

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

Програмний модуль вирахування показників витоку рідини з обладнання

---

---

---

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”  
Спеціальність 123 – “комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_ (підпис)

О. К. Лифар

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я. О. Критська

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Студент:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Д.О.Знаменський

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Група:

КІ - 13аД

---

Севєродонецьк 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерної інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний  
рівень бакалавр  
Напрямок підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ І.С. Скарга-Бандурова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) БАКАЛАВРА**

Знаменському Дмитру Олександровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмний модуль вирахування показників витоку  
рідини з обладнання

керівник проекту (роботи) Лифар Олена Костянтинівна, старший викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "15" травня 2017 р. № 124/48

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз роботи та технічних вимог на виконання програмного модуля; вибір засобів для побудови; створення програмного модулю.

Надання рекомендацій по охороні праці та пожежній безпеці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Електронні плакати.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. А., асистент	22.05.2017	27.05.2017

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту ( роботи )	Примітка
1	Аналіз і обґрунтування необхідності розробки програмного модулю	05.05.2017 - 12.05.2017	
2	Аналіз технічних вимог на виконання програмного модулю	12.05.2017 - 15.05.2017	
3	Складання плану до виконання дипломного проекту	15.05.2017 - 19.05.2017	
4	Написання вступу	19.05.2017 - 21.05.2017	
5	Написання першого розділу	21.05.2017 - 25.05.2017	
6	Написання другого розділу	25.05.2017 - 04.06.2017	
7	Виконання та оформлення розділу з охорони праці	04.06.2017 - 07.06.2017	
8	Виправлення зауважень	07.06.2017 - 09.06.2017	

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Знаменський Д.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
( підпис )

Лифар О.К.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту бакалавра: 66 сторінок, 17 рисунків, 7 таблиць, 20 бібліографічних джерел, 2 додатка.

Об'єкт розробки: Програмний модуль вирахування показників витоку рідини з обладнання.

Мета роботи: аналіз та вибір найбільш оптимальних засобів для створення програмного забезпечення.

В проекті виконано:

- 1) вибір засобів та технологій що будуть використовуватись для створення програмного модулю;
- 2) реалізація програмного модулю та перевірка на працездатність;
- 3) аналіз заходів з техніки безпеки.

Отримано наступні результати:

В результаті був створений програмний модуль, який вираховує масу дебіт та висоту стовпа рідини по відношенню до часу та виводить діаграми результатів.

Практичне значення, галузь застосування роботи: побудова програмного модулю вирахування показників витоку рідини з обладнання для аналізу ризиків в промисловості.

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ, РЕЗЕРВУАР, ВИТІК, ГІДРАВЛИКА  
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПРОМИСЛОВІСТЬ, ДІАГРАММИ, C#

Умови одержання дипломного проекту: СНУ ім. В. Даля, пр. Центральний 59-А, м. Сєверодонецьк, 93400.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП .....	8
<b>1 АНАЛІЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....</b>	<b>9</b>
1.1 Теорія витоку рідини через отвір .....	9
1.2 Аналіз відомих рішень.....	10
1.2.1 Програмний комплекс Toxi+Risk 5 .....	10
1.2.2 Програмний комплекс PHAST .....	12
1.2.3 Калькулятор "Гідравлічні розрахунки у трубопроводах" .....	13
1.3 Технічне завдання .....	14
1.4 Вибір програмного засобу для реалізації .....	15
1.5 Вимоги до програмного модулю .....	16
1.5.1 Вимоги до інтерфейсу .....	16
1.5.2 Вимоги до надійності .....	16
1.5.3 Вимоги до працездатності.....	17
1.5.4 Вимоги до комп'ютера .....	17
Висновки до розділу 1 .....	17
<b>2 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЮ .....</b>	<b>19</b>
2.1 Реалізація математичної моделі.....	19
2.1.1 Алгоритм виконання розрахунків. ....	19
2.1.2 Розрахунки витоку рідини з вертикального циліндру .....	24
2.1.3 Розрахунки витоку рідини з горизонтального циліндру.....	25
2.1.4 Розрахунки витоку рідини зі сфери.....	26
2.1.5 Розрахунки витоку рідини з конуса та циліндру .....	28
2.2 Реалізація структури програмного модулю.....	29
2.2.1 Вхідні дані.....	29
2.2.2 Визначення допустимих меж вхідних даних.....	31
2.2.3 Класи та компоненти .....	31

	5
2.2.4 Приклад виконання розрахунків в класі Form1 .....	32
2.2.5 Побудова діаграм .....	34
2.3 Реалізація інтерфейсу програмного модуля .....	35
2.3.1 Загальний огляд.....	35
2.3.2 Опис елементів інтерфейсу.....	35
2.4 Приклад роботи програми.....	39
2.5 Перевірка отриманих результатів .....	41
Висновки до розділу 2 .....	42
<b>3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...</b>	<b>43</b>
3.1 Загальні питання з охорони праці .....	43
3.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці .....	44
3.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці.....	45
3.2 Аналіз стану умов праці .....	46
3.2.1 Вимоги до приміщення .....	46
3.2.2 Вимоги до організації робочого місця.....	47
3.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці.....	48
3.3 Виробнича санітарія .....	49
3.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві.....	49
3.3.2 Пожежна безпека .....	51
3.3.3 Електробезпека.....	52
3.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища .....	53
3.4.1 Параметри мікроклімату .....	53
3.4.2 Освітлення .....	54
3.4.3 Вентилювання .....	57
3.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій .....	57
3.5.1 Розрахунок захисного заземлення .....	58
Висновки до розділу 3 .....	63
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>64</b>
<b>ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>65</b>

ДОДАТКИ.....	67
ДОДАТОК А.....	67
ДОДАТОК Б.....	77

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

DLL – (Dynamic Link Library) – динамічна бібліотека Windows

HXP – Небезпечні хімічні речовини

DNV – (Det Norske Veritas) – норвежська компанія, що розробляє програмне забезпечення

COM – електронно обчислювальна машина



## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку промисловості в світі не можна не помітити той факт, що однією з ключових завдань у цій області є забезпечення безпеки роботи співробітників та збереження навколишнього середовища. Прикладами можуть слугувати заводи хімічної та нафтохімічної галузі, номенклатура яких включає в себе сотні речовин, більшість з яких небезпечні. Такі речовини як аміак або хлор зберігаються в спеціальних резервуарах, розташованих на території підприємства. Механічне пошкодження або знос обладнання може привести до витіку. Радіоактивна речовина може запалитися, забруднити навколишні території, що призведе до тяжких наслідків як на території заводу так і на прилеглих територіях.

Актуальність обраної теми обумовлена факторами матеріальних ризиків і людських жертв. Незважаючи на те, що велика увага приділяється рівню безпеці та проводяться техогляди обладнання, кожен рік відбуваються аварії у результаті яких промисловість зазнає значних втрат. Саме тому виникла необхідність в програмному забезпеченні, яке зможе заздалегідь змоделювати витік речовини з обладнання.

На базі отриманих результатів моделювання можна зробити висновки з приводу того, як поліпшити якість та надійність обладнання і запобігти виникненню аварій, як зберегти життя та здоров'я співробітників підприємства у різних зонах ризику. Аналіз результатів роботи програмного модулю дасть змогу зберегти навколишнє середовище, заощадити сили і час на ручні розрахунки, що робить цю програму і фінансово вигідною, і доцільною в рамках роботи хімічно небезпечних підприємств.

## 1. АНАЛІЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

### 1.1 Теорія витоку рідини через отвір

Витік рідини з резервуара (рис 1.1.) відбувається в результаті дії тиску стовпа рідини і тиску над вільною поверхнею рідини всередині апарату.

Витік відбувається при змінному або постійному напорі через отвори або насадки в газове середовище. Задано кілька типових ємностей різної геометрії:

- Циліндр;
- Горизонтальний циліндр;
- Сфера;
- Циліндр з конусаїдальним дном.

Отвір вважається малим, якщо його максимальний розмір

$$d < 0.1 \cdot H. \quad (1.1)$$

де  $d$  - діаметр отвору(м);

$H$  - відстань від початкової висоти рівня рідини до середини отвору(м).

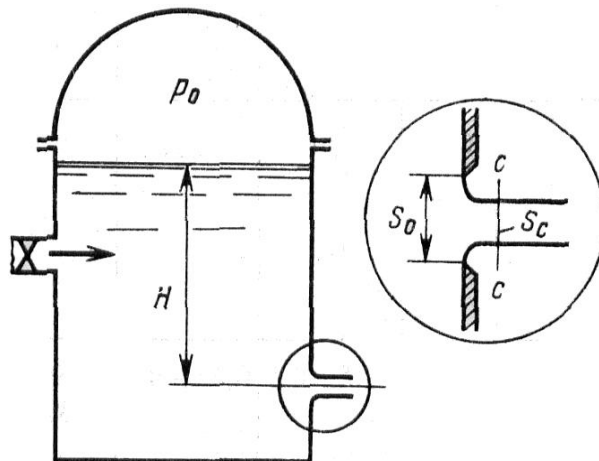


Рис 1.1. - Резервуар

Швидкість витоку через малий отвір з резервуару буде дорівати [15]:

$$v = \varphi \sqrt{2g \left( H + \frac{P_0 - P_1}{\rho g} \right)} \quad (1.2)$$

де  $P_0$  - Тиск над вільною поверхнею рідини;

$P_1$  - Тиск у зовнішньому середовищі витоку.

$g$  - 9,81 м/с<sup>2</sup> (константа).

$\rho$  - щільність рідини,  $\left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ ;

При витоку через малий незатоплений отвір струмінь при виході зазнає стиснення і площа його перетину буде дорівнювати  $S_c$  при початковій площі отвору витоку  $S_0$  .

## 1.2 Аналіз відомих рішень

### 1.2.1 Програмний комплекс Toxi+Risk 5

Розглянемо програмний комплекс TOXI + Risk 5. (рис. 1.2. ). Даний програмний продукт розроблений з метою моделювання потенційних ризиків на виробничих об'єктах, результати моделювання надаються у вигляді графічних діаграм.

Комплекс має широкий спектр можливостей, таких як:

- оцінка ризику на екологічно небезпечних об'єктах промисловості;
- оцінка безпеки персоналу промислового комплексу у різних зонах ризику;
- моделювання різних сценаріїв при пожежах та витіку хімічно активних речовин з ємностей і систем трубопроводів;

- моделювання руху хмари НХР відповідно до заданими параметрами напрямку і швидкості вітру;
- розрахунок кількості викидів шкідливих речовин в атмосферу при вибухах і пожежах;
- розрахунок кількості загиблих як на території підприємства так і за його межами.

Комплекс досліджує траєкторію розльоту осколків, радіус вибухів і радіаційного зараження. Кількість вхідних параметрів та великий радіус застосування даного програмного комплексу дозволяють сказати, що це універсальний інструмент для вирішення завдань пов'язаних з аналізом і моделюванням небезпечних сценаріїв як на виробництві, так і за його межами.

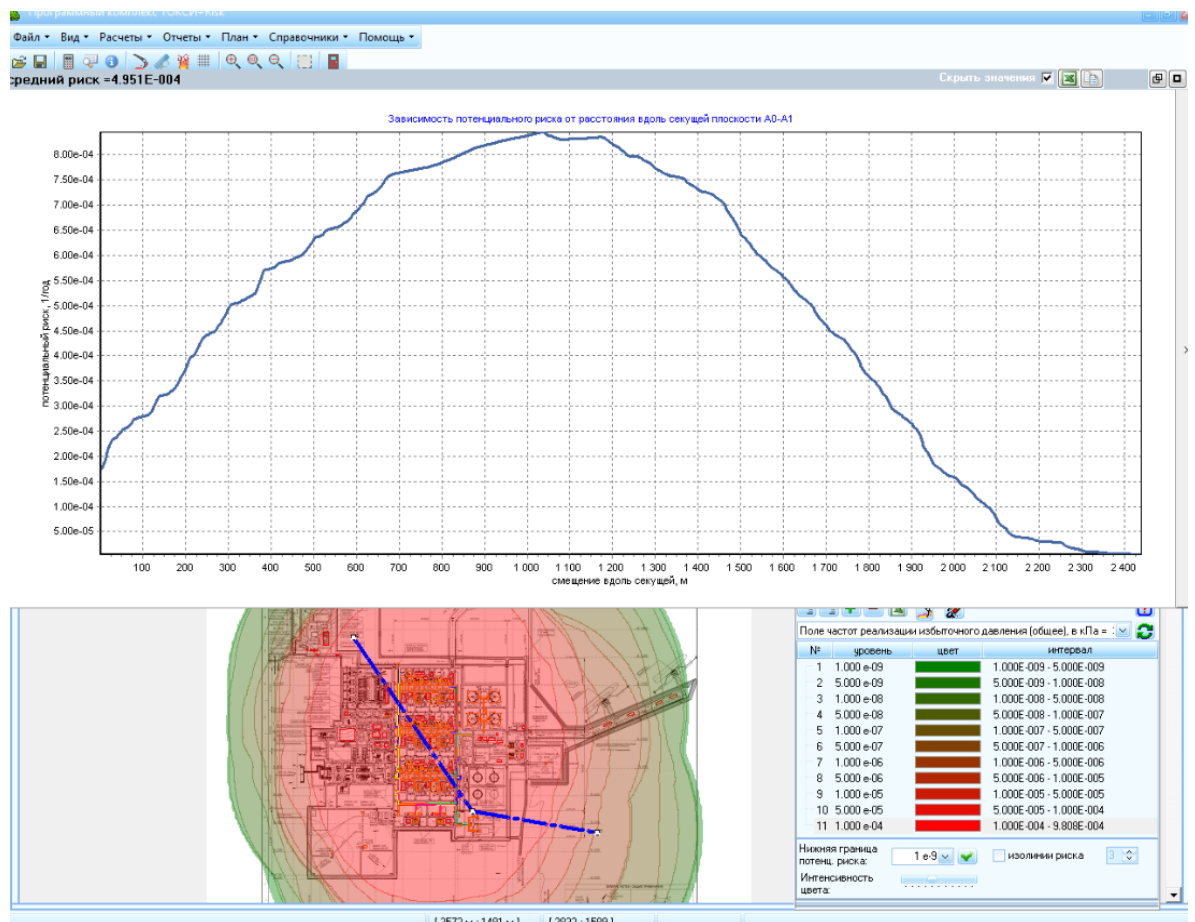


Рис 1.2. - Ілюстрація інтерфейсу TOXI+RISK5

З недоліків варто відзначити велику вартість програмного комплексу, ціна якого становить 400 000 грн, за умови що ліцензія видається на один рік. Занадто багата кількість вхідних даних роблять обчислення тривалими за часом. За правильність даних, що вводяться повинні відповідати висококваліфіковані співробітники, що означає збільшення часу навчання персоналу для роботи з програмним комплексом TOXI+ Risk 5.

Підвівши підсумки можна сказати, що це якісний але дорогий програмний продукт, що вимагає значних знань в предметній області і наявність потужної обчислювальної техніки, щоб уникнути тривалих розрахунків і зависань, що неприпустимо в умовах підвищеної небезпеки на об'єктах промисловості.

### 1.2.2 Програмний комплекс PHAST

Програмний комплекс PHAST (рис 1.3.) був виконаний європейською компанією DNV для оцінки ризиків пов'язаних з викидами небезпечних речовин на виробництві.

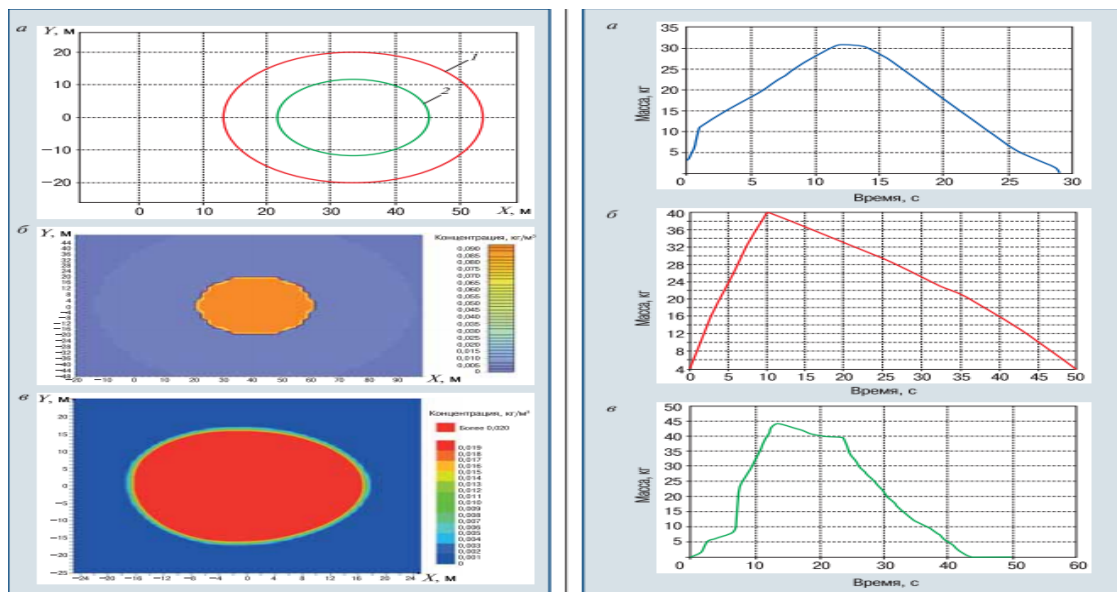


Рис 1.3. - Ілюстрація результату роботи програми PHAST

Можливості програми включають в себе розрахунок кількості викидів і відображення графіка дебіту речовин по відношенню до часу, оцінка ризику займання речовини і оцінка ризику для співробітників підприємства на заданих відстанях від місця аварії. Програма здатна працювати як з резервуарами різних типів так і з системою трубопроводів. Для початку обчислень необхідно ввести початкові параметри, після чого програма обробить їх і відобразить результати розрахунків у вигляді діаграм і текстового звіту.

До недоліків можна віднести те, що в програмному комплексі PHAST не реалізовані розрахунки для базових геометричних моделей резервурів, таких як циліндр, горизонтальний циліндр, сфера, циліндр з конічним дном, а запропоновано введення параметрів універсальної геометричної фігури. Це ускладнює роботу з програмою, вимагає високі базові знання користувача. В програмі відсутнє введення такого вхідного параметра як діаметр аварійного отвору, що ставить під сумнів достовірність розрахунків та доцільність використання даного програмного продукту.

Підвівши підсумки можна зробити висновок, що програмний комплекс PHAST представляє з себе функціональний інструмент з наочним інтерфейсом, однак є необхідність в наявності кваліфікованого користувача, який володіє знаннями про фізичні моделі, який зможе коректно ввести вхідні параметри та проаналізувати результати моделювання. Це робить програму PHAST недоречною в рамках вимог до швидкого навчання користувача та простоти використання її можливостей.

### **1.2.3 Калькулятор "Гідравлічні розрахунки у трубопроводах"**

Функціонал цього калькулятора дає можливість розраховувати дебіт рідини з систем трубопроводів при наступних вхідних параметрах:

- внутрішній діаметр труби;
- довжина ділянки;
- падіння напору;
- коефіцієнт опору.

Програма дозволяє підраховувати дебіт рідини згідно заданих параметрах діаметра труби, а не діаметра аварійного отвору, це означає, що підраховується не дебіт при витoku при аварії, а пропускна здатність трубопроводу на заданій ділянці при зазначеному коефіцієнті опору без урахування коефіцієнту місцевих опорів.

Це рішення не дає можливості працювати з резервуарами різної геометричної форми, має замало вхідних даних, що не дає можливості проводити розрахунки під детальні технічні параметри обладнання, результат розрахунків надається тільки в текстовому вигляді. Всі ці недоліки та недостатність функціоналу роблять калькулятор гідравлічних розрахунків у трубопроводах непридатним до використання на виробництві.

### **1.3 Технічне завдання**

Згідно з поставленою задачею, програмний модуль вирахування витoku рідини з обладнання повинен обчислювати та виводити результати обчислень по заданим користувачем параметрам.

Програмний модуль повинен розраховувати:

- відношення маси пролітої рідини до часу;
- відношення висоти стовпа рідини до часу;
- відношення дебіту рідини до часу.

У кінці цих розрахунків користувачеві надається результат у вигляді діаграм.

Процес створення програмного модуля відбувається в наступному порядку:

- Аналіз предметної області, огляд існуючих аналогів, аналіз доцільності програми;
- Вибір засобів та технологій що будуть використовуватись для виконання програмного модулю;
- Реалізація програмного модулю;
- Перевірка програми на працездатність та коректність отриманих результатів.

#### **1.4 Вибір програмного засобу для реалізації**

Перед початком роботи необхідно перш за все сформулювати умови, при яких вибрана мова програмування буде найбільш доречним. Даний програмний модуль буде реалізовуватися в якості незалежного додатка Windows, запуск якого проводиться через .EXE-файл. Це означає, що вибрана мова програмування зобов'язаний формувати виконуваний файл з розширенням .EXE. Предметна область програмного модулю пов'язана з математичними обчисленнями які базуються на властивостях об'єктів, що володіють своїми динамічними властивостями. На підставі цього був обраний об'єктно-орієнтована мова C #.

C# - це об'єктно-орієнтована мова, що використовує три концепції об'єктно-орієнтованого програмування: інкапсуляцію, успадкування і поліморфізм.

Дане середовище програмування непогано підходить для обчислень розрахунків, пов'язаних з математичними формулами. Структурований вихідний текст програми простіше покращувати, шляхом підстановки внутрішніх частин в залежності від коригування розрахункових моделей.

З перваг можна зазначити те, що в C# реалізована можливість включення в програму класів і об'єктів з сторонніх програм, дана мова легка в освоєнні, завдяки великій кількості літератури доступною в інтернеті, дана



мова має велику кількість бібліотек DLL, які можуть використовуватись сторонніми додатками. С# має такі функціональні інструменти як обробка виключень, безпека типів і збирач непотрібних ресурсів.

Мова С # поєднує в собі переваги таких мов як Java, Pascal, С ++. Нові версії С # несумісні зі старими, це допомогло позбавитися від більшості негативних сторін ранніх версій

## **1.5 Вимоги до програмного модулю**

### **1.5.1 Вимоги до інтерфейсу**

При виконанні інтерфейсу програмного засобу були використані вкладки, що дозволяють перемикатися між заздалегідь підготовленими частинами інтерфейсу.

Були враховані наступні вимоги:

- Гарантувати візуальну сумісність програми з призначеним для користувача інтерфейсом Windows XP.
- Опрацювати варіанти видозміни і модифікації інтерфейсу програмного засобу керуючись тенденціями розвитку області застосування даного програмного засобу.
- Надати співробітникові підприємства повну візуалізацію результатів моделювання процесу
- Зробити інтерфейс, котрий буде комфортним і простим у використанні, з метою економії часу, витраченого для роботи з програмою.

### **1.5.2 Вимоги до надійності**

Програмний модуль передбачений для роботи в умовах надзвичайних ситуацій, отже основною вимогою до нього є надійність і стабільність при

виконанні операцій, які не повинні викликати збоїв в роботі системи. Так само в вимоги входить достовірність отриманих результатів та їх збереження на випадок збоїв в роботі комп'ютера.

### **1.5.3 Вимоги до працездатності**

Працездатність програми і достовірність отриманих результатів обумовлені показниками температури і вологості в приміщенні та напруги в електричній мережі, при яких комп'ютер буде працювати без збоїв.

Температура не повинна бути нижче 8С і вище 35С, вологість повітря повинні бути в межах 15 - 65%, а блок живлення комп'ютера працює тільки в режимах 220В 50Гц і 110В 60Гц.

### **1.5.4 Вимоги до комп'ютера**

Мінімальні вимоги до системного блоку для гарантованого функціонування програмного модуля:

- Процесор Intel Celeron;
- Оперативна пам'ять 128 Мб;
- Клавіатура і комп'ютерна миша;
- VGA монітор;
- Незайняте місце на носії 2Мб.

### **Висновки до розділу 1**

Проаналізувавши існуючі програмні засоби моделювання аварійних ситуацій на виробництві було вирішено, що кількість цих програм недостатня, їх вартість та дуже важкий інтерфейс вимагають забагато часу на вивчення та освоєння. Було прийнято рішення розробити програмний

модуль по підрахунку витрат речовини з обладнання на язиці програмування С# , який буде вимагати усім вимогам роботи на об'єктах індустрії та хімічної промисловості.

Низька ціна дозволить використовувати цю програму в більшій кількості підприємств, а зручний інтерфейс не буде вимагати висококваліфікованих працівників. На базі результатів обчислень програмного модуля вирахування показників витоку рідини з обладнання можна опрацьовувати сценарії аварійних ситуацій та аналізувати їх наслідки.

## 2.РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЮ

### 2.1 Реалізація математичної моделі

#### 2.1.1 Алгоритм виконання розрахунків

Згідно з постановою задачі витік рідини можливий з резервуара або систему трубопроводів. Витік з резервуара можливий через круглий отвір або насадки.

Введення загальних даних:

- $H_p$  - початкова висота рівня рідини в ємності, (м);
- $d_0$  - діаметр аварійного отвору, (м);
- $\rho$  - щільність рідини,  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ ;
- $h_s$  - висота розташування центру отвору витоку над нижньою частиною ємності, (м).

Діаметр аварійного отвору знаходиться згідно формулі

$$d_0 = 2\sqrt{\frac{S_0}{\pi}}, \quad (2.1)$$

де  $S_0$  - площа отвору витоку, (м<sup>2</sup>);

де  $\pi$  - 3.14 (константа).

Площа отвору витоку дорівнює

$$S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}. \quad (2.2)$$

Висота розташування центру отвору витоку над нижньою частиною ємності дорівнює:

$$h_s \geq \sqrt{\frac{4 \cdot \mu \cdot S_0}{\pi}}, \quad (2.3)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт витрати, ( $m^2$ );

$S_0$  - початкова площа отвору.

При виборі витоку через круглий отвір або насадки коефіцієнт витрат визначається згідно з таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 - Коефіцієнти витрат

Насадка	$\mu$
Круглий отвір без насадки	0,62
Циліндрична	0,82
Коноїдальна збіжна ( $\alpha \approx 14^\circ$ )	0,99
Конічна розбіжна	0,5

У разі вибору опції «Витік через довгий трубопровід», коефіцієнт витрат визначається наступним чином:

$$\mu_c = \left( \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{S_0^2}{S_i^2} + \sum_{k=1}^n \zeta_{m,k} \frac{S_0^2}{S_k^2} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (2.4)$$

де  $S_0$  - площа поперечного перерізу труби на основній ділянці, в даному випадку в місці викиду.

$S_i$  - площа поперечного перерізу  $i$ -ї ділянки :

$S_k$  - площа  $k$ -го місцевого опору:

$n$  - число місцевих опорів, задається таблично;

$m$  - число ділянок постійного діаметра, задаються таблично.

Для кожного значення  $n$  і  $m$  задаються відповідно:

- $\lambda_i$  - гідравлічний коефіцієнт тертя [16,17,18];
- $l_i$  - довжина  $i$  - ї ділянки (м);
- $d_i$  - діаметр  $i$  - ї ділянки (м);
- $\zeta_{m,k}$  - коефіцієнт  $k$  -го місцевого опору [16,17,18].

Коефіцієнт  $\mu$  визначається з запропонованого вибору, але може бути редагований вручну.

Площа поперечного перерізу  $i$  -ї ділянки :

$$S_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} . \quad (2.5)$$

Площа площі  $k$  -го місцевого опору:

$$S_k = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} ; \quad (2.6)$$

де  $d_k$  - діаметр  $k$  - ї ділянки (м);

Якщо

$$d_0 \leq 0.1H_p, \quad (2.7)$$

де  $d_0$  - діаметр аварійного отвору(м);

$H_p$  - початкова висота рівня рідини(м);

то вважається, що витік відбувається через малий отвір, інакше розрахунки будуть проводитися для великого отвору.

Висота стовпа рідини:

$$H^\tau = H_p^\tau - h_s \quad (2.8)$$

де  $h_s$  - висота центру отвіру над нижньою частиною ємкості (м);

$H_p^\tau$  - поточна висота рівня рідини.

Для малого отвору об'ємні витрати, (м<sup>3</sup>/с) становлять

$$v_s^\tau = \mu S_0 \sqrt{2g \left( H^\tau + \frac{P_0 - P_1}{\rho g} \right)}, \quad (2.9)$$

де  $g$  - 9,81 м/с<sup>2</sup> (константа).

Для розрахунків стовпа рідини з великого отвору замінюєм  $H^\tau$  на

$$H^\tau + \frac{\omega_p^2}{2g}, \quad (2.10)$$

де  $\omega_p$  - швидкість підходу.

Швидкість підходу, який зображений на рис.2.1., визначається за формулою

$$\omega_p = V / S_p, \quad (2.11)$$

де  $V$  - об'єм рідини;

$S_p$  - площа перерізу рідини в ємкості.

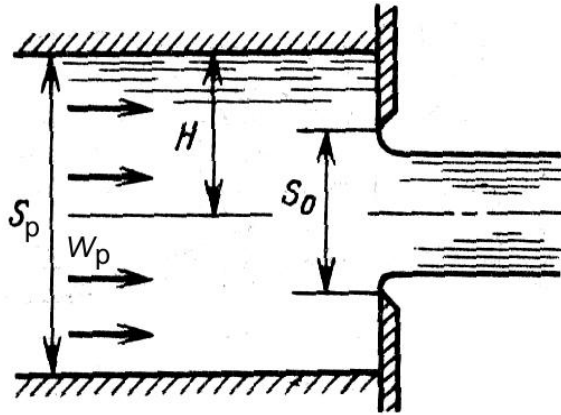


Рисунок 2.1. - Підхід до великого отвору

При цьому  $S_p$  буде:

$$S_p = \frac{\pi H_p^2}{4}. \quad (2.12)$$

Отримаємо миттєве значення витрат:

$$v_b^\tau = \sqrt{\frac{2g \left( H^\tau + \frac{P_0 - P_1}{\rho g} \right)}{\left( \frac{1}{\mu S_0} \right)^2 - \left( \frac{4}{\pi (H^\tau + h_s)^2} \right)^2}}, \quad (2.13)$$

де  $H^\tau$  - змінна висоти стовпа рідини.



### 2.1.2 Розрахунки витoku рідини з вертикального циліндру

Розглянемо розрахунки витoku рідини з вертикального циліндру, показаного на рис 2.2.

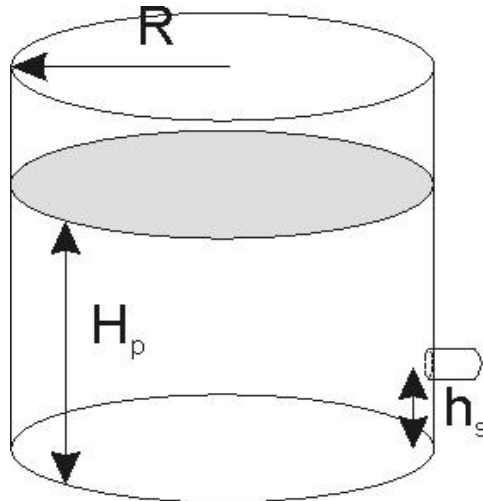


Рисунок 2.2. - Вертикальний циліндр

Вводяться наступні дані:

–  $R$  - радіус циліндру, (м).

Початкове значення об'єму рідини в циліндрі:

$$V^0 = \pi R^2 (H_p), \quad (2.14)$$

Поточне значення об'єму рідини:

$$V^\tau = V^{\tau-1} - v(H^{\tau-1}) \cdot \Delta\tau + q \cdot \Delta\tau. \quad (2.15)$$

Поточне значення стовпа рідини:

$$H^\tau = (V^\tau / \pi R^2) - h_s. \quad (2.16)$$

Таким чином, розраховується значення витрати, об'єму та рівня рідини на кожному кроці за часом. Зміна рівня проводиться від  $H_p$  до  $h_s$ .

Маса викинутої речовини  $\int_N v(H^\tau) d\tau$  розраховується на кожному кроці за часом і повертається функція  $M(\tau)$ .

### 2.1.3 Розрахунок витоку рідин з горизонтального циліндру

Розглянемо розрахунки витоку рідин з вертикального циліндру, показаного на рис 2.3.

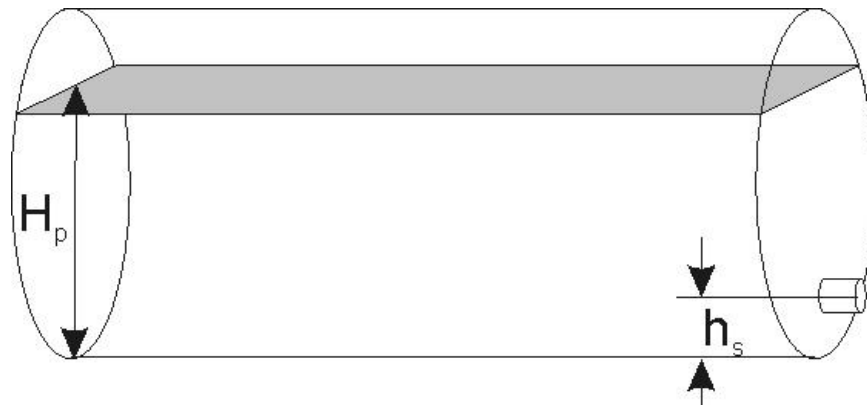


Рисунок 2.3. - Вертикальний циліндр

Вводяться наступні дані:

- $R$  - радіус циліндру, (м);
- $L$  - довжина циліндру, (м).

Початкове значення об'єму рідини в циліндрі дорівнює:

$$V^0 = \frac{l}{4} \cdot \left[ D^2 \cdot \arccos\left(\frac{D-2 \cdot H_p}{D}\right) - 2 \cdot (D-2 \cdot H_p) \cdot \sqrt{H_p \cdot (D-H_p)} \right] \cdot L, \quad (2.17)$$

де  $D = 2R$ .

Поточне значення об'єму рідини :

$$V^\tau = V^{\tau-1} - v(H^{\tau-1}) \cdot \Delta\tau + q \cdot \Delta\tau. \quad (2.18)$$

де  $\Delta\tau$  - крок за часом;

$q$  - витрата рідини,

Для визначення поточного значення стовпа рідини необхідно знайти значення  $H_p^\tau$  з рівняння  $V^\tau(H_p^\tau)$  методом половинного ділення або іншим з точністю, не нижче половини значення кроку за часом розрахункової функції (за замовчуванням похибка рішення повинна бути не вище  $0.001 \cdot H_p$ ).

Поточне значення стовпа рідини:

$$H^\tau = H_p^\tau - h_s. \quad (2.19)$$

Далі вираховується значення витрати, об'єму та рівня рідини на кожному кроці за часом. Зміна рівня проводиться від  $H_p$  до  $h_s$ .

#### **2.1.4 Розрахунок витоку рідин зі сфери**

Розглянемо розрахунки витоку рідини зі сфери, проілюстрованої на рис.2.4.

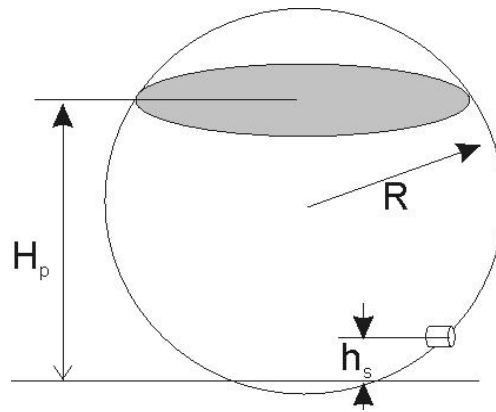


Рисунок 2.4. - Сфера

Вводяться наступні дані:

–  $R$  - радіус сфери, (м).

Початкове значення об'єму рідини у сфері:

$$V^0 = \frac{\pi \cdot (H_p)^2 (3R - H_p)}{3}. \quad (2.20)$$

Поточне значення об'єму рідини:

$$V^\tau = V^{\tau-1} - v(H^{\tau-1}) \cdot \Delta\tau + q \cdot \Delta\tau. \quad (2.21)$$

Для визначення поточного значення стовпа рідини необхідно знайти значення  $H_p^\tau$  з рівняння  $V^\tau(H_p^\tau)$ .

Поточне значення стовпа рідини:

$$H^\tau = H_p^\tau - h_s. \quad (2.22)$$

Далі вираховується значення витрати, об'єму та рівня рідини на кожному кроці за часом. Зміна рівня проводиться від  $H_p$  до  $h_s$ .

### 2.1.5 Розрахунок витоку рідин з конусу та циліндру

Циліндр з конічним дном показаний на малюнку 2.5.

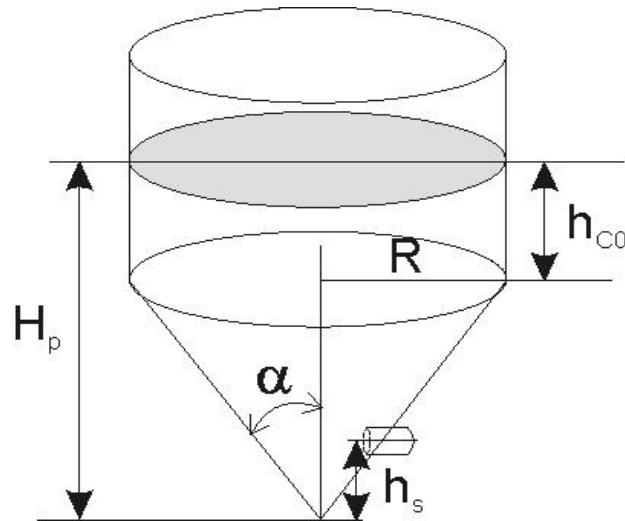


Рисунок 2.5. - Циліндр с конічним дном

Вводяться початкові дані:

- $R$  - радіус циліндра, (м);
- $h_{c0}$  - висота циліндра (м).

Початкове значення об'єму рідини у вертикальному циліндрі:

$$V^0 = \frac{\pi R^2 (H_p + 2h_{c0})}{3}; \quad (2.23)$$

де  $h_{c0}$  - висота циліндра-конуса.

Поточне значення об'єму рідини дорівнює:

$$V^\tau = V^{\tau-1} - v(H^{\tau-1}) \cdot \Delta\tau + q \cdot \Delta\tau. \quad (2.24)$$

Якщо поточне значення об'єму рідини більше за початкове

$$V^\tau > \frac{\pi R^2 (H_p - h_{c0})}{3}, \quad (2.25)$$

то поточне значення стовпа рідини буде

$$H^\tau = \frac{V^\tau}{\pi R^2} + \frac{2}{3} (H_p - h_{c0}) - h_s, \quad (2.26)$$

інакше:

$$H^\tau = \frac{3 \cdot V^\tau}{\pi \cdot R^2} - h_s. \quad (2.27)$$

У кожній фізичній моделі об'ємну витрату  $V^\tau \left( \frac{m^3}{c} \right)$  необхідно помножити на густину рідини  $\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$ , отримаємо масу пролітої рідини як функцію часу. Розрахунок ведеться до значень  $H = 0$ .

## 2.2 Реалізація структури програмного модулю

### 2.2.1 Вхідні данні

Програма моделювання витоку будує діаграми відповідно до параметрів, вказаних користувачем. Список доступних параметрів, їх найменування, позначення в програмному кодї та у математичних формулах, області визначення від мінімального до максимального та одиниці

виміру показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2- Вхідні параметри

Найменування	Одиниці виміру	Позначення змінної у формулі	Позначення змінної в програмі	Область визначення	
				min	max
Загальні середні витрати джерела рідини	кг/с	-	Q	0	10000
Діаметр аварійного отвору	м	$d_0$	da	0.001	2
Щільність рідини	кг/м <sup>3</sup>	$\rho$	Ro	100	10000
Тиск над вільною поверхнею рідини	Па	P0	P0	101000	10100000
Тиск у зовнішньому середовищі витіку	Па	P1	P1	101000	101500
Початкова висота рівня рідини	м	Hp	Hp	0.1	1000
Радіус	м	R	R	0.1	50
Висота центру отвіру витіку над нижньою частиною ємкості	м	Hs	0.0005	1000	-
Коефіцієнт витрати отвору	-	$\mu$	miyu	0.1	1
Висота циліндра	м	L	Lc	0.1	100
Висота циліндра-конуса	м	$h_{co}$	Hc	0	100
Час перекриття джерела	с	-	TStop	0	1000000
Час закінчення	с	-	TEnd	1	10000
Властивості труб	-	-	PipePropertie	-	-
Довжина труби	м	$l_i$	pp.Length	-	-
Гідр. коеф. тертя	-	$\lambda$	pp.HydroFriction	-	-
Діаметр труби	м	$d_i$	pp.Diameter	-	-
Параметри місцевих опорів	-	-	LocalKoeff	-	-
Коефіцієнт місцевого опору	-	$\zeta$	lk.Koeff	-	-
Диаметр	м	$d_k$	lk.Diameter	-	-

Вхідні параметри являють собою змінні, які згодом використовуються програмним забезпеченням для вирішення рівнянь і обчислювальних операцій. Змінна набуває значення коли користувач вводить числовий параметр у відповідне текстове поле програми, за умови що це число відповідає області визначення від мінімального до максимального числа.

### 2.2.2 Визначення допустимих меж вхідних даних

При введенні даних в текстове поле програми користувач може допустити помилки і ввести неприпустимі значення параметрів, вихід за межі значень яких призведе до збою в роботі програмного забезпечення. Для уникнення подібних ситуацій в програмному коді була реалізована перевірка даних що вводяться, яка не дозволяє користувачеві ввести дані, що виходять за межі допустимих значень, і як наслідок запобігає збої в роботі програмного модуля.

```
int num = 0;
bool res = int.TryParse(textBox1.Text, out num);
if(res) {
    if (num <= -1 && num >= 10000)
    {
        MessageBox.Show("Неправильное значение, введите от 0 до 10000 .");
        return;
    }
}
```

### 2.2.3 Класи та компоненти

Робота над програмним модулем проводилась в середовищі Visual Studio. Основа програми закладена в застосуванні класів і компонентів, які бувають вбудовані або можуть створюватися вручну. Включають в себе такі дані як поля, константи, методи та властивості. Структура класів і компонентів наведена на рис.2.6. На початку роботи користувач вносить дані



за допомогою інтегрованих компонентів radioButton, TextBox, і ComboBox. Далі інформація оброблюється класом Form1, здійснюючи алгоритм роботи програми.

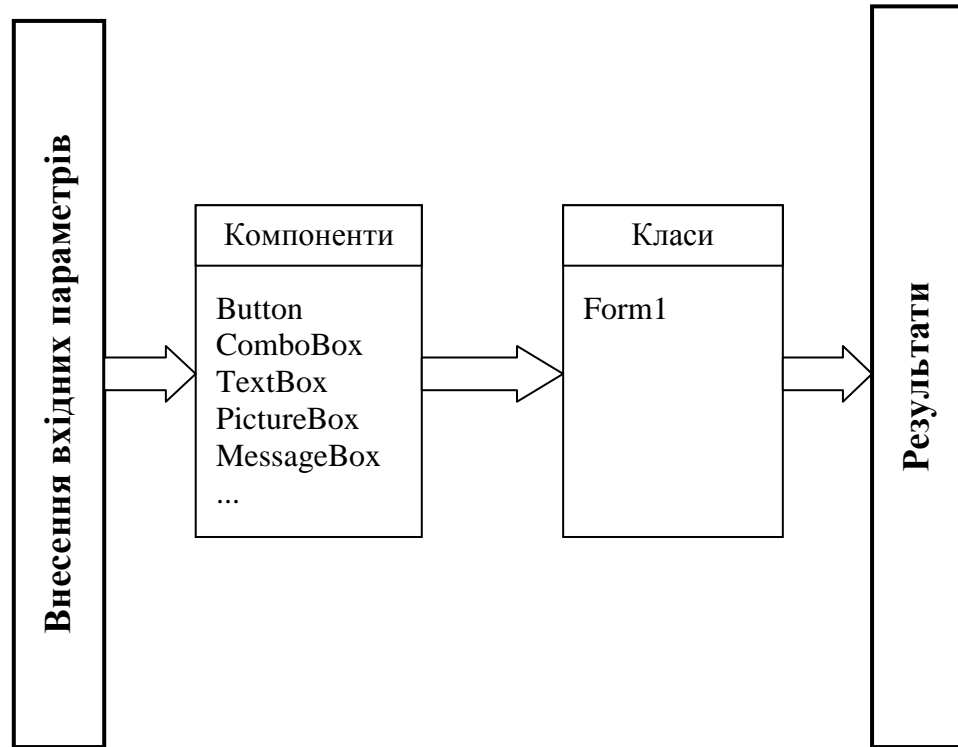


Рисунок 2.6. – Діаграма компонентів та класів

Клас Form1 використаний в програмі, виконує декілька функцій. Це функція розрахунків, функція виводу графічних результатів та візуалізація додатку. Інтегровані компоненти відповідають за внесення параметрів до програми.

#### 2.2.4 Приклад виконання розрахунків в класі Form1

У класі Form1 виробляються всі процеси програмного модуля. Розглянемо його роботу на прикладі програмного коду, відповідального за розрахунок коефіцієнту витрат, в разі якщо користувач вибирає тип витoku "через систему трубопроводів":

```

private void perform_uc_Click(object sender, EventArgs e)
{
    double result = 0;

    int n = Convert.ToInt32(input_n.Text);
    int m = Convert.ToInt32(input_m.Text);

    double S0 = Convert.ToDouble(input_S0.Text);
    S0 = Math.Pow(S0, 2.0); // попередньо зводимо в ступінь

    double part_1 = 0;
    double part_2 = 0;

    double[] in_Si = input_Si.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
    double[] in_li = input_li.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
    double[] in_di = input_di.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
    double[] in_LAi = input_LAi.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
    double[] in_SIk = input_SIk.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();

    for (int i = 0; i < m; ++i)
    {
        part_1 += in_LAi[i] * (in_li[i] / in_di[i]) * (S0 / Math.Pow(in_Si[i], 2.0));
    }

    for (int k = 0; k < n; ++k)
    {
        part_2 += in_SIk[k] * (S0 / Math.Pow(in_Sk[k], 2.0));
    }

    result = Math.Pow(part_1 + part_2, -0.5);

    output_result.Text = Convert.ToString(result);
}

```

Спочатку задається метод в якому оголошується змінна з плаваючою комою а також задаються локальні змінні. Для вирішення алгебраїчної суми на мові програмування C# використовується цикл for. Синтаксис циклу for складається з ініціалізатора, в даному прикладі в ролі ініціалізатора виступає локальна змінна, умови, при якому цикл буде повторюватись і ітератора, в

даному прикладі його роль полягає в інкриментуванні значення лічильника циклу.

### 2.2.5 Побудова діаграм

Для відтворення графіків на мові програмування C # був використаний інтегрований компонент *chart*. Цей компонент включає в себе властивості і методи, великий спектр яких надає можливість гранично точно налаштувати відображення графіків. Наприклад значення *Title* дозволяє задати заголовок графіку, *DataSource* вказує джерело даних, *RenderType* вказує метод візуалізації, *Width* задає ширину діаграми в пікселях.

У даному програмному модулі компонент *chart* будує графіки відповідно до створеним в результаті розрахунків масивам даних, наведених у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- Опис вихідних параметрів

Найменування	Одиниці виміру	Позначення змінної у формулі	Позначення змінної в програмі
Масив даних витрати витоку за часом	м <sup>3</sup> /с	$v$	<code>dv[]</code>
Масив даних висоти стовпа рідини за часом	м/с	$H(t)$	<code>Ht[]</code>
Масив даних маси пролітої рідини за часом	Кг/с	$M(t)$	<code>M[t]</code>

У разі необхідності збереження зображення діаграм на комп'ютері викликається метод *Chart.SaveImage()*.

## **2.3 Реалізація інтерфейсу програмного модулю**

### **2.3.1 Загальний огляд**

Програмний модуль підрахунку витрат рідини з обладнання виконаний у вигляді віконного додатку Windows.

Для реалізації інтерфейсу програмного модуля були використані стандартні елементи WindowsForms, а саме вкладки, що містять елементи управління і компоненти. Використовуються такі елементи управління як випадаюче меню, перемикачі, що дозволяють користувачу вибирати потрібний параметр зі списку доступних комбінацій, кнопки, текстові поля які надають користувачеві можливість вводити потрібне числове значення.

Вкладки представляють собою набір пов'язаних сторінок, кожна з яких передає певний функціонал. Всі елементи управління розташовані гранично зручно, наочно демонструючи весь набір опцій і функціональні можливості програми з метою економії часу, яке буде потрібне для вивчення основних можливостей та операцій. Для простішого очного контакту з інтерфейсом були використані унікальні іконки для деяких кнопок, що дозволило привнести зручність при роботі з програмою.

При виборі типу ємності за допомогою випадаючого списку користувачеві відображаються наочні ілюстрації обраного об'єкта, це допомагає переконатися в правильності вибору і підкреслює предметність програми.

### **2.3.2 Опис елементів інтерфейсу**

Панель управління складається з наступних вкладок:

- "Параметри";
- " Коефіцієнт витрати ";
- " Маса пролітої рідини ";

- " Висота стовпа рідини ";
- "Витрати".

Вкладка "Параметри" яка представлена на рис.2.7. відкрита за замовчуванням при запуску програми і включає в себе основні елементи управління такі як кнопки, випадаюче меню, перемикачі та текстові поля для заповнювання даних. необхідних для початку розрахунків

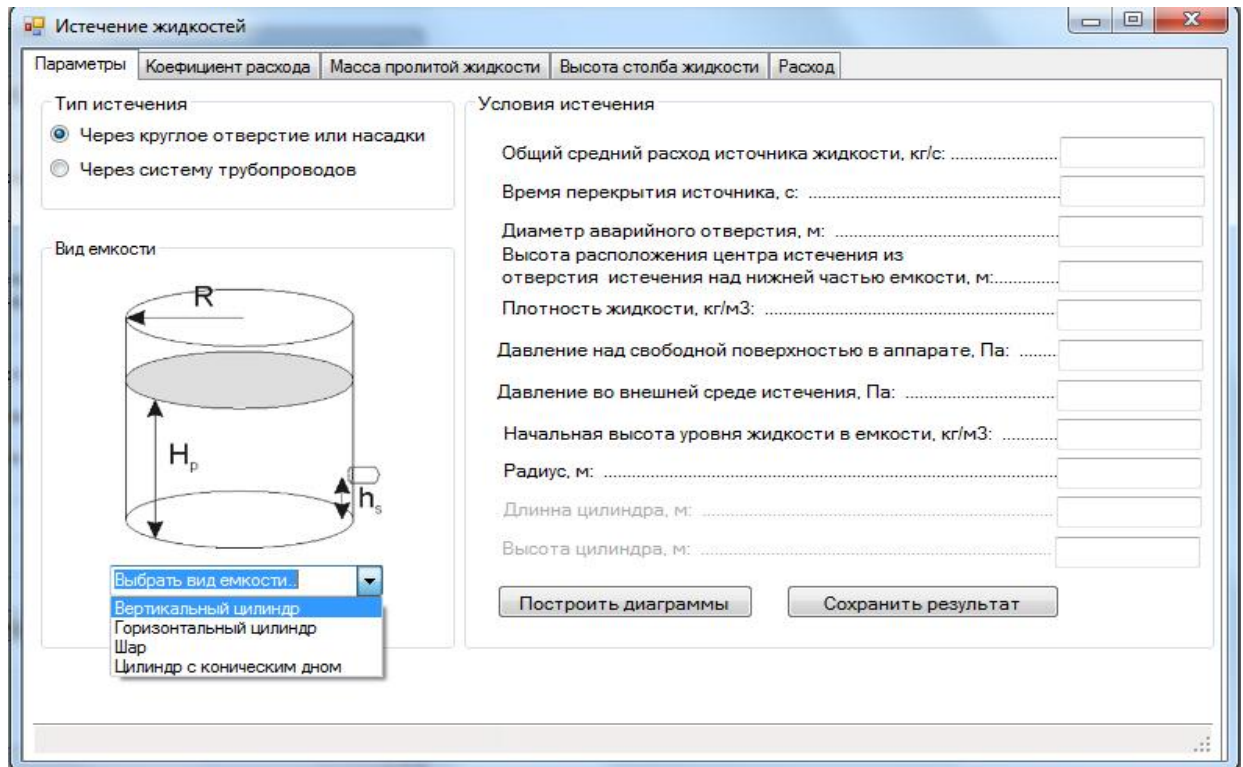


Рисунок 2.7.- Интерфейс вкладки "Параметри"

Дана вкладка включає в себе наступні атрибути:

а) Перемикачі в розділі "Тип витоку", дозволяють вибрати предметну область для моделювання процесів:

- 1) Через круглі отвори та насадки;
- 2) Через систему трубопроводів;

б) Випадаюче меню вибору резервуарів визначає форму об'єкта, з яким будуть проводи розрахунки, за умови що в розділі "Тип витоку" вибрано "Через круглий отвір або насадки :

- 1) вертикальний циліндр;
  - 2) горизонтальний циліндр;
  - 3) сфера;
  - 4) циліндр с конічним дном;
- в) Ілюстрація обраної форми ємності в меню "Вид ємності ";
- г) Текстові поля для введення значень в розділі "Умови витоку":

- 1) Загальня середня витрата джерела рідини, (кг/с);
- 2) Час перекриття джерела, (с);
- 3) Діаметр аварійного отвору, (м);
- 4) Висота розташування центру виділення з отвору, (м);
- 5) Щільність рідини, (кг/м<sup>3</sup>);
- 6) Тиск над вільною поверхнею в апараті, (Па);
- 7) Тиск у зовнішньому середовищі витоку, (Па);
- 8) Початкова висота рівня рідини в ємності, (м);
- 9) Радіус, (м);
- 10) Довжина циліндру, (м);
- 11) Висота циліндру, (м);

г) Кнопка "Побудувати графік", при натисканні на яку відбувається побудова графіків.

д) Кнопка "Зберегти результати" зберігає текстовий звіт з графічними матеріалами в файл форматі ".html".

Вкладка "Коефіцієнт витрат" яка представлена на рис.2.8. служить доповненням до вкладки "Параметри" і вибирається в тому випадку, якщо стався витік з трубопроводу. У цьому разі таблично задаються параметри трубопроводу та параметри місцевих опорів.

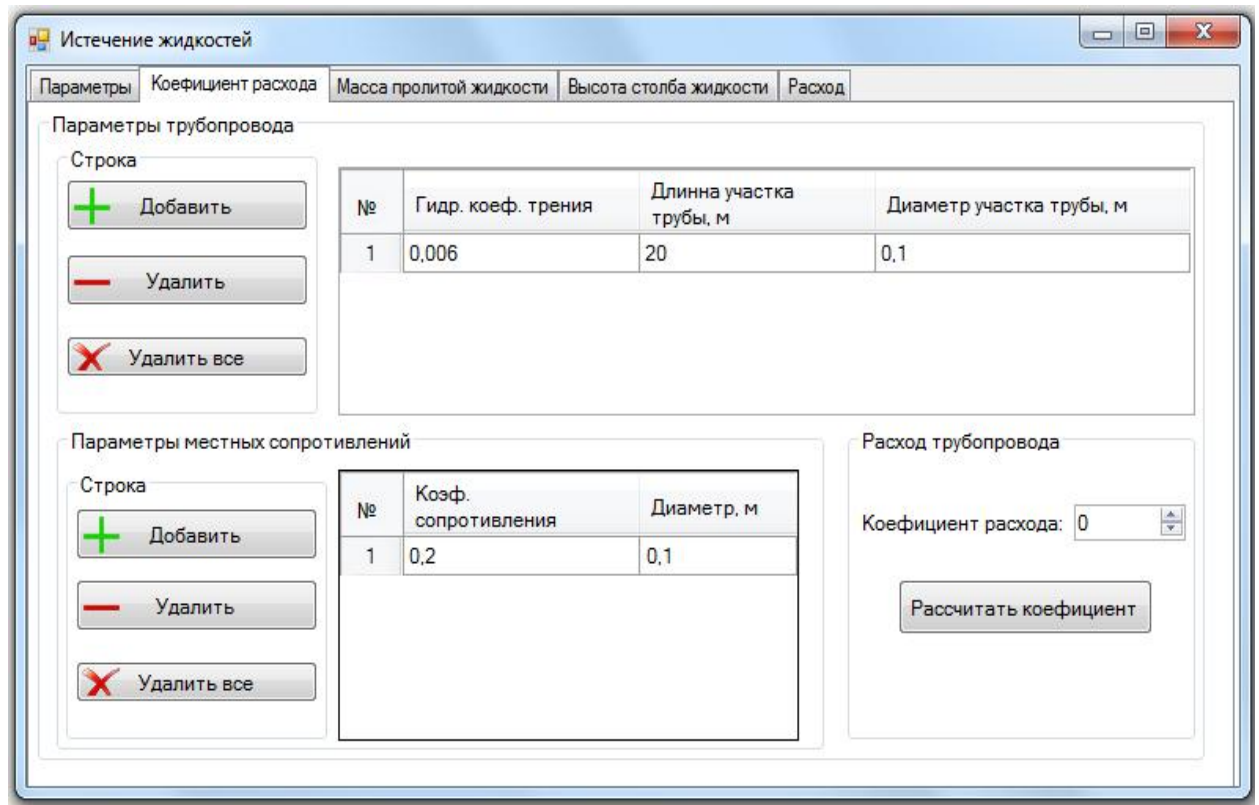


Рисунок 2.8. - Вкладка "Коефіцієнт витрат"

Дана вкладка включає в себе наступні атрибути:

- а) Кнопка "Додати" додає строку з вписаними користувачем параметрами у таблицю "Параметри трубопроводу";
- б) Кнопка "Видалити" яка видаляє існуючу строку з параметрами з таблиці "Параметри трубопроводу";
- в) Кнопка "Видалити" все яка видаляє всі стоки з таблиці "Параметри трубопроводу";
- г) Таблица "Параметри трубопроводу" в яку задаються наступні параметри:
  - 1) Гідравлічний коефіцієнт тертя;
  - 2) Довжина ділянки труби, (м);
  - 3) Діаметр ділянки труби, (м);
- г) Кнопка "Додати" додає строку з вписаними користувачем параметрами у таблицю "Параметри місцевих опорів";

д) Кнопка "Видалити" яка видаляє існуючу строку з параметрами з таблиці "Параметри місцевих опорів";

е) Текстове поле для введення значення коефіцієнта витрат;

є) Кнопка "Розрахувати", при натисканні на яку відбувається розрахунок коефіцієнта витрат згідно з параметрами, введеними в таблиці "Параметри трубопроводу" та "Параметри місцевих опорів".

## 2.4 Приклад роботи програми

З метою продемонструвати роботу програми і наочно показати результати виконання алгоритмів її розрахунків проведемо моделювання витікання рідини з резервуара через круглий отвір або насадки.

Зробимо введення початкових параметрів:

- Загальня середня витрата джерела рідини = 15 кг/с;
- Час перекриття джерела = 100 с;
- Діаметр аварійного отвору = 0,100 м;
- Висота розташування центру виділення з отвору = 0,10 м;
- Щільність рідини = 1000 кг/м<sup>3</sup>;
- Тиск над вільною поверхнею в апараті = 101325 Па;
- Тиск у зовнішньому середовищі витоку = 101325 Па;
- Початкова висота рівня рідини в ємності = 1,00 м;
- Радіус = 1,00 м;

В результаті натискання на кнопку "Побудувати діаграми" програма виконала обчислювальні алгоритми і ми отримали графіки залежностей маси пролітої рідини від часу, висоти стовпа рідини від часу та дебіту рідини від часу. Результат моделювання у вигляді діаграм представлені на рис.2.9., рис.2.10., та рис.2.11.



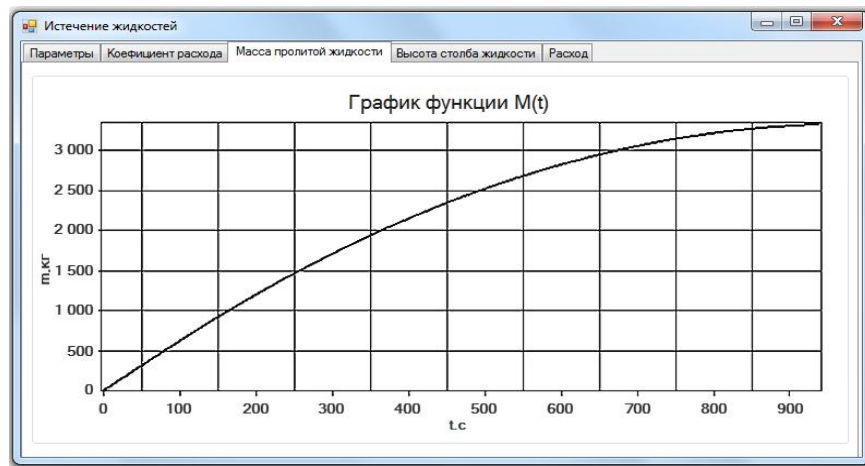


Рисунок 2.9. - Диаграмма массы пролитой рідини



Рисунок 2.10. - Диаграмма висоти стовпа рідини

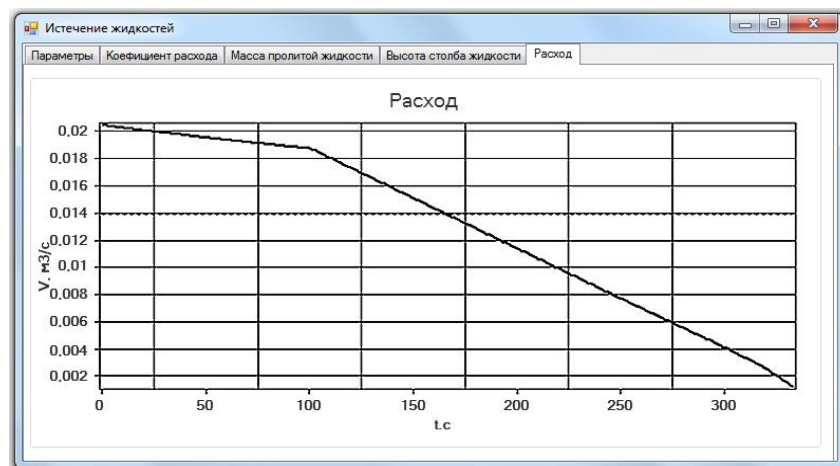


Рисунок 2.11. - Диаграмма дебіту рідин

## 2.5 ПЕРЕВІРКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Порівняємо отриманий результат роботи з результатом виконання аналогічної математичної логіки в програмі Mathcad. Результат моделювання діаграм залежностей маси пролітої рідини від часу, висоти стовпа рідини від часу та дебіту рідини від часу в середовищі Mathcad (рис.2.12. - 2.14.).

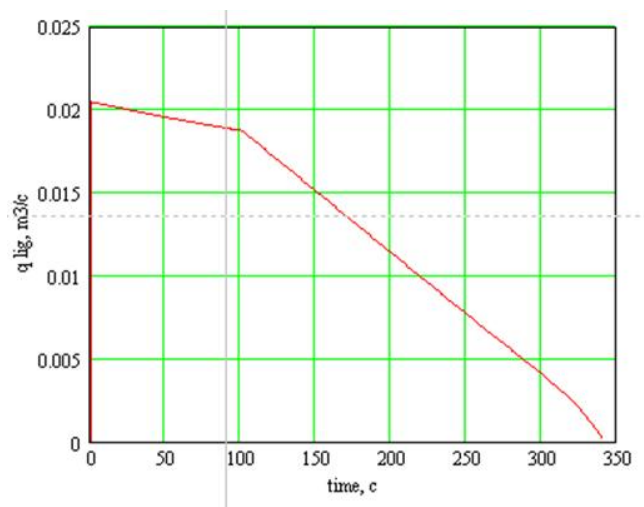


Рисунок 2.12 - Моделювання маси пролітої рідини в Mathcad

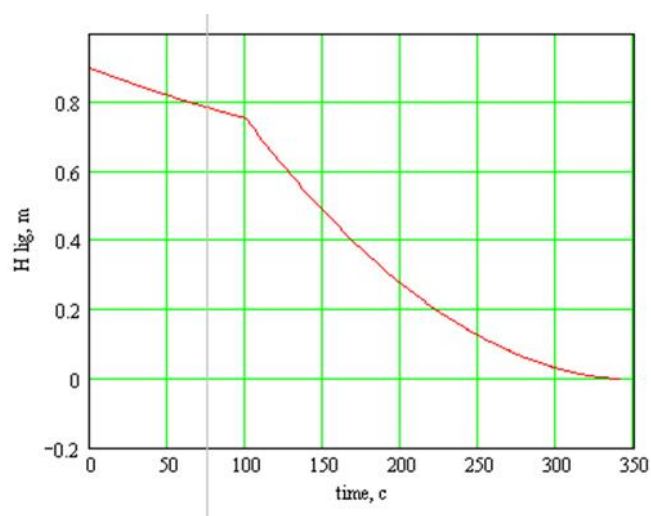


Рисунок 2.13 - Моделювання висоти стовпа рідини в Mathcad

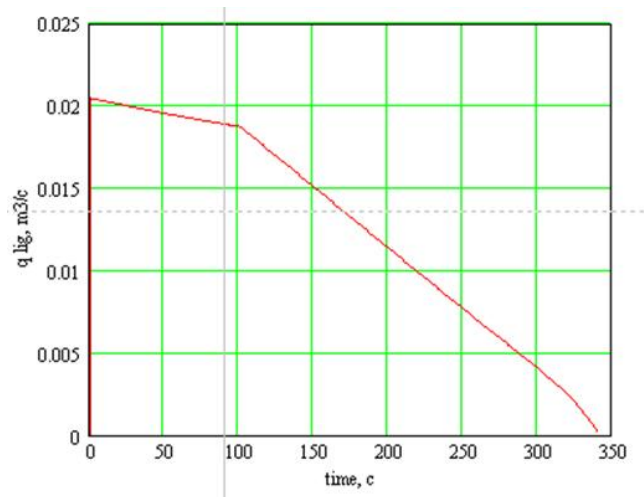


Рисунок 2.14 - Моделювання дебіту рідини в Mathcad

В результаті перевірки коректності отриманих результатів видно, що графік функції програмного модуля візуально збігається з графіком функції реалізованої в Mathcad. Це означає, що програмний модуль виконаний вірно, і значних відхилень в результатах розрахунків немає.

## Висновки до розділу 2

У результаті побудови математичної моделі та її впровадження в програмний код C# було отримано програмний модуль, який підраховує показники пролітої рідини з обладнання та будує діаграми цього процесу залежно від вхідних параметрів. Був проведений контрольний запуск програми та аналіз здобутих результатів. У підсумку програма працює коректно, помилок та збоїв у ході роботи немає.

## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даного проекту бакалавра було створення програмного модулю вирахування показників витoku рідини з обладнання. Так як процесі проектування виконувалось у домашніх умовах, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде розроблена комп'ютерна мережа.

### **3.1 Загальні питання з охорони праці**

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень

вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець).

### **3.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці**

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності

раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

### **3.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці**

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [5].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [6].

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

– не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

– на підприємстві/організації, де експлуатуються ЕОМ з відео дисплейними терміналами (ВДТ) і периферійними пристроями (ПП), розробляється інструкція з охорони праці відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 N 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за N 226/2666 [7].

– ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

Не допускається:

- виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ з ВДТ і ПП безпосередньо на робочому місці оператора;
- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі ЕОМ з ВДТ і ПП або їх технічне налагодження;
- працювати з ВДТ, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані тощо;

### 3.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням локальної програмного модулю проходить в побутовому приміщенні. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

#### 3.2.1 Вимоги до приміщення

Геометричні розміри приміщення зазначені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – розміри робочого місця

Параметр	Значення
Довжина, м	3
Ширина, м	3
Висота, м	2,5
Площа, м <sup>2</sup>	9
Об'єм, м <sup>3</sup>	22,5

Згідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень[7] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального

комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм – неменше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

### 3.2.2 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця [8] (табл. 3.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 3.2 – Характеристика робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	> 600
Ширина простору для ніг, мм	660	> 500
Глибина простору для ніг, мм	700	> 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	> 400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	> 400
Глибина сидіння, мм	400	> 400
Висота поверхні спинки, мм	600	> 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	> 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	> 400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	> 700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйємно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за



висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам. Приміщення кабінету знаходиться на сьомому поверсі дев'яти поверхової будівлі і має об'єм 37,5 м<sup>3</sup>, площу – 15 м<sup>2</sup>. У цьому кабінеті обладнано одне робоче місце, яке укомплектовано 1 ПК без наявності пристроїв I/O інформації.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

### **3.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці**

За фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру

організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок..

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи[8].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви тривалістю 15 хв через кожну годину роботи;

### **3.3 Виробнича санітарія**

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

#### **3.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при розробці виробу**

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 3.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, виконують із забезпеченням виконання , які встановлюють вимоги безпеки до обладнання

робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Таблиця 3.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Нормативні документи
Фізичні		
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ для роботи	[7]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	[7]
- підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	[7]
-підвищений рівень напруги електричної мережі	-//-	[10] [12]
-підвищений рівень статичної електрики	-//-	[10]
-підвищена напруженість електромагнітного поля	-//-	[9]
-недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	[9]
-недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	[10]
Психофізіологічні		
-нервово-психічна перевантаження	Розумова робота над проектом	[2] [8]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці	[2]

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 [8]. За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами та інше.

### **3.3.2 Пожежна безпека**

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів – із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100°C). Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окиснювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420°C,
- 2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335°C, температура самозаймання 530°C,
- 3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал,

показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [9] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, синильна кислота, аміак, ацетон та ін.

### **3.3.3 Електробезпека**

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом

прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

### **3.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища**

#### **3.4.1 Мікроклімат**

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають нормам [7] і наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

<b>Період року</b>	<b>Категорія робіт</b>	<b>С°</b>	<b>Відносна вологість %</b>	<b>V руху повітря, м/с</b>
Холно	легка-1 а	22- 24	40 – 60	0,1
Тепло	легка-1 а	23- 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до[7]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати[7]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання.

### **3.4.2 Освітлення**

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 – 1,0 м від стіни з віконними

прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ.

У проєкті, що виконується, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає ДБН В.2.5-28:22. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє ДБН і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

#### Розрахунок освітлення

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше  $1/8$ , в побутових –  $1/10$ :

$$S_b = \left( \frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \times S_n, \quad (3.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $m^2$ .

$S_n = a \cdot b = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2$ ,

$S = 1/10 \cdot 9 = 0,9 \text{ м}^2$ .

Приймаємо 1 вікно площею  $S=0,9 \text{ м}^2$ .

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого



складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 3200 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $n$  виробляється по формулі (3.2):

$$n = \frac{E \times S \times Z \times K}{F \times U \times M}, \quad (3.2)$$

де  $E$  – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

$S$  – освітлювана площа,  $m^2$ ;  $S = 9 m^2$ ;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника (1,1 для люмінесцентних ламп);

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

$M$  – число люмінесцентних ламп в світильнику – 3;

$F$  – світловий потік лампи – 3200лм (для ЛБ-40-2).

Підставивши числові значення у формулу (5.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \times 9 \times 1.1 \times 1.5}{3200 \times 0.575 \times 2} = 1,2$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з 2-х люмінесцентних ламп загальною потужністю 40 Вт, напругою – 220 В.

### **3.4.3 Вентилювання**

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

### **3.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій**

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

1) Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;

- експлуатацію сертифікованого обладнання;

- дотримання заходів електробезпеки;

- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:

- а) якщо об'єм приміщення  $20 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $30 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря;

- б) якщо об'єм приміщення у межах від  $20$  до  $40 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $20 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря;

- зниження рівня шуму та вібрації:

2) Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:

- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;
- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;
- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;

Від ураження струмом застосовують різні електричні захисні засоби:

а) Ізолюючі – ізолюють людину від струмоведучих або заземлених частин, а так-же від землі. Вони діляться на основні та додаткові.

б) Основні – володіють ізоляцією, здатної довго витримувати робоче напругу електроустановки і тому ними дозволяється стосуватися струмоведучих частин, знаходячи-трудоулящих під напругою.

в) Запобіжні – володіють ізоляцією нездатною витримати робоча напруга електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захищати людину від ураження струмом під цим напругою.

### **3.5.1 Розрахунок захисного заземлення**

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом № [4], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача  $\eta$  – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_{\text{ВВ}}$  залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах

0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ .

Послідовність розрахунку:

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів  $R_{шт.з.}$ :

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (3.3)$$

де  $R_{пр.з.}$ —опір природних заземлювачів;  $R_d$ —допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з.} = R_d$ .

Підставивши числові значення у формулу (5.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо  $\rho = 40$  Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту,  $\rho_{розр.}$ , Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів  $\rho_{розр.в.}$ , і горизонтальних  $\rho_{розр.г.}$ , Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \Psi \cdot \rho \quad (3.4)$$

де  $\Psi$  — коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів і кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів  $\rho_{розр.в.} = 1,7$  і горизонтальних  $\rho_{розр.г.} = 5,5$  Ом·м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.в}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача  $R_B$ , Ом, за (4.).

$$R_B = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l_B}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_B}{4 \cdot t - l_B} \right), \quad (3.5)$$

де  $l_B$  – довжина вертикального заземлювача (для труб – 2–3 м;  $l_B = 3$  м);

$d_{\text{ст}}$  – діаметр стержня (для труб – 0,03 – 0,05 м;  $d_{\text{ст}} = 0,05$  м);

$t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (5.6):

$$t = h_E + \frac{1_E}{2}, \quad (3.6)$$

де  $h_E$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м};$$

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

1) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів штук, без урахування коефіцієнта використання  $\eta_B$ :

$$n = \frac{2R_E}{R_D} = \frac{2 \times 18,5}{4} = 9,25 \quad (3.7)$$

І визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки  $\eta_B = 0,57$  (табличне значення).

2) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання  $\eta_B$ , шт:

$$n = \frac{2 \cdot R_E}{R_D \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} \approx 16 \quad (3.8)$$

3) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_C$ , м:

$$l_C = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (3.9)$$

де  $L_B$ —відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_B = 3$  м);

$n_B$ —необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_C = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м.}$$

Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_\Gamma$ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_C} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_C^2}{d_{\text{см}} \cdot h_\Gamma}, \quad (3.10)$$

де  $d_{\text{см}}$  — еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{\text{см}} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;

$h_\Gamma$  — глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

$l_c$  – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

4) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$  відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_B$ .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c = 0,3$ .

Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{R_E \cdot R_r}{R_E \cdot \eta_c + R_r \cdot n_E \cdot \eta_E} \leq R_d, \quad (3.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{\text{заг.}} < 4 \text{ Ом}$ , а саме:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник.

### **Висновки по розділу 3**

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки.



## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі був створений програмний модуль вирахування показників витоку рідин з обладнання, зі застосуванням мови програмування C # на базі математичної моделі фізичних властивостей рідин. Був створений інтерфейс програми, комфортний і доступний для користувача, була досягнута швидкість виконання розрахунків та стабільність роботи програми.

В результаті розрахунків програми були отримані діаграми відношення маси політої рідини до часу, відношення дебіту рідини до часу і відношення висоти стовпа рідини до часу. Створена програма повністю задовольняє вимогам технічного завдання.

В розділі "Охорона праці" були проаналізовані основні вимоги до робочого місця та техніці безпеки при роботі з приладами.

## ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про охорону праці»;
2. НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»;
3. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
4. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці»;
5. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;
6. НАПБ Б.02.005-2003 Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України;
7. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ;
8. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;
9. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Вогнестійкість. Номенклатура показників і методи їх визначення»;
- 10.ГОСТ 12.1.030-81 «Електробезпека. Захисне заземлення, занулення».
- 11.ГОСТ 12.1.006-84 «ССБТ. Електромагнітні поля радіочастот»;
- 12.ГОСТ 13109-97«Електрична енергія. Сумісність технічних засобів. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення»;
- 13.ДБН В.2.5-28:2015 «Державні Будівельні Норми України. Природне і штучне освітлення»;

14. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».
15. Теоретичні основи теплотехніки. Теплотехнічний експеримент . Довідник / За заг. Ред. чл.-кор. АН СРСР В. А. Григор'єва, В. М. Зоріна. - 2-е вид.- М . Вища школа, 1988.-560 с.;
16. Альтштуль А. Д. Гідравлічний опір. М . Стройиздат, 1973.;
17. З. Ідельчик І. Е. Гідравлічні опору. М . Госенергоіздат, 1954.;
18. Ідельчик І. Е. Довідник з гідравлічних опорам. М. Машино-будування, 1975.
19. Дейч М. Є. Технічна газодинаміка. М . Енергія, 1974.;
20. А. Хейлсберг, М. Торгерсен, С. Вилтамут, П. Голд. Язык программирования C#. Классика Computers Science. 4-е изд., 2004.

**ДОДАТКИ**  
**Додаток А**  
**Програмний код**

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace WindowsFormsApplication1
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void perform_uc_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            double result = 0;

            int n = Convert.ToInt32(input_n.Text);
            int m = Convert.ToInt32(input_m.Text);

            double S0 = Convert.ToDouble(input_S0.Text);
            S0 = Math.Pow(S0, 2.0); // попередньо зводимо в ступінь

            double part_1 = 0;
            double part_2 = 0;

            double[] in_Si = input_Si.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
            double[] in_li = input_li.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
            double[] in_di = input_di.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
            double[] in_LAi = input_LAi.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();

            double[] in_Sk = input_Sk.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();
            double[] in_SIk = input_SIk.Text.Split(new[] { ';' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Select(z => double.Parse(z.Trim())).ToArray();

            for (int i = 0; i < m; ++i)
            {
                part_1 += in_LAi[i] * (in_li[i] / in_di[i]) * (S0 / Math.Pow(in_Si[i], 2.0));
            }
        }
    }
}

```

```

        for (int k = 0; k < n; ++k)
        {
            part_2 += in_SIk[k] * (S0 / Math.Pow(in_Sk[k], 2.0));
        }

        result = Math.Pow(part_1 + part_2, -0.5);

        output_result.Text = Convert.ToString(result);
    }
}

namespace WindowsFormsApplication1
{
    partial class Form1
    {
        /// <summary>
        /// Требуется переменная конструктора.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Освободить все используемые ресурсы.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">истинно, если управляемый ресурс должен быть удален; иначе
ложно.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Код, автоматически созданный конструктором форм Windows

        /// <summary>
        /// Обязательный метод для поддержки конструктора - не изменяйте
        /// содержимое данного метода при помощи редактора кода.
        /// </summary>
        private void InitializeComponent()
        {
            this.perform_uc = new System.Windows.Forms.Button();
            this.input_n = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.input_m = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.label1 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.label2 = new System.Windows.Forms.Label();

```

```
this.label3 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label4 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label5 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label6 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label7 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label8 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label9 = new System.Windows.Forms.Label();
this.input_S0 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_Si = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_di = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_li = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_LAi = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_SIk = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.input_Sk = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label14 = new System.Windows.Forms.Label();
this.output_result = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label10 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label11 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label12 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label13 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label15 = new System.Windows.Forms.Label();
this.SuspendLayout();
//
// perform_uc
//
this.perform_uc.Location = new System.Drawing.Point(41, 576);
this.perform_uc.Name = "perform_uc";
this.perform_uc.Size = new System.Drawing.Size(277, 66);
this.perform_uc.TabIndex = 0;
this.perform_uc.Text = "Розрахувати коефіцієнт витрат";
this.perform_uc.UseVisualStyleBackColor = true;
this.perform_uc.Click += new System.EventHandler(this.perform_uc_Click);
//
// input_n
//
this.input_n.Location = new System.Drawing.Point(854, 33);
this.input_n.Name = "input_n";
this.input_n.Size = new System.Drawing.Size(46, 20);
this.input_n.TabIndex = 1;
this.input_n.Text = "1";
//
// input_m
//
this.input_m.Location = new System.Drawing.Point(229, 33);
this.input_m.Name = "input_m";
this.input_m.Size = new System.Drawing.Size(46, 20);
this.input_m.TabIndex = 2;
this.input_m.Text = "1";
//
// label11
//
```

```
this.label1.AutoSize = true;
this.label1.Location = new System.Drawing.Point(726, 36);
this.label1.Name = "label1";
this.label1.Size = new System.Drawing.Size(122, 13);
this.label1.TabIndex = 3;
this.label1.Text = "Число місцевих опорів";
//
// label2
//
this.label2.AutoSize = true;
this.label2.Location = new System.Drawing.Point(38, 36);
this.label2.Name = "label2";
this.label2.Size = new System.Drawing.Size(185, 13);
this.label2.TabIndex = 4;
this.label2.Text = "Число ділянок постійного діаметра";
//
// label3
//
this.label3.AutoSize = true;
this.label3.Location = new System.Drawing.Point(38, 99);
this.label3.Name = "label3";
this.label3.Size = new System.Drawing.Size(199, 13);
this.label3.TabIndex = 5;
this.label3.Text = "Площа поперечного перерізу ділянки ";
//
// label4
//
this.label4.AutoSize = true;
this.label4.Location = new System.Drawing.Point(701, 342);
this.label4.Name = "label4";
this.label4.Size = new System.Drawing.Size(131, 13);
this.label4.TabIndex = 6;
this.label4.Text = "Площа місцевого опору";
//
// label5
//
this.label5.AutoSize = true;
this.label5.Location = new System.Drawing.Point(302, 99);
this.label5.Name = "label5";
this.label5.Size = new System.Drawing.Size(49, 13);
this.label5.TabIndex = 7;
this.label5.Text = "Діаметр";
//
// label6
//
this.label6.AutoSize = true;
this.label6.Location = new System.Drawing.Point(302, 342);
this.label6.Name = "label6";
this.label6.Size = new System.Drawing.Size(160, 13);
this.label6.TabIndex = 8;
this.label6.Text = "Гідрравлічний коефіцієнт тертя ";
```



```
//  
// label7  
//  
this.label7.AutoSize = true;  
this.label7.Location = new System.Drawing.Point(38, 342);  
this.label7.Name = "label7";  
this.label7.Size = new System.Drawing.Size(54, 13);  
this.label7.TabIndex = 9;  
this.label7.Text = "Довжина";  
//  
// label8  
//  
this.label8.AutoSize = true;  
this.label8.Location = new System.Drawing.Point(701, 99);  
this.label8.Name = "label8";  
this.label8.Size = new System.Drawing.Size(150, 13);  
this.label8.TabIndex = 10;  
this.label8.Text = "Коефіцієнт місцевого опору ";  
//  
// label9  
//  
this.label9.AutoSize = true;  
this.label9.Location = new System.Drawing.Point(338, 36);  
this.label9.Name = "label9";  
this.label9.Size = new System.Drawing.Size(260, 13);  
this.label9.TabIndex = 11;  
this.label9.Text = "Площа поперечного перерізу труби в місці викиду";  
//  
// input_S0  
//  
this.input_S0.Location = new System.Drawing.Point(604, 32);  
this.input_S0.Name = "input_S0";  
this.input_S0.Size = new System.Drawing.Size(46, 20);  
this.input_S0.TabIndex = 12;  
this.input_S0.Text = "1";  
//  
// input_Si  
//  
this.input_Si.Location = new System.Drawing.Point(41, 115);  
this.input_Si.Multiline = true;  
this.input_Si.Name = "input_Si";  
this.input_Si.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);  
this.input_Si.TabIndex = 13;  
//  
// input_di  
//  
this.input_di.Location = new System.Drawing.Point(305, 115);  
this.input_di.Multiline = true;  
this.input_di.Name = "input_di";  
this.input_di.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);  
this.input_di.TabIndex = 14;
```

```

//
// input_li
//
this.input_li.Location = new System.Drawing.Point(41, 358);
this.input_li.Multiline = true;
this.input_li.Name = "input_li";
this.input_li.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);
this.input_li.TabIndex = 15;
//
// input_LAi
//
this.input_LAi.Location = new System.Drawing.Point(304, 358);
this.input_LAi.Multiline = true;
this.input_LAi.Name = "input_LAi";
this.input_LAi.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);
this.input_LAi.TabIndex = 16;
//
// input_SIk
//
this.input_SIk.Location = new System.Drawing.Point(704, 115);
this.input_SIk.Multiline = true;
this.input_SIk.Name = "input_SIk";
this.input_SIk.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);
this.input_SIk.TabIndex = 17;
//
// input_Sk
//
this.input_Sk.Location = new System.Drawing.Point(704, 358);
this.input_Sk.Multiline = true;
this.input_Sk.Name = "input_Sk";
this.input_Sk.Size = new System.Drawing.Size(196, 157);
this.input_Sk.TabIndex = 18;
//
// label14
//
this.label14.AutoSize = true;
this.label14.Location = new System.Drawing.Point(38, 275);
this.label14.Name = "label14";
this.label14.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label14.TabIndex = 23;
this.label14.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// output_result
//
this.output_result.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 27.75F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)204));
this.output_result.Location = new System.Drawing.Point(402, 576);
this.output_result.Multiline = true;
this.output_result.Name = "output_result";
this.output_result.ReadOnly = true;
this.output_result.Size = new System.Drawing.Size(498, 66);

```

```
this.output_result.TabIndex = 25;
this.output_result.Text = "0";
this.output_result.TextAlign = System.Windows.Forms.HorizontalAlignment.Center;
//
// label10
//
this.label10.AutoSize = true;
this.label10.Location = new System.Drawing.Point(302, 275);
this.label10.Name = "label10";
this.label10.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label10.TabIndex = 26;
this.label10.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// label11
//
this.label11.AutoSize = true;
this.label11.Location = new System.Drawing.Point(701, 275);
this.label11.Name = "label11";
this.label11.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label11.TabIndex = 27;
this.label11.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// label12
//
this.label12.AutoSize = true;
this.label12.Location = new System.Drawing.Point(701, 518);
this.label12.Name = "label12";
this.label12.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label12.TabIndex = 28;
this.label12.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// label13
//
this.label13.AutoSize = true;
this.label13.Location = new System.Drawing.Point(302, 518);
this.label13.Name = "label13";
this.label13.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label13.TabIndex = 29;
this.label13.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// label15
//
this.label15.AutoSize = true;
this.label15.Location = new System.Drawing.Point(38, 518);
this.label15.Name = "label15";
this.label15.Size = new System.Drawing.Size(203, 13);
this.label15.TabIndex = 30;
this.label15.Text = "введення даних через крапку з комою";
//
// Form1
//
```

```

this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
this.ClientSize = new System.Drawing.Size(947, 685);
this.Controls.Add(this.label15);
this.Controls.Add(this.label13);
this.Controls.Add(this.label12);
this.Controls.Add(this.label11);
this.Controls.Add(this.label10);
this.Controls.Add(this.output_result);
this.Controls.Add(this.label14);
this.Controls.Add(this.input_Sk);
this.Controls.Add(this.input_SIk);
this.Controls.Add(this.input_LAi);
this.Controls.Add(this.input_li);
this.Controls.Add(this.input_di);
this.Controls.Add(this.input_Si);
this.Controls.Add(this.input_S0);
this.Controls.Add(this.label9);
this.Controls.Add(this.label8);
this.Controls.Add(this.label7);
this.Controls.Add(this.label6);
this.Controls.Add(this.label5);
this.Controls.Add(this.label4);
this.Controls.Add(this.label3);
this.Controls.Add(this.label2);
this.Controls.Add(this.label1);
this.Controls.Add(this.input_m);
this.Controls.Add(this.input_n);
this.Controls.Add(this.perform_uc);
this.FormBorderStyle = System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedToolWindow;
this.Name = "Form1";
this.Text = "Розрахувати коефіцієнт витрат";
this.ResumeLayout(false);
this.PerformLayout();
}

```

```
#endregion
```

```

private System.Windows.Forms.Button perform_uc;
private System.Windows.Forms.TextBox input_n;
private System.Windows.Forms.TextBox input_m;
private System.Windows.Forms.Label label1;
private System.Windows.Forms.Label label2;
private System.Windows.Forms.Label label3;
private System.Windows.Forms.Label label4;
private System.Windows.Forms.Label label5;
private System.Windows.Forms.Label label6;
private System.Windows.Forms.Label label7;
private System.Windows.Forms.Label label8;
private System.Windows.Forms.Label label9;

```

```
private System.Windows.Forms.TextBox input_S0;
private System.Windows.Forms.TextBox input_Si;
private System.Windows.Forms.TextBox input_di;
private System.Windows.Forms.TextBox input_li;
private System.Windows.Forms.TextBox input_LAi;
private System.Windows.Forms.TextBox input_SIk;
private System.Windows.Forms.TextBox input_Sk;
private System.Windows.Forms.Label label14;
private System.Windows.Forms.TextBox output_result;
private System.Windows.Forms.Label label10;
private System.Windows.Forms.Label label11;
private System.Windows.Forms.Label label12;
private System.Windows.Forms.Label label13;
private System.Windows.Forms.Label label15;
    }
}
```

**Додаток Б**  
**Презентація**

Дипломний проект бакалавра на тему

# Програмний модуль вирахування показників витоку рідини з обладнання

студента гр. КІ-13аД

Знаменського Дмитра  
Олександровича

1

## Проблеми

- Аварії на виробництві в результаті витоку небезпечних речовин не рідкісне явище. Це призводить до значних збитків та травматизму працівників. Причини виникнення аварій різні: природні і людські фактори, знос устаткування. Немалу роль грає недостатньо якісне проектування виробничої дільниці.

2

## Існуючі рішення

- Toxi+Risk 5 розроблений з метою моделювання потенційних ризиків на виробничих об'єктах, результати моделювання надаються у вигляді графічних діаграм.
- PHAST розроблений європейською компанією DNV для оцінки ризиків пов'язаних з викидами небезпечних речовин на виробництві.

3

## Актуальність

Розробка якісного та інтуїтивно зрозумілого ПЗ за доступними цінами дозволить більшій кількості підприємств приділяти більшу увагу моделюванню витоку рідин з обладнання і розробці найбільш оптимальних заходів до локалізації аварійних ситуацій .

4



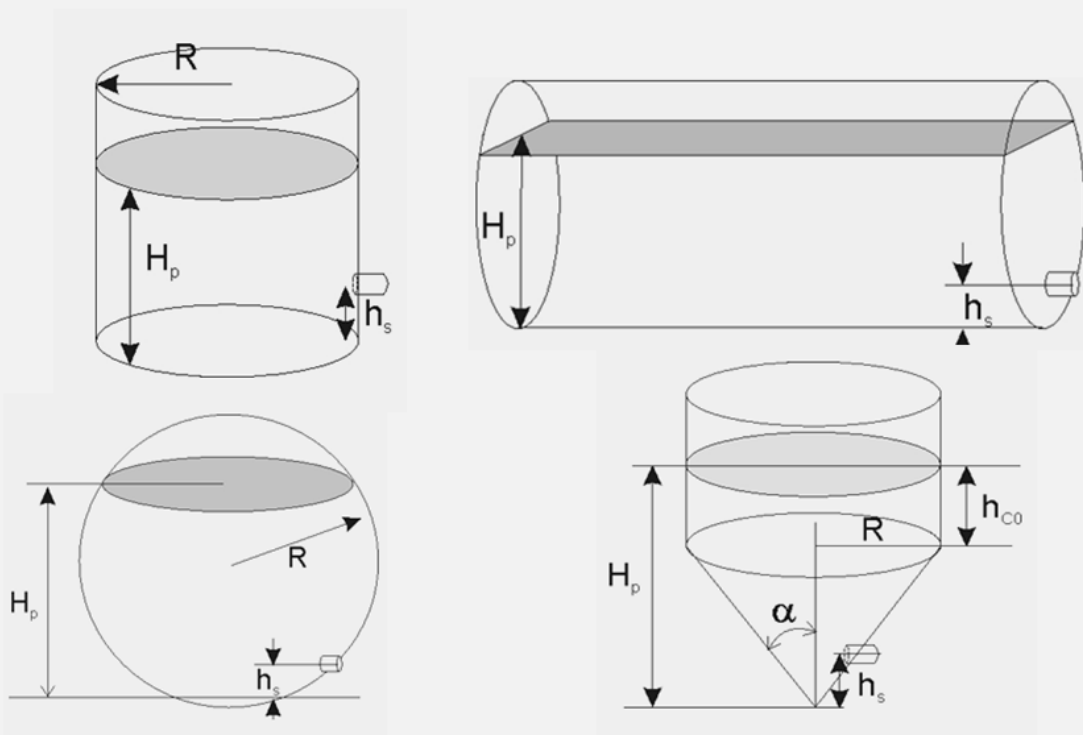
## Функції програмного модуля

Програмний модуль повинен розраховувати:

- Відношення маси пролитої рідини до часу;
- Відношення висоти стовпа рідини до часу;
- Відношення дебіту рідини до часу;
- У кінці цих розрахунків користувачеві надається результат у вигляді діаграмм.

5

## Типи резервуарів



6

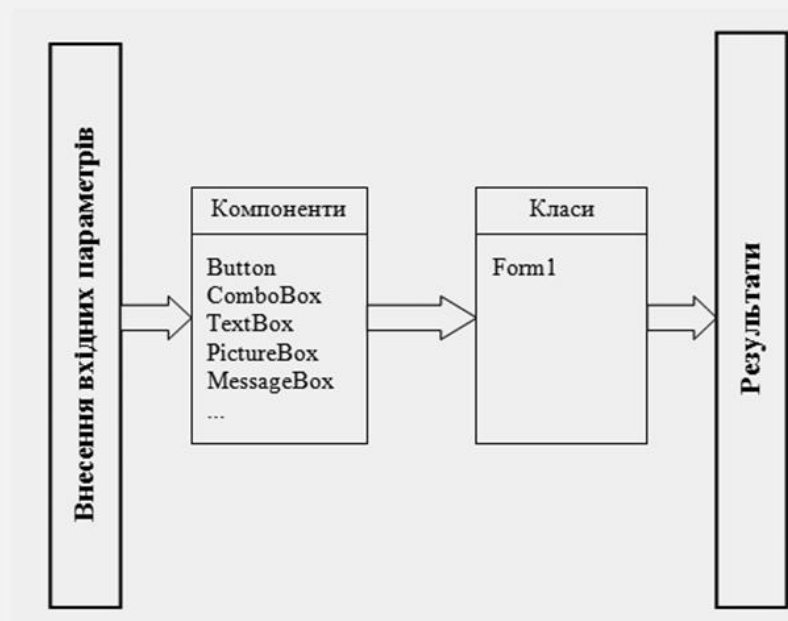
## Переваги C#

З переваг можна зазначити:

- C# реалізована можливість включення в програму класів та об'єктів з сторонніх програм;
- дана мова легка в освоєнні завдяки великій кількості літератури яка доступна в інтернеті;
- дана мова має велику кількість бібліотек DLL.

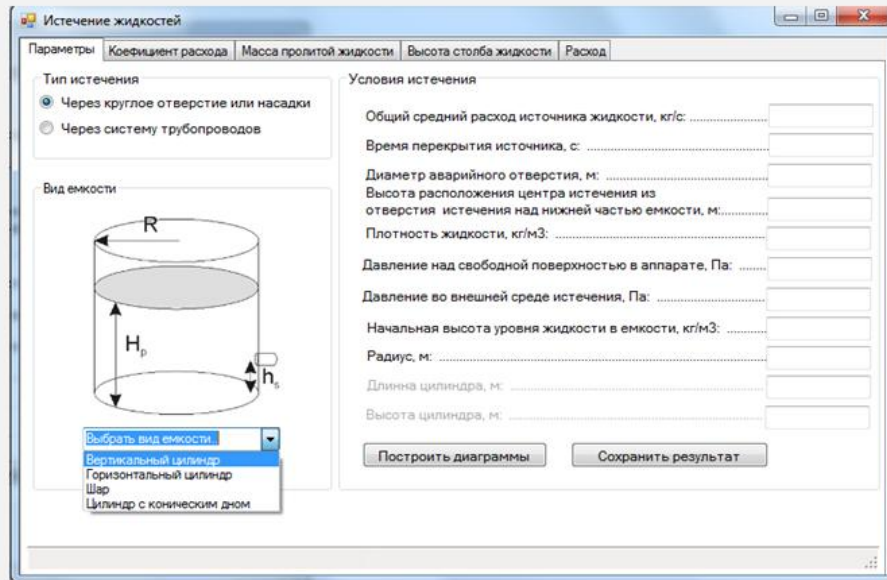
7

## Компоненти та класи



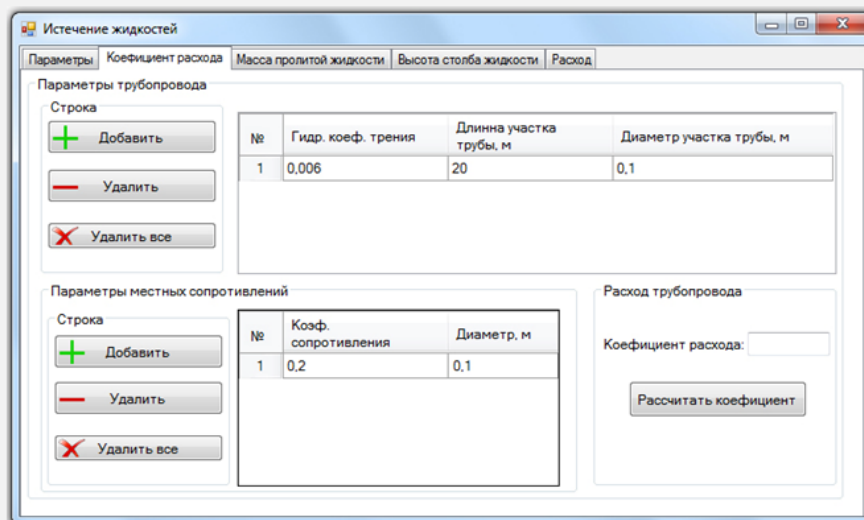
8

## Головна вкладка “Параметри”



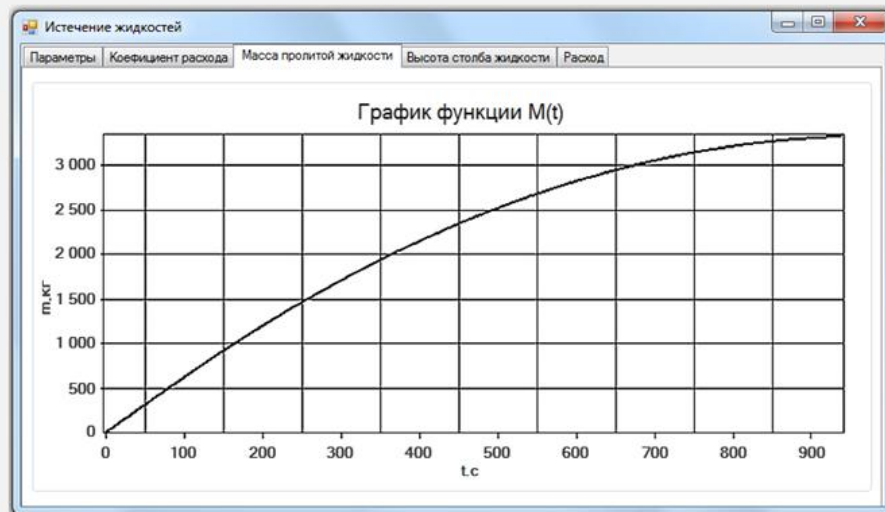
9

## Вкладка “Коефіцієнт витрат”



10

## Результат роботи



11

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекті був розроблений програмний модуль вирахування показників витoku рідини з обладнання на мові програмування C# у вигляді віконного додатку Windows. Аналіз результатів роботи програмного модулю дасть змогу зберегти навколишнє середовище, заощаджити сили і час на ручні розрахунки, що робить цю програму доцільною та актуальною.

12