроводів систем тепло- та холодопостачання;
- встановлення та підключення радіаторів;
- встановлення компонентів трубопроводів, розподільних колекторів, теплових пунктів.

### **Лабораторна робота 7**

Виконання гідравлічних розрахунків систем опалення та охолодження будівель засобами ІМБ

#### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD виконувати гідравлічні розрахунки систем опалення будівель (підсумовувати витрати теплоносія на ділянках мережі трубопроводів, розраховувати та підбирати діаметри ділянок мережі, ув'язувати гідравлічний опір окремих циркуляційних кілець систем опалення), виводити на екран результати гідравлічних розрахунків, читати й аналізувати їх і виводити на друк, створювати специфікації матеріалів, виробів та обладнання інженерних систем.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Створити план другого поверху будинку із системою опалення як копію плану першого поверху, внести необхідні зміни у креслення другого поверху та з'єднати віртуальні перетоки першого і другого поверхів.

2. Аналогічним чином створити план третього поверху будівлі із системою опалення і з'єднати віртуальні перетоки другого та третього поверхів.

3. Виконати розрахунок витрат теплоносія на ділянках системи опалення будинку.

4. Виконати розрахунок та підбір перерізів трубопроводів системи опалення будинку.

5. Виконати балансування циркуляційних кілець системи опалення будинку.

6. Вивести результати гідравлічного розрахунку системи опалення будинку в таблицю.

7. Скласти специфікацію матеріалів, виробів та обладнання системи опалення будинку.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [2, с. 26-35].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 232-242, 248-252, 261-264; 272-273] познайомитися з такими основними прийомами редагування моделей інженерних систем у програмі MagiCAD:

- копіювання та видалення ділянок мережі й об'єктів;
- переміщення об'єктів;
- зміна типу переходу з прямого на косокутний та навпаки;
- вирізання ділянок мережі;
- тривимірне обертання об'єктів;
- влаштування обходу в місці перетинання повітро- чи трубопроводів;
- встановлення на кресленні стрілок напрямку потоку;
- присвоєння властивостей MagiCAD об'єктам AutoCAD;
- встановлення часткової ізоляції на ділянках повітро- та трубопроводів.

## **Лабораторна робота 8**

Моделювання систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції засобами ІМБ

### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD створювати проекти систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції, визначати параметри цих систем, встановлювати на планах поверхів підводки до санітарно-технічних приладів, викреслювати 3-трубні мережі водопостачання, визначати віртуальні перетоки води на суміжні поверхи будівлі.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. У програмі MagiCAD створити новий проект систем холодного (ХВП) і гарячого (ГВП) водопостачання будинку.

2. Визначити параметри систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції.

3. Вибрати у проект ХВП та ГВП необхідне обладнання з баз даних виробників.

4. На плані першого поверху будівлі встановити підводки до санітарно-технічних приладів.

5. Накреслити розвідні трубопроводи і стояки систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції.

6. Визначити віртуальні перетоки води на суміжні поверхи будівлі.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [3, с. 4-17].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 20-21, 138-148, 170-179, 180-182] познайомитися з такими основними прийомами роботи у програмі MagiCAD:

- створення систем водопостачання;
- креслення трубопроводів систем водопостачання;
- використання опалювальних приладів (сушарок для рушників) у системах гарячого водопостачання;
- встановлення на планах будівель санітарно-технічних приладів.

## **Лабораторна робота 9**

Виконання гідравлічного розрахунку систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції засобами ІМБ

### ***Мета заняття***

Навчитися у програмі MagiCAD виконувати гідравлічні розрахунки систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Визначити формати динамічних текстів для підписування елементів систем ХВП і ГВП та підписати ці елементи.
  2. Встановити запірну арматуру на трубопроводах систем ХВП і ГВП.
  3. Створити плани другого і третього поверхів будинку із системами ХВП та ГВП як копії плану першого поверху, внести в них необхідні зміни та з'єднати віртуальні перетоки води першого, другого і третього поверхів.
  4. Виконати розрахунок витрат води на ділянках мережі трубопроводів систем ХВП та ГВП.
  5. Виконати розрахунок та підбір перерізів ділянок мережі трубопроводів систем ХВП та ГВП.
  6. Виконати балансування відгалужень мережі трубопроводів систем ХВП та ГВП.
  7. Вивести результати гідравлічного розрахунку систем ХВП та ГВП у таблицю.
- Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [3, с. 17-27].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 277-285] познайомитися з такими основними прийомами управління виглядом креслень у програмі MagiCAD:

- приховування невидимих об'єктів;
- відображення на кресленні тільки вибраних об'єктів;
- виведення властивостей об'єктів на креслення.

## **Лабораторна робота 10**

Моделювання систем внутрішнього водовідведення та пожежогасіння будівель засобами ІМБ. Редагування моделей інженерних систем

### ***Мета заняття***

Познайомитися з можливостями проектування систем внутрішнього водовідведення та пожежогасіння будівель у програмі MagiCAD, а також із такими сервісними функціями цієї програми, як:

- редагування властивостей компонентів інженерних систем;
- пошук і заміна обладнання у проєкті;
- зміна властивостей креслення;
- перевірка проєкту на перетинання об'єктів систем у просторі.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. У програмі MagiCAD створити модель системи внутрішнього водовідведення будинку.

2. У програмі MagiCAD створити модель спринклерної системи внутрішнього пожежогасіння будинку.

3. Познайомитися з основними функціями редагування моделей інженерних систем: зміною властивостей елементів систем, пошуком і заміною обладнання, зміною властивостей креслення, перевіркою об'єктів на перетинання у просторі.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [3, с. 27-39].

### ***Завдання до самостійної роботи***

За літературою [4, с. 22-24, 228-237, 243-247, 275-276, 286-289] познайомитися з такими основними прийомами роботи у програмі MagiCAD:

- створення спринклерних та каналізаційних систем;
- зміна властивостей об'єктів;
- пошук і заміна обладнання;
- налаштування вигляду креслення;
- контроль перетинання об'єктів у просторі.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2**

### **Комп'ютерне моделювання зовнішніх інженерних систем засобами ГІС**

#### **Лабораторна робота 11**

Знайомство з можливостями моделювання зовнішніх інженерних систем засобами ГІС на прикладі теплових мереж, паро- та газопроводів

#### ***Мета заняття***

На прикладі реального проекту квартальної теплової мережі по-знайомитися з можливостями ГІС для моделювання та розрахунку зовнішніх інженерних систем.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Відкрити файл з прикладом квартальної теплової мережі.
2. Познайомитися з роботою інструмента *Інформація* для перегляду та редагування семантичної інформації, пов'язаної з об'єктами теплової мережі на карті.
3. Виконати теплогідравлічний розрахунок квартальної теплової мережі. Познайомитися з його можливостями та результатами.
4. Виконати налагоджувальний розрахунок квартальної теплової мережі. Познайомитися з його можливостями та результатами.
5. Побудувати п'єзометричний графік за заданим на карті теплової мережі маршрутом.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [5, с. 3-10].

#### ***Завдання до самостійної роботи***

1. Познайомитися з прикладом проекту магістральної теплової мережі.
2. Познайомитися з прикладом проекту теплової мережі з насосами.
3. Познайомитися з прикладом проекту чотиритрубною тепловою мережі.
4. Познайомитися з прикладом проекту системи паропостачання.
5. Познайомитися з прикладом проекту газової мережі високого та середнього тиску.

6. Познайдомитися з прикладом проекту газової мережі низького тиску.

## **Лабораторна робота 12**

Створення спеціальних шарів електронної карти для моделювання інженерних мереж. Знайдомство з прийомими нанесення інженерних мереж на карту

### ***Мета заняття***

1. Навчитися засобами ГІС створювати нові шари електронної карти для моделювання та розрахунку зовнішніх інженерних мереж.
2. Познайдомитися з прийомими нанесення інженерних мереж на електронну карту.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Засобами ГІС створити новий шар для моделювання теплової мережі та визначити його властивості.
  2. Завантажити новостворений шар теплової мережі в електронну карту.
  3. Познайдомитися зі структурою шару для моделювання теплової мережі.
  4. Зробити шар теплової мережі доступним для редагування.
  5. Побудувати заданий фрагмент теплової мережі методом початкової розстановки вузлових об'єктів і наступного їхнього з'єднання ділянками мережі.
  6. Побудувати заданий фрагмент теплової мережі методом введення ділянок.
  7. Оцінити переваги та недоліки двох методів побудови мережі на карті.
- Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [5, с. 10-21].

### ***Завдання до самостійної роботи***

Переглянути запис технічного вебінару АВОК на тему «Застосування геоінформаційних технологій для проектування зовнішніх мереж теплопостачання, водопостачання та водовідведення» [Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=->



*twRSxNHNUE&list=PLh0B39119PbHANuJXmc1ATiFpfTmmdpQI&index=1*].

### **Лабораторна робота 13**

Знайомство з прийомами редагування моделей зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС

#### ***Мета заняття***

Познайомитися з прийомами редагування моделей зовнішніх інженерних мереж у режимах:

- редагування об'єктів;
- редагування вузлів.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Познайомитися з такими прийомами редагування моделі теплової мережі в режимі редагування об'єктів:

- видалення об'єктів;
- переміщення об'єктів;
- дублювання об'єктів;
- поворот символу вузлового об'єкта;
- зміна типу або режиму об'єкта;
- виділення групи об'єктів різними способами;
- редагування групи об'єктів.

2. Познайомитися з такими прийомами редагування моделі теплової мережі в режимі редагування вузлів:

- переміщення вузлів;
- переміщення відрізків;
- переприв'язка ділянки;
- видалення точки перелому;
- додавання точки перелому;
- поділ однієї ділянки на дві ділянки вузловим об'єктом;
- об'єднання послідовно з'єднаних ділянок в одну ділянку.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [5, с. 21-34].

## **Лабораторна робота 14**

Створення моделей зовнішніх інженерних систем засобами ГІС (на прикладі теплової мережі)

### ***Мета заняття***

Навчитися засобами ГІС створювати моделі інженерних мереж та перевіряти правильність їхнього введення.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Засобами ГІС на електронній карті накреслити задану схему теплової мережі.

2. Перевірити правильність нанесення схеми теплової мережі шляхом пошуку зв'язаних об'єктів.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [5, с. 34-36].

## **Лабораторна робота 15**

Введення семантичної інформації для виконання розрахунків зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС

### ***Мета заняття***

1. Навчитися створювати порожні записи в базах даних для об'єктів інженерних мереж.

2. Познайомитися з основними прийомами введення семантичної інформації по окремих об'єктах теплової мережі та по групах однотипних об'єктів, що вибрані на карті або за допомогою запиту.

3. Навчитися вводити семантичну інформацію по об'єктах теплової мережі для виконання її конструкторського розрахунку.

### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Перевірити наявність у базах даних порожніх записів для об'єктів накресленої теплової мережі. В разі їхньої відсутності створити у базах даних порожні записи для об'єктів накресленої теплової мережі.

2. Познайомитися з прийомами введення семантичної інформації для одного об'єкта, групи однотипних об'єктів та для всіх об'єктів теплової мережі.

3. Ввести семантичну інформацію (вихідні дані) для об'єктів накресленої теплової мережі, що необхідна для виконання її конструкторського розрахунку, згідно з варіантом завдання.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [5, с. 37-39] та [6, с. 3-12].

### **Лабораторна робота 16**

Виконання розрахунків зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС

#### ***Мета заняття***

Навчитися засобами ГІС виконувати розрахунки інженерних мереж.

#### ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Виконати конструкторський розрахунок побудованої моделі теплової мережі із заданими згідно з варіантом вихідними даними.

2. Переглянути результати конструкторського розрахунку побудованої моделі теплової мережі

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [6, с. 12-17].

### **Лабораторна робота 17**

Відображення семантичної інформації стосовно об'єктів зовнішніх інженерних мереж на картах засобами ГІС.

Перегляд і друкування результатів розрахунків, формування звітів

#### ***Мета заняття***

1. Навчитися засобами ГІС виводити результати розрахунку інженерних мереж на електронних картах у вигляді виносок із семантичною інформацією.

2. Навчитися переглядати на екрані результати розрахунку інженерних мереж, виводити їх на друк, а також експортувати звіти з результатами розрахунку в електронні таблиці Excel та у гіпертекстові документи HTML.

## ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Визначити формати етикеток для відображення на карті семантичної інформації для ділянок теплової мережі та споживачів теплової енергії.

2. Підписати етикетками елементи теплової мережі на карті.

3. Познайомитися з прийомами переміщення етикеток на карті, їхнього приховування та масштабування.

4. Познайомитися з прийомами створення звітів з використанням шаблонів, перегляду та друкування звітів.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [6, с. 17-24].

## **Лабораторна робота 18**

Формування тематичних карт зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС. Побудова п'єзометричних графіків

### ***Мета заняття***

1. Навчитися засобами ГІС створювати тематичні карти інженерних мереж за результатами їхнього розрахунку.

2. Навчитися виконувати повірочні розрахунки теплових мереж та будувати п'єзометричні графіки за заданим маршрутом.

## ***Завдання до лабораторної роботи***

1. Відкрити файл з прикладом моделі магістральної теплової мережі.

2. Виконати повірочний розрахунок магістральної теплової мережі у нормальному режимі її роботи.

3. Виконати повірочний розрахунок магістральної теплової мережі в аварійному режимі її роботи, коли одна з ділянок мережі відключена.

4. Познайомитися з прийомами створення тематичних карт інженерних мереж за результатами їхнього розрахунку.

5. Побудувати тематичні карти магістральної теплової мережі за результатами її повірочного розрахунку:

- за питомими втратами тиску;
- за швидкістю руху теплоносія;
- за напором тощо.

6. Побудувати п'єзометричний графік роботи магістральної теплової мережі за заданим маршрутом від джерела тепла до найбільш віддаленого споживача.

7. Познайомитися з будовою вікна п'єзометричного графіка, з можливостями редагування п'єзометричного графіка, його друкування та експортування у програми Word та Excel.

Методика та приклад виконання завдання наведені в літературі [6, с. 24-38].

## ІНДИВІДУАЛЬНА (РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА) РОБОТА

Під час вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання систем теплогазопостачання і вентиляції» студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР), зміст якої зводиться до побудови та теплогідравлічного розрахунку засобами ПС моделі теплової мережі населеного пункту.

Варіант завдання до РГР визначають за двома останніми цифрами номера залікової книжки студента. Завдання до РГР та порядок її виконання наведені в методичних вказівках [5, с. 34-39] та [6, с. 7-22, 32-38].

Результати виконання РГР оформляють у вигляді звіту на стандартних аркушах паперу формату А4 обсягом 5-8 сторінок. Звіт має складатися з:

- титульного аркуша встановленого зразка з обов'язковим вказуванням варіанта завдання;
- схеми розрахованої теплової мережі з нанесеними написами із семантичною інформацією;
- п'єзометричного графіка, побудованого за маршрутом від джерела тепла до найбільш віддаленого споживача;
- списку використаних літературних джерел;
- змісту.

## ГЛОСАРІЙ

**Бітова карта** – масив цифрових значень зображення, які заносяться в комірки пам'яті комп'ютера і можуть бути оброблені.

**Векторна графіка** – опис зображень у вигляді геометричних об'єктів, або контурів.

**Виконавці** – люди, які працюють з програмними продуктами і розробляють плани їхнього використання для вирішення реальних задач.

**Географічна інформація** – дані щодо просторового розташування об'єктів.

**Геоінформаційні системи (ГІС)** – сучасна комп'ютерна технологія картографування й аналізу об'єктів реального світу та подій, що в ньому відбуваються.

**Геокодуння** – автоматичне визначення місця розташування чи положення об'єкта на підставі географічної інформації.

**Графічні дані** – набір графічних шарів електронної карти.

**Графічний шар** – сукупність просторових об'єктів, що відносяться до однієї теми в межах певної території та в системі координат, спільних для набору шарів карти.

**Джерело** – об'єкт теплової мережі, що підтримує заданий тиск у зворотному трубопроводі на вході, заданий наявний напір на виході та задану температуру теплоносія.

**Дросельна шайба** – фіксований опір, що визначається діаметром шайби. Може встановлюватися як на подавальному, так і на зворотному трубопроводі теплової мережі.

**Ідентифікатор об'єкта (ID)** – унікальний номер, приписаний просторовому об'єкту шару. Присвоюється автоматично і служить для зв'язку позиційної та непозиційної частин просторових даних.

**Ім'я шару** – ім'я родини файлів шару електронної карти.

**Інформаційні технології** – методи, техніки, прийоми, засоби, системи, теорії, напрями тощо, які спрямовані на збір, переробку та використання інформації.

**Інформація** – те, що може бути подане у вигляді чисел, літер та зображень.

**Карта** – основний документ ГІС, що містить список шарів з параметрами їхнього відображення, характерними для даної карти.

**Комбіновані лінійні об'єкти** – об'єкти електронної карти, що складаються з кількох ламаних, мають спільний ключ (ID) та однакові параметри відображення.

**Комбіновані площинні об'єкти (складені контурні об'єкти)** – об'єкти електронної карти, що складаються з кількох контурів, мають спільний ключ (ID) та однакові параметри відображення.

**Комутаційні задачі** – аналіз відключень і переключень у мережі, пошук найближчої запірної арматури, що відключає ділянку від джерела або повністю ізолює ділянку.

**Конструкторський розрахунок мережі** – визначення діаметрів трубопроводів тупикової або кільцевої мережі при пропуску по них розрахункових витрат за заданого (або невідомого) наявного напору на джерелі.

**Користувальницька назва шару** – текстовий рядок довжиною до 40 символів, що ставиться у відповідність родині файлів шару електронної карти задля зручності роботи користувача.

**Лінійні об'єкти (ламані)** – ланцюжки точок, з'єднаних відрізками (ламані лінії).

**Лінійно-вузлове (векторно-топологічне) подання графічної інформації** – різновид векторного подання лінійних і полігональних просторових об'єктів, що описує не тільки їхню геометрію, але і топологічні відносини між полігонами, дугами та вузлами.

**Метод** – плани і правила виконання робіт.

**Налагоджувальний розрахунок теплової мережі** – підбір елеваторів та їхніх сопел, розрахунок змішувальних і дросельних пристроїв, визначення кількості та місць встановлення дросельних шайб.

**Оцифрування** – процес перетворення даних з паперових карт у комп'ютерні файли.

**Перевірка зв'язності мережі** – визначення, чи всі вузли та ділянки мережі пов'язані між собою.

**Перемичка** – ділянка теплової мережі, що з'єднує подавальний і зворотний трубопроводи.

**Піксел** – елементарна комірка зображення на екрані монітора (від англ. *picture element – pixel*).

**Площинні об'єкти (полігони)** – замкнені контури, що утворені ланцюжком точок (вузлів або вершин), з'єднаних відрізками (ребрами), де останній вузол з'єднаний з першим.

**Побудова графіка падіння тиску** – наочна ілюстрація результатів гідравлічного розрахунку газової мережі.

**Побудова п'єзOMETричного графіка** – наочна ілюстрація результатів гідравлічного розрахунку (налагоджувального, повірочного, конструкторського).

**Повірочний розрахунок газової мережі** – визначення фактичних витрат газу на ділянках газової мережі, тиску в усіх вузлових точках та порушення режиму роботи споживачів.

**Повірочний розрахунок паропроводів** – визначення потокорозподілу, температури, тиску, ентальпії та сухості (вологості) пари в будь-якій вузловій точці мережі паропроводів.

**Повірочний розрахунок теплової мережі** – визначення фактичних витрат теплоносія на ділянках теплової мережі та у споживачів, а також кількості теплової енергії, яку отримує споживач за заданої температури води в подавальному трубопроводі та за наявного напору на джерелі.

**Примітиви, або прості графічні об'єкти** – об'єкти електронної карти, що містять всі атрибути відображення всередині себе.

**Програмне забезпечення ГІС** – програмні функції та інструменти, що необхідні для збереження, аналізу і візуалізації просторової інформації.

**Проект** – сукупність електронних карт, що об'єднані спільним користувальницьким ім'ям і, за потреби, набором ієрархічних зв'язків між ними.

**Простий вузол** – будь-який вузол інженерної мережі, властивості якого спеціально не обумовлені, і який служить тільки для з'єднання ділянок (теплова камера, відгалуження, зміна діаметра трубопроводу, зміна типу прокладання чи типу ізоляції тощо).

**Растрова графіка** – подання зображень у вигляді мозаїки (матриці) з дуже дрібних елементів (пікселів).

**Растровий об'єкт** – об'єкт електронної карти, що задається файлом зображення і фізичними координатами на місцевості, які відповідають зображенню.

**Растрова група** – сукупність растрових об'єктів електронної карти, що розглядаються системою як один об'єкт.



**Регулятор витрати** – вузол мережі зі змінним опором, який дозволяє підтримувати задану витрату, що проходить через регулятор.

**Регулятор тиску** – вузол мережі зі змінним опором, який дозволяє підтримувати заданий тиск у трубопроводі в певному діапазоні зміни витрати.

**Регулятор наявного тиску** – регулятор тиску, що підтримує задану величину наявного тиску.

**Роздільність зображення** – кількість пікселів, що припадає на одиницю довжини зображення (зазвичай, дюйм).

**Розрахунок нормативних втрат тепла через ізоляцію** – визначення нормативних теплових втрат через ізоляцію трубопроводів теплової мережі сумарно за рік з розбивкою по місяцях.

**Розрахунок потрібної температури на джерелі** – визначення мінімально необхідної температури теплоносія на виході з джерела для забезпечення в заданого споживача температури внутрішнього повітря не нижче розрахункової.

**Семантична база даних** – набір таблиць, інформаційно пов'язаних одна з одною.

**Семантична інформація** – пов'язані з географічною інформацією описові (атрибутивні, або табличні) дані.

**Семантичні дані** – опис об'єктів графічної бази даних.

**Символ** – група графічних примітивів (ліній, полігонів, кіл), що мають власний стиль відображення.

**Символьні (вузлові) об'єкти** – об'єкти електронної карти, що описуються однією точкою.

**Споживач теплової енергії** – вузловий елемент теплової мережі, який може бути зв'язаний тільки з однією ділянкою і характеризується розрахунковими навантаженнями на системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, а також розрахунковими температурами на вході і виході та розрахунковою температурою внутрішнього повітря.

**Текстові об'єкти** – об'єкти електронної карти, що описуються текстовим рядком, координатами точки прив'язки лівого нижнього кута прямокутника, в який вписаний текст, кутом повороту та висотою шрифту (в сантиметрах на місцевості).

**Типові графічні об'єкти** – об'єкти електронної карти, що містять лише посилання на типову структуру, яка власне і визначає графічний тип, атрибути відображення та поточний стан об'єкта (подібні об'єкти, як правило, використовуються при нанесенні на карту інженерних мереж).

**Центральний тепловий пункт (ЦТП)** – вузол додаткового регулювання і розподілу теплової енергії.

**Шар карти** – сукупність просторових об'єктів електронної карти, що відносяться до однієї теми (класу об'єктів) у межах певної території та в системі координат, спільних для набору шарів карти.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні вказівки до проектування систем вентиляції і кондиціонування повітря із застосуванням комп'ютерної програми MagiCAD HPV / С.Б. Проценко – Рівне: НУВГП, 2009. – 40 с. (Шифр 056-233).
2. Методичні вказівки до проектування систем тепло- та холодопостачання будівель із застосуванням комп'ютерної програми MagiCAD HPV / С.Б. Проценко – Рівне: НУВГП, 2010. – 36 с. (Шифр 056-243).
3. Методичні вказівки до проектування систем водопостачання та водовідведення будівель із застосуванням комп'ютерної програми MagiCAD HPV / С.Б. Проценко – Рівне: НУВГП, 2010. – 40 с. (Шифр 056-244).
4. 6. MagiCAD. Вентиляция. Трубопроводы. Руководство пользователя. Версия MagiCAD 2012.4. – Progman Oy, 1998-2012. – 308 с.
5. 17. Методичні вказівки до лабораторних робіт № 1-7 з дисципліни «Геоінформаційні технології в системах ТГПіВ» для студентів спеціальності 8.092108 «Теплогазопостачання та вентиляція» денної і заочної форм навчання / С.Б. Проценко – Рівне: НУВГП, 2011. – 40 с. (Шифр 056-288).
6. 18. Методичні вказівки до лабораторних робіт № 8-15 з дисципліни «Геоінформаційні технології в системах ТГПіВ» для студентів спеціальності 8.092108 «Теплогазопостачання та вентиляція» денної і заочної форм навчання / С.Б. Проценко – Рівне: НУВГП, 2011. – 40 с. (Шифр 056-289).

## **З М І С Т**

Передмова	3
<b>Лабораторна робота 1.</b> Знайомство з моделюванням інженерних систем будівель засобами ІМБ. Створення нового проекту інженерних систем	4
<b>Лабораторна робота 2.</b> Моделювання вентиляційних систем засобами ІМБ	5
<b>Лабораторна робота 3.</b> Використання віртуальних перетоків та динамічних текстів у моделях інженерних систем	6
<b>Лабораторна робота 4.</b> Виконання аеродинамічних та акустичних розрахунків повітропроводів засобами ІМБ. Створення специфікацій та розрізів інженерних систем	7
<b>Лабораторна робота 5.</b> Моделювання систем опалення та охолодження будівель засобами ІМБ	8
<b>Лабораторна робота 6.</b> Моделювання двотрубних систем тепло- та холодопостачання будівель засобами ІМБ	9
<b>Лабораторна робота 7.</b> Виконання гідравлічних розрахунків систем опалення та охолодження будівель засобами ІМБ	10
<b>Лабораторна робота 8.</b> Моделювання систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції засобами ІМБ	12
<b>Лабораторна робота 9.</b> Виконання гідравлічного розрахунку систем холодного і гарячого водопостачання та циркуляції засобами ІМБ	13
<b>Лабораторна робота 10.</b> Моделювання систем внутрішнього водовідведення та пожежогасіння будівель засобами ІМБ. Редагування моделей інженерних систем	14
<b>Лабораторна робота 11.</b> Знайомство з можливостями моделювання зовнішніх інженерних систем засобами ГІС на прикладі теплових мереж, паро- та газопроводів	15
<b>Лабораторна робота 12.</b> Створення спеціальних шарів електронної карти для моделювання інженерних мереж. Знайомство з прийомами нанесення інженерних мереж на карту	16

<b>Лабораторна робота 13.</b> Знайомство з прийомами редагування моделей зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС	17
<b>Лабораторна робота 14.</b> Створення моделей зовнішніх інженерних систем засобами ГІС (на прикладі теплової мережі)	18
<b>Лабораторна робота 15.</b> Введення семантичної інформації для виконання розрахунків зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС	18
<b>Лабораторна робота 16.</b> Виконання розрахунків зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС	19
<b>Лабораторна робота 17.</b> Відображення семантичної інформації стосовно об'єктів зовнішніх інженерних мереж на картах засобами ГІС. Перегляд і друкування результатів розрахунків, формування звітів	19
<b>Лабораторна робота 18.</b> Формування тематичних карт зовнішніх інженерних мереж засобами ГІС. Побудова п'єзометричних графіків	20
Індивідуальна (розрахунково-графічна) робота	21
Глосарій	21
Література	26