МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ РИЗИКІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ РИЗИКІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
для студентів напрямку підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності 7.05070205 «Електромеханічні системи геотехнічних виробництв»)

Частина 1

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Оцінка технічних ризиків: методичні вказівки до виконання практичних робіт / Уклад.: О. М. Терентьєв. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – Ч. 1. - 47 с.

У першій частині методичних вказівок наведено приклади оцінки технічного ризику втрати працездатності системи при відмові одного з елементів, вибору варіантів технічних рішень за математичним очікуванням. Розглянуто приклад урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності технічного проекту, кількісної оцінки можливих збитків або втраченого прибутку. Також приводиться порядок створення віртуального приладу урахування невизначеності і ризику. Оцінюється ризик придбання неякісних комплектуючих та пояснюється граф ймовірності отримання браку від постачальника

Гриф надано Вченою радою ІЕЕ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 9 від 15 лютого 2016 р.)

Навчальне видання

Оцінка технічних ризиківї

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для студентів напрямку підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
(спеціальності 7.05070205 «Електромеханічні системи геотехнічних виробництв»)

Електронне видання

Укладач: *Терентьєв Олег Маркович*, д-р. техн. наук, проф.

Відповідальний
редактор: Лістовщік Леонид Констянтинович, канд. техн. наук, доц.

Рецензент: *Ткачук Костянтин Костянтинович,* д-р. техн. наук, проф.

Комп’ютерний
набір: *Терентьєв Олег Маркович*, д-р. техн. наук, проф.

ЗМІСТ

Вступ…….. 5

Практичне робота № 1 «Ризик втрати працездатності системи при відмові одного з її елементів»……..... 6

1.1. Короткий огляд наслідків аварій……..… 7

1.2. Розрахунок ризику вибору варіантів рішення……. 9

1.3. Вибір рішень за математичним очікуванням…… 13

1.4. Ризик втрати працездатності системи при відмові її елементу…. 16

Висновки і Практичні рекомендації…… 17

Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 1……. 17

Перелік посилань …….. 18

Контрольні запитання до Практичного заняття № 1…… 19

Додаток А. Пояснення до вибору коду УДК…….. 20

Додаток Б. Пояснення до вибору коду продукту ДКПП 016-97 20

Практична робота № 2. «Урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту»…….. 21

2.1. Короткі теоретичні положення……. 22

2.2. Оцінка можливих збитків або втраченого прибутку…….. 25

2.3. Урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту в оболонці LabVIEW…… 26

2.4. Віртуальний прилад урахування невизначеності і ризику…… 30

Висновки…… 32

Практичні рекомендації…… 32

Варіанти контрольних завдань…… 33

Контрольні питання……. 33

Перелік посилань…… 34

Додаток А. Пояснення до вибору коду УДК……. 34

Додаток Б. Пояснення до вибору коду продукту ДКПП 016-97……. 34

Практичне заняття № 3 «Встановлення ризику придбання неякісних комплектуючих» (Теорема Байеса)……. 35

3.1. Формула Байеса - Теорема гіпотез…… 36

3.2. Оцінка ризику придбання неякісних комплектуючих…… 37

3.3. Граф ймовірності браку від постачальника…… 40

Висновки…… 42

Практичні рекомендації…… 42

Варіанти для самоперевірки та контрольні завдання……..... 43

Перелік посилань…….. 44

Додаток А. Парадокс байєсівської моделі……. 45

Додаток Б. Пояснення до вибору коду УДК…….. 46

Додаток В. Пояснення до вибору коду продукту з ДКПП 016-97…… 46

Додаток Г. Пояснення до деяких понять……. 47

ВСТУП

Задачею працедавця, згідно Закону «Про охорону праці» (20.06.2001), є гарантія безпеки і охорони життя і здоров'я працівників на підприємстві або в організації, а також упорядкування робочого середовища згідно правилам Кабінету Міністрів № 379 «Порядок проведення внутрішнього нагляду за робочим середовищем» (23.08.2001).

Оцінку ризику передбачає також основна директива Європейського Союзу 89/391/EEC, та підпорядковані їй спеціальні директиви з безпеки праці на робочих місцях (89/654/EEC, 89/655/EEC, 89/656/EEC, 90/269/EEC, 90/270/EEC тощо) і директиви про захист працівників від хімічних, фізичних і біологічних ризиків (98/24/EC, 2000/54/EC, 2002/44/EC тощо). Основні положення аналізу і оцінки ризиків а також управління ними включені також в наступні міжнародні стандарти: стандарт управління навколишнім середовищем **ISO 14001** («Environmental management systems standards»), стандарт якості **ISO 9001** («Quality systems: Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing»), система управління професійним здоров'ям і безпекою праці **OHSAS 18001** («Occupational Health and Safety Assessment series»).

У подальшому будуть обговорюватися роботи системи діяльностей, які покликані забезпечувати стійкість траєкторії розвитку технічних проектів. Без усвідомленого їхнього виконання досягнення мети проекту досить сумнівне. Мова йтиме про ***управління ризиками, управління якістю*** **й** ***відстеження зв'язків.*** Ці види діяльності тісно взаємозв'язані. Без спеціального нагляду, що попереджає, про реакцію розроблювачів на ризиковані ситуації неможливо організувати якісний виробничий процес, а отже, важко очікувати й *прийнятної* якості одержуваних результатів.

УДК 65.012. 122
КП _____
№ державної реєстрації _____
Інв. №_____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115

„Затверджую”
Зав. кафедри Електромеханічного
обладнання енергоємних виробництв
_____ проф. Шевчук С.П.

_____” _____2015 р

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

З дисципліни «Основи теорії експлуатаційних ризиків»

Тема:

РИЗИК ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ ПРИ ВІДМОВІ ОДНОГО З ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Мета: Оцінка математичного очікування, ризику і коефіцієнта варіації и прийняття обґрунтованого рішення що до ризику використання конкретного технічного рішення.

1.1. Короткий огляд наслідків аварій

Як свідчать статистичні дані [1] останні 20 років принесли 56 % від найбільш руйнівних подій у промисловості й на транспорті.

Вважається, що збиток від аварійності й травматизму досягає 10…15 % від валового національного продукту промислово розвинених держав. А екологічне забруднення навколишнього природного середовища й недосконала техніка безпеки є причиною передчасної смерті 20…30 % чоловіків і 10…20 % жінок. У 1995 році на території РФ було зафіксовано близько 1550 надзвичайних ситуацій, з яких 1150 носили техногенний характер і 400 - природний. У них постраждало 8000 людей, загинуло понад 1800 [1]. Ситуація, що склалася в питаннях аварійності й травматизму пояснюється:

- низькою культурою безпеки;
- технологічною недисциплінованістю персоналу;
- конструктивною недосконалістю використовуваного промислового й транспортного встаткування.

Основними причинами великих техногенних аварій є: відмови технічних систем через дефекти виготовлення й порушень режимів експлуатації; помилкові дії операторів технічних систем; концентрації різних виробництв у промислових зонах; зовнішні негативні впливи на об'єкти енергетики, транспорту тощо.

Приклад 1.1. Вибір між двома рішеннями при різному математичному очікуванні

Необхідно обрати технічне рішення, яке надає найбільший прибуток при мінімальному ризику виникнення аварійних ситуацій. Нехай умовно маємо наступне ймовірнісне розподілення значень прибутку, таблиця 1.1.

Таблиця 1.1.- Ймовірнісне розподілення значень

Параметр	Рішення 1				Рішення 2			
Прибуток, X, у. о.	100	200	250	400	180	210	240	250
Імовірність отримання, P, в.о.	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1

Математичне очікування $MO_1(X)$ за першим рішенням:

$$MO_1(X)= X_1\cdot P_1+ X_2\cdot P_2+ X_3\cdot P_3+ X_4\cdot P_4= 100\cdot 0,2 +200\cdot 0,3 +250\cdot 0,4 +400\cdot 0,1 = 220$$

Математичне очікування $MO_2(X)$ за другим рішенням:

$$MO_2(X)= X_5\cdot P_5+ X_6\cdot P_6+ X_7\cdot P_7+ X_8\cdot P_8 = 180\cdot 0,2 +210\cdot 0,3 +240\cdot 0,4 +250\cdot 0,1 = 220$$

Ризик використання рішень $\sigma = \sqrt{Var(MO(X))}$:

За першим рішенням:

$$\sigma = \sqrt{Var(MO(X))} = \sqrt{(X_1-MO_1)^2\cdot P_1+(X_2-MO_1)^2\cdot P_2+(X_3-MO_1)^2\cdot P_3+(X_4-MO_1)^2\cdot P_4} =$$

$$= \sqrt{(100-220)^2\cdot 0.2+(200-220)^2\cdot 0.3+(250-220)^2\cdot 0.4+(400-220)^2\cdot 0.1} =$$

$$= \sqrt{(-120)^2\cdot 0.2+(-20)^2\cdot 0.3+(-30)^2\cdot 0.4+(-180)^2\cdot 0.1} = \sqrt{1440\cdot 0.2+400\cdot 0.3+900\cdot 0.4+32400\cdot 0.1} =$$

$$= \sqrt{2880+120+360+3240} = \sqrt{6600} = 81.24$$

За другим рішенням:

$$\sigma = \sqrt{Var(MO(X))} = \sqrt{(X_5-MO_2)^2\cdot P_5+(X_6-MO_2)^2\cdot P_6+(X_7-MO_2)^2\cdot P_7+(X_8-MO_2)^2\cdot P_8} =$$

$$= \sqrt{(180-220)^2\cdot 0.2+(210-220)^2\cdot 0.3+(240-220)^2\cdot 0.4+(250-220)^2\cdot 0.1} =$$

$$= \sqrt{(-40)^2 \cdot 0.2 + (-10)^2 \cdot 0.3 + (-20)^2 \cdot 0.4 + (-30)^2 \cdot 0.1} = \sqrt{1600 \cdot 0.2 + 100 \cdot 0.3 + 400 \cdot 0.4 + 900 \cdot 0.1} =$$

$$= \sqrt{320 + 30 + 160 + 90} = \sqrt{600} = 24.49$$

Результати розрахунку занесені у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2.- Результати розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів

Математичне очікування, MO(X)	220	220
Ризик $\sigma = \sqrt{Var(MO(X))}$	81.24	24.49

Таким чином друге рішення характеризується тім же очікуваним значенням прибутку, але з меншим рівнем ризику. Тому доцільно прийняти друге рішення

1.2. Розрахунок ризику вибору варіантів рішень

1.2.1. Для машинного розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів використана комп'ютерна оболонка LabVIEW.

1.2.2. Передню (контрольна) панель віртуального приладу розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів показано на рисунку 1.1.

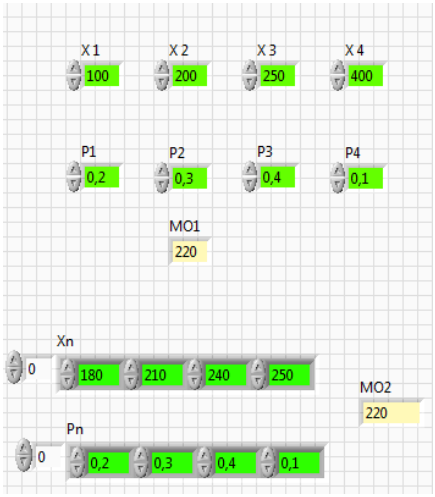

Рисунок 1.1 - Контрольна панель віртуального приладу розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів

1.2.3. Рисунок 1.2. представляє два способи складання блок-схеми віртуального приладу розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів

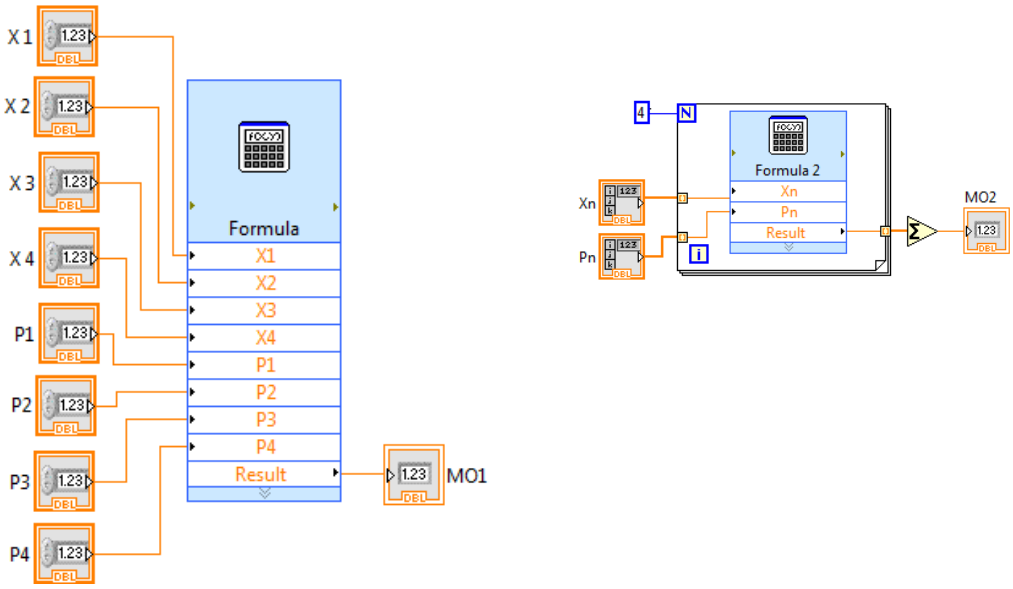

Рисунок 1.2 - Два способи складання блок-схеми віртуального приладу розрахунку математичного очікування і ризику вибору варіантів

1.2.4. Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** показано на рисунку 1.3.

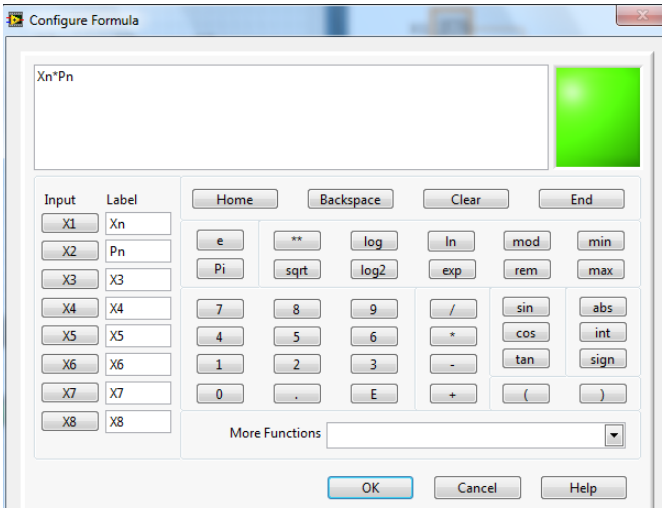

Рисунок 1.3 - Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula**

1.2.5. Передню панель віртуального приладу розрахунку математичного очікування і ризику для порівняння і вибору способу розрахунку показано на рисунку 1.4.

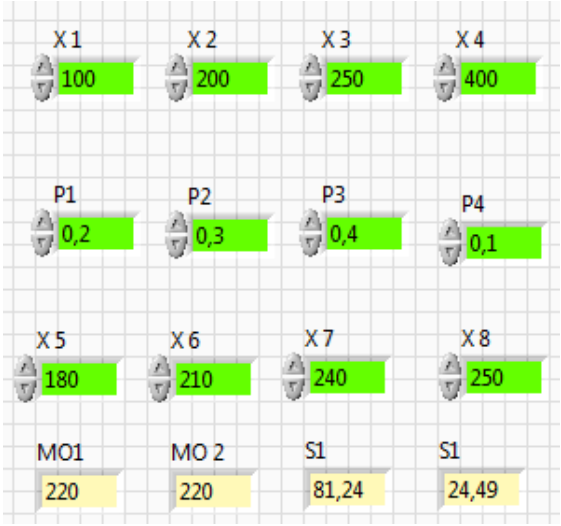

Рисунок 1.4 – Передня панель віртуального приладу розрахунку і порівняння двох варіантів розрахунку математичного очікування і ризику

1.2.6. Блок-схема віртуального приладу розрахунку математичного очікування за двома варіантами, представлена на рисунку 1.5.

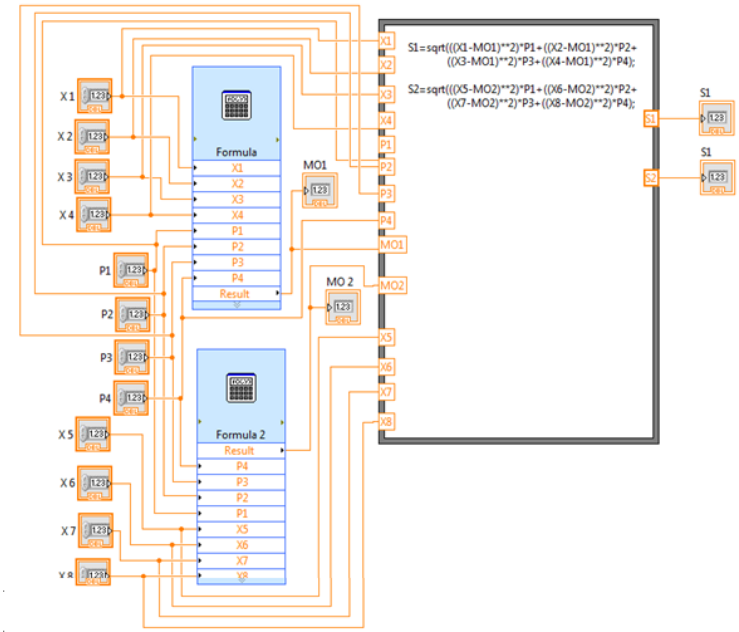

Рисунок 1.5 - Блок-схеми віртуального приладу розрахунку математичного очікування за двома варіантами

1.2.7. Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для першого варіанту розрахунку показано на рисунку 1.6.

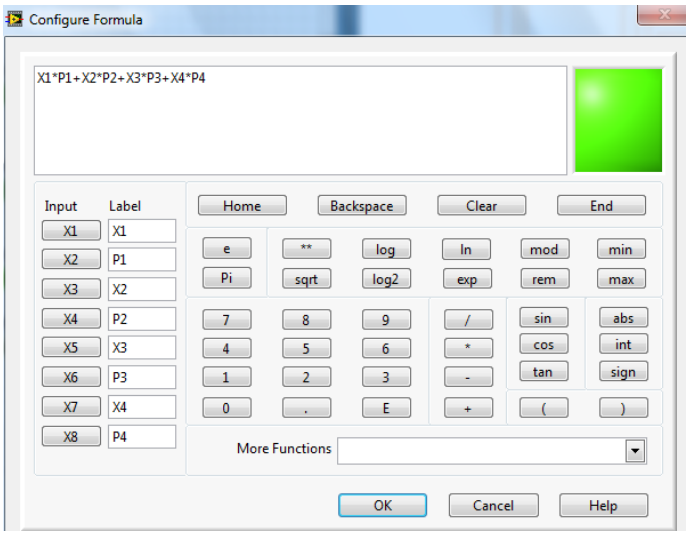

Рисунок 1.6 - Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для першого варіанту розрахунку

1.2.8. Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для другого варіанту розрахунку показано на рисунку 1.7.

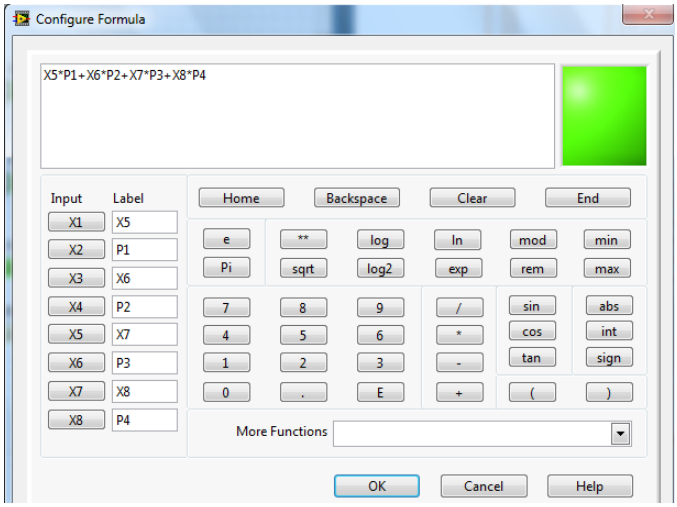

Рисунок 1.7 - Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Formula** за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для другого варіанту розрахунку

1.3 Вибір рішень за математичним очікуванням

1.3.1. У першому прикладі кожне з рішень характеризується однаковим очікуваним значенням прибутку, тому перевага другого рішення очевидна.

Більш розповсюдженої є така ситуація, коли більшому очікуваному значенню прибутку відповідає й більший рівень ризику. У цьому випадку фахівця поставлено перед спокусою поласитися на більш високий очікуваний прибуток, але з меншою гарантією.

У цьому випадку можна використовувати коефіцієнт варіації $V(X)$ у якості заходу ризику:

$$V(X) = \sqrt{Var(MO(X))} / MO(X)$$

Коефіцієнт варіації показує ступінь відхилення отриманих значень від математичного очікування.

Чим вище коефіцієнт варіації, тем сильніше мінливість ознаки. Встановлена наступна оцінка коефіцієнта варіації:

до 10 % — слабка варіація (низький ризик);

10-25 % — помірна варіація (помірний ризик);

понад 25 % — висока варіація (високий ризик).

Результати ручного розрахунку представлені у таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Результати ручного розрахунку

Параметр	Рішення 1				Рішення 2			
Прибуток, X	200	300	350	400	180	210	240	250
Ймовірність, P	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.1
Математичне очікування, MO(X)	320				220			
Ризик $\sigma = \sqrt{Var(MO(X))}$	71.41				24.50			
Коефіцієнт варіації, V(X)	22.3 %				11.1 %			

1.3.2. Коефіцієнт варіації для першого розв'язку вище, що означає наявність великої невизначеності в ситуації й, більш високий ступінь ризику при прийнятті цього розв'язку.

1.3.3. Передня панель ВП розрахунку двох варіантів математичного очікування, ризику і Коефіцієнта варіації, показана на рисунку 1.8.

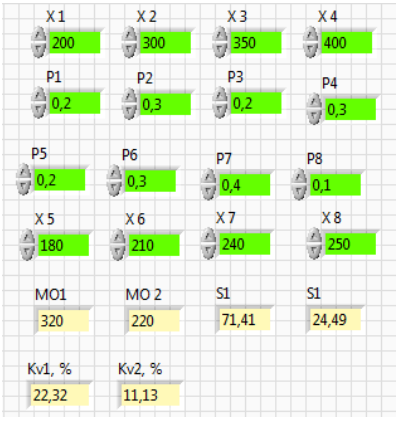

Рисунок 1.8 – Передня панель ВП

1.3.4. Блок - схема ВП розрахунку двох варіантів математичного очікування, ризику і коефіцієнта варіації, показана на рисунку 1.9.

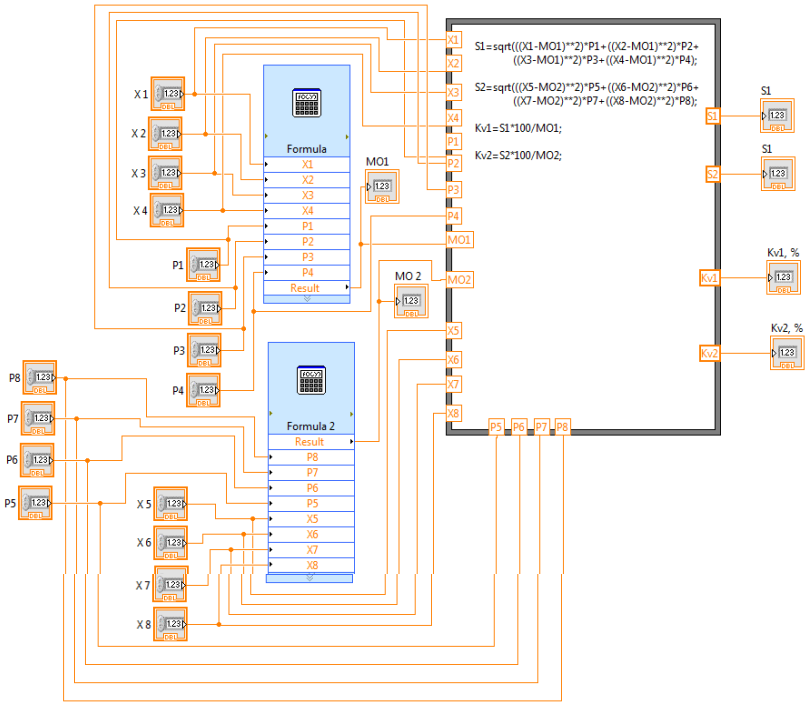

Рисунок 1.9 – Блок - схема ВП розрахунку двох варіантів математичного очікування, ризику і коефіцієнта варіації

1.3.5. Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Fo**rmula за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для розрахунку першого варіанту математичного очікування, ризику і коефіцієнта варіації показано на рисунку 1.10.

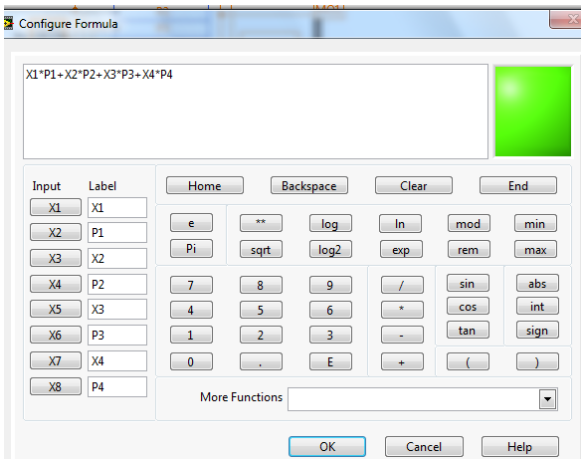

Рисунок 1.10 - Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Fo**rmula за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для розрахунку першого варіанту

1.3.6. Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Fo**rmula за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для розрахунку другого варіанту математичного очікування, ризику і коефіцієнта варіації показано на рисунку 1.11.

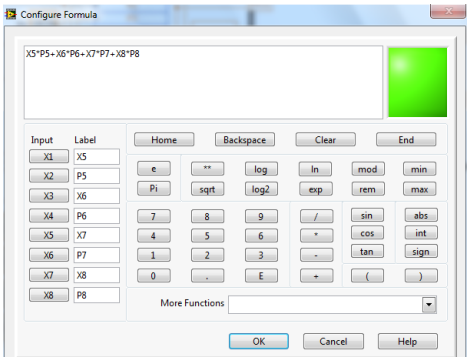

Рисунок 1.11 - Налаштування **ВП Експрес Формула - Express VI Fo**rmula за допомогою меню **Конфігурація формули - Configure Formula** для розрахунку другого варіанту

1.4. Ризик втрати працездатності системи при відмові її елементу

Наприклад, заміна запобіжного клапана, імовірність відмови якого становить 10^{-4}, на модернізований клапан, у якого ймовірність відмов 10^{-5}, приведе до того, що ризик вибуху зливного бака знизиться з $2 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-5}$. Таким чином, модернізація клапана дозволяє знизити ризик небезпечної події в системі, тобто ризик вибуху бака. У розглянутому прикладі знизити ризик можна також шляхом зменшення ймовірності підвищення тиску, наприклад, замінити насос іншим, більш надійним, з більш низькою ймовірністю відмови окремих елементів.

Нехай у нового насоса ймовірність виходу з ладу рівна 0,25/рік, тобто в 6 рази нижче, чим у першого насоса. Якщо встановити такий насос, то тиск може збільшитися із частотою в середньому 1,75 раз у рік (0,25/рік + 1,5/рік). Тоді ризик вибуху бака складе: $(1{,}75/\text{рік})(1 \cdot 10^{-4}) = 0{,}000175/\text{рік}$.

У порівнянні з попереднім варіантом зниження ризику не дуже суттєво. Звичайно, тут слід зазначити, що частота відмови елементів насоса знижена тільки в 2 рази, у той час як частота відмов клапана знижена у 10 раз.

Щоб зробити порівняння більш коректним, можна оцінити, наскільки зменшиться ризик, якщо зниження ймовірності виходу з ладу насоса й клапана буде однаковим, наприклад в 2 рази.

Нехай ризик відмови клапана складе $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ замість $1 \cdot 10^{-4}$. Тоді ризик вибуху складе: $(2/\text{рік})(0{,}5 \cdot 10^{-4}) = 0{,}0001/\text{рік}$, або один раз на 10 000 років.

Це значення можна тепер зрівняти з результатом, який одержано для зниження ризику відмови насоса у два рази. У першому випадку зниження менш істотне.

Даний приклад показує, що однакові зниження ризику різних вихідних подій можуть давати неоднакове зниження ризику головної події й що дерево відмов забезпечує механізм аналізу чутливості безпеки системи до змін значень різних параметрів.

ВИСНОВКИ (Зробити самостійно)

РЕКОМЕНДАЦІЇ (Зробити самостійно)

Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 1

1.3.1. Для отримання рейтингових балів кожен студент самостійно обирає будь-яку електромеханічну систему, що знаходиться в лабораторіях кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв.

1.3.2. Після обрання і погодження з керівником, студент самостійно обирає вузол системи, ймовірність втрати працездатності якого найбільша.

1.3.3. Провести порівняльний підрахунок працездатності обраної електромеханічної системи до і після її удосконалення, заміною на більш надійний елемент з урахуванням вартості удосконалення.

1.3.4. Після виконання розрахунків студент готує висновки і практичні рекомендації, як короткі кількісні результати практичної роботи.

1.3.5. Для отримання 5 (п’яти) рейтингових балів слід підготувати звіт у відповідності з ДСТУ 3.008-95 «Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» і провести його захист на експрес контролі під час занять.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ветошкин Ф.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие Пензенский госуниверситет архитектуры и строительства. Пенза, 2003 – 155 с.].

2. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем. - М.: Мир, 1984. – 302 с.

3. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.

4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения.

5. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.

6. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска . – М.: Машиностроение, 1984.- 286 с.

Контрольні запитання до Практичного заняття № 1

1. Який відсоток збитку валового національного продукту промислово розвинених держав від аварійності й травматизму?

Відповідь. Досягає 10…15 %

2. Назвіть основні причини аварійності й травматизму.

Відповідь.

- низькою культурою безпеки;
- технологічною недисциплінованістю персоналу;
- конструктивною недосконалістю використовуваного промислового й транспортного встаткування.

3. Що є основними причинами великих техногенних аварій?

Відповідь

- відмови технічних систем через дефекти виготовлення й порушень режимів експлуатації;
- помилкові дії операторів технічних систем;
- концентрації різних виробництв у промислових зонах;
- високий енергетичний рівень технічних систем;
- зовнішні негативні впливи на об'єкти енергетики, транспорту тощо.

4 Запишіть і поясніть повний аналітичний вираз математичного очікування МО(Х).

Відповідь. $MO(X)= X_1 \cdot P_1 + \ldots + X_n \cdot P_n$

де X1…Xn - прибуток від попередження ризикової ситуації, у. о.;

P1…Pn - ймовірність настання ризикової ситуації, в. о.

5 Запишіть і поясніть повний аналітичний вираз ризику використання рішень

Відповідь $\sigma = \sqrt{Var(MO(X))} = \sqrt{(X_1 - MO)^2 \cdot P_1 + ... + (X_n - MO)^2 \cdot P_n}$

6. Що показує коефіцієнт варіації ?

Відповідь. Коефіцієнт варіації показує ступінь відхилення отриманих значень від математичного очікування.

Додаток А

Пояснення до вибору коду УДК

.

Додаток Б

Пояснення до вибору коду продукту ДКПП 016-97

УДК 65.012. 122
КП _____
№ державної реєстрації_____
Інв. №_____

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”
Інститут енергозбереження і енергоменеджменту
03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115

„Затверджую”
Зав. кафедрою Електромеханічного
обладнання енергоємних виробництв
_____ проф. Шевчук С.П.

_____” _____2015 р

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

З дисципліни «Основи теорії експлуатаційних ризиків»

Тема:
УРАХУВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ І РИЗИКУ ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Керівник д.т.н., проф. Терентьєв О.М.

Виконав:
Студент групи _____ _____
№ П.І.Б.

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Мета. Закріплення теоретичних знань урахування чинників ризику і невизначеності при аналізі інвестиційних процесів і програм та отримання досвіду визначення ризику і невизначеності.

2.1 Короткі теоретичні положення

Урахування ризику і невизначеності при оцінювані ефективності інноваційних проектів проводиться наступними методами:

- перевірка стійкості інноваційного проекту;
- корегування параметрів проекту и нормативів;
- визначення поправок на ризик до коефіцієнту дисконтування;
- оцінка збитків або втраченого прибутку (вигідності);

2.1.1. Перевірка стійкості проекту

Для перевірки стійкості слід розробити і порівняти два сценарії розвитку інвестиційного проекту:

а) «**помірно песимістичний**» – варіант у найбільш ймовірних умовах;

б) «**песимістичний**» – варіант у найбільш несприятливих для його виконавців умовах.

Якщо у всіх проаналізованих варіантах **витримуються інтереси виконавців проекту**, а можливі несприятливі наслідки усуваються або компенсуються, то **проект вважається стійким.**

2.1.2. Корегування параметрів проекту и нормативів

Корегування параметрів проекту и нормативів передбачає:

а) використання поправкових коефіцієнтів, що ураховують достовірність інформації.

При виконанні розрахунків у проектах зазвичай користуються інформаційними матеріалами різного рівня достовірності:

– оцінкою окремих експертів, які можуть бути зацікавлені в оцінках;
– інформація з досвіду експлуатації систем і виробів.

У цих випадках використовують класифікацію інформації, що наведена в таблиці 2.1. На її основі вхідний показник $П_в$, отриманий з інформації і-того класу, при розрахунках корегується за допомогою коефіцієнта K_i, що залежить від класу інформації і виду оцінок [1]:

$$П= Пв \cdot Ki \cdot, \qquad (2.1)$$

Нижню границю поправкового коефіцієнта $K^н_i$ використовують при розрахунках показників ефективності, а верхню - $K^в_i$ – для розрахунку витрат.

Таблиця 2.1 - Шкала кількісної оцінки корегування нормативів з урахуванням якості інформації [1].

Характеристика	Клас	Коефіцієнт	
		$к^н$	$к^в$
1. Інформація відсутня	0	1,00	0,01
2. Є обмежений досвід експлуатації виробу	10	0,80	0,20
3. Те ж у лабораторних або виробничих умовах	9	0,70	1,25
4. Є досвід експлуатації аналога	8	0,70	1,30
5. Те ж у лабораторних умовах	7	0,60	1,40
6. Є технологічне завдання	6	0,50	1,40
7. Проведені теоретичні розрахунки; є концепція	5	0,40	1,60
8. Проведена експертна оцінка	4	0,30	1,70
9. Є зарубіжна інформація про створення аналога	3	0,20	1,80
10. Є систематизована думка експертів	2	0,10	1,90
11. Публікація в окремих джерелах	1	0,07	2,00

б) збільшення терміну реалізації окремих етапів роботи на середню величину затримок. Визначається експертно або за досвідом реалізації аналогічних проектів;

в) збільшення вартості елементів і етапів проекту в результаті проектних помилок і необхідності перепроектування;

г) урахування запізнення платіжок, неритмічності поставок, понадпланових відмов обладнання.

2.1.3 Визначення поправок на ризик до коефіцієнта дисконтування

Згідно спрощеної методики урахування ризику виконується сумуванням розрахункового коефіцієнта дисконтування d_p і коефіцієнта поправки на ризик f, приклади якого наведені в таблиці 2.2.

Поправку ураховують формулою:

$$d=dp + f, \qquad (2.2)$$

Таблиця 2.2 - Поправки на ризик до коефіцієнту дисконтування показників інвестиційного проекту

Рівень ризику	Мета проекту	f
Дуже низький	Вкладення у державні облігації	~ 0
Низький	Вкладення в надійну техніку	3 – 5
Середній	Зростання обсягу реалізації	8 – 10
Високий	Серійне виробництво і попит на продукт або послугу	13 – 15
Дуже високий	Вкладення в дослідження і інновації	18 – 20

2.1.4 Оцінка збитків або втраченого прибутку

Оцінка збитків $З_0$ від декількох можливих ризиків:

$$З_0 = \sum_{i=1}^{n}\left(f_i \pm \Delta f_i\right)\cdot k_{Ti} \cdot \delta_i \cdot \xi_i \,, \qquad (2.3)$$

- де f_i – ймовірність конкретного типу ризику;
- Δf_i – коригування ймовірності ризику для умов конкретного проекту та збільшення ризику в зв’язку з умовами зберігання;
- k_{Ti} – коефіцієнт, що ураховує протяжність дії ризику;
- δ_i – доля частини проекту, що підпадає під ризик;
- ξ_i – збитки, що охоплюють негативну дію ризику.

2.2. Оцінка можливих збитків або втраченого прибутку

Умови розрахунку. Для проекту вартістю B_{Σ}=7500000 треба придбати обладнання на суму $B_{об}$=200000. За умовою придбане обладнання буде зберігатися на складі протягом трьох місяців. При зберіганні обладнання можливі виникнення наступних ризиків:

- f_i, - ймовірність конкретного типу ризику та збільшення ризику в зв'язку з умовами зберігання;
- Δf_i - коригування ймовірності ризику для умов конкретного проекту;
- ξ_i. – збитки.

Їх кількісні значення наведені у таблиці 2.3

Таблиця 2.3. Кількісні значення умов прикладу

Ризик	f_i, %	Δf_i, %	ξ_i, %
Пожежа	3	2	60
Вибух	10	3	60
Крадіжка	8	0	25

2.2.1. Відносні річні збитки від ризиків $З_о$ за (2.3):

$$З_о = \sum_{i=1}^{n} (f_i \pm \Delta f_i) \cdot k_{Ti} \cdot \delta_i \cdot \xi_i = ((3+2)\cdot 0{,}25\cdot 1\cdot 0{,}6) + ((10+3)\cdot 0{,}25\cdot 1\cdot 0{,}6) + $$
$$+((8+0)\cdot 0{,}25\cdot 1\cdot 0{,}25) = 3{,}2\ \%$$

2.2.2. Можливі збитки в грошовому виразі Зг:

$$Зг = Зо \cdot Воб = 0{,}032 \cdot 200000 = 6400$$

2.2.3. Ймовірність ризику створення проекту вцілому fo:

$$f_о = З_о \cdot \frac{B_{об}}{B_{\Sigma}} = 3.2 \frac{200000}{7500000} = 0.085\%$$

2.2.4. Перевірка можливих збитків $З'_Г$:

$$З'_Г = \left(В_\Sigma \cdot К_i^в \right) \cdot f_о = (7500000 \cdot 0{,}01) \cdot 0{,}085 = 6375$$

де K_i^B = 0,01 - верхня границя поправкового коефіцієнта розрахунку витрат, при створенні інноваційного проекту вперше, коли відсутня будь яка інформація про подібні розробки.

2.3. Урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту в оболонці LabVIEW

2.3.1. Слід перевести всі, наведені нижче, аналітичні рівняння з символьного у машинний вигляд, дивись таблиці 2.4 і 2.5.

Таблиця 2.4. - Переведення символьних параметрів у машинні

Параметр	Символьний вигляд	Машинний вигляд	Розмірність	Значення			Джерело
				Початкове	Кінцеве	Крок	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Ймовірність ризику пожежі,	fp	fp	%	3			Роз
2. Коригування ймовірності ризику пожежі	$\Delta f_п$	dfp	%.	2			Ум
3. Коефіцієнт дії ризику пожежі	kp	Kp	квартал	0,25			Ум
4. Частина проекту, яка попадає під ризик пожежі	$\delta_р$	Dp	Доля від одиниці	1			Ум
5. Збитки від пожежі	ξ_i	Zp	в. о.	0,6			[ ]
6. Ймовірність ризику вибуху,	fв	fv	%	10			Роз
7. Коригування ймовірності ризику вибуху	$\Delta f_в$	dfv	%.	3			
8. Коефіцієнт дії ризику вибуху	kв	Kv	квартал	0,25			Ум

Закінчення табл. 2.4.

1	2	3	4	5	6
9. Частина проекту, яка попадає під ризик вибуху	δв	Dv	Доля від одиниці	1	Ум
10. Збитки від вибуху	$\xi_в$	Zv	в. о.	0,6	[ ]
11. Ймовірність ризику крадіжки,	fк	fk	%	8	Роз
12. Коригування ймовірності ризику крадіжки	$\Delta f_к$	dfk	%.	0	Ум
13. Коефіцієнт дії ризику крадіжки	kк	Kk	квартал	0,25	Ум
14. Частина проекту, яка попадає під ризик крадіжки	$\delta_к$	Dk	Доля від одиниці	1	Ум
15. Збитки від крадіжки	$\xi_к$	Zk	в. о.	0,25	[ ]

Таблиця 2.5 - Переведення символьних рівнянь по темі у машинні

Назва рівняння	Символьний вид	Машинний вид
12. Оцінка збитків $З_0$ від декількох можливих ризиків	$З_0 = \sum_{i=1}^{n}(f_i \pm \Delta f_i)\cdot k_{Ti}\cdot \delta_i \cdot \xi_i$,	Z0=Rzp+Rzv+Rxk;
13.Збитки від пожежі	$З_п = (f_p + \Delta fp)\cdot kp \cdot Dp \cdot Zp$	Rzp=(fp+dfp)*Kp*Dp*Zp;
13.Збитки вибуху	$Зв = (f_в + \Delta fв)\cdot kв \cdot Dв \cdot Zв$	Rzv=(fv+dfv)*Kv*Dv*Zv;
15.Збитки від крадіжки	$З_к = (f_к + \Delta f_к)\cdot kк \cdot Dк \cdot Zк$	Rzk=(fk+dfk)*Kk*Dk*Zk;
16. Можливі збитки в грошовому виразі	Зг =(Зо/100)*·Воб	Zua =(Z0/100)*Bd;
17. Перевірка можливих збитків	$f_о = З_о \cdot \frac{В_{об}}{В_\Sigma}$	F0=(Z0*Bd)/Bc;
18. Ймовірність ризику створення проекту вцілому	$З'_Г = \left(В_\Sigma \cdot K_i^в\right)\cdot f_о$	Z=(Bc*Kvg)*Zm;

2.3.2. Для спрощення отримання і аналізу варіантів урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту необхідно створити віртуальний прилад.

2.3.3. Контрольну панель віртуального приладу урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту, представлено на рисунку 2.1.

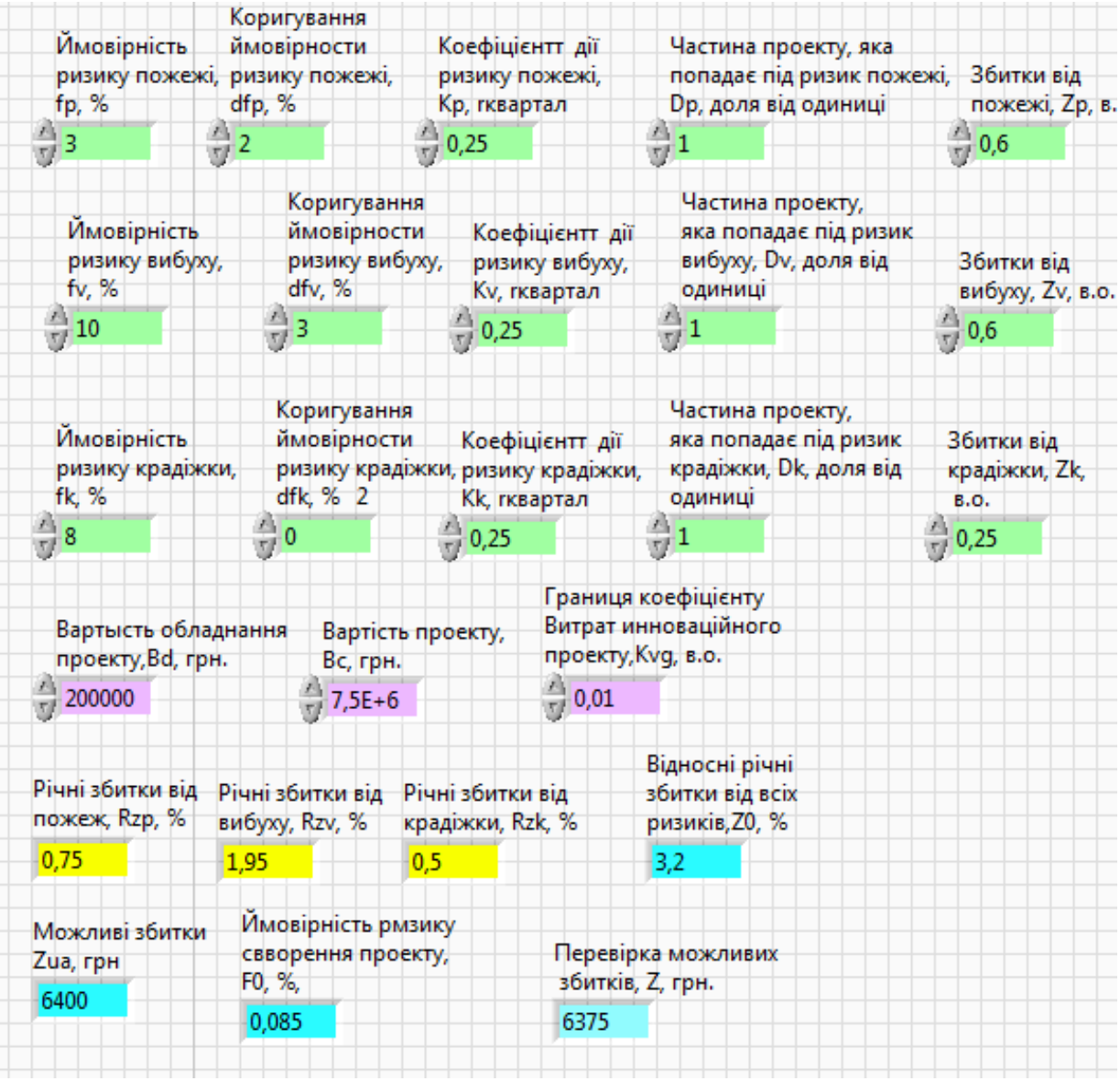

Рисунок 2.1 – Контрольна панель віртуального приладу урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту

2.3.4. На контрольну панель спочатку виносять всі задавачі, приклад їх піктограм, показано на рисунку 2.2 ліворуч. Одночасно на панелі функцій з’являються їх піктограми, рисунок 2.2 праворуч

Рисунок 2.2 – Піктограми: ліворуч - задавача на контрольній панелі; праворуч – задавач на панелі функцій

2.2.5. Потім викликають всі приймачі, приклад їх піктограм, показано на рисунку 2.3 ліворуч. Одночасно на панелі функцій з'являються їх піктограми, рисунок 2.3 праворуч.

Рисунок 2.3 - Піктограми: ліворуч - приймача на контрольній панелі; праворуч – приймач на панелі функцій

2.3.6. Блок-схему віртуального приладу урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту, представлено на рисунку 2.4.

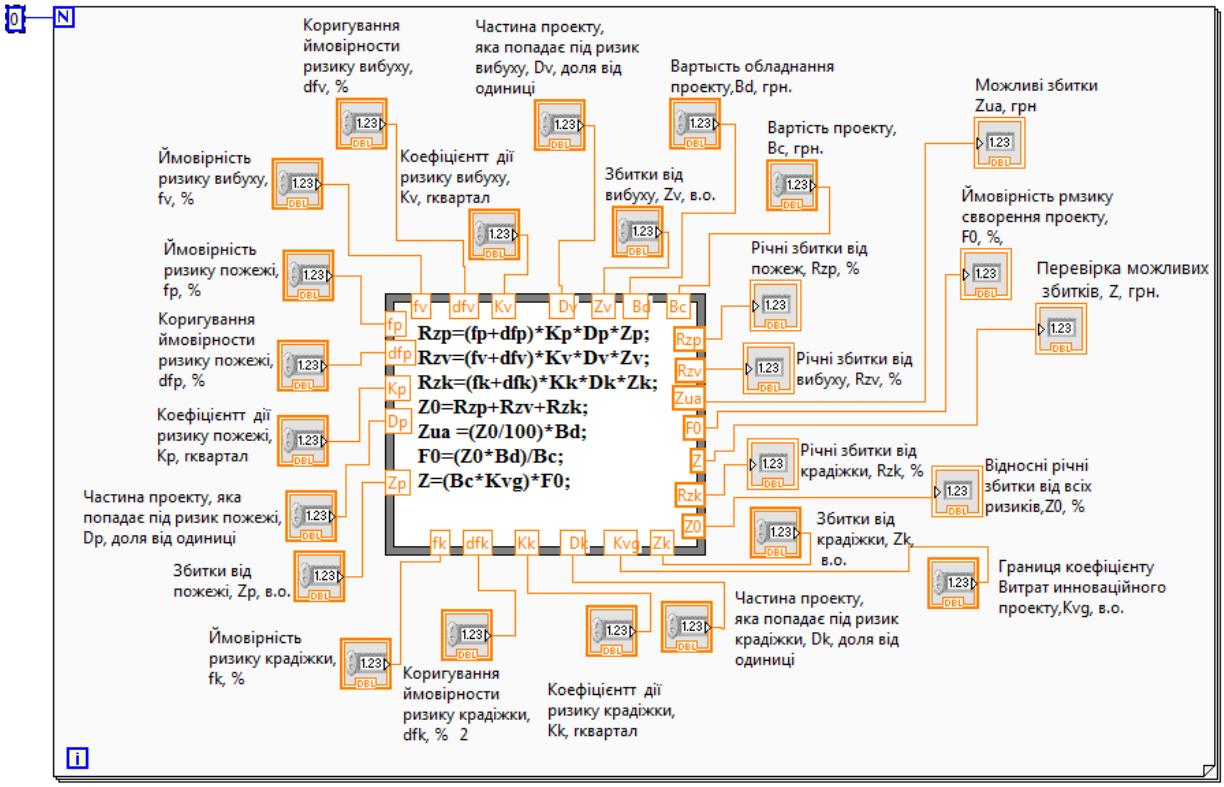

Рисунок 2.4 - . Блок-схему віртуального приладу урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту

2.3.7. Зібрати та налагодити віртуальний прилад урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту, згідно рисункам 2.1 і 2.4 і зберегти зібраній віртуальний прилад на робочій стіл ПЕОМ під назвою **Практичне заняття № 2 Урахування ризику.**

2.3.8. Скласти методику і програму проведення досліджень за темою цього практичного заняття. В програмі вказати, які функції будуть досліджуватися, обрати крок варіювання змінних.

2.3.9. Запустити прилад кнопкою Пуск – Run і провести дослідження за складеною програмою.

2.3.10. Провести аналіз результатів дослідження і скласти Звіт у відповідності до вимог ДСТУ 3.008-95 Звіти в науці і техніці.

2.4. Віртуальний прилад урахування невизначеності і ризику

2.4.1. Контрольну панель ВП урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту, представлено на рисунку 2.5.

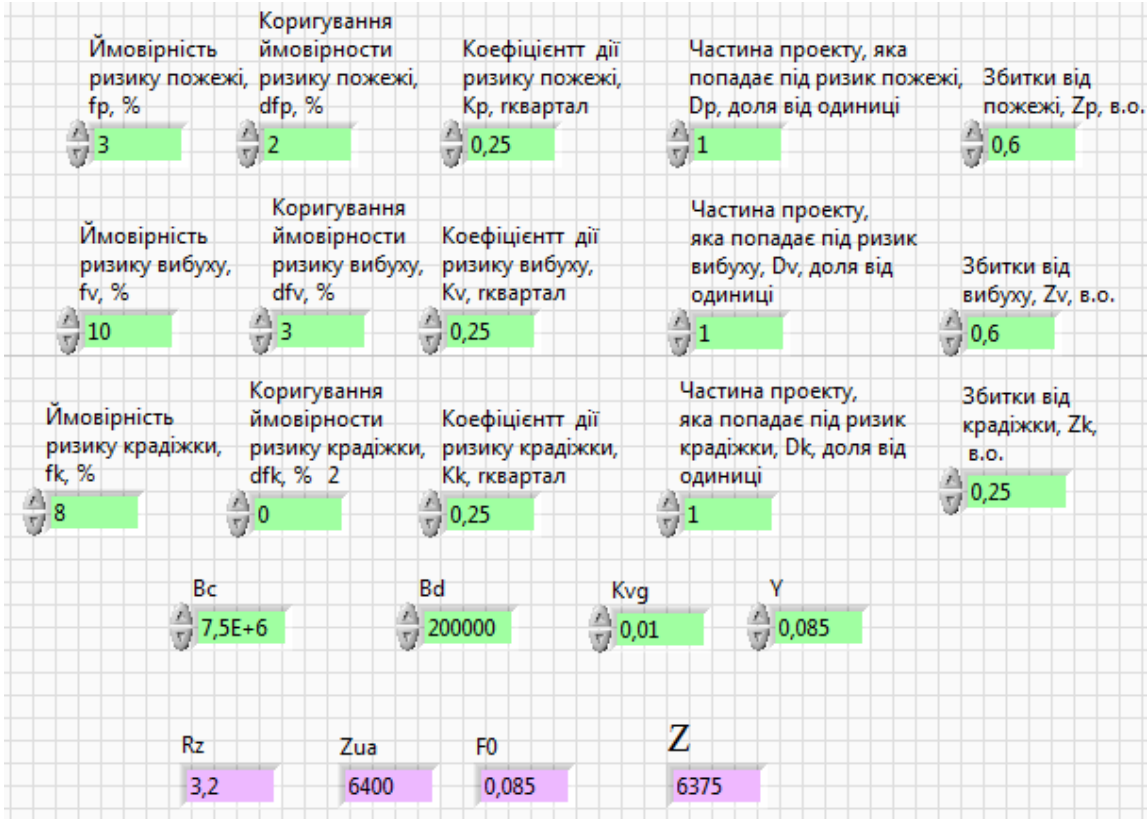

Рисунок 2.5 - Контрольна панель віртуального приладу

2.4.2. Блок-схему віртуального приладу урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту, представлено на рисунку 2.6.

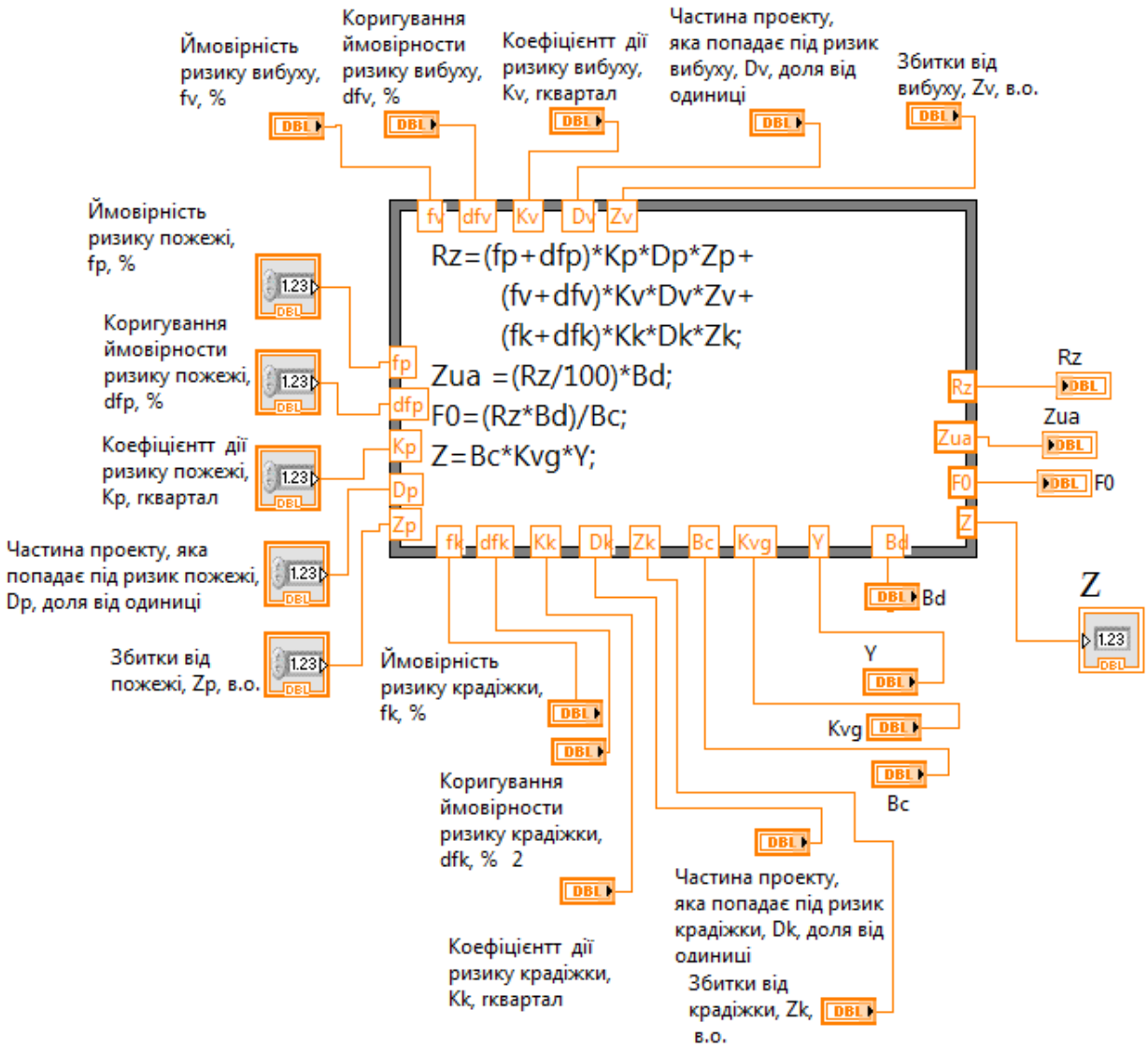

Рисунок 2.6 - Блок-схему віртуального приладу, додаток, урахування невизначеності і ризику при оцінці ефективності проекту

2.4.3. Зберегти зібраній віртуальний прилад на робочій стіл ПЕОМ під назвою **Практичне заняття № 2 Віртуальний прилад урахування ризику.**

ВИСНОВКИ

1. Несуттєва різниця між можливими збитками в грошовому виразі Зг= 6400 і кількісним значенням перевірки можливих збитків $З'_Г$ = 6375, переконує в вірності обраного методу розрахунку ризику інноваційного проекту.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Аналіз значень відносних річних збитків від ризиків $З_о$ = 3,2 % і ймовірності ризику створення проекту вцілому fo= 0,085 % прийнято рішення про доцільність страхування ризиків даного проекту.

2. Якщо пропозиції компаній зі страхуванню ризиків перевищують розрахункові значення $З_0$ и f_0 для даного проекту, то його страхування недоцільне і навпаки.

3. При значних ризиках в проекті рекомендується заздалегідь передбачити наступні організаційно-економічні механізми, що дозволяють або понизити ризик, або зменшити пов'язані з ними несприятливі наслідки:

– розробку сценаріїв (правил) дії і поведінки учасників проекту при певних «нештатних ситуаціях»;

– утворення спеціального центру (штабу), що координує дії учасників проекту при значній зміні умов його реалізації;

4. Доцільна розробка заходів по захисту інтересів учасників проекту при не-сприятливій зміні умов або недосягненні поставлених цілей, які зводяться, як правило, до наступного:

– орієнтацію при розрахунках на середню, а не надвисоку норму прибутку;

– зниження міри самого ризику (створення додаткових запасів і резервів, вдосконалення технології, підвищення якості послуг і продукції тощо);

– дублювання постачальників і резервуванні ринків збуту;

– зберігання запасів продукції і об'єктів в різних місцях;

– розділення партій при транспортуванні цінних вантажів;

– перерозподіл ризику між учасниками проекту (страхування, індексація цін, надання гарантій, система взаємних санкцій, запорука майна тощо).

Варіанти для самоперевірки та контрольні завдання

Варіанти для самоперевірки та контрольні завдання наведені у таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Вхідні данні для самостійного виконання

№ варіанту	Вартість проекту, грн	Вартість частини проекту, що сприймає ризикові події, грн	Ризики								
			Пожежа			Крадіжка			Вибух		
			fi, %	Δfi, %	ξi, %	fi, %	Δfi, %	ξi, %	fi, %	Δfi, %	ξi, %
1	1000000	300000	5	3	23	6	2	40	5	3	62
2	780000	80000	6	2	21	2	3	60	9	5	51
3	1200000	150000	4	1	56	8	1	95	6	3	84
4	1100000	200000	8	6	84	4	6	85	3	2	59
5	650000	300000	9	8	59	7	8	15	4	6	65
6	400000	250000	4	5	48	2	5	84	8	9	56
7	500000	350000	6	4	78	3	4	73	2	8	54
8	260000	250000	9	6	20	9	9	21	1	1	56
9	270000	36500	7	9	12	4	7	23	9	2	21
10	1000000	359000	10	7	59	1	5	59	6	3	78

Контрольні питання

1. Які методи використовують для урахування ризику при оцінюванні інвестиційного проекту?
2. Як перевіряється стійкість проекту?
3. Як ураховується якість інформації щодо проекту?
4. Як можливо визначити доцільність страхування проекту
5. Які дії слід приймати для захисту інтересів виконавців проекту при неблагоприятном змінах умов або недосягнення поставленої мети проекту?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колмогоров А.Н. Введение в теорию вероятностей/А.Н. Колмогоров, И.Г. Журбенко, А.В. Прохоров – М.: Наука, (Библиотечка «Квант». Вып. 23) 1982. – с.160.

Додаток А

Пояснення до вибору коду УДК

.

Додаток Б

Пояснення до вибору коду продукту ДКПП 016-97

УДК 65.012.122
КП _________
№ державної реєстрації_____
Інв. №_____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115

„Затверджую”
Зав. кафедрою Електромеханічного
обладнання енергоємних виробництв
_____ проф. Шевчук С.П.

_____” _____2015 р

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

З дисципліни «Основи теорії експлуатаційних ризиків»

тема:

ВСТАНОВЛЕННЯ РИЗИКУ ПРИДБАННЯ НЕЯКІСНИХ КОМПЛЕКТУЮЧИХ (ТЕОРЕМА БАЙЕСА)

Керівник д.т.н. Терентьєв О.М.

Виконав:
Студент групи _____ _____
№ П.І.Б.

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Мета: Встановлення ризику придбання неякісних комплектуючих.

3.1. Формула Байеса - Теорема гіпотез

Одна з основних теорем, теорії ймовірності – є теорема Байєса (англ. математик Томас Баєс (T. Beiz (1701-1761)).

Нехай маємо декілька незалежних і несумісних гіпотез H_1, H_2 ,..., H_n , Відомі ймовірності $P(H_i)$, $i = 1,\ldots, n$, цих гіпотез до проведення уточнюючих досліджень і умовні ймовірності $P(A/H_i)$ події A, яка може відбутися тільки сумісно з однією гіпотезою [1].

Проведено дослідження, у результаті яких подія A відбулася, тоді **умовні ймовірності $P(H_i/A)$**:

$$P(H_i/A) = P(H_i)P(A/H_i)/P(A), \qquad (3.1)$$

де Hі – деякі гіпотези;

А – деяка подія;

Р(Hі) – апріорні ймовірності гіпотез;

Р(А/Hі) – апостеріорні ймовірності цих гіпотез (при умові, що подія А фактично відбулася).

Апріорна ймовірність заснована на минулому досвіді і імовірнісному аналізі.

В Байєсівській статистиці, **апостеріорна ймовірність** (з англ. Posterior probability) випадкових подій, або сумнівних тверджень являє собою умовну ймовірність, яка присвоюється після того, як були враховані відповідні докази.

Повна ймовірність події А:

$$P(A) = \sum_{i=1}^{n} P(H_i)P(A/H_i). \qquad (3.2)$$

Найбільш поширеним методом є метод Байеса. Теорема Байеса дає залежність між ймовірностями різних гіпотез до і після виникнення події. Гіпотезами можуть бути, наприклад, думки фахівців про можливий розвиток тієї чи іншої проблемної ситуації. Підхід Байєса дозволяє корегувати думки при накопиченні досвіду. Тобто забезпечує навчання робітників в процесі прийняття рішень.

Теорема Байеса витікає з основної теореми ймовірностей про те, що ймовірність сумісного виникнення двох подій А і В дорівнює добутку умовної ймовірності виникнення події А при умові, що подія В вже виникла, на безумовну ймовірність виникнення події В або дорівнює добутку умовної ймовірності виникнення події В при умові, що подія А виникла, на **безумовну ймовірність виникнення події А**:

$$p(A \text{ і } B) = p(A/B)\cdot p(B) = p(B/A)\cdot p(A). \qquad (3.3)$$

Тоді з (3.3) витікає вираз для умовної ймовірності, що представляє теорему Байеса:

$$p(A/B) = [p(B/A)\cdot p(A)]/\, p(B). \qquad (3.4)$$

Ймовірність р(А) підраховують до проведення експерименту, тому вона носить теоретичний, попередній характер. Ймовірність р(А/В) заснована на даних вже проведеного експерименту, тому більш точна с практичної точки зору.

Недоліком теореми Байєса є можливість відсутності достатнього обґрунтування даних про апріорні ймовірності гіпотез.

3.2. Оцінка ризику придбання неякісних комплектуючих

3.2.1. Вхідні умови. Для зменшення або попередження утворення на робочих поверхнях насосно-компресорних труб (НКТ) осаду

асфальтосмолистих парафінових відкладень (АСПВ) необхідно придбання якісних НКТ. На нафтогазовидобувне управління (НГВУ) надходять НКТ від трьох постачальників:

- 40 % НКТ надходить від постачальника 1;
- 50 % НКТ постачає виробниче підприємство 2;
- 10 % НКТ – експортні поставки від виробничої фірми 3.

Після проведення випробувань, які ураховують виробничі умови конкретного НГВУ встановлено, що відсоток бракованих НКТ відповідно дорівнює 1 %, 2 %, 4 %.

Для заміни НКТ, що повністю заглушені АСПВ відібрана щойно придбана партія НКТ, яка після вибіркових випробувань вважається придатною до використання в виробничих умовах даного НГВУ.

Завдання.

Визначити ризик використання (ймовірність) того, що ця партія НКТ придбана у Постачальника 1, якій на протязі останніх 10 років постачав до НГВУ насосно-компресорні труби з мінімальнім відсотком порушення технічних умов виробництва НКТ.

3.2.2. Реалізація завдання, яке поставлено перед інженером

Для реалізації виробничого завдання згадаємо основні теоретичні положення, дивись Лекція № 1.

Нехай подія A – обрана для заміни НКТ є такою, що повністю відповідає технічним умовам виробництва НКТ.

Можливі три гіпотези H_1 , H_2 , H_3 – взяті для заміни НКТ надійшли, відповідно від $1,2,3$ постачальника.

Ймовірність кожної з гіпотез визначається з умов завдання:

$$P(H_1) = 0{,}4;\ P(H_2) = 0{,}5;\ P(H_3) = 0{,}1.$$

Відповідні умовні ймовірності події А:

$$P(A/H_1) = 1 - 0{,}01 = 0{,}99;$$
$$P(A/H_2) = 1 - 0{,}02 = 0{,}98;$$
$$P(A/H_3) = 1 - 0{,}04 = 0{,}96.$$

Повна ймовірність події *А*:

$$\text{P(A)} = \sum_{i=1}^{n} P(H_i)P(A/H_i) = 0.4 \cdot 0.99 + 0.5 \cdot 0{,}98 + 0.1 \cdot 0.96 = 0.982.$$

Умовна ймовірність гіпотези $H1$ (якісна труба НКТ від постачальника 1):

$$\text{P}(\text{H}_1/A) = \frac{P(H_1)P(A/H_1)}{P(A)} = \frac{0.4 \cdot 0.99}{0.982} = 0.403,$$

$\text{P(H}_1\text{)}$ - ймовірність події 1;

$\text{P(A/H}_1\text{)}$ - умовні ймовірності події А;

P(A) – повна ймовірність події А.

Умовна ймовірність гіпотези $H2$ (якісна труба НКТ від постачальника 2):

$$\text{P(H}_2\text{/AA} = \frac{P(H_2)P(A/H_2)}{P(A)} = \frac{0.5 \cdot 0.98}{0.982} = 0.499$$

Умовна ймовірність гіпотези $H3$ (якісна труба НКТ від постачальника 3):

$$\text{P}(\text{H}_3/A) = \frac{P(H_3)P(A/H_3)}{P(A)} = \frac{0.1 \cdot 0.96}{0.982} = 0.098$$

Збитки z_i, що обумовлені наявністю браку у першого, другого і третього постачальників пропорційні наявності браку і відповідно складають 1 %, 2 % та 4 % втраченого прибутку. Це обумовлено витратами для відновлення

можливості безперебійного функціонування НКТ, тобто очищення НКТ від АСПВ.

Тоді з урахуванням (3.1) і (3.5) ризик використання придбаних у вказаних постачальників НКТ

$$R_1=P(H_1/A)\cdot z_1 = 0{,}403\cdot 0{,}01= 0{,}00403;$$

$$R_2=P(H_2/A)\cdot z_2 = 0{,}499\cdot 0{,}02= 0{,}00998;$$

$$R_3=P(H_3/A)\cdot z_3 = 0{,}098\cdot 0{,}04= 0{,}00392;$$

Розрахунки показують, що:

- ризик використання 40 % НКТ від першого постачальника з 1 % браку складає 0,00403 в.о. втраченого прибутку;
- ризик використання 50 % НКТ від першого постачальника з 2 % браку складає 0,0099 в.о. втраченого прибутку;
- ризик використання 10 % НКТ від першого постачальника з 4 % браку складає 0,0039 в.о. втраченого прибутку.

3.3. Граф ймовірності браку від постачальника

Виробництво водяних насосів має три постачальника комплектуючих до насосів – заводи А, Б, В. Частка заводу А складає 50 % загального обсягу постачання, Б – 30 %, В – 20 %. Оскільки заводи – постачальники комплектуючих до насосів, мають обладнання різного ступеню зношеності, то багаторічний досвід показав, що 10 % комплектуючих, що постачаються заводом А мають відхилення від нормативних документів, завод Б постачає 5 % комплектуючих з відхиленням від норм і завод В - 6 %.

Визначити

1. Яка ймовірність того, що взята навмання деталь отримана з заводу А?

2. Яка ймовірність того, що взята навмання деталь має відхилення від нормативних документів і крім того її постачальник завод А?

Реалізація виробничого завдання

1. Так як 50 % комплектуючих деталей постачається заводом А, то ймовірність того, що взята навмання деталь поставлена заводом А складає p(A)= 0.5. На рисунку 3.1. представлено дерево ймовірності.

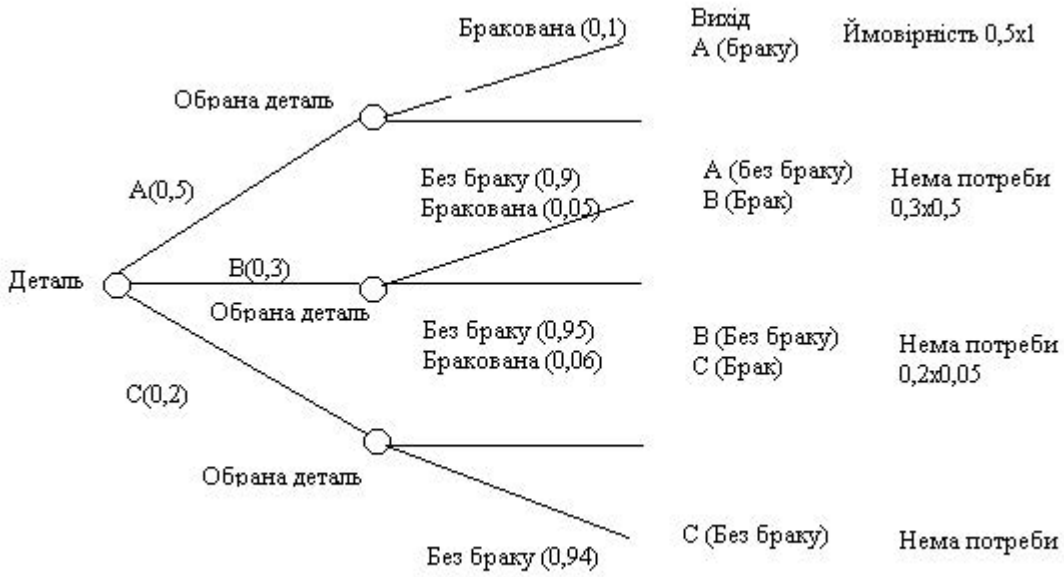

Рисунок 3.1. – Дерево ймовірності

Аналіз дерева ймовірностей, рисунок 3.1, дає змогу встановити, що ймовірність браку:

$$(0.5 \cdot 0.1) + (0.3 \cdot 0.05) + (0.2 \cdot 0.06) = 0.077$$

Тобто з кожних 1000 штук маємо 77 бракованих деталей.

Доля заводу А у загальній кількості браку:

$$p(A) = (0.5 \cdot 0.1)/0.077 = 0.65,$$

тобто ймовірність того, що обрана деталь отримана від заводу А є бракованою збільшилася з 0.5 до 0.65.

За формулою Байєса:

$$P(A \text{ з браком}) = p(A \text{ і з браком})/p(\text{з браком}) =$$

$$= (0.5 \cdot 0.1)/[(0.5 \cdot 0.1)+(0.3 \cdot 0.05)+(0.2 \cdot 0.06] = (0.5 \cdot 0.1)/0.077 = 0.65$$

Тобто, ймовірність того, що отримана бракована деталь поставлена Заводом А, дорівнює 0.65

ВИСНОВКИ

(складаються самостійно)

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

(складаються самостійно)

Варіанти для самоперевірки та контрольні завдання

1. Яка ймовірність того, що взята навмання деталь отримана від постачальника 1?

2. Яка ймовірність того, що взята навмання деталь має відхилення від нормативних документів? Варіанти завдань наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Варіанти для самостійної реалізації і аналізу

Варіант для самоконтролю	1		2		3		4		5	
	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак
1-й постачальник	30	3	20	2	10	4	5	3	30	2
2-й постачальник	50	3	50	2	50	3	50	2	5	4
3-й постачальник	20	1	30	1	40	1	45	1	65	1

Продовження табл. 1.1

Варіант для самоконтролю	6		7		8		9		10	
	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак
1-й постачальник	25	1	30	3	30	2	30	3	5	2
2-й постачальник	5	2	10	2	20	1	30	2	25	2
3-й постачальник	70	3	60	1	50	3	40	1	70	2

Продовження табл. 1.1.

Варіант для самоконтролю	11		12		13		14		15	
	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак
1-й постачальник	10	5	20	2	30	1	30	3	50	2
2-й постачальник	10	4	10	3	10	1	20	2	30	6
3-й постачальник	80	2	70	5	60	3	50	4	20	5

Продовження табл.1.1.

Варіант для самоконтролю	16		17		18		19		20	
	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак
1-й постачальник	45	3	45	5	45	2	45	1	45	3
2-й постачальник	45	5	5	4	10	3	15	3	20	2
3-й постачальник	10	4	50	3	45	4	40	5	35	1

Кінець табл. 1.1.

Варіант для самоконтролю	21		22		23		24		25	
	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак	% постачальник	% брак
1-й постачальник	5	3	10	2	20	1	30	2	40	2
2-й постачальник	40	4	30	4	20	1	10	2	5	1
3-й постачальник	55	2	60	3	60	6	60	5	55	3

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Данилин Г. А. Элементы теории вероятностей с EXCEL: Практикум для студентов всех специальностей МГУЛа., / Г. А. Данилин, В. М. Курзина, П. А. Курзин, О. М. Полищук. - М.: МГУЛ, 2004. – с. 87 с.: ил.

2. Балабанов И.Т. Ризик - Менеджмент. М., УпрИнвест, 1996. – 462 с.

3. PMI Standards Committee, William R. Duncan, Director of Standards. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newton Square, PA: Project Management Institute, 1996

Додаток А. Парадокс байєсівської моделі

Нехай щільність розподілу випадкової величини X є сумішшю двох додатніх щільностей: $f_p(x) = pf_0(x) + (1-p)f_1(x)$, де $0 \le p \le 1$. Значення параметру p невідоме, і при досить великих n ми сподіваємося оцінимти його з довільною наперед заданою точністю за незалежними спостереженнями X. Для розв′язання задачі ми хочемо скористатися теоремою Байєса: виберемо число p_0, $0 < p_0 < 1$ і припустимо, що *апріорна* щільність розподілу дорівнює $p_0f_0(x) + (1-p_0)f_1(x)$,. Тоді *апостеріорна* щільність розподілу запишеться у вигляді $p_nf_0(x) + (1-p_n)f_1(x)$, де

$$\frac{p_n}{1-p_n} = \frac{p_0}{1-p_0}\prod_{i=1}^{n}\frac{f_0(X_i)}{f_1(X_i)}.$$

Використовуючи елементи вибірки, дійсно можна знайти значення параметру з наперед заданою точністю, якщо з імовірністю 1

$$\lim_{n\to\infty}\frac{p_n}{1-p_n} = \frac{p}{1-p}.$$

Але ця рівність не завжди виконується. Наприклад, якщо математичне сподівання величини $\log\dfrac{f_0(X)}{f_1(X)}$ дорівнює нулю, то за теоремою Чжуна-Фукса

$$\limsup_{n\to\infty}\frac{p_n}{1-p_n} = \infty, \text{ і } \liminf_{n\to\infty}\frac{p_n}{1-p_n} = 0,$$

значить, $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{p_n}{1-p_n}$ в цьому випадку навіть не існує. Парадоксу не буде, якщо замість $(p_0, 1 - p_0)$ взяти *апріорний* розподіл, який має щільність імовірності, додатну на всьому інтервалі (0, 1). Така модель краща, бо істинна щільність $f_p(x)$ враховується з додатною імовірністю.

Додаток Б. Пояснення до вибору коду УДК

65 – Керування підприємствами, організація виробництва, торгівлі і транспорту
65.012 – Методи:

.1 – Дослідження. Нагляд. Досліди.

.12 – Дослідження. Нагляд. Аналізи.

.122 – Дослідження планування і виробничих процесів. Дослідження операцій. Лінійне програмування. Вивчення досвіду підприємств.

Додаток В. Пояснення до вибору коду продукту з ДКПП 016-97

Загальна структура цифрових кодів для утворення класифікаційних угрупувань у ДКПП відповідає такій схемі:

- XX - розділ;
- XX.X - група;
- XX.XX - клас;
- XX.XX.X - категорія;
- XX.XX.XX - підкатегорія;
- XX.XX.XX.XXX - тип.

Приклад: 10.10.11.100,

- 10 - розділ "Вугілля кам'яне, вугілля буре та торф";
- 10.1 - група "Вугілля кам'яне";
- 10.10 - клас "Вугілля кам'яне";
- 10.10.1 - категорія "Вугілля кам'яне";
- 10.10.11 - підкатегорія "Вугілля кам'яне неагломероване";
- 10.10.11.100 - тип "Вугілля сортове".

Додаток Г. Пояснення до деяких понять

1. Большая Советская Энциклопедия. (В 30 томах) Гл.ред.: А.М. Прохоров. Изд 3-е. М.: Советская энциклопедия, 1970. Т.2 Ангола-Барзас. 1970. – 632 с с ил., 32 л. илл. 14 л. карт.

Априори – (от латинского **a priori** – буквально из предшествующего) знание, предшедствующее опыту и независимое от него (из учения схоластов).

Апостериори – (от латинского **a posteriori** – буквально из последующего) знание, полученное из опыта (Аристотель, Платон, Ибн Сина, Фома Аквинский)