

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ТЕХНІЧНІ РИЗИКИ

Конспект лекцій

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістр за освітньою програмою:
«Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів»,
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Укладачі: О. М. Терентьєв, А. Й. Клещов

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
2023

УДК 614.8

Укладачі: *Терентьєв Олег Маркович, д-р техн. наук, проф.*
Клещов Антон Йосипович, канд. техн. наук, доц.

Рецензент *Вигівський В.М., головний інженер КП «Київський метрополітен»*

Відповідальний редактор *Бойченко С.В., д-р. техн. наук, проф.*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 1 від 07.09.2023 р.)
за поданням вченої ради Навчально-наукового інституту
енергозбереження та енергоменеджмент
(протокол № 12 від 29.05.2023 р.)*

Технічні ризики. [Електронний ресурс]: конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.М. Терентьєв, А.Й. Клещов. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 141 с.

Конспект лекцій “Технічні ризики” розроблено для ознайомлення з вимогами убезпечення від технічних ризиків в електротехнічних комплексах. Надані конкретні практичні приклади розрахунку, вибору і експлуатаційних режимів електротехнічних та мехатронних комплексів. Приділено увагу особливостям передбачення і попередження типових аварійних ситуацій при функціюванні технічних інновацій на виробництві. Видання призначено для студентів і аспірантів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» і буде цікавим також фахівцям з питань аудиту промислових підприємств.

УДК 614.8

Реєстр. № НП 23/24-022. Обсяг 6.4 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН.....	8
Лекція № 1. КВАЛІФІКАЦІЙНА СИСТЕМА РИЗИКІВ	9
1.1. Поняття ризику.....	13
1.2. Класифікація ризиків	14
1.3. Характеристика окремих категорій ризиків	16
Лекція № 2. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ.....	19
2.1. Основна термінологія технічних ризиків	19
2.2. Короткі історичні відомості	21
2.3. Основна нормативна база теорії ризиків	22
2.4. Зовнішні і внутрішні технічні ризики	23
Лекція № 3. АНАЛІЗ РИЗИКУ НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ.....	26
3.1. Аналіз ризику аварій на небезпечних виробничих об'єктах	26
3.2. Характеристика окремих категорій ризиків	27
3.3. Порядок проведення аналізу ризику	28
3.4. Використання елементів теорії графів при проєктуванні	30
Лекція № 4. КАТЕГОРІЇ ВІДМОВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ	35
4.1. Аналіз видів і послідовності відмов	35
4.2. Варіанти критеріїв відмов по тяжкості наслідків	35
4.3. Операційні маршрути й траєкторії проєктної діяльності.....	39
Лекція № 5. ОСОБЛИВОСТІ РИЗИКІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ	43
5.1. Види ризиків енергетичних комплексів	43
5.2. Особливості управління ризиками в електроенергетиці.....	43
5.3. Стадії плану управління ризиками.....	46
Лекція № 6. ТЕХНІЧНІ РИЗИКИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ	50
6.1. Зовнішні і внутрішні ризики енергетики.....	50
6.2. Попередження збитків від ризикових ситуацій	53
6.3. Розподіл ресурсів для подолання ризиків.....	55
Лекція № 7. РИЗИКИ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ	57
7.1. Управлінням сценаріями розвитку ризикових подій	57
7.2. Планування заходів і стратегій управління якістю проєкту	61
7.3. Карта ризиків	61
Лекція № 8. МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКІВ	64
8.1. Формула Байеса - Теорема гіпотез	64
8.2. Ризик придбання неякісних комплектуючих	66
8.3. Реалізація виробничого завдання через «Дерево імовірностей».....	68
Лекція № 9. РИЗИК ВТРАЧЕНОЇ КОРИСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ	74
9.1. Ризик втраченої користі	74
9.2. Кількісний розрахунок ризику втраченої користі	75

9.3. Нормативний документ ISO 31000.....	77
Лекція № 10. ВПЛИВ АСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА СПОЖИВАННЯ РЕСУРСІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	80
10.1. Вплив несиметричності напруг на роботу електрообладнання.....	80
10.2. Коефіцієнти асиметрії напруги в електромережі України.....	83
10.3. Категорії небезпечних виробничих об'єктів.....	86
Лекція № 11. РОЗСЛІДУВАННЯ НАСЛІДКІВ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОРУШЕННЯ В РОБОТІ ЕНЕРГОУСТАНОВОК	89
11.1. Види аварій і порушень виробничого циклу.....	89
11.2. Розслідування наслідків технологічних порушень.....	91
11.3. Технологічні порушення експлуатації електричних мереж	91
Лекція №12. ОЗНАКИ ПОРУШЕНЬ ЕНЕРГОПІДПРИЄМСТВА.....	94
12.1. Аварії I і II категорій.....	94
12.2. Відмови I та II категорій.....	95
12.3. Інструкція розслідування і облік технологічних порушень.....	98
Лекція № 13. ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	101
13.1. Ознаки аварій і порушень	101
13.2. Завдання оперативного керування під час ліквідації аварій.....	102
13.3. Визначення недовиробітку електричної і теплової енергії.....	104
Лекція 14. ДОКУМЕНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОРУШЕНЬ ...	108
14.1. Технологічні порушення на об'єктах електроенергетики	108
14.2. Документування технологічних порушень	110
14.3. Допустимі відхилення від чинних документів.....	112
Лекція № 15. ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ	115
15.1. Класифікація небезпечних об'єктів.....	115
15.2 Техногенний ризик і його оцінка.....	116
15.3. Показник ризику техногенної аварії	116
Лекція №16. РИЗИК АВАРІЇ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ СПОРУДИ	122
16.1. Аналіз причин руйнування гідротехнічних споруд.....	122
16.2. Розрахунок ризику аварії гідротехнічної споруди.....	123
16.3. Компоновка гідротехнічних споруд гідровузла.....	126
Лекція № 17. ВТРАТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ	128
17.1. Призначення та здійснення страхових виплат	128
17.2 Страхові виплати і їх склад.....	128
17.3. Порядок призначення та проведення страхових виплат	130
Лекція №18. ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОГЕННИЙ РИЗИК	134
18.1. Структура техногенних аварій та їх причини	134
18.2. Аварії техногенних об'єктів.....	135
18.3. Управління техногенним ризиком	138
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	141

ВСТУП

Конспект лекцій з дисципліни “Технічні ризики” присвячений розгляду кола ризиків, які найбільш притаманні для електроенергетичної галузі, що дозволить чітко визначити місце кожного ризику в загальній системі, створити можливість для подальшого ефективного застосування відповідних методів та прийомів управління ризиком.

Електроенергетичній галузі притаманна специфіка, пов’язана з одномоментністю вироблення і споживання енергії, складним технологічним циклом її отримання, необхідністю централізованого диспетчерського оперативнотехнологічного керування всім комплексом в цілому, забезпечення надійності та безпеки функціонування, що робить електроенергетику матеріаломісткою, інтелектуальномісткою та наукомісткою галуззю з великим інвестиційним циклом. Специфічна особливість галузі полягає в неможливості жорсткого планування об’ємів виробництва, оскільки виробництво і споживання відбувається одночасно та обумовлюється ним. Обсяги енергетичного виробництва повністю залежать від споживачів і не можуть встановлюватися за бажаннями виробників. Режимна особливість енергетики відображається через призму суттєвих нерівномірностей енергоспоживання, що в свою чергу, потребує відповідних режимів роботи енергопідприємств, регулювання виробництва енергії відповідно до споживання.

Мета навчальної дисципліни є оволодіння теоретичними і практичними аспектами *управління промисловою і екологічною безпечністю* на основі *аналізу, оцінки та попередження ризикових ситуацій на виробництві*. Особливу увагу приділено методологічним і методичним питанням *розрахунку технічних, експлуатаційних, екологічних і економічних ризиків* потенційно небезпечних об’єктів техносфери, забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань основ теорії технічних ризиків при дослідженнях основних параметрів, комп’ютерному моделюванні, проєктуванні та експлуатації електромеханічного обладнання, яке використовується в промисловості, на транспортні та будівництві.

Предметом вивчення дисципліни є безпечна експлуатація електротехнічних і мехатронних систем та їх обладнання, попередження та ліквідація причин і наслідків аварійних ситуацій, урахування можливих причин та недопущення виникнення аварійних ситуацій на виробництві.

Дисципліна закладає основи для формування у студента знань, вмінь і отримання досвіду з використання сучасної електронної техніки для проведення аналізу ризиків та управління ризиковими ситуаціями на виробництві, оцінки можливих наслідків аварій на виробництві. А також вміння оцінювати і обирати варіанти технічного рішення з мінімальною ймовірністю виникнення ризикової ситуації.

В результаті вивчення дисципліни «Технічні ризики» студенти отримують наступні компетенції:

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями;
- здатність виявляти та оцінювати ризики;
- здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проєктування і розрахунків;
- здатність розробляти робочу проєктну й технічну документацію з перевіркою відповідності даним проєктам і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з розробкою автоматичних систем керування, оцінювати і використовувати накопичений досвід;
- здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування, системного аналізу та числових методів для розроблення математичних моделей електротехнічних та мехатронних комплексів, аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

А також уміння:

- застосовувати прикладне програмне забезпечення та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

- обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та мехатронних комплексів із заданими показниками;
- застосовувати методи оптимізації при проектуванні електротехнічних та мехатронних систем та комплексів;
- використовувати, розраховувати та досліджувати цифрові та нелінійні регулятори технологічних процесів, використовуючи сучасне електротехнічне обладнання.

Електроенергетика України функціонує в умовах реформування, внаслідок чого виникають нові ризики, які вимагають аналізу, оцінки та прийняття оптимальних управлінських рішень.

Управління ризиками в електроенергетичній галузі є постійним процесом, який ніколи не зупиняється у своєму розвитку. Тому, створення ефективної системи управління ризиками, яка б відповідала всім вимогам сьогодення, є першочерговим елементом успіху підприємства.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ лекції	Тема
1	Кваліфікаційна система ризиків
2	Аналіз наукових досліджень і публікацій
3	Аналіз ризику на виробничих об'єктах
4	Категорії відмов працездатності
5	Особливості ризиків в енергетиці
6	Технічні ризики в електроенергетиці
7	Ризики проєктів енергетики
8	Методи кількісного аналізу ризиків
9	Ризик втраченої користі на виробництві
10	Вплив асиметрії напруги на споживання ресурсів електростанцій
11	Розслідування наслідків технологічних порушень в роботі енергоустановок
12	Ознаки порушень енергопідприємства
13	Визначення недовиробітку електричної енергії
14	Документування технологічних порушень
15	Оцінка виробничого ризику
16	Ризик аварії гідротехнічної споруди
17	Втрата працездатності на виробництві
18	Відомості про техногенний ризик

ЛЕКЦІЯ № 1. КВАЛІФІКАЦІЙНА СИСТЕМА РИЗИКІВ

План лекції

1.1. Поняття ризику.

1.2. Класифікація ризиків.

1.3. Характеристика окремих категорій ризиків.

Приклад розрахунку.

З промови Віктора Львовича Кирпичова на відкритті КПІ у 1898 р.

«... Якщо хтось пропонує тільки рутинно копіювати старовину, тому не треба закінчувати вищого-навчального закладу: його діяльність буде робота ремісника, а не інженера...»

Ключові слова: *ризик, поняття ризику, класифікація ризиків, категорії ризиків.*

Уникнути ризиків неможливо, тому актуальним є встановлення причин виникнення та необхідності їх аналізу. В управлінні ризиками електроенергетичних підприємств найбільше значення мають механізми зниження ризиків.

Відповідно до прийнятої «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”» здійснюються впровадження нових виробництв, які потребують комплексного захисту від ризиків та наслідків від їх настання.

Насамперед, потребує реконструкції та модернізації:

- теплоелектростанції (ТЕС);
- вугільні електростанції, за рахунок впровадження сучасних економічних вугільних паротурбінних енергоблоків, обладнаних системами зниження викидів NO_x (оксиди азоту), SO₂ (оксид сірки) та пилу;
- парогазових теплоенергоцентралей (ТЕЦ) з газифікацією вугілля, високо напірним теплогенератором;

- використання вітчизняного вугілля, в тому числі технологій та обладнання для спалювання бурого вугілля;
- завершення будівництва гідроакумулювальної електростанції (ГАЕС) сумарною потужністю 4074 МВт;
- реконструкції гідроелектростанцій (ГЕС) Дніпровського каскаду (друга черга) та Дністровської ГЕС;
- будівництва ГЕС на ріках Тисі і Дністрі та їх притоках;
- формування системо-утворюючої мережі Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ) для передачі потужності із надлишкових західних регіонів країни у дефіцитні - центральний та східний регіони;
- посилення міждержавних зв'язків з метою інтеграції UCTE (англ. Union for the Coordination of Transmission of Electricity) та збільшення експортних поставок електроенергії;
- модернізації електромереж та збільшення генеруючих потужностей «Острова Бурштинської ТЕС»;
- будівництва додаткових електромереж в Одеському енерговузлі.

Управління ризиками спрямовано на управління відомими та невідомими сценаріями розвитку ризикових подій. Передуює цьому класифікація ризиків. У кожного об'єкта галузі повинна бути розроблена своя система ранжування ризиків.

Вирішення практичних задач потребує чіткого уявлення п'яти головних питань:

- ЩО? - визначення суттєвого складу роботи.
- ЯК? - вибір підходу до вирішення задачі.
- ЧИМ? - вибір ресурсів, які будуть використанні.
- РИЗИК? - використання новітнього технічного рішення
- ЯКИМ ЧИНОМ? - визначення способу (конкретної послідовності, алгоритму) дій.

Усі ці питання визначають концептуальний склад менеджменту. А менеджмент, на думку відомого англійського консультанта з питань керування М. Вудкока "займається ефективним вирішенням проблем". З цієї точки зору

інженерна діяльність - це повсякденний менеджмент [1]. В умовах автоматизації процесів в Україні, п'ять вищезгаданих задач конкретизуються наступним чином:

– ЩО? - підвищення ефективності праці (продуктивності персоналу установи або закладу).

– ЯК? - автоматизацією (не)виробничих процесів.

– ЧИМ?- раціональними інноваційними технологіями та програмним забезпеченням.

– ЯКИМ ЧИНОМ? - придбанням необхідного обладнання та програмного забезпечення, і навчанням персоналу доцільно використовувати придбане.

На початку кожен користувач неминуче підпадає під дію відомого закону Мерфі, який наголошує: "якщо існує два та більше способів зробити будь-що, але один з них невірний, то знайдеться той, хто неодмінно обере саме цей спосіб". Цей закон може спрацювати на будь-якому з чотирьох етапів. Навчання - єдиний спосіб обійти закон Мерфі. Але навчання повинно мати певне матеріально - технічне забезпечення, а не тільки за допомогою підручників.

Ризик - це діяльність, пов'язана з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, в процесі якої є можливість кількісно та якісно оцінити вірогідність досягнення очікуваного результату, невдачі або відхилення від цілі. У випадку, якщо є можливість кількісно та якісно визначити ступінь вірогідності того чи іншого варіанту, то це буде ситуація невизначеності [1,2].

Виділяють наступні групи причин невизначеності та, спричинені нею, ризики.

1. Неповнота, неточність та протиріччя інформації – ці чинники можуть бути спричинені як технічними перешкодами при отриманні інформації та її обробки, або чисто економічними причинами.

2. Неоднакова ступінь інформування учасників ринкових відносин.

3. Непередбачуваність багатьох процесів та явищ, які впливають на економіку (науково-технічний прогрес (НТП), стихійні лиха, поведінка споживачів та продавців).

4. Багатокритеріальність та конфліктність в оцінці рішень.

Всі чинники, які визначають ступінь ризику, бувають об'єктивні (зовнішні) та суб'єктивні (внутрішні). До об'єктивних відносять ті чинники, які не залежать від підприємства: чинники безпосереднього впливу та чинники побічного впливу. Чинники безпосереднього впливу: нормативно-правові акти та закони, які регулюють господарчу та підприємницьку діяльність; бюджетна, фінансово-кредитна та податкова системи; дії органів влади; дії економічних контрагентів (постачальники, споживачі, торгові та збутові агенти); конкуренція; дії криміналітету. Фактори побічного впливу: політичні, економічні, демографічні, соціальні, екологічні системи та їх зміни; стихійні лиха; міжнародні економічні зв'язки та торгівля; науково – технічний прогрес та інші чинники. До суб'єктивних чинників відносять: стратегія розвитку; маркетинг; виробничі потужності; технологія; кадри та мотивація їх діяльності; якість продукції; місце знаходження підприємства та багато інших. Чинники зовнішні та внутрішні тісно пов'язані між собою та повинні розглядатися в логічному взаємозв'язку.

Відповідно до **Закону «Про охорону праці»** (20.06.2001) задачею працедавця є гарантія безпеки і охорони життя і здоров'я працівників на підприємстві. 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/ЕЕС, та підпорядковані їй спеціальні директиви з безпеки праці на робочих місцях (89/654/ЕЕС, 89/655/ЕЕС, 89/656/ЕЕС, 90/269/ЕЕС, 90/270/ЕЕС тощо) і директиви про захист працівників від хімічних, фізичних і біологічних ризиків (98/24/ЕС, 2000/54/ЕС, 2002/44/ЕС тощо).

Основні положення аналізу і оцінки ризиків а також управління ними включені в наступні міжнародні стандарти:

- стандарт управління навколишнім середовищем **ISO 14001** («Environmental management systems standards» - Системи екологічного менеджменту стандартів);
- стандарт якості **ISO 9001** («Quality systems: Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing» - Модель для

забезпечення якості при проектуванні, розробці, налагоджуванні і обслуговуванні);

- система управління професійним здоров'ям і безпекою праці **OHSAS 18001** («Occupational Health and Safety Assessment series» Гігієна праці та оцінка безпеки).

Документи Європейської спілки «Здоров'я і безпека праці» (ЕС DOC/05/20/97) передбачають загальний підхід до оцінки ризиків, що можуть виникати у виробничих умовах. Ці положення і рекомендації відображено в «Guidance on risk assessment at work, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996–2000» (Керівництво з оцінки ризику на роботі. Люксембург: Офіс офіційних публікацій Європейських Співтовариств 1996–2000). Деякі з цих вказівок приведені в підрозділах 1.1. і 1.2. вказаних Основних напрямків. Політику забезпечення безпеки праці та охорони здоров'я визначають також «Основні напрямки систем управління безпекою праці і охорони здоров'я» (ILO-OSH 2001) Міжнародної Організації Праці (МОП). Європейська Спілка дає своє бачення подальших дій і пріоритетів безпеки праці в документі «Пристосування до змін у праці та суспільстві: нова стратегія безпеки праці та охорони здоров'я Співтовариства 2002-2006».

Будуть обговорюватися роботи системи діяльностей, які покликані забезпечувати стійкість траєкторії розвитку технічних проєктів. Без усвідомленого їхнього виконання досягнення мети проєкту досить сумнівне.

У подальшому мова йтиме про *управління технічними ризиками, управління якістю й відстеження зав'язків*. У тій або іншій формі *управління ризиками, управління якістю й відстеження зв'язків* реалізуються в будь-якому проєкті.

1.1. Поняття ризику

Ризик (Risk) або ступінь ризику (level of risk) - це комбінація частоти або ймовірності й наслідків певної небезпечної події [1, 2].

Тобто поняття ризику завжди включає два елементи:

- частоту, з якою відбувається небезпечна подія;

- і наслідки небезпечної події.

Ризик – комплексне поняття, яке охоплює ймовірність небажаних подій, випадків з несприятливими наслідками, і оцінку обсягу наслідків, що ними викликано [1].

Ризик R можна записати у символному вигляді [2]:

$$R = Q \times p, \quad (1.1)$$

де Q – ймовірність події;

p – наслідки (обсяг збитків).

Ризик можливо також охарактеризувати рівнянням [2], яке ураховує:

- наявність небезпеки;
- можливість уникнути ризику;
- ступінь тяжкості ризику

$$\mathbf{R} = \mathbf{E} \times \mathbf{A} \times \mathbf{S}, \quad (1.2)$$

де E (*Existence*) – ймовірність існування визначеного ризику;

A (Avoidance) – ймовірність уникнення ризику;

S (*Severity*) – категорія, що визначає ступінь важкості ризику.

1.2. Класифікація ризиків

Найбільш характерні наступні види ризику у робочому середовищі [3]:

- неосмислений (непередбачуваний) ризик;
- осмислений (передбачуваний) ризик;
- ризик забруднення навколишнього природного середовища.

Кваліфікаційна система ризиків включає:

- групи;
- види;
- різновиди;
- категорії;
- підвиди.

Залежно від можливого результату (ризикової події) ризики можна поділити на дві великі групи:

- чисті;
- спекулятивні.

Чисті ризики означають можливість одержання негативного або нульового результату.

До цих ризиків відносять:

- **природно-екологічний** (ризики, пов'язані із проявом стихійних чинників: землетрус, повінь, буря, пожежа, епідемія);
- **техногенно-екологічний** (ризики пов'язані зі зміною екологічної ситуації від некерованого втручання людини у навколишнє природне середовище);
- **політичні** (ризики пов'язані з політичною ситуацією в країні й діяльністю держави);
- **транспортні** (це ризики, пов'язані з перевезеннями вантажів транспортом: автомобільним, морським, річковим, залізничним, літаками тощо);
- **комерційні** (ризики небезпеки втрат у процесі фінансово-господарської діяльності, майнові, виробничі, торговельні).

Спекулятивні ризики полягають у можливості одержання як позитивного, так і негативного результату.

До цих ризиків відносять:

- **фінансові ризики**, що є частиною комерційних ризиків.

Ризиками можна управляти, тобто використовувати різні дії, що дозволяють деякою мірою прогнозувати настання ризикової події й вживати заходів до зниження ступеня ризику.

Якщо такі категорії ризиків як:

- природно-екологічні;
- техногенно – екологічні;
- транспортні.

Не потребують додаткових пояснень, то інші категорії треба охарактеризувати більш детально.

1.3. Характеристика окремих категорій ризиків

Основні технічні ризики і способи зниження їх впливу наведені у таблиці 1.1.

Майнові ризики - це ризики, пов'язані з імовірністю втрат майна через:

- крадіжку;
- диверсії;
- недбалість;
- перенапруги технічної й технологічної систем;

Таблиця 1.1 - Технічні ризики і способи зниження їх впливу

Види ризиків	Негативні впливи	Способи зниження ризиків
1	2	3
1. Застаріле обладнання	Збільшення витрат на ремонт і модернізацію	Зарезервовані матеріальні і часові ресурси
2. Нестабільність якості послуг	Втрата клієнтів, проблеми з попитом та реалізацією.	Страховання. (Виконання Трудової, Адміністративної, Технологічної, Виробничої дисциплін).
3. Використання інноваційних технологій	Зростання витрат на їх освоєння	Аналіз і діагностика інноваційних технологій
4. Ненадійність складових	Можливість непередбачених аварійних ситуацій	Страховання
5. Відсутність резервних можливостей	Не покриття пікового попиту	Страховання

Виробничі ризики пов'язані:

- зі збитком від зупинки виробництва внаслідок загибелі або ушкодженням основних і оборотних фондів (устаткування, сировини, транспорту тощо);
- впровадженням у виробництво нової техніки й технології.

Торговельні ризики пов'язані:

- зі збитком через: затримки платежів; відмови від платежу в період транспортування товару; непостачання товару; тощо.

Інвестиційні ризики містять у собі наступні підвиди ризиків:

- прямих фінансових втрат.
- зниження прибутковості;
- втраченої користі.

Ризик втраченої користі - це ризик настання непрямого (побічного) фінансового збитку (неодержаний прибуток) у результаті нездійснення будь-якого заходу (наприклад, страхування, хеджування, інвестування тощо).

Приклад розрахунку вибору проєкту

Нехай є два інвестиційні проєкти. Перший з вірогідністю 0,6 забезпечує прибуток 15 тис. грн., проте з вірогідністю 0,4 можна втратити 5 тис. грн. Для другого проєкту з вірогідністю 0,8 можна отримати прибуток 10 тис. грн. і з вірогідністю 0,2 втратити 5 тис. грн. Який проєкт вибрати?

Розв'язок. Обидва проєкти мають однакову середню прибутковість, яка дорівнює 7 тис. грн.:

$$0,6 \cdot 15 + 0,4 \cdot (-5) = 0,8 \cdot 10 + 0,2 \cdot (-5) = 7.$$

Проте середнє квадратичне відхилення прибутку для першого проєкту рівне 9.8 тис. грн.

$$[0,6 \cdot (15-7)^2 + 0,4 \cdot (-5-7)^2]^{1/2} = 9,8,$$

а для другого 6,4 тис. грн.

$$[0,8 \cdot (10-7)^2 + 0,2 \cdot (-5-7)^2]^{1/2} = 6,4$$

тому відається перевага другому проєкту.

Хоча середнє квадратичне відхилення ефективності рішення і використовується частіше в якості міри ризику, воно не зовсім точно відбиває реальність. Можливі ситуації, при яких варіанти забезпечують приблизно однаковий середній прибуток і мають однакові середні квадратичні відхилення прибутку, проте не є в однаковій мірі ризикованими. Дійсно, якщо під ризиком розуміти ризик розорення, то величина ризику повинна залежати від величини початкового капіталу.

Контрольні запитання.

- 1.1. Які об'єкти, згідно з "Енергетичною стратегією України на період до 2025 року", потребують реконструкції та модернізації?
- 1.2. Які є групи невизначеності для ризиків?
- 1.3. Які чинники є об'єктивними при визначенні ступеню ризику?
- 1.4. Які чинники є суб'єктивними при визначенні ступеню ризику?
- 1.5. Які нормативні документи відслідковують ризики?
- 1.6. Що таке ризик?
- 1.7. Яка існує класифікація ризиків?

ЛЕКЦІЯ № 2. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

План лекції

2.1. Основна термінологія технічних ризиків.

2.2. Короткі історичні відомості.

2.3. Основна нормативна база теорії ризиків.

2.4. Зовнішні і внутрішні технічні ризики.

Ключові слова: *загроза, наслідок, інцидент, подія, джерело ризику, методологія, методика.*

2.1. Основна термінологія технічних ризиків

Основні терміни:

Загроза - подія, що можлива в майбутньому, у процесі якої заподіюється шкода (збитки): здоров'ю, майну або середовищу.

Наслідок - кількісно або якісно виражений результат нещасного випадку.

Інцидент - подія або послідовність подій, що можуть привести до нещасного випадку, якщо не буде попереджений.

Подія - дія, або послідовність дій, наслідками якої заподіюється шкода (збитки), ситуація нещасного випадку.

Подія, що спонукає - перший крок у послідовності подій, яка веде до нещасного випадку.

Основна подія - головна подія нещасного випадку, у результаті якого виникає небезпека.

Індивідуальний ризик - імовірність загибелі індивіда в результаті нещасного випадку при знаходженні в певній географічній точці стосовно небезпечного об'єкта.

Соціальний ризик - імовірність, що в результаті нещасного випадку загине не менш «n» людей. Він характеризує серйозність аварії (двовірна величина, що показує зв'язок між кількістю загиблих людей і ймовірністю, що це число буде перевищено).

Джерело ризику - технічний об'єкт, соціальне або природне явище, яке при певних обставинах може привести до нещасного випадку.

Зони ризику - територія, на яку можуть вплинути небажані прояви нещасного випадку.

Чинники ризику - якісно виражені ознаки (критерії), що впливають на ризик.

Параметри ризику - кількісно (чисельно) виражені ознаки, що впливають на ризик, які можна використовувати в математичних моделях ризику.

Методологія - вчення про структуру, логічну організацію, методи та засоби діяльності [4].

Методологія - система усвідомлених принципів і засобів організації і побудови теоретичної і практичної діяльності. Звідки походять поняття „методологія управління”, „методологія планування”, „методологія обліку”.

Методологія - це стратегія побудови і виконання системи діяльності, тобто погодження про те, яким чином повинна розвиватися система яка визначає набір методів, засобів і інструментів, які узгоджені зі стратегією.

Метод (від грецького - methodos - шлях дослідження або пізнання, теорія, вчення), сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, яке підлегле вирішенню конкретної задачі.

Метод - широкий клас методик, які володіють спорідненням основного технологічного прийому або спорідненою теоретичною системою уявлень, на якому базується валідність даного класу методик. У якості метода можуть виступати система операцій при роботі на певному обладнанні, прийоми наукового відбору, дослідження, оцінки, викладення матеріалу з певної позиції.

Валідність - обґрунтованість методики - одна з основних характеристик методики, яка вказує на ступінь відповідності отриманої інформації про властивість об'єкту, який досліджується.

Метод - це спроможність підтримувати проходження операційного маршруту за допомогою певних налаштувань, узгоджень, рекомендацій та регламентів.

Методика - процедура або система дій, яка призначена для отримання інформації про конкретні властивості об'єкту або предмету дослідження. Функція методології є подвійною - вона описує і наставляє. Дозволяє описати і оцінити

діяльність з точки зору внутрішньої організації. У її рамках виробляються рекомендації і правила - тобто ті норми, якими фахівцю слід керуватися у своїй діяльності

Область методології включає в себе широкий комплекс наукових методів дослідження:

- спостереження;
- експеримент;
- моделювання;
- тестування.

Методологія - це система основних принципів і правил, які регулюють процедуру оцінки і вибору. Принципів і правил, що встановлюють механізми реалізації пріоритетів для задовільняння поточних і перспективних потреб проєктів.

2.2. Короткі історичні відомості

Методологія (від метод і логія) - вчення про структуру, логічну організацію, методи і засоби діяльності. Методологія науки визначає принципи побудови, форми і способи науково-технічної діяльності. Найбільш важливими моментами методології є:

- постановка проблеми, саме тут найчастіше виникають методологічні помилки, які призводять до марного витрачання коштів і часу;
- визначення об'єкту і предмету дослідження;
- побудова наукової гіпотези, яка після проведення дослідження має перетворитися у теорію;
- перевірка отриманого наукового результату, з точки зору його відповідності (адекватності) об'єкту дослідження.

Аристотель (384-322 до н.е., учень Платона) розглядав методологію, як логічну систему „Органон” - універсальне знаряддя істинного пізнання. Родоначальником методології вважають англійського вченого Френсіса Бекона, який першим висунув ідею озброїти науку системою методів і реалізував цю ідею

у „Новому органоні”. Головний принцип, якого „До істинного знання веде лише істинний метод”.

Наступний крок у розвитку принципів методології було зроблено Рене Декартом (латинізоване ім'я Картезій, 31.03.1596 Лае (Турень) - 11.02.1650, Стокгольм), якій сформулював проблему пізнання, як проблему відношення суб'єкта і об'єкта. Він вперше ставить питання про специфічність мислення, його неможливості зведення до простого і безпосереднього відображення дійсності. Інша лінія спеціалізації методології пов'язана з англійським емпіризмом і в першу чергу зі школою Дж. Локка (29.08.1632 Рінгтон, Англія - 28.10.1704, Отс), який запропонував сенсуалістичну теорію пізнання. У подальшому Дейвід Юм (07.05.1711, Единбург, Шотландія - 25.08.1776, там же) став засновником емпіризму, що критикує теоретичні знання з позиції скептицизму. Вказані школи були прихильниками дослідного пізнання світу.

Проблеми методології були пов'язані і із теорією пізнання німецького філософа Іммануеля Канта (22.04.1724, Кёнісберг - 12.02.1804, там же). Кант обґрунтував особливий статус методологічного знання, визначивши різницю між конститутивними і результативними принципами пізнання, тобто між об'єктивним змістом знання і формою, завдяки якій воно організовується у систему. Чим було покладено початок аналізу пізнання, як специфічної діяльності зі своїми особливими формами внутрішньої організації.

2.3. Основна нормативна база теорії ризиків

Задачею роботодавця, згідно Закону «Про охорону праці» (20.06.2001), є гарантія безпеки і охорони життя і здоров'я працівників на підприємстві, 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/ЕЕС та підпорядковані їй спеціальні директиви з безпеки праці на робочих місцях (89/654/ЕЕС, 89/655/ЕЕС, 89/656/ЕЕС, 90/269/ЕЕС, 90/270/ЕЕС тощо) і директиви про захист працівників від хімічних, фізичних і біологічних ризиків (98/24/ЕС, 2000/54/ЕС, 2002/44/ЕС тощо). Основні положення аналізу і

оцінки ризиків, а також управління ними, включені в наступні міжнародні стандарти:

- стандарт управління навколишнім середовищем ISO 14001 («Environmental management systems standards» - Системи екологічного менеджменту стандартів);
- стандарт якості ISO 9001 («Quality systems: Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing» - Модель для забезпечення якості при проектуванні, розробці, налагоджуванні і обслуговуванні);
- система управління професійним здоров'ям і безпекою праці OHSAS 18001 («Occupational Health and Safety Assessment series» Гігієна праці та оцінка безпеки). Документи Європейської спілки «Здоров'я і безпека праці» (EC DOC/05/20/97) передбачають загальний підхід до оцінки ризиків, що можуть виникати у виробничих умовах.

2.4. Зовнішні і внутрішні технічні ризики

Ризики енергетичних підприємств можна розділити на **зовнішні і внутрішні** (див. табл. 2.1).

Технічний ризик визначається:

- ступенем організації виробництва;
- проведенням регулярної профілактики обладнання;
- забезпечення заходів технологічної безпеки експлуатації обладнання;
- можливістю проведення ремонту устаткування підприємств електроенергетики власними силами.

До технічних ризиків відносяться ймовірності несення втрат в результаті:

- отримання негативних результатів науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розробок;
- неможливості досягнення запланованих технічних параметрів в ході конструкторських і технологічних розробок;
- низьких технологічних можливостей виробництва, що принципово не дозволяє освоїти результати інноваційних розробок;
- виникнення побічних супутних або відтермінованих в часі прояви

проблем при використанні нових технологій і продуктів;

- несвоєчасного отримання необхідного обладнання та інших технічних засобів, призначених для модернізації, переобладнання або дообладнання виробництва підприємств галузі електроенергетики;

- збоїв, поломок, затягування ремонтних термінів основного технологічного устаткування.

Технологічні ризики, що виражаються в випадкових або навмисних зупинках в роботі обладнання. Причинами їх виникнення можуть бути:

- невірний вибір технологічного обладнання;
- помилки при проектуванні;
- неграмотне управління технічним персоналом тощо.

Для зниження наслідків ризикових подій в електроенергетиці застосовуються заходи:

- комерційне страхування ризиків через страхові компанії;
- створення резервного фонду в розмірі не менше 15 % статутного капіталу відповідно до ст. 35 закону «Про акціонерні товариства»;
- створення запасів палива і матеріально-технічних ресурсів;
- виключення з договору споживачів за несплату отриманої енергії;
- прогнозування споживання енергії споживачами;
- здійснення програми з підвищення надійності роботи обладнання;
- охорона майна;
- підвищення кваліфікації співробітників;
- запровадження моніторингу енергоспоживання;
- впровадження системи управління ризиками.

Таблиця 2.1 - Внутрішні і зовнішні ризики енергетичних підприємств

ВНУТРІШНІ РИЗИКИ	ЗОВНІШНІ РИЗИКИ
Стратегічні ризики: - розробка та втілення невірних бізнес-рішень; - нездатність управлінського апарату приймати правильні рішення з урахуванням змін зовнішніх чинників.	Політичні ризики: - політична нестабільність; - зміна митної політики; - ризик географічної нестабільності і державної непокори.
Операційні ризики: - виникнення відхилень в інформаційних системах і системах внутрішнього контролю; - пов'язані з помилками людей, наявністю недостатніх систем контролю.	Регульовальні ризики: - ризики тарифного і екологічного регулювання; - регулювання в галузі безпеки; - специфічні податкові ризики; - ризики антимонопольного регулювання.
Технологічні і технічні ризики: - ненавмисні зупинки в роботі; - невірний вибір технологічного обладнання; - порушення технологічних процесів; - нерегулярні профілактика і ремонт обладнання, втрати в результаті збоїв і поломок.	Ринкові ризики: - недоотримання прибутку; - зміни вартості капіталу; - впливу великих транзакцій на параметри ринку; - фінансово-економічні, зміна кон'юнктури ринку, цін на паливо, тощо.

Контрольні запитання.

- 2.1. Що таке загроза?
- 2.2. Що таке наслідок?
- 2.3. Що таке інцидент?
- 2.4. Що таке подія?
- 2.5. Що є джерелом ризику?
- 2.6. Що є зоною ризику?
- 2.7. Що є параметрами ризику?
- 2.8. Що таке методологія?
- 2.9. Що таке метод?
- 2.10. Що таке валідність?
- 2.11. Що таке методика?
- 2.12. Які є ризики енергетичних підприємств?

ЛЕКЦІЯ № 3. АНАЛІЗ РИЗИКУ НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ

План лекції

- 3.1. Аналіз ризику аварій на небезпечних виробничих об'єктах.
- 3.2. Характеристика окремих категорій ризиків.
- 3.3. Порядок проведення аналізу ризику.
- 3.4. Використання елементів теорії графів при проєктуванні.

Ключові слова: *розробка проєктів, технічні ризики, аналіз ризику, ідентифікація небезпек*

3.1. Аналіз ризику аварій на небезпечних виробничих об'єктах

Для аналізу ризику в енергетичній галузі розроблено та затверджено Методику визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки (далі Методика).

У Методиці наведено основні визначення понять аналізу ризику, пов'язаних з ризиковими ситуаціями на об'єктах енергетики.

Процеси проєктування електромеханічного обладнання проводять у відповідності із Стандартом PMBOK (Project Management Body of Knowledge) інституту менеджменту проєктів PMI, де зафіксовано, що „процес — це серія дій, що призводить до результату”, без визначення, що таке «дія» і «результат». ISO 9000 визначає: „Процес - будь-яка діяльність, у якій використовуються ресурси для перетворення вхідних ресурсів у вихідні”. Останнє є загальновизнаним визначенням процесу, формалізація якого для опису систем процесів наведена в так званій IDEF-Технології. Відзначимо, що розуміння діяльності включає процес. З точністю до цього розходження в термінології, базові положення з того, що обговорюється й стандартизується в області розробки технічних проєктів, переносяться на поняття системи проєктних діяльностей. Так, PMBOK пропонує оперувати поняттям групи процесів, визначаючи для проєктів наступні групи:

- процеси ініціації - починають проєкт, визначають для нього вихідні ресурси й матеріали, мету і всі інші елементи діяльності. По суті, це є початком перед проєктною діяльністю;

- процеси планування - визначають, якими способами (методами) передбачається організувати проєктну діяльність, на які терміни й ресурси

розраховується проєкт, на які вкладені процеси й етапи він розбивається і як передбачається перевіряти результати;

- процеси виконання - поетапне виконання запланованих процесів у конкретних умовах;

- процеси контролю - перевірка ходу процесів і результатів, що відповідає запланованій методиці контролю;

- процеси завершення - те, що має бути зроблене, коли проєкт завершується.

Схема взаємодії процесів згідно РМВОК показана на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 - Взаємодія процесів виконання проєкту

3.2. Характеристика окремих категорій ризиків

Основні технічні ризики і способи зниження їх впливу наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічні ризики і способи зниження їх впливу

Види ризиків	Негативні впливи	Способи зниження ризиків
1	2	3
1. Застаріле обладнання	Збільшення витрат на ремонт і модернізацію	Зарезервовані матеріальні і часові ресурси
2. Нестабільність якості послуг	Втрата клієнтів, проблеми з попитом та реалізацією	Страхування (Виконання Трудової, Адміністративної, Технологічної, Виробничої дисциплін).
3. Використання інноваційних технологій	Зростання витрат на їх освоєння	Аналіз і діагностика інноваційних технологій

1	2	3
4. Ненадійність складових	Можливість непередбачених аварійних ситуацій	Страхування
5. Відсутність резервних можливостей	Не покриття пікового попиту	Страхування

3.3. Порядок проведення аналізу ризику

Процес проведення аналізу ризику включає наступні основні етапи:

- планування і організацію робіт по попередженню і ліквідації наслідків аварій;
- ідентифікацію небезпек;
- оцінку ризику настання аварій;
- розробку рекомендацій щодо зменшення ризику.

На етапі планування робіт слід:

- визначити небезпечний виробничий об'єкт і дати його загальний опис;
- описати причини і завдання (проблеми), які викликали необхідність проведення аналізу ризику;
- підібрати групу для проведення аналізу ризику;
- визначити і описати джерела інформації про небезпеку на виробничому об'єкті;
- вказати обмеження вихідних даних, фінансових ресурсів і детальність проведеного аналізу ризику;
- визначити цілі і завдання аналізу ризику;
- обґрунтувати методи аналізу можливих ризиків;
- визначити критерії прийнятного ризику.

На етапі ідентифікації небезпек проводять:

- виявлення та опис джерел небезпек і шляхів (сценаріїв) їх реалізації.

При ідентифікації слід визначити, які елементи, технічні пристрої вимагають більш серйозного аналізу і які становлять меншу цікавість з точки зору безпеки.

Для ідентифікації небезпек рекомендується застосовувати такі методи:

- перевірконого листа;
- «Що буде, якщо ..?»; Методи перевірконого листа і «Що буде, якщо ...?» або їх комбінація відносяться до групи методів **якісних оцінок небезпеки**. Вони засновані на вивченні відповідності умов експлуатації об'єкта або проекту вимог промислової безпеки:

- аналіз небезпеки і працездатності;
- аналіз видів і наслідків відмов;
- аналіз «дерева відмов»;
- аналіз «дерева подій»;
- відповідні еквівалентні методи.

Результатом ідентифікації небезпек є:

- перелік небажаних подій;
- опис джерел небезпеки, чинників ризику;
- умов виникнення і розвитку небажаних подій;
- попередні оцінки небезпеки і ризику;
- вибір подальшого напрямку діяльності.

Варіанти подальших дій:

- рішення припинити подальший аналіз з огляду на незначність наслідків;
- рішення про проведення більш детального аналізу небезпек і оцінки ризику;
- вироблення попередніх рекомендацій щодо зменшення небезпек.

На етапі введення (виведення) в експлуатацію небезпечного виробничого об'єкта. Метою аналізу ризику можуть бути:

- виявлення небезпек і оцінка наслідків аварій;
- уточнення оцінок ризику, отриманих на попередніх етапах функціонування небезпечного виробничого об'єкта;
- перевірка відповідності умов експлуатації вимогам промислової безпеки;

- розробка та уточнення інструкцій по введенню в експлуатацію (виведення з експлуатації);
- перевірка відповідності умов експлуатації вимогам промислової безпеки;
- уточнення інформації про основні небезпеки та ризики;
- розробка рекомендацій по організації діяльності наглядових органів.

Обов'язковим є процес документації аналізу ризику. Обсяг і форма звіту з результатами аналізу залежать від цілей проведеного аналізу ризику.

Звіт рекомендується готувати за ДСТУ 3008 : 2015

- опис проаналізованого небезпечного виробничого об'єкта;
- вихідні дані і їх джерела, в тому числі по аварійності та надійності обладнання;
- результати ідентифікації небезпеки;
- результати оцінки ризику;
- аналіз невизначеностей результатів оцінки ризику;
- узагальнення оцінок ризику, в тому числі із зазначенням найбільш «слабких» місць;
- рекомендації щодо зменшення ризику;
- висновок;
- практичні рекомендації;
- перелік джерел посилання.

3.4. Використання елементів теорії графів при проектуванні

Потрібно врівноважувати продуктивність робіт проєкту (область дії), час (план-графік поставок) і витрата ресурсів (витрати), задовольняючи вимогам якості. По різних причинах дотримання балансу по всіх параметрах, найчастіше, не вдається.

Широко відомий «трикутник менеджменту проєктів», представлений на рисунку 3.1 («залізний трикутник»).

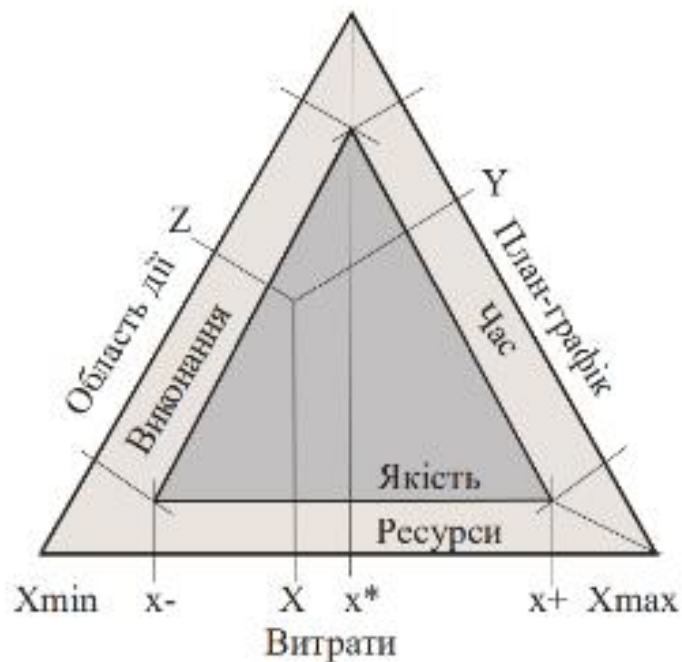


Рисунок 3.1 - Трикутник менеджменту проєктів

Тому, фахівець повинен обирати у якості первинної мети один або два параметри, залишаючи інші залежними від обраних. Ця дія приводить до такої інтерпретації рисунку 3.1: „трикутник добре - швидко - дешево - обери два з них”. Розглянемо зміст елементів, що становлять трикутник менеджменту проєктів. Межі витрат (X_{min} , X_{max}) обмежують можливе значення змінної X , що вказує на обраний для проєкту рівень витрат. Якщо це значення виходить за X_{min} $x - X$ $x^* x + X_{max}$. Якість Ресурси Витрати Z . Y Область дії Виконання План-графіка Час інтервал ($x - x -$, $x +$), то домогтися необхідного рівня якості не вдасться, через брак ресурсів (коли значення попадає в $(x_{min}, x - x -)$), або їх додаткове споживання не призводить до зростання якості (значення в (x^*, x_{max})). В межах інтервалу $(x^*, x +)$, падіння рівня якості пояснюється іншими факторами (значеннями змінних Y і Z і обмеженнями на них). Відновивши перпендикуляр з обраного значення змінної X , одержуємо безліч значень у трикутнику, кожне з яких визначає пари двох інших змінних, Y і Z . Властивості значень цих змінних аналогічні витратним значенням. Вибираючи конкретне значення однієї з них,

фіксують іншу і, як результат, одержуємо значення в просторі можливих рішень. У традиційному трикутнику менеджменту проєктів, якість продуктів і процесу виконання програмного проєкту або не відображається зовсім, або задається за допомогою визначення деякої внутрішньої області трикутника, наприклад як у наведеній вище моделі. Це вкладений трикутник, як на рисунку 3.1.

М. Відеман пропонує розглядати якість (QUALITY) як ще одну рівноправну змінну. У результаті, замість трикутника виходить зірка із чотирма променями, рисунок 3.2.



Рисунок 3.2 - Рівноправні змінні: час (time), область дій (scope), витрати (cost) і якість (quality) у зірці із чотирма променями

Метод побудови зірки із чотирма променями не дозволяє будувати перпендикуляри й ускладнює вибір інваріанта. Простоти інтерпретації можна домогтись використанням третього виміру, рисунок 3.3. У результаті зберігається можливість побудови перпендикулярів і трактування площі - тепер обсягу - як інваріанту.

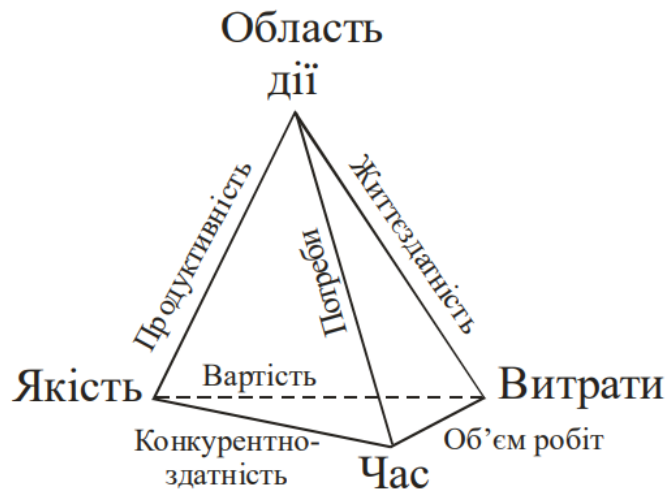


Рисунок 3.3 - Рівноправні змінні: час (time), область дій (scope), витрати(cost) і якість (quality) у тетраєдрі

Ідеєю третього виміру скористався Дж. Мараско на початку 2004 р. для відбиття в моделі ще однієї змінної: імовірності успіху проєкту, рисунок 3.4.



Рисунок 3.4 – Проєктна піраміда Дж. Мараско

Автор застосовує "проєктну піраміду", рисунок 3.4, основою якого є чотирикутник зі сторонами Швидкість (Speed), Економічність (Frugality), Якість (Quality) і Область дій (Scope).

Висотою тетраєдру є ймовірність успіху (Probability of Success - фактично використовується не ймовірність, а деяка величина, пов'язана з нею, що дозволяє застосувати простий інваріант). Ці п'ять характеристик проєкту розглядаються як змінні, значення яких зв'язані інваріантом для наявних умов розвитку проєкту силами даної команди. Як інваріант обирається об'єм піраміди. Піраміда менеджменту: швидкість (speed), економічність (frugality), якість (quality), область дій (scope), ймовірність успіху (probability of success). Оскільки ймовірність успіху проєкту є величина, що змінюється в часі, а обсяг піраміди для даного проєкту постійний, зміна цієї величини неминуче спричиняє зміну значень змінних основи піраміди. Звідси, зворотне твердження - ймовірність успіху залежить від «площі» основи.

Контрольні запитання.

- 3.1. Які є процеси розробки проєктів?
- 3.2. Які є технічні ризики і способи їх зниження?
- 3.3. Порядок проведення аналізу ризику.
- 3.4. Які заходи відносять до етапу планування робіт?
- 3.5. Які заходи відносять до етапу ідентифікації небезпек?
- 3.6. Що є результатом ідентифікації небезпек?
- 3.7. Які заходи відносяться до аналізу небезпек?
- 3.8. Смысл трикутника менеджменту проєктів.

ЛЕКЦІЯ № 4. КАТЕГОРІЇ ВІДМОВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

План лекції

4.1. Аналіз видів і послідовності відмов.

4.2. Варіанти критеріїв відмов по тяжкості наслідків.

4.3. Операційні маршрути й траєкторії проєктної діяльності.

Ключові слова: *критерії відмов, характеристика відхилень, “дерево відмов”, “дерево подій”, інноваційний проєкт.*

4.1. Аналіз видів і послідовності відмов

Аналіз видів і послідовності відмов (АВПВ) застосовується для аналізу небезпеки функціонування даної системи. Суттєвою рисою цього методу є розгляд кожного апарату (установки, блока, виробу) або складової частини системи (елемента). Доцільно встановити, як він став несправним (вид і причина відмови). Який вплив відмови на працездатність всієї системи.

Кожен вид відмови ранжується з урахуванням двох складових критичності:

- ймовірності (або частоти);
- тяжкості наслідків відмови.

Результати аналізу надаються у вигляді таблиць з переліком:

- обладнання;
- видів і причин можливих відмов;
- з частотою, наслідками, критичністю;
- засобами виявлення несправності і рекомендаціями щодо зменшення

небезпеки.

4.2. Варіанти критеріїв відмов по тяжкості наслідків

Відомі наступні варіанти критеріїв відмов по тяжкості наслідків:

- **катастрофічна відмова** - призводить до смерті людей, істотного збитку майна, завдає непоправної шкоди навколишньому середовищу;

– **критична (некритична) відмова** - загрожує (не загрожує) життю людей, призводить (не призводить) до істотного збитку майна, навколишнього середовища;

– **відмова з дуже малими наслідками** - відмова, що не належить за своїми наслідками ні до однієї з перших категорій.

Категорії (критичність) відмов, таблиця 4.1:

A - обов'язковий кількісний аналіз ризику або потрібні особливі заходи забезпечення безпеки;

B - бажаний кількісний аналіз ризику або потрібне прийняття певних заходів безпеки;

C - рекомендується проведення якісного аналізу небезпек або прийняття деяких заходів безпеки;

D - аналіз і прийняття спеціальних (додаткових) заходів безпеки не потрібні.

В таблиці 4.1 наведено матрицю «ймовірність – тяжкість наслідків».

Таблиця 4.1 - Матриця «ймовірність – тяжкість наслідків»

Відмова	Частота виникнення в рік	Тяжкість наслідків відмови			
		Катастрофічний	Критичний	Не критичний	З малими наслідками
1	2	3	4	5	6
Частий	>1	A	A	A	C
Ймовірний	$1 \dots 10^{-2}$	A	A	B	C
Можливий	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	A	B	B	C
Не частий	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	A	B	C	D
Мало вірогідний	$<10^{-6}$	B	C	C	D

Аналіз видів і наслідків відмов, аналіз видів, наслідків та критичності відмов (АВНKB) застосовуються, як правило, для проєктів складних технічних систем або технічних рішень. Вони виконуються групою фахівців різного профілю 3-7 чоловік, (наприклад, фахівцями з технології, хімічних процесів, інженером-механіком). Період створення групи протягом декількох днів, тижнів.

Методом аналізу небезпеки і працездатності (АНП) досліджуються небезпеки відхилень основних параметрів (температури, тиску та ін.) від

регламентних режимів. АНП за складністю і якості результатів відповідає рівню АВНВ, АВНКВ.

При характеристиці відхилення використовуються ключові слова **«ні»**, **«більше»**, **«менше»**, **«так само, як»**, **«інший»**, **«інакше, ніж»**, **«зворотний»**, тощо. Застосування ключових слів допомагає виконавцям виявити всі можливі відхилення. Конкретне поєднання цих слів з технологічними параметрами визначається специфікою виробництва.

Зміст ключових слів наступний:

- **«ні»** - відсутність прямої подачі електроенергії (речовини), коли вона повинна бути;
- **«більше (менше)»** - збільшення (зменшення) значень режимних змінних в порівнянні із заданими параметрами (температури, тиску, витрати);
- **«також, як»** - поява додаткових компонентів (повітря, вода, домішки);
- **«інший»** - стан, що відрізняється від звичайної роботи (пуск, зупинка, підвищення продуктивності, тощо);
- **«інакше, ніж»** - повна зміна процесу, непередбачена подія, руйнування, розгерметизація обладнання;
- **«зворотний»** - логічна протилежність задумок, поява зворотного потоку речовини.

Результати аналізу надаються на спеціальних технологічних аркушах (таблицях).

Ступінь небезпеки відхилень може бути визначена кількісно, шляхом оцінки ймовірності та тяжкості наслідків ситуації, що розглядається за критеріями критичності аналогічно методу АВНКВ (див. табл. 4.1).

Відзначимо, що метод АНП, так само як АВНКВ, крім ідентифікації небезпек і їх ранжирування дозволяє виявити неясності і неточності в інструкціях з безпеки і сприяє їх подальшого вдосконалення. Недоліки методів пов'язані з утрудненням їх застосування для аналізу комбінацій подій, що призводять до аварії.

Практика показує, що великі аварії, як правило, характеризуються комбінацією випадкових подій. Вони виникають з різною частотою на різних стадіях виникнення і розвитку аварії:

- відмови устаткування;
- помилки людини;
- нерозрахункові зовнішні впливи;
- руйнування;
- викид, протоку речовини;
- розсіювання речовин;
- займання, вибух;
- інтоксикація, тощо.

Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між вказаними вище подіями використовують логіко-графічні методи аналізу «дерев відмов» і «дерев подій».

При аналізі «дерев відмов» (АДВ) виявляються комбінації відмов (пошкоджень) обладнання, інцидентів, помилок персоналу. Не розрахованість зовнішніх (техногенних, природних) впливів, що призводять до головної події (аварійної ситуації). Метод використовується для аналізу можливих причин виникнення аварійної ситуації і розрахунку її частоти (на основі знання частот вихідних подій). При аналізі «дерева відмови» (аварії) рекомендується визначати мінімальні поєднання подій, що визначають виникнення або неможливість виникнення аварії.

Аналіз «дерева подій» (АДП) - алгоритм побудови послідовних подій, що виходять з основної події (аварійної ситуації). Використовується для аналізу розвитку аварійної ситуації.

Частота кожного сценарію розвитку аварійної ситуації розраховується шляхом множення частоти основної події на умовну ймовірність кінцевої події (наприклад, аварії з розгерметизацією обладнання з горючою речовиною в залежності від умов можуть розвиватися як із запалюванням, так і без займання речовини).

4.3. Операційні маршрути й траєкторії проєктної діяльності

Реалізований при виконанні діяльності операційний маршрут називається траєкторією діяльності. Можливі варіанти розвитку проєкту представляються як безліч операційних маршрутів. Якість планування розвитку проєкту залежить від того, як точно встановлено операційні маршрути.

Інноваційний проєкт можна представити у вигляді конуса операційних маршрутів, центр якого відповідає задуму, а основа - безлічі всіх варіантів завершення проєкту. На основі конуса виділяється цільова область - варіанти завершення проєкту, що відповідають його меті. Траєкторії, які ведуть у цільову область, є припустимими, рисунок 4.1.

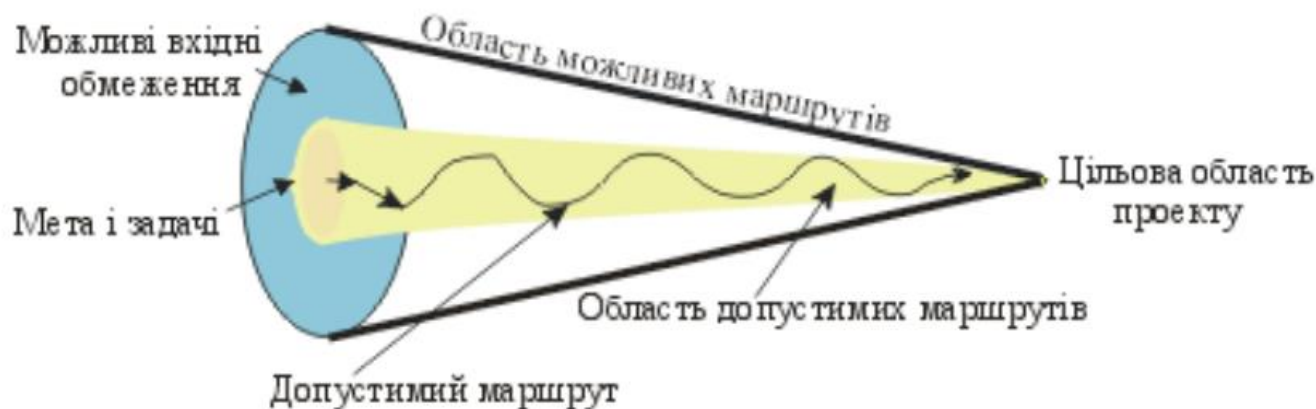


Рисунок 4.1- Конус операційних маршрутів проєкту

Послідовний розвиток проєкту. Для реалізації мети проєкту він розбивається на етапи, які виконують послідовно. Кожен етап має свою локальну ціль, що приводить до проміжних результатів, які є вхідними для наступного етапу. На проміжних етапах уточнюють постановку завдання й коло діяльностей, які доцільно активізувати. Постановка завдання кожного етапу характеризується:

- суб'єктом-виконавцем;
- строками, коли повинні бути вирішені завдання;
- виділеними ресурсами;
- засобами, інструментами й методами рішення завдань;

- контрольними заходами, що дозволяють упевнитися, що завдання етапу вирішені.

До кінця етапу пристосовуються так звані контрольні точки. Вони призначені для того, щоб підвести локальні підсумки й дозволити перехід до робіт наступного етапу. Інструментами діяльності в контрольних точках є контрольні заходи. Якщо з'ясовується, що завдання етапу може бути не виконано, тобто траєкторія, що реалізує діяльність етапу, вийшла з області допустимості, виконуються дії з метою повернення траєкторії в цю область. Зокрема, використовуються схеми з'ясування відхилень і коректування траєкторії. Контрольна точка - це своєрідний бар'єр, який треба перебороти, щоб перейти до робіт наступного етапу. Якщо результати робіт етапу можуть бути незадовільні, то доцільно розбити його на локальні етапи, роботи або завдання, що допускають автономне керування тим або іншим способом, у тому числі шляхом з'ясування відхилень і коректування, а також за допомогою додаткових контрольних точок. Крім того, якщо окремі види робіт допускають сполучення, то вони можуть виконуватися паралельно. Для їх синхронізації встановлюються додаткові контрольні точки. Стратегія визначення етапів одержала назву послідовного розвитку проєктів. Це історично перша стратегія, якої дотримувалися при розробці проєктів, а тому для неї розроблено методики і їхні варіанти, але всі вони укладаються в схему, зображену на рисунку 4.2.

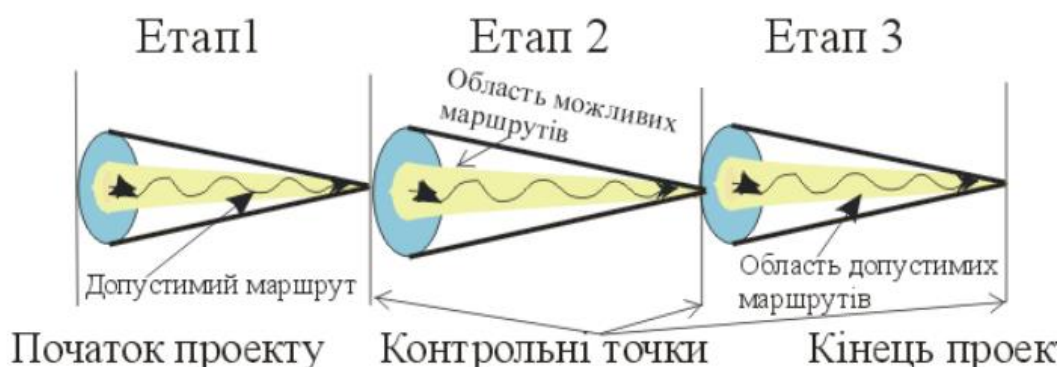


Рисунок 4.2 - Послідовний розвиток проєкту

Зі схеми видно, що при послідовному розвитку скорочення обсягу конуса операційних маршрутів досягається за рахунок розбивки його на ряд більше дрібних конусів, що відповідають етапам.

Поетапне нарощування можливостей проєкту. Скорочення об'єму конуса операційних маршрутів можливо шляхом виділенням в загальному завданні проєкту таких її частин, які стають прийнятними для керування. У даній стратегії замість під задач виділяються вимоги, які планується реалізовувати. Кожне із часткових рішень називається ітерацією проєкту, а стратегія такої розробки - ітеративним розвитком проєкту. У результаті виконання однієї ітерації створюється самостійний елемент виробу. На рисунку 4.3 наведено схему стратегії ітеративного нарощування

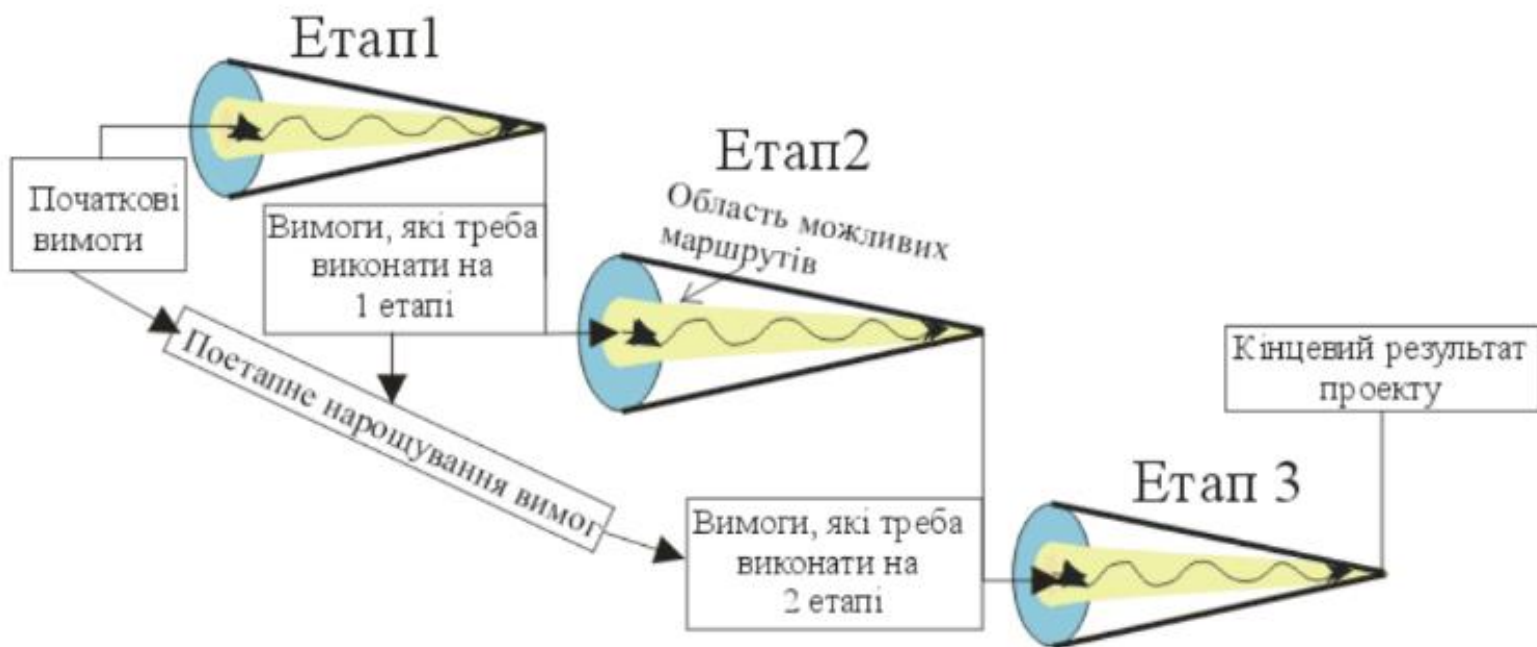


Рисунок 4.3 - Ітеративне нарощування можливостей системи

Прямокутники, намальовані біля підстав конусів операційних маршрутів ітерацій, представляють вимоги: заливанням виділений блок вимог, призначених для реалізації, пунктиром - відпрацьовані вимоги. Кількість прямокутників при переході від ітерації до ітерації росте, що відбиває надходження нових вимог у ході

розвитку проєкту. При розгляді схеми ітеративного нарощування можливостей системи легко помітити що конуси ітерацій можна представляти як конуси етапів.

Контрольні запитання

- 4.1. Варіанти критеріїв відмов по тяжкості наслідків.
- 4.2. Застосування ключових слів при характеристиці відхилень.
- 4.3. Чим характеризуються великі аварії?
- 4.4. Смысл “дерева відмов”.
- 4.5. Смысл “дерева подій”.
- 4.6. Опишіть інноваційний проєкт з погляду проєктної діяльності.

ЛЕКЦІЯ № 5. ОСОБЛИВОСТІ РИЗИКІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ

План лекції

- 5.1. Види ризиків енергетичних комплексів.
- 5.2. Особливості управління ризиками в енергетиці.
- 5.3. Стадії плану управління ризиками.

Ключові слова: *види ризиків енергетичних компаній, фінансові ризики, реальний ризик, стадії складання плану управління ризиками.*

5.1. Види ризиків енергетичних комплексів

Електроенергетика забезпечує безперервну і безперебійну роботу промисловості, транспорту, сільського господарства, комунальних господарств. Електроенергетика є одним з основних компонентів безпеки країни. Елементи енергетичної системи схильні до виробничих ризиків, що визначають системну надійність галузі. Крім виробничих ризиків, в великих енергетичних холдингах виділяють види ризиків, представлені на рисунку 5.1.

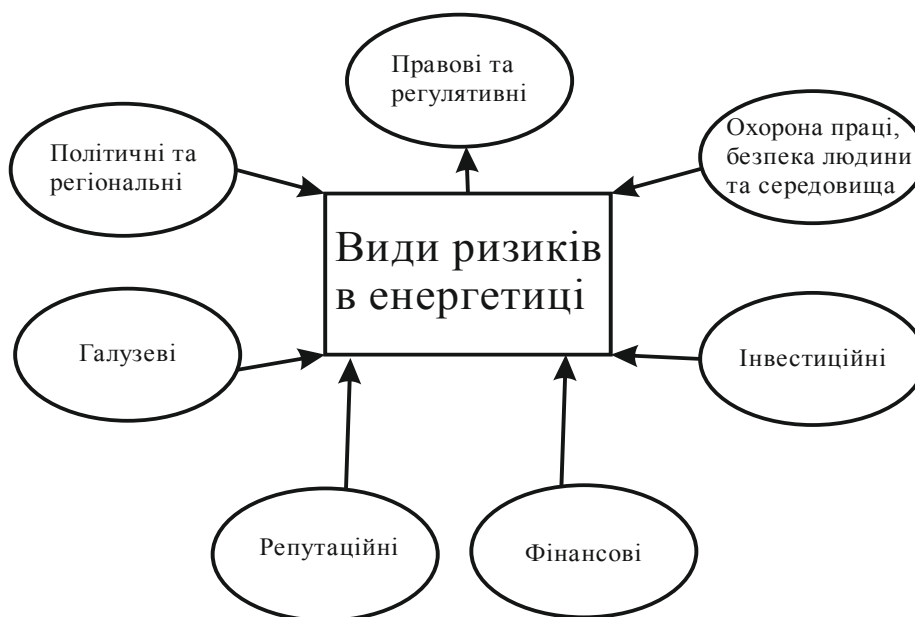


Рисунок 5.1 - Види ризиків енергетичних компаній

5.2. Особливості управління ризиками в електроенергетиці

При розробці стратегічних програм і реалізації проєктів енергокомпанії доцільно враховувати такі особливості:

- прогресуюче зношування основних виробничих фондів;
- наростання обсягу обладнання, яке виробило свій ресурс;
- зміна інвестиційної політики і механізмів в області технічного переозброєння і реконструкції (мінімізації) ризиків;
- кардинальні перетворення в галузі, формування нових енергокомпаній;
- зміни у відносинах власності в електроенергетиці;
- зниження ступеня адміністративного регулювання при слабкому розвитку або навіть відсутності ринкових (економічних) механізмів підтримки;
- недостатнє оновлення основних виробничих фондів;
- загострення проблеми збереження економічно обґрунтованого рівня надійності енергопідприємства як одного з найважливіших чинників конкурентоспроможності, підвищення ринкової вартості новостворюваних енергокомпаній;
- відсутність методичної та юридичної бази для оцінки економічних наслідків аварійних ситуацій;
- відсутність повноцінної інформації для врахування впливу на тарифи факторів ризику;
- плановану зміну в системі регулювання тарифів, в тому числі введення тарифів на основі RAB (регуляторної бази інвестованого капіталу).

Аварії, викликані природними катаклізмами, підтверджують необхідність створення і впровадження систем управління ризиками. При цьому прийняті рішення повинні ґрунтуватися на реаліях ринку електроенергетики і накопиченого досвіду європейських компаній.

Найбільший вплив на функціонування будь-якого підприємства надають фінансові ризики. Управління фінансовими ризиками в енергетиці є досить гострою проблемою. Причиною цього зменшення ступеня участі держави в компенсації ризиків.

Першою особливістю фінансових ризиків в даному секторі є недостатній досвід роботи учасників на конкурентному ринку електроенергії. Угоди повинні бути збалансовані в реальному часі, адже електроенергія, на відміну від інших

енергоносіїв, не може зберігатися на складі. Вплив на формування попиту і ціни сезонних, географічних, соціальних умов породжує високий ступінь невизначеності для учасників конкурентного ринку і фінансові ризики.

Друга особливість фінансових ризиків на енергетичних підприємствах пов'язана з недосконалістю нормативно-правової бази, що регулює реформування електроенергетики, встановлення тарифів, формування інвестиційних програм організацій.

Третя особливість обумовлена тарифним регулюванням електроенергетики (в тому числі перехресне субсидування). В енергетиці, як і в інших інфраструктурних галузях економіки, *існує великий ризик неплатоспроможності споживачів*: населення і підприємств. Цю особливість також необхідно враховувати при побудові системи управління ризиками.

Для розвитку підприємств енергетичної галузі завдання менеджменту полягає не тільки в побудові «прозорої» моделі запобігання потенційних загроз, а й в реалізації якісно нових підходів в галузі управління ризиками на базі сучасних інформаційних технологій.

Слід також зазначити, що ризики варто розглядати не тільки як загрозу своїй діяльності, але і як джерело потенційної вигоди. В цьому випадку, управління ризиками перестає бути аналізом потенційних збитків.

В сучасних умовах напрямок аналізу та управління ризиками на промислових підприємствах сформувався і успішно розвивається як у теоретичних, так і в прикладних аспектах. Підприємства та організації електроенергетики схильні до всіх видів ризиків. Ризикові події в електроенергетиці призводять до різних видів втрат, ризикові події в електроенергетиці зачіпають інтереси:

- працівників підприємств галузі;
- акціонерів;
- інвесторів;
- постачальників ресурсів;
- споживачів енергії.

Метод оцінки ризикових подій може бути експертним. Але іноді думки експертів розходяться:

- одні вважають, що це призведе до поліпшення роботи галузі;
- інші стверджують, що реформування руйнує електроенергетику.

Правоту перших чи других може підтвердити тільки майбутнє. При інвестуванні капітального будівництва електричних станцій, підстанцій, ліній електропередачі виникають ризики:

- в прогнозі споживання електричної енергії;
- категорії споживачів щодо надійності електропостачання;
- визначенні видів палива на електростанціях;
- виборі обладнання;
- виборі джерел фінансування, тощо.

5.3. Стадії плану управління ризиками

Перша стадія складання плану управління ризиками - ідентифікація ризиків. Традиційні підходи, як послідовні, так і консервативні ітераційні, виходять із гіпотези про те, що можна виділити всі ризики. Тобто вказати на всі причини, події і їхні наслідки. Невизначеність інноваційного проєкту залишається, і доводиться переборювати ризики. Ризики потрібно враховувати й готуватися до їхнього подолання. Поділ на причини, дійсне настання й наслідки ризиків - перший крок у такій підготовці. Для його здійснення можна рекомендувати наступну структурну побудову, таблиця 5.1. Її використання повинне допомогти у виявленні реальних ризиків:

Таблиця 5.1 - Структурна побудова поділу на причини, настання й наслідки ризиків

Умова	Дія
1	2
У результаті (через) <певна подія>	замість цього потрібно підставити конкретну причину ризику, який ідентифікують
може трапитися <ризик >	потрібно підставити найменування ризику
що може привести <вплив>	потрібно підставити варіанти того, що може відбутися

Реальні ризики - це ті події, які дійсно характеризуються невизначеністю. Якщо причина детерміновано веде до події, то це не ризик, а штатна ситуація, план подолання якої до **управління ризиками** відношення не має. **Потрібен аналіз зв'язків причин і подій**. У результаті ідентифікації ризиків формується їх список.

Друга стадія складання плану управління ризиками при будь-якій методології - виставляння пріоритетів ризикам. Потрібно визначити порівняльну важливість ризиків для проєкту. Встановлюється, наскільки істотним може виявитися **вплив кожного ризику на проєкт**. Саме за цією ознакою всі ідентифіковані ризики впорядковуються. Після цього оцінюються дві ймовірності: для причини й можливого впливу. Виставляння ймовірностей - операція суб'єктивна, а тому результуюче відсіювання вимагає перевірки. У результаті виставляння пріоритетів визначаються ризики, які будуть відслідковуватися у проєкті. Інші ризики не відслідковуються, але ігноруються обґрунтовано. Реально в проєкті можна відстежити **не більше 10-15 ризиків**, а тому потрібно вибрати найбільш істотні з них.

На третій стадії встановлюється можливість впливу на ризики, тобто на причини ризиків і на надаваний ними вплив на виробничі умови. Вплив на технічні ризики може здійснюватися на декількох рівнях. Для кожного з ризиків повинні бути визначені впливи, плановані для послідовного виконання на тих рівнях, на яких це можливо:

Виключення ризику (avoid). Деякі ризиковані ситуації можна виключити повністю. Наприклад, щоб звільнення головного фахівця не сильно позначилося на продовженні розвитку проєкту, доцільно із самого початку запропонувати для виконання цієї ролі двох чоловік рівної кваліфікації. На початку проєкту їхні дискусії корисні для напрацювання об'єктивних рішень. Якщо один з них відмовиться від контракту, другий зможе продовжувати справу.

Корисні дискусії - це та жертва, що у багатьох випадках можлива для виключення ризику. Дублювання не може бути рекомендоване для виключення всіх ризикованих ситуацій. Взагалі, виключення ризику здійсненне далеко не завжди, але при плануванні роботи з ризиками для кожного з них варто спробувати

знайти варіанти виключення. По своїй суті, цей прийом є подолання виявлених причин виникнення ризику.

Перемикання ризику (transfer). Це окремий випадок виключення, коли *ризик переноситься зі сфери впливу проєкту на оточення*. Наприклад, якщо ринкова цінність створюваного виробу здається сумнівною, для його розробки комфортніше домовитися із замовником про авансові платежі. Це змушує замовника самого вирішувати завдання подолання ризику, звільнивши від цього розробників (можливо, за рахунок зниження оплати проєкту). Оперуючи ризиками, завжди потрібно намагатися передбачити способи перемикання. На жаль, ця стратегія є виключенням ризику тільки для розробників, але не для проєкту в цілому.

Зменшення ризику (mitigate ['mitigeit]). Якщо ризик не може бути виключений, можна спробувати зменшити ймовірність його появи на практиці (оперування причинами). Продовжуючи приклад зі звільненням співробітника, для зниження ймовірності цього *варто вгадати причини вчинку й постаратися створити для співробітника більше комфортні умови (підвищити заробітну плату, створити пільги тощо)*. Потрібно, щоб подібні рішення робилися не у відповідь на заяву про звільнення, а заздалегідь. Це збереже певну стабільність у колективі, що сама по собі є методом зменшення ризику.

Інший приклад **зменшення ризику** — оголошення (для замовника, керівництва й колективу) про перегляд вимог, коли стає зрозумілим, що графік виконання робіт може бути зірваний. Як і в попередньому випадку, важливим моментом тут є попередження, тобто перегляд вимог не у відповідь на порушення графіка, а як превентивна захід.

Попередження збитків від ризику (асерт). Коли не виходить задовільно зменшити ризик, варто підготуватися до зустрічі з ним. Тобто, мінімізувати втрати, так щоб знизити ймовірність негативного впливу й зменшити сам вплив (оперування наслідками). Якщо це вдається, то продовження проєкту в багатьох випадках виявляється успішним. У прикладі зі звільненням варто якомога швидше знайти заміну даному співробітникові. Природно, час виконання проєкту збільшиться (зокрема, тому що нову людину треба вводити в суть справи), але

робота буде продовжена. Це так, але при одній умові: на всіх рівнях проектування закладена можливість відділення результатів праці від розробників. Якщо результати персоніфіковані, то труднощі підміни для деяких ролей можуть виявитися непереборними.

Контрольні запитання.

- 5.1. Види ризиків енергетичних компаній
- 5.2. Що слід враховувати при удосконаленні енергокомпаній?
- 5.3. Які існують фінансові ризики?
- 5.4. Які ризики виникають при будівництві енергетичних об'єктів?
- 5.5. Що таке реальний ризик?
- 5.6. Стадії складання плану управління ризиками.
- 5.7. Смысл ситуації – виключення ризику.
- 5.8. В чому смысл корисних дискусій?
- 5.9. Смысл ситуації – перемикавання ризиком.
- 5.10. Смысл ситуації – зменшення ризику.
- 5.11. Смысл ситуації – попередження збитків від ризику.

ЛЕКЦІЯ № 6. ТЕХНІЧНІ РИЗИКИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

План лекції

6.1. Зовнішні і внутрішні ризики енергетики.

6.2. Попередження збитків від ризикових ситуацій.

6.3. Розподіл ресурсів для подолання ризиків.

Ключові слова: *зовнішні і внутрішні ризики енергетики, інвестиційний ризик, кредитний ризик, ринковий ризик, технічний ризик, технологічний ризик.*

6.1. Зовнішні і внутрішні ризики енергетики

Ризики енергетичних підприємств поділяють на зовнішні і внутрішні, таблиця 6.1.

Таблиця 6.1 - Ризики енергетичних підприємств

Внутрішні ризики	Зовнішні ризики
Стратегічні ризики: – розробка і втілення невірних бізнес-рішень; – нездатність управлінського апарату приймати правильні рішення з урахуванням змін зовнішніх чинників	Політичні ризики: – політична нестабільність; – зміна митної політики; – ризик географічної нестабільності і державної непокори зобов'язаннями
Операційні ризики: – виникнення відхилень в інформаційних системах і системах внутрішнього контролю; – ризики пов'язані з помилками людей, наявністю недостатніх систем контролю.	Регульовальні ризики: – ризики тарифного та екологічного регулювання; – регулювання в галузі безпеки; – специфічні податкові ризики; – ризики антимонopolного регулювання
Технологічні і технічні ризики: – ненавмисні зупинки (перебої) в роботі, – невірний вибір технологічного обладнання; – порушення технологічних процесів; – нерегулярні профілактика і ремонт обладнання; – втрати в результаті збоїв і поломок	Ринкові ризики: – ризик недоотримання прибутку; – ризик зміни вартості капіталу; – ризик впливу великих транзакцій на параметри ринку; – фінансово економічні: зміна кон'юнктури ринку, цін на паливо і т. д.

Розглянемо більш докладно ризики, властиві українським енергетичним підприємствам.

Інвестиційний ризик - це ризик недоотриманого прибутку при здійсненні інвестиційного проєкту. Мінімізувати його можливо в разі переходу на спорудження установок комбінованого енергопостачання невеликої потужності з використанням газотурбінних установок.

Кредитні ризики – ризики неплатожів за позичками, зв’язані з частковою або повною непрацездатністю контрагента до моменту погашення кредиту. Для їх мінімізації проводяться оцінки кредитоздатності з залученням зовнішніх агентств, власне фінансове моделювання сторін тощо.

Ринкові ризики - обумовлені коливаннями ціни в конкурентних секторах ринку і можуть включати в себе різні аспекти поведінки цін, такі як:

- **ціновий ризик** може бути викликаний двома чинниками:
 - а) невизначеністю перспективної динаміки цін на природній газ;
 - б) нерегулярними добовими коливаннями цін на електроенергію на організованому оптовому ринку;
- **базовий ризик** - ризик руху різниці цін походження і якості;
- **ризик зміни вартості капіталу** - ризик, пов’язаний зі змінами процентної ставки;
- **тимчасовий** - ризик випереджаючого розриву цін при термінових контрактах;
- **транзакційний** - ризик впливу великих транзакцій на параметри ринку (наприклад, ціну).

Технічний ризик визначається ступенем організації виробництва, проведенням превентивних заходів (регулярна профілактика обладнання, забезпечення заходів технологічної безпеки його експлуатації тощо). Можливістю проведенням ремонту обладнання підприємств електроенергетики власними силами. До технічних ризиків відносяться ймовірності несення втрат підприємствами електроенергетики за наступними причинами:

- внаслідок **отримання негативних результатів науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розробок**;
- в результаті **неможливості досягнення запланованих технічних параметрів** в ході конструкторських і технологічних розробок;
- в результаті **низьких технологічних можливостей виробництва**, що принципово не дозволяє освоїти результати інноваційних розробок;
- внаслідок **виникнення побічних супутніх або відстрочених у часі**

прояви **проблем** при використанні нових технологій і продуктів;

- огляду на **несвоєчасного отримання необхідного обладнання** та інших технічних засобів, призначених для модернізації, переобладнання або дообладнання виробництва підприємств галузі електроенергетики;

- внаслідок **збоїв, поломки, затримки ремонтних термінів** основного технологічного обладнання тощо.

Технологічні ризики, висвітлюються у випадкових або навмисних поломках в роботі обладнання, обумовлені специфікою виробництва і передачі продукції. Причинами його виникнення можуть бути: невірний вибір технологічного обладнання, помилки при проєктуванні, неграмотне управління технічним персоналом тощо. Незначні порушення технологічних процесів можуть тягнути за собою аварії різного ступеня тяжкості аж до людських жертв і екологічних катастроф. Знизити вплив даного виду ризику можливо за допомогою здійснення заходів безпеки використання технологічного обладнання, своєчасного ремонту несправного обладнання тощо. Енергетична галузь є високотехнологічною і вимагає високої кваліфікації персоналу. Для вирішення кадрового питання необхідно здійснити наступні заходи:

- **створити привабливе корпоративне середовище** з можливістю реалізації професійного потенціалу співробітників;

- **здійснювати адресні інвестиції** в найбільш кваліфікованих і перспективних менеджерів і фахівців для вирішення актуальних завдань;

- розробити і **впровадити корпоративні стандарти управління.**

Виникають ризики незавершеності та політичної нестабільності нормативно-правової бази, регулюючого реформування і функціонування електроенергетики. Компанії повинні спиратися у своїй діяльності на чіткі правила і положення, що є важливою умовою формування довіри до ринкових структур і впевненості серед учасників ринку.

Для зниження наслідків ризикових подій в електроенергетиці застосовуються заходи:

- **комерційне страхування ризиків** через страхові компанії, зокрема, страхування окремих видів обладнання, персоналу підприємства;

- **створення резервного фонду** в розмірі не менше 15 % статутного капіталу відповідно до ст. 35 закону «Про акціонерні товариства»;
- **створення натуральних запасів палива** і матеріально-технічних ресурсів;
- **включення в договори енергопостачання** і енергозбереження **відповідальності споживачів енергії за несплату отриманої енергії**;
- **прогнозування споживання енергії** споживачами;
- здійснення **програми по підвищенню надійності роботи обладнання**;
- охорона майна;
- **підвищення кваліфікації** співробітників;
- запровадження **моніторингу енергоспоживання**;
- впровадження **системи управління енергоспоживанням**.

6.2. Попередження збитків від ризикових ситуацій

Кроки, спрямовані на попередження збитку, плануються для даного проєкту заздалегідь. Так, щоб зробити як найшвидшу заміну звільненого співробітника, у керівника проєкту повинен бути заздалегідь готовий список осіб, здатних зайняти вакансію. Складовою частиною цього плану є резервування в основному графіку робіт часу, необхідного для введення в курс справи нового виконавця.

Прикладами планування дій у непередбачених ситуаціях в області техніки можуть служити запасні деталі. Для всіх ризикових ситуацій *планом управління ризиками передбачаються заходи подолання причин виникнення ризику* — **плановані відгуки на ризики**. Деталізація такого плану може бути різною, вона залежить від відповідальності проєкту, його важливості для компанії й замовника, з одного боку, а з іншого боку:

- від ступеня новизни проєкту;
- відпрацьованості технології його виконання.

При складанні плану управління ризиками, не слід забувати про те, що в результаті ризикової події, а також її впливу на проєкт **можлива поява так званих**

вторинних ризиків. Тобто тих, які без цього не могли б виникнути. Їх також варто оцінювати, для них також потрібно передбачати впливи. Виконавці проєкту повинні бути інформовані про можливі ризики й про план управління ними. Це створює впевненість в успіху й готує працівників до подолання труднощів. Для керівника проєкту при складанні плану найважливіше - не упустити всі можливі ризикові ситуації. *Проект із великою часткою новацій - завжди ризиковане підприємство.* Із цієї причини для нього план управління ризиками є обов'язковим і повинен бути максимально деталізованим у частині обліку:

- невірних рішень;
- помилок в оцінці ситуацій;
- технологічних труднощів, тощо.

Багато проєктів залежать від зовнішніх чинників у більшій мірі, чим від організації справ і підготовленості виконавців. Аналіз ризиків у такій ситуації має на меті компенсацію зовнішньої залежності за рахунок внутрішніх ресурсів. І тут план управління ризиками обов'язковий при підготовці проєкту, але в порівнянні з попереднім випадком у ньому трохи зміщаються акценти.

Керівник проєкту повинен передбачити дії розробників, коли:

- устаткування поставляються із затримкою;
- виникають перерви у фінансуванні;
- в інших випадках негативного зовнішнього впливу.

У порівнянні з послідовним розвитком орієнтація проєкту на поетапний розвиток робить його більше стійким до ризиків, оскільки робочий продукт кожного етапу планується не тоді, коли контекст його розробки пророчити можна лише загальною, а коли він повністю визначений. Проте план управління ризиками доречний і тут. При поетапному розвитку найбільш важливим є розподіл реалізованих у проєкті вимог по етапах так, щоб мінімізувати ризик проєкту в цілому.

6.3. Розподіл ресурсів для подолання ризиків

Складання плану управління ризиками впливає на розподіл ресурсів. Він починається з фіксації й ранжирування всіх можливих ризикових ситуацій і планованих реакцій на них. Визначаються тимчасові витрати й ціна заходів, які планується виконувати у ризиковій ситуації. Таким чином, план управління ризиками це:

- перелік ризикових ситуацій із планованими реакціями на них;
- визначення тимчасових витрат на планові реакції попередження ризику;
- доповнення витратних характеристик проєкту;
- уточнений план-графік проєкту;
- розширена схема фінансових і тимчасових потреб проєкту.

При плануванні управління ризиками детально розписуються ризикові ситуації початку проєкту, у тому числі для першого етапу виконання. Грубі оцінки й екстраполяції ризиків наступних періодів коректуються перед кожним етапом. Доцільно переглядати план управління ризиками, — після виникнення ризикової ситуації і її подолання. Як приклад того, що повинне бути передбачене, можна вказати на перерозподіл ресурсів, спочатку виділених на підтримку заходів у ризикових ситуаціях. Корисно перед корегуванням планів управління ризиками у випадку виникнення й подолання ризикованої ситуації провести аналіз ситуації, а саме:

- оцінити ефективність передбачених ситуацій;
- виконаних і невиконаних заходів;
- зрозуміти, що могло б бути організоване краще;
- перевірити якість попередніх оцінок.

Досвід, отриманий при такому аналізі, застосовується безпосередньо при перегляді плану. Це досить важливо, оскільки ситуації, подібні тій, котра переборена, можуть повторитися в ході подальшого розвитку проєкту. Нижче приводиться перелік основних ситуацій, яких повинен уникати керівник проєкту і які він повинен ураховувати, готуючи план управління ризиками:

- затримку початку проєкту, яка ніколи не компенсується;

- якщо план-графік виконується з більшими порушеннями термінів, важко очікувати створення гарного продукту;
 - якщо користування виробом складне і не є інтуїтивно зрозумілим і перевищує рівень компетенції споживача виробу, продукт буде погано поширюватися;
 - втрачені можливості вимагають додаткових зусиль при їх більше пізній реалізації й збільшують витрати;
 - продукт, який не тестований і не сертифікований знижує репутацію розробників;
 - не варто розраховувати на незмінність споживацьких намірів, ніколи не можна знати, що хочеться споживачеві й що насправді йому потрібно.
- Як наслідок, необхідно планувати час на переробку того, що на початку проєкту здавалося прийнятним.

Контрольні запитання.

- 6.1. Що таке інвестиційний ризик?
- 6.2. Що таке кредитний ризик?
- 6.3. В чому полягає ринковий ризик?
- 6.4. Смысл технічного ризику.
- 6.5. Яке навантаження на технологічному ризику?
- 6.6. Що таке вторинний ризик?

ЛЕКЦІЯ № 7. РИЗИКИ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

План лекції

7.1 Управлінням сценаріями розвитку ризикових подій.

7.2. Планування заходів і стратегій управління якістю проєкту.

7.3. Карта ризиків.

Ключові слова: *ризики виникнення цивільної відповідальності, ризики втрати прибутку, карта ризиків.*

7.1. Управлінням сценаріями розвитку ризикових подій

На сьогодні відповідно до прийнятої «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» здійснюються проєкти:

- вдосконалення та технічного переобладнання підприємств;
- впровадження нових виробництв і технологічних процесів, які потребують комплексного захисту від ризиків та наслідків від їх настання.

Управління ризиками спрямовано на управління відомими та невідомими сценаріями розвитку ризикових подій. Ефективне запобігання ризикам та ліквідації їх можливих наслідків починається з класифікації ризиків. Для кожного суб'єкта галузі повинна бути розроблена своя система ранжування ризиків.

Обсяги енергетичного виробництва залежать від споживачів і не можуть встановлюватися за бажаннями виробників [3].

Наявні ризики, їх вплив на енергоспоживання для енергоспоживаючих та енергогенеруючих підприємств піддають систематизації [5,6].

Ризики втрати майна, як результат:

- стихійних лих чи інших несприятливих зовнішніх, у тому числі, дійсних природних та кліматичних навантажень над розрахунковими;
- аварійних відключень у системах енергопостачання.

Ризики виникнення цивільної відповідальності, в тому числі:

- забруднення навколишнього середовища і заподіяння шкоди майну третіх осіб;
- недотримання договору поставок;
- розірвання договору з орендарем;

- якість (частоту, напругу – для електроенергії; температуру і тиск – для теплової енергії) товарів і послуг, що поставляються на ринки;
- шкоду, заподіяну життю та здоров'ю працівників компанії.

Ризики втрати прибутку, тобто непрямих майнових збитків:

- внаслідок вимушених простоїв у роботі (непостачання палива);
- в результаті псування майна;
- внаслідок зміни кон'юнктури ринку;
- в результаті заміни застарілого обладнання;
- впровадження нової техніки і технології;
- через страйки і т. п.

Технічні ризики визначаються:

- ступенем організації виробництва (наявності на підприємстві відповідної технічної політики та висококваліфікованого технічного менеджменту);
- проведенням попереджувальних заходів, пов'язаних з експлуатацією обладнання;
- будівельно-монтажними роботами;
- перервами подачі енергії споживання, зниженням технічної надійності електро- та теплоспоживання;
- внаслідок негативних результатів науково-дослідних робіт;
- в результаті недосягнення запланованих технічних параметрів у ході конструкторських та технологічних розробок;
- внаслідок виникнення побічних або від термінованих за часом проблем у процесі використання новітніх технологій;
- внаслідок низьких технологічних можливостей виробництва, що не дає можливості впроваджувати результати нових розробок.

Комерційні ризики, в тому числі ризики, пов'язані з:

- обмеженням або відключенням споживачів (недопостачачами продукції);
- невиконання фінансових зобов'язань;
- неповернення кредиту.

Ринкові ризики обумовлені коливанням цін в конкурентних секторах ринку, ліквідністю, кореляцією, в тому числі, ризики, пов'язані з:

- невідповідністю пропозицій нових і старих товарів, і послуг платоспроможному попиту;
- цінами (тарифами) і витратами, тобто можливістю покриття за допомогою платоспроможного попиту витрат по виробництву, розподілу і реалізації енергії або інших товарів чи послуг;
- реалізацією товару на експорт;
- митними обмеженнями;
- впливом крупних транзакцій на параметри ринку.

Валютні ризики пов'язані з розширенням сфери зовнішньоекономічної діяльності.

Правові ризики пов'язані з можливими негативними наслідками для енергокомпанії прийнятими неправомірними юридичними актами.

Виробничі ризики:

- ризики постачання (відсутність можливостей знайти постачальника необхідного для виробництва ресурсів, з вигідними для виробництва цінами на сировину, відмова постачальників від укладених контрактів, збільшення строків організації закупівель, порушення планових строків, нестабільність енерговиробництва);
- ризики в процесі розробки стратегії;
- ризики порушень планових строків (недотримання запланованого графіка витрат; недотримання графіка доходів, що планувався);
- ризики невідповідності показників якості енергії, недовантажень обладнання;
- транспортні ризики, які пов'язані з імовірністю втрат або пошкоджень необхідного вантажу під час перевезення різними видами транспорту.

Маркетингові ризики виникають внаслідок неправильного вибору ринку збуту продукції, порушень в розрахунках обсягу ринку.

Інвестиційні ризики виникають при недоотриманні прибутку при реалізації інвестиційного проєкту:

- ризики проєктного фінансування;
- ризики незавершеності проєкту;
- ризики недоотримання ресурсів для забезпечення рентабельності проєкту;
- ризики технічних ускладнень при конструюванні та виявленні дефектів у ході операційної діяльності.

У процесі інвестування капітального будівництва електричних станцій, підстанцій, ліній електропередачі виникають ризики:

- у прогнозі споживання електричної енергії;
- категорійності споживачів щодо надійності електропостачання, у визначенні видів палива на електростанціях;
- у виборі обладнання та джерел фінансування.

У системі методів управління ризиками підприємства основна роль належить методам зниження ризиків. Відомі методи управління ризиками підприємства:

- диверсифікація інвестицій;
- комерційне страхування;
- лімітування витрат;
- резервування ресурсів;
- відповідальність за несплату спожитої електроенергії;
- прогнозування споживання електроенергії споживачами;
- розподіл ризику між учасниками проєкту.

Відповідальність за несплату спожитої електроенергії здійснюється відповідно до цивільного законодавства України. *При порушенні однієї з істотних умов договору (невнесення споживачем плати за спожиті послуги) передбачено застосувати такі способи захисту прав надавача послуг:*

- стягнення неустойки (пені);
- припинення надання послуг;
- відшкодування боргів за рахунок майна та доходів боржника.

Створення ефективної системи управління ризиками, яка б відповідала всім вимогам сьогодення, є першочерговим елементом успіху підприємства.

7.2. Планування заходів і стратегій управління якістю проєкту

Необхідними кроками для забезпечення якості на всіх стадіях розвитку проєкту є:

- затвердження мети проєкту, з точки зору якості його виконання;
- визначення критеріїв успіху й досягнення очікуваних результатів;
- перевірка й відстеження якості;
- видалення дефектів;
- визначення загальних показників якості.

План управління якістю — це перелік заходів, які проводяться в контрольних точках життєвого циклу проєкту для виміру й оцінки певних показників [4]. При складанні плану управління якістю не можна не враховувати тісний зв'язок цього плану із загальним планом проєкту.

7.3. Карта ризиків

Боротьба з технічними ризиками передбачає усунення можливості виникнення небезпечних подій. Як показує статистичний аналіз тільки 25 % загальної кількості ризиків складають **зовнішні ризики**. Внутрішні ж ризики, які спостерігаються в середині технічного проєкту і виробництва складають 75 %. **До внутрішніх ризиків відносять:**

- недисциплінованість;
- порушення трудової дисципліни;
- неформалізованість процесів;
- порушення адміністративної дисципліни;
- порушення технологічної дисципліни;
- невиконання договірної дисципліни;
- недотримання суб'єктами правовідносин, обов'язків, що передбачені договорами;
- порушення внутрішніх комунікацій;
- недостатня кваліфікація персоналу;
- не ефективну систему мотивації працівників.

Система мотивації повинна бути замкнена на контрольних точках кожного етапу проєкту. Одним з ефективних інструментів для управління ризиками є **карта ризиків**.

Вірно оцінити вплив ризиків можливо тільки після того, коли:

- буде уточнено, хто і за що відповідає;
- будуть прописані всі процеси, як технологічні так і бізнесові;
- чітко визначені обов'язки і ролеві інструкції кожного працівника;
- створена систему заохочення всього про'кту, а не тільки процесу.

Після встановлення ризиків на кожному з етапів проєкту необхідно провести їх ранжирування виходячи з імовірності виникнення кожної ризикової події і можливих збитків.

При цьому визначається:

- які найбільш вагомі;
- методи їх попередження;
- витрати на таке реагування у бюджет проєкту.

Підміна автоматизації діяльності наданням засобів. Вона виникає у зв'язку з тим, що при визначенні вимог до виробу фіксується те:

- що потрібно надати споживачу, але ігнорується питання про: як даний продукт буде введено в його життєдіяльність.

Щоб уникнути цієї помилки, у плані управління якістю варто передбачити:

- час на дослідження діяльності, яка автоматизується;
- можливість її реконструкції (коли автоматизується нова, ще неіснуюча діяльність);
- визначення типових потреб споживача і їхньої послідовності;
- можливість перевірки результативності проведеного дослідження;
- контроль відповідності між фіксованими типовими ситуаціями й реалізованими можливостями споживача діяти в цих ситуаціях.

Неадекватна реакція системи на помилки споживача виробу. Правильна точка зору на помилки споживача - вважати їх не виключеннями, а звичайними явищами, що виникають при роботі. У цьому випадку треба домогтися в

діагностиці відповіді на три питання, що виникають у споживача, коли система фіксує помилку:

– **Що трапилося?** У діагностичному повідомленні причина помилки і її наслідків повинні роз'яснитися на доступному для споживача рівні розуміння, без використання спеціальних термінів.

– **Що можна зробити?** Споживачеві повинна бути надана можливість одержати інформацію про можливі дії, на коректне виконання яких він може розраховувати.

– **Як виправити положення?** Варто дати споживачу можливість одержати відомості про шляху виправлення помилки з уточненням, які втрати його очікують. Систему, діагностика якої задовольняє зазначеному критерію у всіх помилкових випадках, варто визнати більш якісною. На жаль, і тут важко визначити кількісні показники якості.

Контрольні запитання.

7.1. В чому полягають ризики цивільної відповідальності?

7.2. Як визначаються технічні ризики?

7.3. Що є складовими технічних ризиків?

7.4. З чого складаються виробничі ризики?

7.5. В яких випадках виникають інвестиційні ризики?

7.6. В чому смисл карти ризиків?

ЛЕКЦІЯ № 8. МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКІВ

План лекції

8.1 Формула Байєса - Теорема гіпотез.

8.2. Ризик придбання неякісних комплектуючих.

8.3. Реалізація виробничого завдання через «Дерево імовірностей».

Ключові слова: *теорема гіпотез, умовна ймовірність події, повна ймовірність події, проєктний ризик, “дерево ймовірностей”*.

8.1. Формула Байєса - Теорема гіпотез

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

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

У результаті проведених досліджень встановлено, що подія A відбулася, тоді умовні ймовірності $P(H_i/A)$:

$$P(H_i/A) = P(H_i)P(A/H_i)/P(A), \quad (8.1)$$

де H_i – деякі гіпотези;

A – деяка подія;

$P(H_i)$ – апіорні ймовірності гіпотез, засновані на минулому досвіді;

$P(A/H_i)$ – апостеріорні ймовірності цих гіпотез, при умові, що подія A фактично відбулася («з наступного» — знання, що отримано з досліджу).

Апіорна ймовірність заснована на минулому досвіді і імовірнісному аналізі. **Апіорі** (лат. **a priori** — безпосередньо «від попереднього») – знання, що було відоме до досліджу і не залежить від нього (знання апіорі, апіорне знання). **Апостеріорі** (лат. **a posteriori**, буквально «з наступного» -- знання, що отримано з досліджу).

Повна ймовірність події A :

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) P(A/H_i), \quad (8.2)$$

де $P(H_i)$ – апіорні ймовірності гіпотез («від попереднього») – знання);

$P(A/H_i)$ – умовні ймовірності події A .

Найбільш поширеним методом є метод Байєса. Теорема Байєса 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 працівників в процесі прийняття рішень.

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

$$p(A \text{ і } B) = p(A/B) \cdot p(B) = p(B/A) \cdot p(A). \quad (8.3)$$

Тоді з (8.3) витікає вираз для умовної ймовірності, що представляє теорему Байєса:

$$p(A/B) = [p(B/A) \cdot p(A)] / p(B). \quad (8.4)$$

Ймовірність $p(A)$ підраховують до проведення експерименту, тому вона носить теоретичний, попередній характер. Ймовірність $p(A/B)$ заснована на даних вже проведеного експерименту, тому більш точна з практичної точки зору.

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

8.2. Ризик придбання неякісних комплектуючих

Вхідні умови. Для зменшення або попередження утворення осаду на внутрішніх робочих поверхнях труб охолодження високовольтних трансформаторів необхідні:

- вибір і обґрунтування способу очистки труб;
- очистка рідини для охолодження робочого обладнання;
- придбання якісних насосно-компресорних труб (НКТ).

На виробниче управління 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 виробництва. Встановлено, що відсоток бракованих НКТ відповідно дорівнює 1 %, 2 %, 4 %.

Для заміни НКТ, що повністю заглушені осадом відібрана щойно придбана партія НКТ. Після вибіркового випробування вона вважається придатною до використання в виробничих умовах даного виробництва.

Завдання. Визначити ризик використання (ймовірність) того, що ця партія НКТ придбана у Постачальника 1. Тому що, на протязі останніх 10 років він постачав до цього управління НКТ з мінімальним відсотком порушення технічних умов виробництва труб.

Реалізація завдання, яке поставлено перед інженером

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 за умов завдання:

$$P(H_1) = 0,4;$$

$$P(H_2) = 0,5;$$

$$P(H_3) = 0,1.$$

Відсоток бракованих НКТ від постачальників відповідно дорівнює 1 %, 2 %, 4 %. Тут від'ємне є відсоток бракованих НКТ.

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:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i) = 0,4 \cdot 0,99 + 0,5 \cdot 0,98 + 0,1 \cdot 0,96 = 0,982.$$

Умовна ймовірність гіпотези H_1 (якісна труба НКТ від постачальника 1):

$$P(H_1/A) = \frac{P(H_1)P(A/H_1)}{P(A)} = \frac{0,4 \cdot 0,99}{0,982} = 0,403,$$

де $P(H_1) = 0,4$ – ймовірність події 1;

$P(A/H_1) = 0,99$ – умовні ймовірності події А;

$P(A) = 0,98$ – повна ймовірність події А.

Умовна ймовірність гіпотези H_2 (якісна труба НКТ від постачальника 2):

$$P(H_2/A) = \frac{P(H_2)P(A/H_2)}{P(A)} = \frac{0,5 \cdot 0,98}{0,982} = 0,499$$

Умовна ймовірність гіпотези H_3 (якісна труба НКТ від постачальника 3):

$$P(H_3/A) = \frac{P(H_3)P(A/H_3)}{P(A)} = \frac{0,1 \cdot 0,96}{0,982} = 0,098$$

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 осаду.

Тоді за (8.1) ризик використання придбаних у вказаних постачальників НКТ складає:

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

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

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

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 другого постачальника з 2 % браку складає 0,0099 в.о. втраченого прибутку;
- ризик використання 10 % НКТ від третього постачальника з 4 % браку складає 0,0039 в.о. втраченого прибутку.

8.3. Реалізація виробничого завдання через «Дерево імовірностей»

1. Так як 50 % комплектуючих деталей постачається заводом A , то ймовірність того, що взята навмання деталь поставлена заводом A складає $p(A) = 0.5$. На рисунку 8.1. представлено дерево ймовірності.

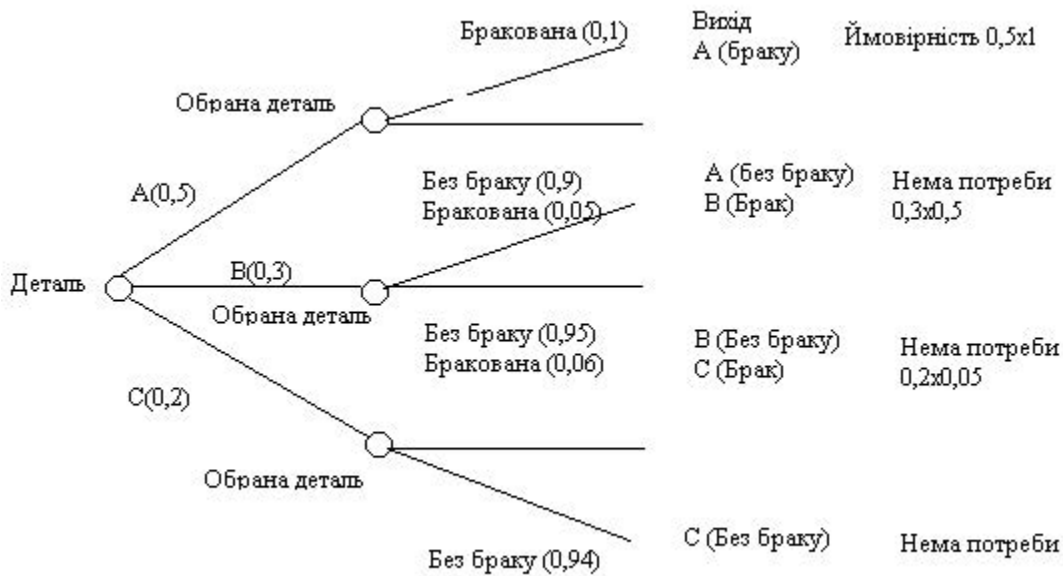


Рисунок 8.1 – «Дерево ймовірності»

Аналіз дерева ймовірностей, рисунок 8.1, дає змогу встановити, що ймовірність браку:

$$[\text{Без браку } A (0.5) \cdot \text{Бракована } 0.1)] + [\text{Без браку } D (0.3) \cdot \text{Бракована } 0.005)] + [\text{Без браку } C(0.2) \cdot \text{Бракована } 0.06)] = 0.077.$$

Або в скороченій формі запису 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 *A* у загальній кількості браку:

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

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

За формулою Байеса:

$$P(A \text{ з браком}) = p(A \text{ і з браком})/p(\text{з браком}) = \\ = (0.5 \cdot 0.1)/[(0.5 \cdot 0.1) + (0.3 \cdot 0.05) + (0.2 \cdot 0.06)] = (0.5 \cdot 0.1)/0.077 = 0.65$$

тобто, ймовірність того, що отримана бракована деталь поставлена заводом *A*, дорівнює 0.65

Проектний ризик - це небезпека небажаних відхилень від очікуваних станів у майбутньому, із розрахунку яких приймаються рішення в теперішньому.

Аналіз ризику має два види:

- **якісний**, головним завданням якого є визначення чинників ризику, етапів і роботи. Тобто *встановлення потенційних зон ризику*, після чого стає можливим ідентифікувати всі можливі ризики;
- **кількісний**, який застосовується для визначення чисельних розмірів окремих ризиків і ризику проєкту в цілому.

Для оцінки інноваційного проєкту використовують різні методи аналізу. Найбільш поширеними є методи:

- аналізу за допомогою бета-коефіцієнта;
- визначення ймовірності результатів;
- аналізу сценаріїв;
- моделювання - метод Монте-Карло;
- аналізу чутливості реагування;
- теорія ігор.

Аналіз ризику за допомогою бета-коефіцієнта (за міру ризику в інвестиційній теорії приймається бета - коефіцієнт). Він виражає "ринкову чутливість" інвестиції або наскільки змінюються доходи від капіталовкладень порівняно зі змінами ринкової ситуації. ($\beta = 1$ означає, що зміни в дохідності точно повторюють зміни в ринковій ситуації. Значення менше за 1 характерне для проєктів з низьким рівнем ризику, чия дохідність більш стабільна, ніж ринок; значення більше за 1 свідчить,

що доходи від цих проєктів схильні до дуже сильного впливу з боку навіть незначних ринкових коливань.

Типова ситуація, яка відображає найгірші й найкращі можливі варіанти розвитку, може включати такі групи:

"песимістичний" варіант,

"найбільш можливий"

"оптимістичний".

Рішення, яке має декілька можливих результатів, є ризикованим чи невизначеним. За наявності базового варіанта проєкту, розробляються два додаткових сценарії - "оптимістичний" і "песимістичний". Результати аналізу зводяться в матрицю, аналізується розподіл значень чистої поточної вартості і внутрішньої норми рентабельності проєкту.

Метод оцінки ймовірностей містить оцінку тільки одного показника - чистої приведеної вартості. На практиці більша кількість чинників визначає успіх або провал інвестиційного проєкту.

Моделювання методом Монте-Карло дає змогу оцінити кожен із цих чинників з погляду його впливу на рівень ризику проєкту. Під час використання методу моделювання необхідно:

- визначити ключові зміни інвестиційного проєкту;
- виявити всі можливі значення, яких можуть набувати ці зміни;
- визначити ймовірність виникнення кожного значення;
- побудувати модель за допомогою комп'ютера.

Аналіз чутливості реагування дуже схожий на метод моделювання, але не такий складний і глибокий. Мета аналізу чутливості - виявити найважливіші чинники, так звані критичні змінні, здатні вплинути на проєкт. Чинники, що варіюють у процесі аналізу чутливості, класифікують так:

- які впливають на обсяг доходів проєкту;
- які впливають на обсяг проєктних витрат.

Цей метод має подвійну цінність для оцінки капіталовкладень і дає змогу виокремити: — змінні, які мають найбільший вплив на результат інвестиційного проєкту, і значення яких мають бути визначені з максимальною точністю;

Труднощі під час застосування аналізу чутливості виникають, коли ключові змінні поєднуються.

Теорія ігор може бути корисною там, де важко або неможливо визначити ймовірності настання тих чи інших подій. Теорія ігор є консервативним підходом, спрямованим на мінімізацію втрат або "співчуття" від прийняття неправильних інвестиційних рішень.

Одним із під методів теорії ігор - "**мінімізація максимально можливих втрат**" - допомагає обрати кращий з усіх можливих виходів, які можуть виникнути, тобто захищає від поганих варіантів.

Другий під метод - "**мінімізація співчуття**", або "**мінімізація максимально можливих альтернативних витрат**", застосовується для зменшення альтернативних витрат під час прийняття інвестиційних рішень.

Зв'язки в проєкті підрозділяються на **зовнішні** (залежність проєкту від поставок, фінансування, використовуваних розробок тощо) і **внутрішні** (залежність робочих продуктів проєкту одне від одного). Найбільш простими з погляду відстеження є зовнішні зв'язки. У більшості випадків керівник проєкту не в змозі впливати на матеріальні й інформаційні потоки зовнішніх зв'язків проєкту. Ідентифікація подібних ситуацій повинна бути забезпечена заздалегідь, щоб відповідні заходи приводили до прийнятних результатів. У план роботи із зовнішніми зв'язками, що складає керівник проєкту при підготовці до початку проєкту, варто включити всі критичні ситуації й можливі альтернативні дії для колективу. Обов'язковим у цьому плані є перелік робіт, які відкладаються або зриваються в критичній ситуації. Реально відомості про роботи, що відкладаються й альтернативні роботи можна вказати точно тільки після розробки плану етапів робіт. План роботи із зовнішніми зв'язками керівник проєкту коректує щоразу, коли виникає критична ситуація, а також перед початком наступного етапу робіт проєкту.

Внутрішні проєктні зв'язки можна типізувати в такий спосіб:

- використання загальних поділюваних ресурсів;
- зв'язки за результатами, одержуваним у ході розвитку проєкту;

– інші залежності робіт: відбиті в плані-графіку примусово (до них, наприклад, можна віднести вказівка залежності, обумовленої тим, що дві фактично незв'язані роботи виконуються одним виконавцем послідовно), Фіксація зв'язків представляється бажаною до рівня деталізації, що піддається швидкому індивідуальному розпізнаванню.

Крім контролю над змінами, є ще одна причина, по якій доцільно вести документ, що явно фіксує зв'язки проєкту. Це необхідність навчання персоналу.

Контрольні запитання.

- 8.1. Що таке умовна ймовірність події?
- 8.2. Як розраховується повна ймовірність події?
- 8.3. Який смисл “дерева ймовірностей”?
- 8.4. Що таке проєктний ризик?
- 8.5. Застосування методу Монте-Карло до визначення рівня ризику проєкту.

ЛЕКЦІЯ № 9. РИЗИК ВТРАЧЕНОЇ КОРИСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ

План лекції

9.1. Ризик втраченої користі.

9.2. Кількісний розрахунок ризику втраченої користі.

9.3. Нормативний документ ISO 31000.

Ключові слова: *аналіз ризиків, методи оцінки ризиків, граф зв'язків.*

9.1. Ризик втраченої користі

Ризик є елементом економічного та соціального життя суспільства. Він неминуче супроводжує всі напрямки і сфери діяльності.

Ризик - це ймовірність виникнення відхилень від очікуваного результату [1].

Під ризиком розуміється [4]:

- можливість втрати частини ресурсів;
- появи додаткових витрат;
- недоотримання доходів;
- результат ситуації невизначеності.

Для того, щоб знизити рівень ризику і мінімізувати його негативні наслідки, **необхідно проводити вимірювання і оцінку ризиків**. Систематичність оцінки ризиків проводиться на основі якісних і кількісних методів (див. Табл. 9.1).

Таблиця 9.1 - Методи оцінки ризиків

Аналіз ризику	Задачі	Методи оцінки
Якісний	- визначення потенційних зон ризику; - визначення ризиків які утворюються в процесі діяльності виробництва; - прогнозування практичної користі і можливих негативних наслідків прояви знайдених ризиків.	Методи, що базуються на: - аналізі зібраної інформації; - збирання нової інформації; - моделювання діяльності організації; - евристичних посиланнях.
Кількісний	- чисельне визначення розмірів окремого і загального ризику; - обчислення ймовірності настання ризикових ситуацій; - обчислення втрат, або користі, що виникли в результаті ризикової ситуації.	- статистичний метод; - метод експертних оцінок; - використання аналогів; - комбінований метод; - методи теорії ймовірності.

9.2. Кількісний розрахунок ризику втраченої користі

Цементна промисловість в Україні представлена чотирма найбільшими міжнародними компаніями: CRH, IFCEM, Dyckerhoff і KRYVYIRIGCEMENT. Завдяки новітнім технологіям, цемент, вироблений в Україні відповідає європейським стандартам якості.

АТ «Подільський цемент» (м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька область) має цементний завод. Він входить до складу компанії CRH з 1999 року. 25 жовтня 1994 р наглядова рада призначила виконавчу дирекцію. Генеральним директором тимчасово було призначено Семена Дарчука.

У 2008 році підприємство пройшло повну модернізацію, і стало виробляти цемент «сухим» способом, що забезпечило екологічність виробництва. Завдяки сумлінній праці під керівництвом С. Дарчука АТ «Подільський цемент» на сьогодні виробляє $2\,500\,000/12=208333$ тон за місяць $/24=8681$ тон за добу цементу світової якості. У 2010 році була розроблена нова лінія упаковки, з продуктивністю 200 тонн на годину. Виробнича потужність заводу сьогодні понад 2,5 мільйона тонн на рік.

Завдання. Дати аналіз цифрового розрахунку ризиків для своєї магістерської роботи.

На прикладі конкретного підприємства «АТ Подільський цемент», провести:

- оцінку ризику статистичним методом;
- розрахунки абсолютної величини ризику втраченої користі;
- уточнити реальні цифри для конкретного підприємства і самостійно розрахувати ризик втраченої вигоди (очікуваного збитку).

На приклад підприємство «АТ Подільський цемент». Всі розрахунки проведені тільки по цементу як основної сировини без урахування інших чинників (огарки, вапняк, тощо), що можуть впливати на технологічний процес виробництва.

Порядок виконання. Нехай за зміну вироблено 2894 тонн цементу, з яких виробляється 2000 м^2 тротуарної плитки С. Середня вартість 1 м^2 плитки $C_{\text{м}^2}$ дорівнює 350 грн. Зниження намічених обсягів виробництва і реалізації продукції

обумовлено відсутністю необхідної кількості сировини (огарки і вапняк) і їх якості. Це веде до недоотримання запланованої виручки.

Виробнича потужність Π за добу в вартісному вираженні визначаються добутком обсягу випуску продукції C і ціни реалізації одиниці продукції C_{M^2} [3]:

$$\Pi = C \cdot C_{M^2} = 2000 \times 350 = 700\,000 \text{ грн.}$$

За критерій оцінки ризику прийнята абсолютна величина. Вона визначається, як добуток очікуваного збитку $З$ на ймовірність того, що цей збиток $B(З)$ відбудеться.

Степінь ризику втраченої вигоди підприємства:

$$P = З \times B(З) = 700\,000 \times 0,6 = 420\,000 \text{ грн.,}$$

де P – ступінь ризику;

$З$ – очікуваний збиток;

$B(З)$ – ймовірність збитку.

Згідно таблиці чинників ризику в діяльності виробничого підприємства, ймовірність шкоди через порушення умов контракту становить 0,6.

Недоставка кожних 22894 тонн цементу веде до недоотримання виручки в обсязі 420 000 грн.

Ризики, пов'язані з управлінням проєктом це не тільки загрози, пов'язані з управлінськими помилками. До них належать зовнішні ризики. Причинами яких можуть бути, наприклад, зміна митного законодавства і затримка вантажу. Порушення графіка проєкту:

- збільшує термін його окупності;
- подовжують календарний період виконання завдання;
- сприяють появі недоотриманої вигоди.

У прикладі з золотими ланцюжками затримка особливо небезпечна, оскільки товар має виражену сезонність - після пікового грудня продати золоті прикраси

буде значно складніше. Сюди ж відноситься і ризик підвищення бюджету. У практиці проектного управління існують прості способи визначення реального терміну (і вартості) проекту.

Наприклад, PERT-аналіз, при якому задаються три терміни (або вартості): оптимістичний (X), песимістичний (Y) і найбільш реалістичний (Z). Очікувані значення вводяться в формулу: $(X + 4Z + Y) / 6 = \text{планований термін (або вартість)}$. У цій схемі коефіцієнти (4 і 6) — результат великого масиву статистичних даних. Але і ця перевірена формула працює, тільки якщо всі три оцінки можна коректно обґрунтувати. При співпраці з зовнішніми підрядниками для мінімізації ризиків обумовлюються спеціальні умови. Так, в прикладі з запуском нової ювелірної лінії потрібно побудувати нові корпуси, вартість яких визначається в 500 тис. доларів, після чого планується отримання загального прибутку в розмірі 120 тис. доларів на місяць при рентабельності в 25 %. Якщо з вини підрядника виникне затримка на місяць, то недоотриманий прибуток легко вираховується ($120 \times 25 \% = 30$ тис.) і може бути вписана в договір в якості компенсації за зрив термінів. Цю компенсацію можна «прив'язати» і до вартості будівництва, тоді 30 тис. доларів складуть 6 % від вартості робіт в 500 тис.

В основі оцінки ризику лежить знаходження залежності між певними розмірами втрат підприємства та можливостями їх виникнення.

9.3. Нормативний документ ISO 31000

Стандарт ISO 31000 містить нормативні рекомендації по впровадженню процесу управління ризиками. Міжнародна організація ОЕСР (Організація економічного співробітництва і розвитку - Organization of economic cooperation and development) описує ISO 31000 як світовий стандарт з управління ризиками. Оскільки ризики найчастіше пов'язані з IT-інфраструктурою компаній, остання прийнята версія ITIL® framework (ITIL® 4) також включає в себе практику «Управління ризиками».

Документальна фіксація зв'язків дуже допомагає організаційно: з її допомогою поширення змін стає цілком технологічною процедурою, а вивчення матеріалів проекту - індивідуальною діяльністю, що не відволікає інших

розроблювачів для консультацій. Методика опису зв'язків проєкту, яку вибирає керівник проєкту у період підготовки, може бути різною. Важливо тільки, щоб вона досягала зазначених вище задач і не була надмірно деталізованою: описувати потрібно тільки корисні зв'язки. Так, немає необхідності відслідковувати взаємну залежність компонентів, що допускають лише погоджені зміни, у тих випадках, коли можна виділити первинний компонент, від якого залежать інші, вторинні компоненти. Зворотні залежності в цьому випадку надлишкові, якщо зміна вторинних компонентів можливо тільки тоді, коли міняється первинний компонент.

Граф зв'язків. При виборі методики опису зв'язків необхідно керуватися графом зв'язків. Він складається в ході проєктування. Вершини графа - це позначення компонентів, а спрямовані дуги відтворюють конкретні залежності. Для кожної дуги такого графа вказується інформація, яка описує залежність так як це необхідно для конкретного проєкту. Нижче наводиться перелік атрибутів залежності:

- короткий опис залежності: позначення, що включає пари компонентів джерело залежності й залежний компонент;

- повне пояснення залежності, пояснювальний текст;

- тип залежності: використовує результати, має загальні ресурси;

- види залежності:

- а) визначає появу компонента: залежний компонент виникає після розробки компонента-джерела (наприклад: створення й затвердження специфікації потрібно здійснити до моменту виготовлення модуля);

- б) очікує результату: який, коли - планова й критична дати;

- в) очікує закінчення: коли - планова й критична дати;

- г) залежність постійно існує;

- д) залежність існує в межах одного етапу;

- е) залежність охоплює різні етапи (вказати, які);

- поточний статус залежності:

а) спокійна: не вимагає реакції розроблювачів, оскільки немає підстав для виникнення ризикованих ситуацій;

б) активна: вимагає реакції на певний термін (планова дата, коли планується виконання реакції й критична дата, коли реакція повинна бути виконана обов'язково);

в) критична: вимагає негайної реакції;

– відповідальний за компонент-джерело й за залежний компонент;

– виконавці з колективу розробників і їхні ролі;

– історія відстеження залежності;

– протокол звертання до зв'язку, що містить відомості про те, коли і як використовувалися, які порушення виявлялися, коли, як і на яких тестах перевірялися. Як і які зв'язки відслідковуються, зважається на рівнях методології проєктування. Звичайно вони пропонують рецепти мінімізації зв'язків, що добре працюють у своїх областях застосування. І вибираючи підхід до ведення проєкту на рівні концепцій, варто прислухатися до таких рекомендацій, зробити стандартом проєкту й зафіксувати це документально. Природно, методичні рекомендації повинні бути адаптовані до специфіки проєкту, скоректовані з урахуванням масштабів проєкту, прогнозованої його тривалості й інших умов виконання. Розробка плану керування зв'язками не може вестися ізольовано. Треба усвідомлювати, що й цей план, і плани керування ризиками і якістю не є самоціллю, а служать лише для збереження траєкторії розвитку проєкту в межах області допустимості. Іншими словами, цієї й іншої складової концептуальної бази проєкту потрібно розглядати як методи проєктної діяльності в цілому, регламентуючий основний засіб керування проєктної діяльності в цілому: загальний план проєкту.

Контрольні запитання.

9.1. Які методи використовуються для оцінки ризиків?

9.2. Який нормативний документ регламентує роботу з ризиками?

9.3. Яким чином будується граф зв'язків?

ЛЕКЦІЯ № 10. ВПЛИВ АСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА СПОЖИВАННЯ РЕСУРСІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

План лекції

10.1. Вплив несиметричності напруг на роботу електрообладнання.

10.2. Коефіцієнти асиметрії напруги в електромережі України.

10.3. Категорії небезпечних виробничих об'єктів.

Ключові слова: *несиметричність напруг, коефіцієнт напруги асиметрії, небезпечні об'єкти.*

10.1. Вплив несиметричності напруг на роботу електрообладнання

Несиметричність напруги - це несиметричність трифазної системи напруг. Характеризується коефіцієнтом зворотної та нульової послідовності. Несиметричність напруг відбувається тільки в трифазній мережі під впливом нерівномірного розподілу навантажень по її фазам. А саме:

- в електродвигунах (ЕД), крім негативного впливу від додаткових втрат в нульовому проводі;
- однофазні, двофазні споживачі і різні фази трифазних споживачів працюють на різних не номінальних напругах, що викликає ті ж наслідки, як при відхиленні напруги;
- в ЕД, крім негативного впливу від несиметричних напруг, виникають магнітні поля, що обертаються зустрічно обертанню ротора;
- загальний вплив несиметричності напруг на електричні машини, включаючи трансформатори, виливається в зниження терміну їх служби.

Наприклад, при тривалій роботі з коефіцієнтом несиметричності по зворотній послідовності $K2U = 2 - 4 \%$, термін служби електричної машини знижується на 10 – 15%, а якщо вона працює при номінальному навантаженні, термін служби знижується вдвічі.

Тому ГОСТ 13109-97 встановлює значення коефіцієнтів несиметричності напруги по зворотній ($K2U$) і нульовій ($K0U$) послідовностям, - нормально допустиме 2% і гранично допустиме 4%. Як ймовірного винуватця

несиметричності напруг ГОСТ 13109-97 вказує споживача з несиметричним навантаженням.

Нормовані показники якості електроенергії, яка живить електричні приймачі трифазного струму:

- частота;
- відхилення напруги;
- асиметрія напруг;
- синусоїдальність форми кривої напруги.

Допустима величина відхилення частоти від номіналу встановлена в межах $\pm 0,1$ Гц, що забезпечується сучасними системами регулювання частоти. А допустимі відхилення напруги від номіналу на $\pm 5\%$. Для асинхронних двигунів допустимі відхилення від -5 до $+10\%$, а для електроосвітлювальних установок від $-2,5$ до 5% . Асиметрія напруг характеризується значеннями напруг зворотної і нульової послідовностей. ГОСТом допускається напруга зворотної послідовності до 2% від номінальної. *Найбільш універсальним засобом „симетрування” напруг є спосіб створення компенсуючих струмів зворотної послідовності за допомогою батареї статичних конденсаторів, які включають несиметрично між фазами.*

Відомі дослідження взаємозв'язків між асиметрією напруги, енергоефективністю та ефективністю використання ресурсів. Такі дослідження інформують розробників про можливості потенціалу економії електроенергії. Значення коефіцієнтів асиметрії напруги в українській мережі були визначені експериментально на основі оцінок 23 українських компаній протягом 2016-2018 рр.

Встановлено, що:

- 26% трансформаторів мають коефіцієнт асиметрії напруги зворотної послідовності, менше ніж 2% ;
- 12% трансформаторів мають коефіцієнт асиметрії напруги нульової послідовності, менш ніж 2% .

Передбачуваний потенціал економії ресурсів для українських електростанцій становить до 1978 ГВт•год / рік, що є $1,5\%$ від загального обсягу виробленої електроенергії. Еквівалентне скорочення виробництва електроенергії на вугільних

електростанціях може запобігти викидам до 292 одиниць; 79 т / рік золи; 733 тис. т / рік викидів CO₂; викиди SO_x 5,9 тис. т / рік; 2,9 кг / рік викидів NO_x; 9,03 м³/на рік ядерних відходів.

В Україні до 6% вироблення електроенергії відбувається за рахунок гідроенергетики, 40% від вугільних електростанцій та до 50% від атомних електростанцій. Решта 4% надходять від різних заводів з виробництва відновлюваних джерел енергії. Вироблену щорічно електроенергію різними електростанціями наведено в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 - Оцінка річного вироблення електроенергії в Україні на гідроенергетичних / вугільних / атомних електростанціях

Щорічне виробництво електричної енергії на українських електростанціях [-]*		
Гідро	Вугілля	Атомна
13676.22	63628.92	81213.48

*GWhel/a. = 80 x ГВт·гел/рік електричний попит = 90% світової електричний попит = 800 мільярдів доларів США на рік (4 ц/кВт-год). 1 : 100 для виробництва електроенергії

В Україні найпоширенішим типом трансформатора (інформація, заснована на оцінках 23 різних українських компаній, які були надані протягом 2016-2018 рр.), є ТМ-1000 потужністю 1000 кВт. На основі цього типового трансформатора на підприємствах, що споживають електричну енергію, було оцінено 23 000 трансформаторів для зимового сезону та 18 000 трансформаторів для літнього сезону. Розрахувати втрати в трансформаторах від напруги асиметрії можна за розрахунковими показниками таблиці 10.1.

10.2. Коефіцієнти асиметрії напруги в електромережі України

Трифазний аналізатор потужності АКТАКОМ АСМ-3192 був підключений до 0,4 кВт вихідної напруги трансформатора (у 90% ситуацій трансформатор був ТМ-1000).

Відповідно до міжнародного стандарту (Міжнародний стандарт. Е02. ГОСТ 13109-97, 2002) дані отримували протягом щонайменше 10 хвилин. Навантаження трансформатора 10 хвилин було максимальним. Такі умови були обов'язковими для кожного досліджуваного підприємства. Використовуючи ефективні значення лінійної (U_{AB} , U_{CA} , U_{BC}) та фазної напруги (U_A , U_B , U_C) (вони фіксувались кожні 2 секунди), розраховували коефіцієнти асиметрії напруги резервної та нульової послідовностей, згідно з міжнародним стандартом «ГОСТ 13109 -97. Електрична енергія. Електромагнітна сумісність технічного обладнання. Межі якості електроенергії в електричних системах загального користування», який діє для України. Відповідно до згаданого стандарту використовувались такі рівняння (10.1) - (10.6).

Розраховано ефективні значення напруги зворотної та нульової послідовностей основної частоти:

$$U_{2(2)i} = \sqrt{\frac{1}{32} \left[\left(\sqrt{3} \cdot U_{AB(2)i} - \left(\sqrt{4 \cdot U_{BC(2)i}^2 - \left(\frac{U_{BC(1)i}^2 - U_{AC(1)i}^2}{U_{AB(1)i}^2} + U_{AB(2)i} \right)^2} \right)^2 + \frac{U_{BC(1)i}^2 - U_{AB(2)i}^2}{U_{AB(2)i}^2} \right) \right]} \quad (10.1)$$

$$U_{D(1)i} = \frac{2}{6} \sqrt{\left[\frac{U_{BC(2)i}^2 - U_{CA(2)i}^2}{U_{AB(2)i}^2} - 3 \frac{U_{BC(2)i}^2 - U_{AC(2)i}^2}{U_{AB(2)i}^2} \right]^2 + \left[\sqrt{4U_{BC(1)i}^2 - \left(U_{AB(1)i} - \frac{U_{BC(2)i}^2 - U_{CA(2)i}^2}{U_{AB(1)i}^2} \right)^2} - \right.} \\ \left. - 3 \sqrt{4U_{B(2)i}^2 - \left(U_{AB(1)i} - \frac{U_{B(2)i}^2 - U_{A(1)i}^2}{U_{AB(1)i}^2} \right)^2} \right]^2} \quad (10.2)$$

де $U_{2(1)i}$ - ефективне значення напруги зворотної послідовності основної частоти в трифазній системі напруги в і-му спостереженні, V;

$U_{0(1)i}$ - ефективне значення напруги нульової послідовності основної частоти в трифазній системі напруги в i -му спостереженні, В;

Потім коефіцієнти напруги асиметрії резервної та нульової послідовності були розраховані для кожного періоду (9 періодів з інтервалом 20 секунд, відповідно до згаданого стандарту):

$$K_{2Ui} = \frac{U_{2(1)i}}{U_{1(1)i}} \cdot 100; \quad (10.3)$$

$$K_{0Ui} = \frac{\sqrt{3}U_{0(1)i}}{U_{номфi}} \cdot 100, \quad (10.4)$$

де $U_{1(1)t}$ - ефективне значення напруги прямої послідовності основної частоти в i -му спостереженні, В;

$U_{0(1)}$ - діюче значення напруги нульової послідовності основної частоти трифазної системи напруг, В.

Середній квадрат коефіцієнтів напруги асиметрії резервної і нульової послідовностей:

$$K_{2U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{2Ui}^2}{N}}, \quad (10.5)$$

$$K_{0U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{0Ui}^2}{N}}, \quad (10.6)$$

де N – кількість спостережень.

Використовуючи метод міжнародного стандарту, визначено розрахункові коефіцієнти асиметрії напруги резервної та нульової послідовностей на українських підприємствах, з їх стандартизованим максимальним значенням, яке не впливає на втрати електричної енергії.

Потенціал зменшення внаслідок асиметрії споживання ресурсів та генерації викидів на електростанціях було оцінено для України в таблиці 10.2.

У таблиці 10.2 показано потенціал екологічної вигоди при дотриманні асиметрії напруги в межах стандартизованих значень. Нажаль, існують ключові

бар'єри для зменшення цих втрат - у разі нормалізації асиметрії напруги буде невідомо, яка електростанція буде виробляти менше енергії і, як результат, споживатиме менше ресурсів. Для нормалізації асиметрії напруги існують добре відомі та широко використовувані технічні варіанти:

- заміна трансформаторів Y / Y на Y / Z;
- балансування споживачів за фазами;
- встановлення фазних стабілізаторів напруги;
- фільтри;
- банки реактивної потужності.

Таблиця 10.2 - Потенціал екологічної вигоди при дотриманні асиметрії напруги в межах стандартизованих значень

Параметр	Тип енергії, що генерує станція		
	Гідро	Вугілля	Атомна
1	2	3	4
Річні втрати електроенергії в трансформаторах через не симетрію напруги, Вт·год/А. Annual electric energy losses in transformers due to voltage asymmetry, Wh/A	178 05.90	791 337.03	
Втрати води за причиною асиметрії напруги, м³/А. Water loss due to voltage asymmetry, m³ / A	-	989 171.66	3 914 745.75
Викиди золи через асиметрію напруги, т/А/ Ash emissions due to voltage asymmetry, t/A	-	292.79	-
Втрати урану через асиметрію напруги, т/А Coal Uranium losses due to voltage asymmetry, t/A	-	379 841.92	0.41
Викиди CO ₂ через асиметрію напруги, т/А CO ₂ emissions due to voltage asymmetry, t/A	-	712 203.59	19 170.15
Викиди SO _x через асиметрію напруги, т/А SO _x emissions due to voltage asymmetry, t/A	1958.56	5 855.90	20.18
Викиди NO _x через асиметрію напруги, т/А NO _x emissions due to voltage asymmetry, t/A	2.67	2 927.95	25.22
Ядерні відходи? м³/А Nuclear waste? m³/A	5.70	-	9.03

Всі згадані варіанти доступні для впровадження в місцях, що знаходяться поруч із споживачами. Це означає, що завдяки впровадженню цих варіантів можна було б економити електричну енергію та ресурси. Сума економії може бути розрахована на електроенергію та розрахована на ресурси або викиди.

10.3. Категорії небезпечних виробничих об'єктів

До категорії небезпечних виробничих об'єктів (НВО) належать об'єкти, на яких:

1) утворюються, використовуються, переробляються, зберігаються, транспортуються, знищуються в зазначених в Додатку 2 до Закону України “Про промислову безпеку”

2) кількостях небезпечні речовини наступних видів:

а) займисті речовини - гази, які при нормальному тиску і в суміші з повітрям стають займистими, і температура кипіння яких при нормальному тиску становить 293 К (20° С) або нижче;

б) окислюючі речовини, що підтримують горіння, викликають запалення і/або сприяють запаленню інших речовин в результаті окислювально-відновної екзотермічної реакції;

в) горючі речовини - рідини, гази, здатні самозайматися, а також займатися джерелами запалювання та самостійно горіти після його видалення;

г) вибухові речовини - речовини, які при зовнішніх впливах здатні на само поширення з хімічним перетворенням та з виділенням тепла і утворенням газів;

д) токсичні речовини - речовини, здатні при впливі на живі організми призводити до їх загибелі і мають такі характеристики:

- смертельна доза при введенні в шлунок - від 15 до 200 мг на кілограм включно;

- смертельна доза при нанесенні на шкіру - від 50 до 400 мг на кілограм включно;

- смертельна концентрація в повітрі - від 0,5 до 2 мг на літр включно;

е) високотоксичні речовини - речовини, здатні при впливі на живі організми приводити до їх загибелі і мають такі характеристики:

- смертельна доза при введенні в шлунок - не більше 15 мг на кілограм;

- смертельна доза при нанесенні на шкіру - не більше 50 мг на кілограм;

- смертельна концентрація в повітрі - не більше 0,5 мг на літр;

ж) речовини, які становлять небезпеку для навколишнього середовища:

- речовини, які характеризуються у водному середовищі наступними показниками гострої токсичності:

- смертельна доза при інгаляційному впливі на рибу протягом 96 годин, не більше 10 мг на літр;

- концентрація отрути, що викликає вражаючий ефект при впливі на дафнії протягом 48 годин, не більше 10 мг на літр;

- інгібуюча концентрація при впливі на водорості протягом 72 год, не більше 10 мг на літр;

2) використовується обладнання, що працює під надлишковим тиском понад 0,07 МПа:

а) пара, газу (в газоподібному, зрідженому стані);

б) води при температурі нагріву більш 388K (115⁰C);

в) інших рідин при температурі, що перевищує температуру їх кипіння при надмірному тиску 0,07 МПа;

3) використовуються стаціонарно встановлені вантажопідйомні механізми (за винятком ліфтів, підйомних платформ для інвалідів), ескалатори в метро, канатні дороги, фунікулери;

4) транспортуються, використовуються розплави чорних і кольорових металів, сплави на основі цих розплавів із застосуванням обладнання, розрахованого на максимальну кількість розплаву 500 кг і більше;

5) ведуться гірничі роботи (за винятком видобутку загальнопоширених корисних копалин і розробки розсіпних родовищ корисних копалин, здійснюваних відкритим способом (без застосування вибухових робіт), роботи зі збагачення корисних копалин;

б) здійснюється зберігання або переробка рослинної сировини, в процесі якої утворюються вибухонебезпечні пило - повітряні суміші, здатні самозайматися, та самостійно горіти, а також здійснюється зберігання зерна, продуктів його переробки та комбікормової сировини, схильних до самозігрівання і самозаймання.

До НВО не відносяться об'єкти електромережевого господарства.

ВИСНОВКИ

1. Значення коефіцієнтів асиметрії напруги в українській електромережі оцінено на основі вимірювань у 23 характерних українських компаніях протягом 2016-2018 років. Підраховано, що 26% трансформаторів мають коефіцієнт асиметрії напруги зворотної послідовності нижче 12 %.

2. Орієнтовні потенційні вигоди для української енергетики у разі нормалізації асиметрії коефіцієнта напруги становлять 12018 ГВт•год / рік (що є 1,5 % від загальної введеної електричної енергії (www.resrc.org – центр ресурсоефективного та чистого виробництва), згідно даним UKRENERGO, 2018):

- 4900 км³ / рік води;
- 292,79 т / а викидів золи;
- 379 кт / рік споживання вугілля;
- 40,41 кт / рік споживання урану;
- 733 кт / рік викидів CO₂;
- 5,9 кт / рік викидів SO_x;
- 2,9 кт / а викидів NO_x;
- 9,03 м³ / а ядерних відходів.

Контрольні запитання.

10.1 Що таке несиметричність напруг?

10.2. Як використовується коефіцієнт напруги асиметрії?

10.3. Що використовується для нормалізації асиметрії напруг?

10.4. Які виробничі об'єкти належать до категорії небезпечних?

ЛЕКЦІЯ № 11. РОЗСЛІДУВАННЯ НАСЛІДКІВ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОРУШЕННЯ В РОБОТІ ЕНЕРГОУСТАНОВОК

План лекції

11.1. Види аварій і порушень виробничого циклу.

11.2. Розслідування наслідків технологічних порушень.

11.3. Технологічні порушення експлуатації електричних мереж.

Ключові слова: *види аварій, порушення виробничого циклу.*

11.1. Види аварій і порушень виробничого циклу

Залежно від характеру і наслідків технологічні порушення в роботі енергоустановок поділяються на:

- аварії;
- порушення в роботі атомних електростанцій (далі - АЕС);
- відмови I та II категорій.

Аварії розслідуються, класифікуються й обліковуються згідно з «Порядком розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 № 337.

Від цього виникають короткочасні перерви енерговиробництва. Порушення в роботі енергопідприємств, цехів, дільниць і окремих об'єктів, є відмовами I і II категорій або порушеннями цехового обліку, які розслідуються, класифікуються та обліковуються в порядку, установленому Інструкцією про порядок розслідування та обліку порушень в роботі атомних електричних станцій.

Технологічні порушення в роботі АЕС розслідуються, класифікуються і обліковуються згідно з «Положенням про порядок розслідування та обліку порушень в роботі атомних електричних станцій», затвердженим наказом Державного комітету ядерного регулювання України від 01.12.2004 № 184, зареєстрованим в Мін'юсті України 17.12.2004 за № 1594/10193.

Якщо технологічне порушення в АЕС України або в прилеглих до АЕС мережах виникає внаслідок порушення на АЕС, то це технологічне порушення розслідується й обліковується обов'язково протягом 3-6 днів.

Порушення роботи або пошкодження устаткування АЕС є відмовами II категорії або порушеннями цехового обліку класифікуються та обліковуються в порядку, встановленому ІНСТРУКЦІЄЮ про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 09.06.2005 № 255 (у редакції наказу Міністерства палива та енергетики України 29.12.2008 № 668).

Порушення через неправильні дії захисту й автоматики, що призвели до відключення енергоустановок або ліній електропередач, розслідуються за вказаною Інструкцією. Розслідування технологічних порушень керівництвом енергокомпанії, енергопідприємства проводяться Державними органами.

Розпорядчі документи на енергопідприємствах видаються у всіх випадках технологічних порушень, які виникли з вини персоналу. Документи про порушення надсилаються до територіального підрозділу відповідної Державної інспекції. За результатами розслідування технологічних порушень на енергопідприємствах галузі та на АЕС з метою запобігання аналогічним порушенням, складаються *щоквартальні інформаційні документи за підсумковий рік.*

Керівництво і персонал енергопідприємства повинні своєчасно повідомляти про порушення, в жодному випадку не приховувати його від розслідування та зберігати до початку розслідування обставини та причини порушення.

Перерви енергопостачання споживачів, спричинені порушеннями в роботі енергетичного устаткування споживача, а також порушення, викликані недотриманням споживачами регламентуються «Правилами користування електричною енергією», затверджених постановою Національної комісії регулювання з питань електроенергетики України від 31.07.96 № 28, зі змінами від 06.04.2017 № 492.

У разі неможливості одержання електроенергії споживачем від резервних джерел з його вини, через недосконалість схем внутрішнього енергопостачання, недовипуск не враховується.

11.2. Розслідування наслідків технологічних порушення

Згідно нормативного документа «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила», затвердженого наказом Мінпаливенерго від 13.06.2003 № 296 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.06.2019 № 271) (далі – ПТЕ), керівництво електроенергетичних підприємств забезпечує надійну, безпечну і безаварійну експлуатацію устаткування, систем контролю, засобів диспетчерського і технологічного керування. На кожному енергооб'єкті повинна функціонувати внутрішня система контролю та/або нагляду, бути організовані структурні підрозділи (служби, відділи, групи), які відповідно до затверджених положень виконують функції внутрішнього контролю та/або нагляду за технічною експлуатацією і безпосередньо підпорядковані технічному керівнику підприємства.

Внутрішні документи ТЕС повинні визначати особу, відповідальну за належну та безпечну експлуатацію обладнання. Згідно ПТЕ, пошкодження енергетичного устаткування і споруд, порушення їхньої працездатності, нормального режиму роботи або надійності електричних і теплових мереж, призводить до зупину або зниження їхньої потужності, є технологічним порушенням.

11.3. Технологічні порушення експлуатації електричних мереж

Технологічні порушення поділяються на відмови та аварії.

Єдиний порядок і вимоги до розслідування та обліку технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України (далі – ОЕС України) встановлені в Інструкції про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України, затвердженій Наказом Мінпаливенерго від 09.06.2005 № 255 (далі – Інструкція про розслідування). Дія Інструкції про розслідування поширюється на

всі суб'єкти і об'єкти електроенергетики незалежно від форм власності та відомчої належності. Основними завданнями розслідування й обліку порушень є:

- з'ясування причин порушення;
- розробка організаційно-технічних заходів з метою відновлення працездатності пошкодженого устаткування.

Під час розслідування причин і обставин порушень мають бути вивчені і оцінені такі обставини:

- дії персоналу, відповідність енергоустановок вимогам чинних нормативних документів;
- організація експлуатації, якість і терміни виконання ремонтів, профілактичних оглядів, контролювання технічного стану устаткування, дотримання норм і відповідних вимог під час проведення ремонтних робіт;
- своєчасність усунення аварійних джерел, дефектів устаткування, виконання вимог нормативних та розпорядчих документів енергопідприємства, а також заходів, спрямованих на підвищення надійності устаткування;
- правильність прийнятих проєктних рішень, якість виготовлення і конструкції устаткування, якість проведення монтажних, будівельних і налагоджувальних робіт; залишковий робочий ресурс вузла.

Під час розслідування порушень мають бути виявлені, проаналізовані та описані всі причини виникнення і розвитку порушення. Розслідування відмов І і ІІ категорій проводиться постійно діючими комісіями, які щороку призначаються наказом в енергопідприємстві. ПТЕ також передбачено, що всі випадки пожеж повинні розслідуватись спеціально призначеною комісією.

Центральним органом виконавчої влади, який здійснює забезпечення реалізації державної політики в електроенергетиці (Міненерго), видається розпорядчий документ. У разі якщо порушення супроводжувались виникненням пожеж, складається загальний акт порушення з урахуванням основних вимог щодо службового розслідування, первинного обліку і аналізу пожеж на об'єктах Мінпаливенерго України.

Усі обставини аварії повинні бути досліджені. Зроблено висновок про причини виникнення порушення та встановити наявність або відсутність порушень

у діях персоналу і керівництва. Застосовані заходи: дисциплінарної відповідальності (догана, звільнення); матеріальної відповідальності за завдані підприємству збитки; адміністративної відповідальності (наприклад, ст. 951 Кодексу України про адміністративні правопорушення «Порушення вимог нормативно-правових актів та нормативних документів з питань технічної експлуатації електричних станцій і мереж, енергетичного обладнання»); кримінальної відповідальності (наприклад, ст. 1941 Кримінального кодексу України «Умисне пошкодження об'єктів електроенергетики»).

Контрольні запитання.

11.1. Алгоритм розслідування, класифікація та облік аварій.

11.2. Що таке технологічне порушення?

11.3. Яким чином розслідуються причини і обставини порушень?

ЛЕКЦІЯ №12. ОЗНАКИ ПОРУШЕНЬ ЕНЕРГОПІДПРИЄМСТВА

План лекції

12.1. Аварії I і II категорій.

12.2. Відмови I та II категорій.

12.3. Інструкція розслідування і облік технологічних порушень.

Ключові слова: *аварії I і II категорії, відмови I та II категорії, технологічні порушення.*

12.1. Аварії I і II категорій

До аварій I категорії належать порушення у роботі енергопідприємства, унаслідок яких:

- загинуло п'ять чи травмовано 10 і більше осіб;
- стався викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за санітарно-захисну зону енергопідприємства;
- збільшилась концентрація забруднювальних речовин у навколишньому природному середовищі більше ніж у 10 разів;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції енергопідприємства, що становить загрозу життю і здоров'ю значної кількості працівників енергопідприємства чи населення.

Аварії II категорії. До аварій II категорії належать порушення в роботі енергопідприємства, унаслідок яких:

- загинуло до п'яти чи травмовано від 4 до 10 осіб;
- зруйновано будівлі, споруди або основні конструкції енергопідприємства, що становить загрозу життю і здоров'ю працівників цеху, діляниці з чисельністю працівників 100 і більше осіб.

12.2. Відмови I та II категорії

До відмов I категорії відносять:

- пошкодження основного устаткування енергопідприємств (котли, турбіни, генератори, блочні трансформатори, автотрансформатори зв'язку);
- посадка електростанції на "нуль";
- вихід з ладу джерел життєзабезпечення енергопідприємств (резервуари води, мазуту, газопроводи, паропроводи, живильні трубопроводи, устаткування розподільчих установок, електричні і теплові власні потреби тощо);
- руйнування несучих елементів будівель, споруд;
- пожежа, якщо вона призвела до повного зупинення всього електрогенеруючого устаткування теплової електростанції установленою потужністю 100 МВт і більше, гідроелектростанції установленою потужністю 20 МВт і більше, незалежно від збереження власних потреб і кількості генераторів, що працюють.

Пошкодження будівель чи споруд електричних і теплових мереж, які призвели до перерви енергопостачання всіх споживачів енергопідприємства на термін більше ніж 24 години.

Руйнування устаткування групи А. Технологічне порушення, що призвело до вимушеного простою устаткування групи А тривалістю більше трьох діб.

Вимушена зупинка у період опалювального сезону джерела тепла потужністю 100 Гкал/год, що призвело до перерви в теплопостачанні споживачів на термін більше 24 годин.

Пошкодження трубопроводу діаметром 500 мм і більше магістральної теплової мережі в опалювальний сезон, що призвело до перерви в теплопостачанні споживачів на термін більше 24 годин.

Перерва в енергопостачанні споживачів, що призвела до недовипуску електроенергії 100 тис. кВт*год і більше.

Робота АЕС України або її частини з частотою нижче ніж 49,5 Гц тривалістю більше 30 хвилин або з частотою 50,3 Гц тривалістю більше однієї години.

Пошкодження дамб золошлаковідвалів, що призвело до раптових значних скидів золошлакових відходів у водоймища.

Пошкодження гідроспоруд електростанцій, що призвело до зниження рівня води у водосховищі або підвищення його в нижньому б'єфі вище граничнодопустимого значення.

Втрата стійкості або розділення АЕС України на частини, що призвело до зменшення енергопостачання споживачів на 10% і більше від загального навантаження АЕС на момент порушення.

Відмови II категорії. Пошкодження, аналогічні пошкодженням, зазначеним для відмов I категорії, для ТЕС і ТЕЦ установленою потужністю менше 100 МВт і для ГЕС установленою потужністю менше 20 МВт.

Технологічне порушення, що призвело до вимушеного простою устаткування групи А тривалістю менше трьох діб (крім випадків успішного автоматичного повторного включення).

Руйнування устаткування групи Б. Технологічне порушення, що призвело до вимушеного простою устаткування групи Б тривалістю понад 24 години.

Пошкодження трубопроводу діаметром 500 мм і більше в опалювальний період, що призвело до перерви в теплопостачанні споживачів тривалістю від 12 до 24 годин.

Вимушене простоювання у період опалювального сезону джерела тепла потужністю 100 Гкал/год і більше, що призвело до перерви в теплопостачанні споживачів на термін від 12 до 24 годин.

Перерва в енергопостачанні споживачів, що призвело до недовипуску електроенергії від 10 до 100 тис. кВт*год.

Технологічне порушення в роботі устаткування, що призвело до вимушеного простою потужністю 300 кВт і більше (руйнування опори, лопатей, вихід з ладу механізму керування їх положенням, системи орієнтації ротора, трансмісії, електрогенератора ВЕУ, вихід з ладу автоматичної системи керування ВЕС тривалістю 24 години і більше). Тривалість вимушеної зупинки в роботі визначається тривалістю ремонтно-відновлювальних робіт без урахування часу очікування сприятливих метрологічних умов після завершення ремонту.

Технологічні порушення, які виникли через неправильні дії захисту або автоматики, помилкові дії персоналу, що призвели до відключення устаткування і

ліній електропередачі груп А і Б, недовипуску або недовиробітку електричної чи теплової енергії.

Неправильні дії релейного захисту, електроавтоматики і протиаварійної автоматики, крім цього, обліковуються і оцінюються згідно з нормативним документом "Облік та оцінювання роботи пристроїв релейного захисту, електроавтоматики та протиаварійної автоматики. Інструкція", затвердженим наказом Міністерства палива та енергетики України від 21.12.2006 N 511.

Зниження електричного навантаження електростанцією на 20% і більше від заданого диспетчерським графіком тривалістю більше однієї години.

Технологічні порушення, що призвели до вимушеного зниження навантаження енергоблоків на 20% і більше, від номінальної потужності тривалістю понад 24 години.

Робота Об'єднана енергетична система України (ОЕС-У) з частотою нижче ніж 49,5 Гц, яка призвела до перерви енергопостачання споживачів від дії пристроїв протиаварійної автоматики.

Порушення роботи каналів і пристроїв засобів диспетчерського і технологічного керування або телемеханіки, яке викликало повну втрату зв'язку диспетчера з об'єктом електроенергетики або повну втрату інформації про його стан тривалістю більше однієї години, а також будь-які порушення у роботі оперативно-інформаційного комплексу, які призвели до неправильних дій диспетчера.

Масове відключення або пошкодження електричних мереж напругою 35 кВ і вище, внаслідок стихійних явищ, що призвело до перерви в енергопостачанні споживачів.

Пошкодження будівель і споруд електричних і теплових мереж, які призвели до перерви енергопостачання всіх споживачів енергопідприємства на термін до 24 годин.

12.3. Інструкція розслідування і облік технологічних порушень

Інструкція про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України СОУ-Н МПЕ 40.1.08.551:2009. встановлює єдиний порядок і вимоги до розслідування та обліку технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України.

Дія Інструкції поширюється на всі суб'єкти і об'єкти електроенергетики незалежно від форм власності та відомчої належності. Розслідуванню й обліку технологічних порушень у роботі об'єктів електроенергетики (далі - порушення) підлягають:

- пошкодження енергоустановок або їх устаткування і споруд під час роботи, ремонту, комплексного випробування, резерву, консервації;
- недопустиме відхилення параметрів і технічного стану енергоустановок, що призвело до виведення їх з ладу;
- утрата стійкості енергосистеми або її розділення на частини, що спричинило відключення споживачів;
- підвищення напруги в контрольних точках магістральної електричної мережі понад допустимі значення;
- незапланована перерва з технологічних причин енергопостачання споживачів електричної та теплової енергії організаціями, які її постачають, якщо це не передбачено договором;
- помилкові або вимушені відключення енергоустановок, а також відключення для усунення дефектів або пошкоджень їхніх елементів для запобігання відмові устаткування на термін дій чергового диспетчера;
- пошкодження будівель чи споруд об'єктів електроенергетики, що спричинили відключення генеруючої потужності, споживачів електричної та теплової енергії.

Основними завданнями розслідування й обліку порушень є:

- з'ясування причин порушення;

- розробка організаційно-технічних заходів з метою відновлення працездатності пошкодженого устаткування чи споруд і запобігання подібним порушенням у роботі енергоустановок, підвищення стійкості енергопідприємств;
- удосконалення організації експлуатації і ремонту, реконструкції або заміни енергетичного устаткування, а також використання матеріалів розслідування для розробки нормативних документів;
- виявлення ненадійних вузлів і агрегатів та іншого устаткування об'єктів електроенергетики для подальшого їх удосконалення;
- підвищення відповідальності працівників енергокомпаній, їх структурних енергетичних підрозділів, енергопідприємств та інших організацій енергетичної галузі України за виконання заходів, які забезпечують безперебійне, надійне енергопостачання споживачів.

Заходи, наведені в актах розслідування, підлягають обов'язковому виконанню. Залежно від характеру і наслідків технологічні порушення в роботі енергоустановок поділяються на аварії, порушення в роботі атомних електростанцій і відмови I та II категорій. Аварії розслідуються, класифікуються й обліковуються згідно з Порядком розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 № 1112 (далі - Порядок розслідування).

Порушення роботи і пошкодження устаткування електростанцій, електричних та теплових мереж груп А, Б чи В, зазначених в Переліку устаткування електростанцій, електричних та теплових мереж, внаслідок чого виникають короткочасні перерви енерговиробництва, порушення в роботі енергопідприємств, цехів, дільниць і окремих об'єктів, є відмовами I і II категорій або порушеннями цехового обліку, які розслідуються, класифікуються та обліковуються в порядку, установленому цією Інструкцією.

Контрольні запитання.

12.1. Які порушення у роботі енергопідприємства відносяться до аварій I категорії?

12.2. Які порушення у роботі енергопідприємства відносяться до аварій 2 категорії?

12.3. Які пошкодження відносяться до відмов I категорії?

12.4. Які технологічні порушення відносяться до групи А?

12.5. Які пошкодження відносяться до відмов II категорії?

12.6. Які технологічні порушення відносяться до групи Б?

12.7. Алгоритм розслідування та облік технологічних порушень.

ЛЕКЦІЯ № 13. ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

План лекції

13.1. Ознаки аварій і порушень.

13.2. Завдання оперативного керування під час ліквідації аварій.

13.3. Визначення недовиробітку електричної і теплової енергії.

Ключові слова: *ознаки аварій, ліквідація аварій, недовиробітку електричної і теплової енергії.*

13.1. Ознаки аварій і порушень

Розслідуванню й обліку технологічних порушень у роботі об'єктів електроенергетики підлягають:

- пошкодження енергоустановок або їх устаткування і споруд під час роботи, ремонту, комплексного випробування, резерву, консервації;
- недопустиме відхилення параметрів і технічного стану енергоустановок, що призвело до виведення їх з ладу;
- втрата стійкості енергосистеми або її розділення на частини, що спричинило відключення споживачів;
- підвищення напруги в контрольних точках магістральної електричної мережі понад допустимі значення;
- незапланована перерва з технологічних причин енергопостачання споживачів електричної та теплової енергії організаціями, які її постачають, якщо це не передбачено договором;
- помилкові або вимушені відключення енергоустановок, а також відключення для усунення дефектів або пошкоджень їхніх елементів для запобігання відмови устаткування на термін дій чергового диспетчера;
- пошкодження будівель чи споруд об'єктів електроенергетики, що спричинили відключення генеруючої потужності, споживачів електричної та теплової енергії.

13.2. Завдання оперативного керування під час ліквідації аварій

Основні завдання оперативного керування під час ліквідації аварій та інших технологічних порушень електропостачання такі:

- попередити розвиток порушень;
- захистити працівників від ураження електричним струмом;
- запобігти пошкодженню обладнання, якого не зачепила аварія;
- погасити пожежу в разі її виникнення;
- терміново відновити електропостачання електроприймачів і нормальні показники якості електроенергії;
- створити найбільш надійну після аварійну схему електропостачання споживача в цілому та окремих його частин;
- обстежити стан обладнання, яке вимкнулося, і, за можливості, увімкнути.

Черговому персоналу заборонено приймати і здавати зміну під час ліквідації технологічних порушень. Оперативний персонал, який прийшов на зміну, долучається до певних дій на розсуд особи, яка керує ліквідацією технологічних порушень. Якщо ліквідація технологічного порушення затяглася, залежно від його характеру дозволено здавати зміну з дозволу вищого оперативного персоналу.

Коли під час ліквідації технологічних порушень операції проводять на устаткуванні, що не перебуває в оперативному управлінні або віданні вищого оперативного персоналу, здавати зміну можна з дозволу вищих адміністративно-технічних керівників енергооб'єкта, на якому сталося технологічне порушення.

Розподіл обов'язків між оперативним персоналом у зміні під час ліквідації технологічних порушень мають регламентувати відповідні посадові інструкції. Оперативний персонал несе повну відповідальність за запобігання і ліквідацію технологічного порушення, ухвалюючи рішення і вживаючи заходів, щоб надійно підтримувати чи відновлювати нормальний режим незалежно від присутності адміністративно-технічного персоналу.

Усі оперативні перемовини і розпорядження диспетчерів усіх рівнів диспетчерського управління, а також начальників змін електростанцій, оперативного персоналу великих підстанцій під час ліквідації технологічних

порушень мають записувати пристрої реєстрації оперативних перемовин (на магнітних або оптичних носіях).

Щоб унеможливити виникнення і розвиток, а також ліквідувати технологічні порушення режиму допустимих перетоків і перевантаження мережних елементів, порушення допустимих режимів роботи електростанцій, зниження напруги до аварійного рівня, мають застосовувати автоматику нормальних режимів і протиаварійну автоматику, способи протиаварійного керування енергоспоживанням.

У разі відмови автоматичних пристроїв оперативний персонал має бути готовий вручну продублювати дію автоматики, яка відмовила. Крім того, на підприємстві мають обліковувати аварії та відмови в роботі від дня приймання обладнання у промислову експлуатацію.

Розслідування й облік технологічних порушень. Підприємство зобов'язане розслідувати технологічні порушення за Інструкцією з обліку та розслідування технологічних порушень в роботі енергетичного господарства споживачів, затвердженою наказом Мінпаливенерго України від 04.08.2006 №270. Розслідують і обліковують такі технологічні порушення в роботі об'єктів енергетичного господарства:

- пошкодження енергоустановок або їх устаткування і споруд під час роботи, ремонту, комплексного випробування, резерву, консервації;
- недопустиме відхилення параметрів показників роботи енергетичного обладнання від режимів нормальної роботи цього обладнання і технічного стану енергоустановок, що призвело до виведення їх із ладу;
- незапланована перерва з технологічних причин енергопостачання споживачів електричної та теплової енергії енергопостачальними організаціями, якщо це не передбачено договором;
- помилкові або вимушені відключення енергоустановок, а також відключення для усунення дефектів або пошкоджень їх елементів для попередження відмови устаткування на термін зміни чергового диспетчера;

– пошкодження будівель чи споруд об'єктів енергетичного господарства та блок-станцій, що спричинили відключення генеруємої потужності або споживачів електричної та теплової енергії.

Завдання розслідування й обліку технологічних порушень нормального режиму роботи такі:

- виявити причини аварії та інших порушень нормального режиму роботи об'єктів енергетичного господарства;
- розробити організаційні й технічні заходи, щоб відновити нормальну роботу енергообладнання, а також попередити аналогічні аварії та відмови в роботі енергетичного обладнання;
- підвищити відповідальність працівників підприємств за виконання заходів, щоб забезпечити безперервне і надійне енергопостачання споживачів;
- ухвалювати рішення, щоб удосконалити організацію експлуатації та ремонту енергетичних об'єктів, модернізацію, реконструкцію чи заміну енергетичного обладнання;
- використовувати матеріали розслідування, щоб розробляти нормативні документи з питань надійності роботи енергообладнання.

Керівники підприємств, а також проєктних, науково-дослідних, монтажно-будівельних, налагоджувальних, ремонтних організацій і заводів-виробників на підставі аналізу матеріалів розслідування технологічних порушень нормального режиму роботи об'єктів енергетичного господарства вживають потрібних заходів, щоб усунути виявлені недоліки.

Заходи, які пропонує комісія в акті розслідування аварій і відмов у роботі, обов'язкові для виконання.

13.3. Визначення недовиробітку електричної і теплової енергії

Недовиробіток електричної і теплової енергії через технологічні порушення в роботі (непланові зупинення) обчислюється з моменту відключення від електромережі генератора, відключення від парової магістралі або теплової мережі водогрійного котла, теплофікаційної установки.

Недовиробіток електричної енергії E в тисячах кіловат-годин у разі відключення джерела енергії, обчислюються виходячи із середньої, за попередні три доби, потужності відключеного джерела енергії і тривалості його відключення [1]:

$$E = N \cdot t, \quad (13.1)$$

де N - середня за три доби потужність джерела електричної енергії, яке відключено через технологічне порушення, тис. кВт;

t - тривалість відключення джерела електричної енергії, год.

Недовиробіток теплової енергії Q_m у гікалоріях визначається за період відновлення, після виникнення технологічного порушення в роботі теплофікаційних блоків, теплофікаційних турбін, електростанцій з поперечними зв'язками, водогрійних котлів, теплофікаційних установок електростанцій, станцій теплопостачання, парових і опалювальних котелен:

$$Q_m = Q \cdot t \cdot 10^{-3}, \quad (13.2)$$

де Q - номінальна теплова потужність джерела теплопостачання (водогрійного котла, теплофікаційного блока, теплофікаційної установки тощо), Гкал/год;

t - час простою джерела теплопостачання протягом відновлення його працездатного стану, год.

Основні завдання розслідування й обліку порушень є:

- з'ясування причин порушення;
- розробка організаційно-технічних заходів з метою відновлення працездатності пошкодженого устаткування чи споруд і запобігання подібним порушенням у роботі енергоустановок, підвищення стійкості енергопідприємств;
- удосконалення організації експлуатації і ремонту, реконструкції або заміни енергетичного устаткування, а також використання матеріалів розслідування для розробки нормативних документів;

– виявлення ненадійних вузлів і агрегатів та іншого устаткування об'єктів електроенергетики (а також вітроелектростанцій ВЕС (ВЕУ)) для подальшого їх удосконалення;

– підвищення відповідальності працівників енергокомпаній, їх структурних енергетичних підрозділів, енергопідприємств та інших організацій енергетичної галузі України за виконання заходів, які забезпечують безперебійне, надійне енергопостачання споживачів.

Плановий ремонт електроустановок. Плановий ремонт електрообладнання входить до планово-попереджувального (профілактичного) ремонту, а також середнього ремонту. Плановий ремонт – це звичайна профілактика, яку проводять незалежно від стану обладнання, середній ремонт – найчастіше раз на два роки, разом із поточним ремонтом.

Планово-попереджувальний ремонт – це система робіт із підтримки електрообладнання та інших елементів електроустановок у нормальному (робочому) стані. Система планово-попереджувального ремонту (у нормативних документах – «система ППР») охоплює міжремонтне обслуговування, поточний, середній та капітальний ремонти.

Середній плановий ремонт передбачає такі дії:

- розібрати устаткування, його окремі вузли;
- виміряти дефекти;
- скласти опис дефектів (описати дефекти);
- перевірити креслення;
- зняти ескізи;
- протестувати окремі вузли електрообладнання.

На відміну від поточного та дрібного ремонту, плановий ремонт іноді проводять у ремонтній майстерні, якщо розміри та кріплення механізму дають змогу його перемістити.

До планового ремонту електроустановок входять усі пункти (складові) поточного ремонту, а також низка спеціальних робіт.

Контрольні запитання.

13.1. Що є ознаками аварій і порушень?

13.2. Які завдання вирішує оперативне керування під час ліквідації аварій?

13.3. Порядок розслідування і обліку технологічних порушень.

13.4. Яким чином визначається недовиробіток електричної чи теплової енергії?

13.5. Навіщо проводиться плановий ремонт?

13.6. Задачі планово-попереджувального ремонту.

ЛЕКЦІЯ 14. ДОКУМЕНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОРУШЕНЬ

План лекції

14.1. Технологічні порушення на об'єктах електроенергетики.

14.2. Документування технологічних порушень.

14.3. Допустимі відхилення від чинних документів.

Ключові слова: *технологічні порушення, документування технологічних порушень, план ліквідації аварій.*

14.1. Технологічні порушення на об'єктах електроенергетики

При вивченні дисципліни «Технічні ризики» фахівцю доцільно ознайомитись з Інструкцією про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України. СОУ-Н МПЕ 40.1.08.551:2009

Терміни Інструкції вживаються у такому значенні:

- автоматизована система керування вітровою електричною станцією (далі - АСК ВЕС) - система, що є сукупністю технічних засобів (первинні датчики, пристрої зв'язку, обчислювальна техніка тощо) і програмного забезпечення, призначена для контролю стану і параметрів режиму роботи устаткування вітрової електричної станції (далі - ВЕС) та керування цим устаткуванням в автоматичному режимі або за участю персоналу;
- адміністративно-технічний персонал енергопідприємства - директори, технічні керівники, начальники відділів, цехів, служб, лабораторій та їхні заступники;
- відхилення параметрів - будь-яке відхилення параметрів енергоносія від проєктного або встановленого режимною картою;
- відновлення - подія, яка полягає в тому, що після усунення несправності об'єкт знову відновлює здатність виконувати потрібну функцію;
- граничний стан — стан об'єкта, за яким його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне;

- джерело теплопостачання - узагальнене поняття джерел теплової енергії, до яких належать теплоцентраль, станція теплопостачання, парова і водогрійна котельні;
- енергоносіє - речовина або явище, яка (яке) може бути використана(не) для виконання механічної роботи або нагрівання, чи для керування хімічними або фізичними процесами;
- масові відключення ліній електропередач - відключення 10 і більше ліній електропередач напругою 35 кВ, трьох і більше ліній електропередач напругою 110 кВ у межах однієї енергокомпанії внаслідок стихійних явищ, що призвели до відключення споживачів;
- непрацездатний стан - стан об'єкта, за якого значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, не відповідають вимогам нормативно-технічної і/або конструкторської (проектної) документації;
- нормальна експлуатація - стан устаткування, який відповідає прийнятій у проекті технології виробництва і передачі споживачам електричної та теплової енергії, включаючи пуски-зупинення, технічне обслуговування та ремонти;
- перерва теплопостачання - припинення циркуляції теплоносія з будь-якої причини в тепловій мережі або за наявності циркуляції, коли тепла енергія не відпускається споживачам;
- помилкові дії — діяльність або бездіяльність, яка призвела або не запобігла виникненню технологічного порушення;
- порушення цехового обліку - відмова, яка не відповідає, жодній з ознак, наведених у розділі 5 цієї Інструкції;
- працездатний стан - стан об'єкта, за якого значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і/або конструкторської (проектної) документації;
- руйнування — перехід об'єкта, установки у граничний стан, за яким його подальша експлуатація або відновлення неможливі чи недоцільні;
- санітарно-захисна зона — відстань між енергопідприємством і найближчими житловими або іншими будівлями, яка утворюється з метою захисту

населення від впливу шкідливих виробничих чинників (шкідливі викиди, теплове і електромагнітне випромінювання, радіація, шуми тощо). Вона встановлюється з розрахунку неперевищення цих чинників за межі установлених граничнодопустимих величин;

- стихійні явища — перевищення основних граничних параметрів навколишнього середовища (швидкість вітру, рівень і швидкість руху води, сила землетрусу, швидкість і величина ожеледі тощо), на які розраховані енергоустановки та окремі їх елементи;

- цех (дільниця) - частина енергетичного підприємства з комплексом устаткування, що виконує певні функції для забезпечення його (її) нормального функціонування.

Інші терміни вживаються у значеннях, встановлених у Законі України «Про електроенергетику», у нормативному документі «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила», затверджену наказом Міністерства палива та енергетики України від 13.06.2003 № 296 (далі - ГКД 34.20.507-2003), та у державних стандартах України.

14.2. Документування технологічних порушень

Оперативне повідомлення містить такі відомості про технологічне порушення:

- найменування підприємства;
- номер обладнання, тип і стислу характеристику устаткування, на якому сталося порушення;
- дату і час виникнення порушення, попередню оцінку характеру пошкодження;
- стислий опис порушення;
- обставини і можливі причини виникнення порушення;
- стан устаткування до виникнення порушення;
- відключення (обмеження) споживачів;
- основні заходи, ужиті для ліквідації наслідків порушення;
- дату, час передавання повідомлення про порушення.

Оперативне повідомлення підписує керівник підприємства, зазначає посаду, прізвище та ініціали.

Споживачі зобов'язані подавати оператору системи розподілу аварійні заявки:

- щоб провести невідкладний ремонт обладнання;
- усунути дефект або запобігти загрозі життю та здоров'ю людей, забрудненню навколишнього середовища, пошкодженню обладнання;
- оформити виведення обладнання в ремонт після його вимкнення дією релейного захисту й автоматики.

Так скеровує Кодекс систем розподілу, якщо електроустановки напругою понад 1 кВ приєднані до системи розподілу. Термінові та аварійні заявки подають оператору системи розподілу негайно, коли виникає потреба у позаплановому виведенні обладнання або воно відключилося.

Заявка містить таку інформацію про обладнання:

- диспетчерське найменування;
 - дату і час виведення з роботи;
 - дату і час його введення в роботу;
 - причини виведення з роботи;
 - тривалість робіт з відновлення працездатного стану;
 - можливість введення в роботу на вимогу оператора системи розподілу
- час аварійної готовності;
- інформацію про те, чи повернуться об'єкти до експлуатації на щоденній основі – у разі багатоденного виведення з роботи;
 - порядок проведення оперативних перемикань та/або роз'єднань для виведення з роботи й заходи для створення безпечних умов виконання робіт – перелік відімкненого та заземленого обладнання;
 - можливі негативні наслідки виведення з роботи і/або під час виконання робіт;
 - режимні заходи – створення ремонтної схеми або зменшення наявної потужності, що генерується.

Користувачі, електроустановки яких підлягають диспетчерському управлінню оператора системи розподілу, додатково мають:

1. виконувати вимоги, команди оператора системи розподілу та його інструкції;
2. уживати запобіжних заходів щодо аварійного відключення електричних мереж та/або електроустановок користувача, які можуть вплинути на нормальну роботу системи розподілу;
3. своєчасно інформувати оператора системи розподілу в разі аварійного відключення електричних мереж та/або електроустановок користувача, які можуть вплинути на нормальну роботу системи розподілу;
4. подавати оператору системи розподілу графік споживання / відпуску електричної енергії;
5. виконувати заявлений графік споживання / відпуску електричної енергії.

Якщо електроустановки споживача підключені до засобів протиаварійної автоматики, керівник споживача має:

- дотримуватися заданих обсягів відключення навантаження,
- уживати організаційно-технічних заходів щодо запобігання аваріям на своїх об'єктах під час дії протиаварійної автоматики з повним або частковим відключенням об'єктів від централізованого електропостачання.

14.3. Допустимі відхилення від чинних документів

У разі ліквідації наслідків аварійних режимів у роботі енергетичних об'єктів дозволено певні відхилення від положень чинних нормативно-технічних документів:

- виконувати перемикання без розпорядження чи без відома оперативних працівників вищого рівня керування – у ситуаціях, коли не можна зволікати. Це нещасний випадок, стихійне лихо, пожежа, а також під час ліквідації аварії. Однак пізніше слід повідомити і записати в оперативному журналі. Виняток – увімкнення на паралельну роботу власних джерел електроенергії споживача з електричною мережею електропередавальної організації;

- здійснювати перемикання без бланків перемикань, виконуючи послідовно всі операції під контролем чергового оперативного працівника, старшого у зміні за посадою, з подальшим записом в оперативному журналі;
- проводити роботи в електричних мережах будь-якої пори року
- і в будь-який час без погодження із землекористувачами, але з повідомленням про їх проведення у десятиденний строк після їх початку, відповідно до вимог Правил охорони електричних мереж;
- перевантажувати струмом на період ліквідації після аварійного режиму:
 - кабелі напругою до 10 кВ включно з ізоляцією з поліетиленового та полівінілхлоридного пластику на 15%,
 - кабелі з гумовою ізоляцією і вулканізованого поліетилену на 18% від допустимого навантаження тривалістю не більше ніж 6 годин на добу протягом 5 діб, але не більше ніж 100 годин на рік, якщо навантаження в інші періоди не перевищує допустимого;
- працювати з повітряними і кабельними лініями електропередач із замиканням на землю до ліквідації пошкодження. Тривалість замикання на землю у мережах напругою 6–35 кВ, що працюють з ізолюваною або з компенсованою нейтраллю або із заземленням через високоомний резистор, не має перевищувати установленної межі для мережі. Шукати місце пошкодження слід негайно, а ліквідувати його – якнайшвидше.

План ліквідації аварій та інших технологічних порушень. Керівники підприємств мають розробити і затвердити план ліквідації аварії, у якому:

- визначити можливі аварії;
- прогнозувати їх наслідки;
- передбачити заходи щодо їх ліквідації, строки виконання цих заходів, а також сили і засоби, що залучають із цією метою.

На кожному пункті оперативного керування електрогосподарством споживача мають бути:

- положення про взаємовідносини між споживачем та оператором системи розподілу (основним споживачем, електростанцією);

– інструкції із запобігання та ліквідації аварій та інших порушень, які складають відповідно до СОУ-Н МПЕ 40.1.20.563:2004 «Ліквідація аварій та технологічних порушень режиму на енергопідприємствах і в енергооб’єднаннях. Запобігання технологічним порушенням у електричній частині енергопідприємств і енергооб’єднань і їх ліквідація. Інструкція».

– складаючи інструкцію з ліквідації аварій, споживач має керуватись інструкцією з ліквідації аварій для вищого рівня оперативного керування, а також інструкцією стосовно дій оперативних працівників і порядку вимкнення електрообладнання під час виникнення пожежі.

Контрольні запитання

- 14.1. Які параметри включаються в документування технічних порушень?
- 14.2. Яку інформацію містить заявка на виведення обладнання з експлуатації?
- 14.3. Які є допустимі відхилення від чинних документів?
- 14.4. План ліквідації аварій та інших технологічних порушень?

ЛЕКЦІЯ № 15. ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ

План лекції

15.1. Класифікація небезпечних об'єктів.

15.2. Техногенний ризик і його оцінка.

15.3. Показник ризику техногенної аварії.

Ключові слова: *класифікація небезпечних об'єктів, ризик техногенної аварії.*

15.1. Класифікація небезпечних об'єктів

Однією з класифікацій потенційно небезпечних об'єктів є їх поділ на сім груп за ознакою характеру надзвичайних ситуацій, джерелами яких вони можуть бути.

До першої групи відносяться транспортні системи - залізничні, автотранспортні, авіаційні, морські, річкові, космічні і трубопровідні аварії, які супроводжуються людськими жертвами і матеріальним збитком.

До другої групи належать пожежа та вибухонебезпечні об'єкти, де виробляються, зберігаються і транспортуються речовини, здатні за певних умов до спалаху або вибуху.

Третя група обіймає хімічно небезпечні об'єкти, аварії на яких можуть супроводжуватися викидом небезпечних хімічних речовин у навколишнє середовище.

Четверта група - це радіоактивно небезпечні об'єкти, зруйнування яких призводить до витоку (викиду) радіоактивних речовин.

До п'ятої групи відносяться об'єкти, небезпечні у біологічному відношенні - джерела патогенних мікроорганізмів.

Шоста група включає гідродинамічні небезпечні споруди, аварії на яких породжують хвилі прориву і катастрофічне затоплення територій.

Сьома група обіймає об'єкти інфраструктури щодо забезпечення життєдіяльності господарських об'єктів і життєзабезпечення населення, де аварії можуть паралізувати ці види діяльності, ускладнити умови життя населення і викликати різні екологічні забруднення.

15.2 Техногенний ризик і його оцінка

Техногенний ризик зумовлений існуванням на нашій планеті техносфери. Техносфера - це сукупність штучних об'єктів у межах географічної оболонки Землі і навколоземного космічного простору. Серйозним негативним результатом існування, функціонування і розвитку техносфери є можливість виникнення на її об'єктах аварій і техногенних катастроф. Аварія - це техногенна подія, яка супроводжується зруйнуванням будинків, споруд, технологічного устаткування, транспортних засобів з викидом у довкілля небезпечних речовин, що створює на об'єкті, певній території або акваторії загрозу життю та здоров'ю людей, тварин, існуванню фіто світу. У даний час широко застосовується і термін «катастрофа техногенного характеру» або «техногенна катастрофа». Під техногенною катастрофою розуміють аварію, що призвела до людських жертв, зруйнування чи знищення об'єктів, матеріальних цінностей у значних розмірах, а також до великих за масштабом негативних впливів на навколишнє природне середовище. Важливою категорією сфери техногенної безпеки є поняття небезпечного (або потенційно небезпечного) об'єкта.

15.3. Показник ризику техногенної аварії

Для знаходження показника, що відображає ризик техногенної аварії слід обрати підприємство, на якому був зафіксований випадок аварії. Виділяють чинники, що спровокували аварію. Встановлюють значення показників у відсотковому вираженні на момент скоєння аварії.

Показник ризику техногенної аварії, R_a :

$$R_a = \frac{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + \dots + m_i \cdot z_i}{m_{16} \cdot z_1 + m_{26} \cdot z_2 + \dots + m_{i6} \cdot z_i} \cdot 100, \quad (15.1)$$

де: $m_1, m_2 \dots m_i$ - значення показників, що характеризують ризикоутворюючі чинники техногенної аварії;

$m_{16}, m_{26} \dots m_{i6}$ - значення показників, що характеризують ризикоутворюючі чинники техногенної аварії, на момент скоєння аварії;

$z_1, z_2 \dots z_i$ - значимість показників.

Приклад 1. Аналізом технологічного комплексу, на якому сталася аварія, виділено наступні значення показників, що характеризують ризикоутворюючі чинники техногенної аварії:

- зношеність обладнання - 69%;
- рівень професійної невідповідності співробітників - 16%;
- показник, що відображає рівень недотримання правил техніки безпеки – 76%.

Аналіз аварії одного з підприємств, дав наступні результати:

- зношеність обладнання - 11%;
- рівень професійної невідповідності співробітників - 5%;
- показник, що відображає рівень недотримання правил техніки безпеки - 9%.

Експертним шляхом визначена значимість кожного показника і розраховано показник ризику техногенної аварії:

$$R_a = \frac{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + \dots + m_i \cdot z_i}{m_{16} \cdot z_1 + m_{26} \cdot z_2 + \dots + m_{i6} \cdot z_i} \cdot 100 = \frac{(11 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 9 \cdot 3)}{(69 \cdot 2 + 16 \cdot 1 + 76 \cdot 3)} \cdot 100 =$$
$$= \frac{54}{138 + 16 + 228} = \frac{54}{382} = 0.141$$

Для кожного з видів прояву виробничого ризику відібрані показники, що його характеризують. Визначено сукупний виробничий ризик.

Кожен вид прояви виробничого ризику можна представити в грошовому вираженні:

- невиконання запланованого обсягу випуску виробів тягне за собою недоотримання коштів від продажу продукції, виплату штрафу за зрив термінів постачання;

- нанесення шкоди здоров'ю співробітників, які безпосередньо беруть участь у виробництві, викликає витрачання грошових коштів на виплату лікарняних, виплату допомоги по інвалідності, а також зниження обсягів виконуваних робіт, що в кінцевому підсумку може призвести до зниження запланованого обсягу випуску;

- забруднення навколишнього середовища і нанесення шкоди здоров'ю людей, що не мають відношення до даного виробництва, призводить до систематичних виплат за забруднення навколишнього середовища, виплати штрафів за перевищення лімітів по забрудненню навколишнього середовища;

- виплати штрафів за ліквідацію техногенної аварії;

- відшкодування матеріальної та моральної шкоди громадянам, які не мають відношення до даного виробництва.

Визначається сукупний виробничий ризик шляхом складання основних проявів виробничого ризику, виражених в грошових втратах. Рівень виробничого ризику (низький, середній, високий, неприпустимий) визначається в залежності від фінансового становища підприємства на момент проведення оцінки. Структурну схему виробничого ризику показано на рисунку 15.1.

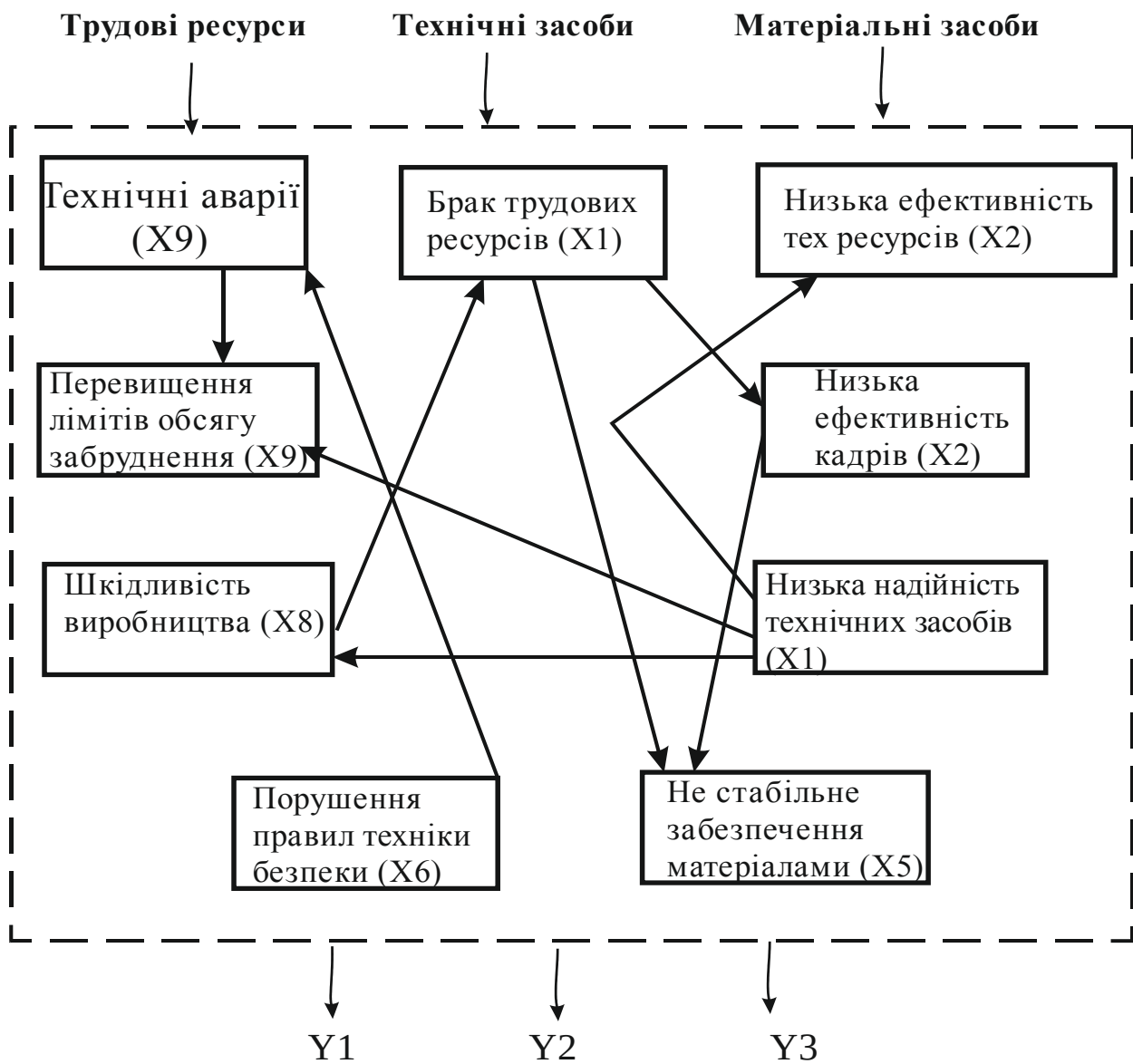


Рисунок 15.1 - Структурна схема виробничого ризику

У таблиці 15.1 наведені, за десять місяців, значення показників, що характеризують ризик утворюючі чинники виробничого ризику, і залежних змінних. Вид регресійних рівнянь:

$$Y1 = A0 + A1 X1 + A2 X2 + A3 X3 + A4 X4 + A5 X1 X2 + A6 X4 X3,$$

$$Y2 = A0 + A1 X6 + A2 X7,$$

$$Y3 = A0 + A1 X8.$$

Таблиця 15.1 - Вхідні данні для побудови рівнянь множинної регресії

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	69	60	96	71	99	21	10	13	14,2	1121	41	16
2	71	67	96	85	99	12	8	13	14,2	859	32	14
3	82	69	96	85	99	11	6	13	14,2	742	32	13
4	82	76	96	85	99	11	4	9,7	14,2	640	19	10
5	89	78	97	85	99	10	4	9,7	14,2	521	15	6
6	91	82	96	86	99	10	4	10	14,2	420	15	8
7	91	80	97	86	99	8	4	9,7	14,1	321	10	7
8	94	95	97	89	99	6	4	10	14,1	202	9	10
9	95	95	98	89	99	6	4	10	14,1	106	9	11
10	94	95	98	89	99	6	4	13	14,1	113	9	12

Вигляд регресійних рівнянь зі знайденими значеннями коефіцієнтів регресії:

$$Y_1 = 6728 - 9,451X_1 - 2,558X_2 - 38,27X_3 + 10,56X_4 - 0,0732X_1 X_2 - 0,2309X_4 X_3;$$

$$Y_2 = -7,734 + 0,9788X_6 + 3,259X_7;$$

$$Y_3 = -7,545 + 1,642X_8 .$$

Спрогнозуємо розвиток ризик утворюючих чинників:

$$X_1 = 76, X_2 = 68, X_3 = 96, X_4 = 78, X_6 = 34, X_7 = 10, X_8 = 6,6.$$

Підстановкою найбільш імовірні значення показників в регресійну модель і обчислимо значення залежних змінних:

$$Y_1 = 6728 - (9,451 \cdot 76) - (2,558 \cdot 68) - (38,27 \cdot 96) + (10,56 \cdot 78) - (0,0732 \cdot 76) \cdot (68 - 0,2309) \cdot 78 \cdot 96 = 878 \text{ (шт.)},$$

$$Y_2 = -7,734 + (0,9788 \cdot 34) + (3,259 \cdot 10) = 58 \text{ (випадків виходу на лікарняний)},$$

$$Y_3 = -7,545 + (1,642 \cdot 6,6) = 3 \text{ (випадки погіршення здоров'я людей, що не мають відношення до даного виробництва).}$$

сукупний виробничий ризик у вартісному вираженні. Ризик невиконання запланованого обсягу випуску виробів:

$$878 \cdot 4356 = 3\,824\,568 \text{ грн.}$$

Ризик забруднення навколишнього середовища і нанесення шкоди здоров'ю людей, що не мають відношення до даного виробництва, приблизно дорівнює: 68000 грн., тобто, сумі грошових коштів, що йде на покриття штрафів за перевищення допустимих лімітів викидів шкідливих речовин, відшкодування матеріальної та моральної шкоди потерпілим, які не мають відношення до даного виробництва.

Контрольні запитання.

- 15.1. Класифікація небезпечних об'єктів.
- 15.2. Як розраховується ризик техногенної аварії?
- 15.3. Показники ризику техногенної аварії.

ЛЕКЦІЯ №16. РИЗИК АВАРІЇ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ СПОРУДИ

План лекції

16.1. Аналіз причин руйнування гідротехнічних споруд.

16.2. Розрахунок ризику аварії гідротехнічної споруди.

16.3. Компоновка гідротехнічних споруд гідровузла.

Ключові слова: *причин руйнування гідротехнічних споруд, ризик аварії гідротехнічної споруди, компоновка гідротехнічних споруд гідровузла.*

16.1. Аналіз причин руйнування гідротехнічних споруд

При руйнуванні підпірних гідротехнічних споруд (далі ГТС) у зоні проходження хвилі прориву заподіюється величезна шкода населенню, господарським об'єктам і природі. Особливу небезпеку становлять споруди напірного фронту накопичувачів промислових відходів, які можуть привести до забруднення місцевості радіоактивними, токсичними й іншими шкідливими речовинами.

У переважній більшості випадків прориви напірного фронту відбуваються в результаті руйнувань гребель і дамб із ґрунтових матеріалів. До основних причин, які можуть викликати руйнування ґрунтових гребель, відносяться [1]:

- стихійні лиха - землетруси, урагани, гірські обвали, повені, зливи, зсуви тощо;
- недостатній обсяг дослідницьких робіт і неправильна оцінка інженерно-геологічних, гідрологічних, кліматичних умов будівництва;
- помилки в проектуванні, неякісне провадження робіт (особливо при будівництві порівняно невеликих споруд, коли не забезпечений належний геотехнічний контроль за участю інженерів - гідротехніків;
- неправильна експлуатація споруди; низька кваліфікація експлуатаційного персоналу, відсутність або недостатній обсяг заходів щодо забезпечення готовності об'єкта до локалізації й ліквідації аварійної ситуації; відсутність своєчасних ремонтних робіт.

За статистичним даними пошкодження й аварії мали місце на 6,6% зареєстрованих гребель із ґрунтових матеріалів; при цьому пошкодження основи склали 25%, тіла греблі - 47%, водоскидів - 23% та інші пошкодження - 5%. У більшості випадків аварії гребель відбуваються в період їх будівництва або в початковий період експлуатації - протягом 5 - 7 років після наповнення водоймища. За цей час повністю виявляються дефекти виконання робіт, установлюються фільтраційні режими і виявляються деформації споруди. Потім настає тривалий період - близько 40 - 50 років, коли стан споруди стабілізується, і аварії малоймовірні. Після цього небезпека аварій знову збільшується в результаті розвитку анізотропічних властивостей, старіння матеріалів тощо. Так, з 600 ґрунтових гребель, обстежених у Каліфорнії після 40 - 50 років експлуатації, 105 потребували ремонтних робіт.

16.2. Розрахунок ризику аварії гідротехнічної споруди

Гребля з ґрунтових матеріалів.

Інтегральне оцінювання небезпеки аварії греблі проводиться у відповідності за формою, що наведена в таблиці 16.1.

Таблиця 16.1 - Інтегральне оцінювання небезпеки аварії греблі

Показник небезпеки	Ступінь небезпеки	Код	Відмітні ознаки, на підставі яких експертом установлений щабель (рівень) небезпеки по розглянутому показникові небезпеки
1	2	3	4
1	Велика	3	Через зміну нормативної сейсмічності району розташування греблі з 8 балів (прийняте при проектуванні) до 9 балів можливе перевищення розрахункового сейсмічного впливу, руйнування греблі й прорив напірного фронту
2	Мала	1	В проєкті є лише незначні відхилення від сучасних нормативних вимог по всіх оцінюваних факторах (крім природних навантажень і впливів).
3	Мала	1	Установлені лише такі відхилення від проєкту, які не можуть вплинути на нормальну роботу греблі: - замість бетонного монолітного кріплення верхівкового укусу виконане залізобетонне збірне кріплення; - низовий укіс виконаний без проміжної ферми при збереженні середнього розрахункового закладення.

1	2	3	4
4	Середня	2	В розрахунковій зоні затоплення хвилею прориву можливе виникнення Надзвичайної ситуації місцевого масштабу (зона затоплення не виходить за межі району, у якому розташована гребля); можуть бути порушені умови життєдіяльності понад 100, але не більше 300 людей.

Інтегральна оцінка вразливості греблі проводиться аналогічно оцінці небезпеки в табличній формі (див. таблицю 16.2).

Таблиця 16.2 - Інтегральна оцінка вразливості греблі

Показник вразливості	Степень вразливості	Код	Розпізнавальні ознаки, на підставі яких експертом установлений щабель вразливості по розглянутому показникові вразливості
1	2	3	4
1	Мала	1	Наявні локальне руйнування бетонного кріплення верхового укоса, які передбачено усунути в ході планових ремонтних робіт.
2	Мала	1	Встановлені в останньому акті обстеження стану греблі планово-попереджувальні ремонтні роботи виконано вчасно не в повному обсязі: не завершений ремонт швів бетонного кріплення верхового укосу на ділянках ПК 2 + 20 - ПК 3 + 50.
3	Велика	3	На об'єкті відсутня локальна система оповіщення і аварійний запас будівельних матеріалів.

Відповідно до даних таблиці 16.2 інтегральний код показників вразливості 113;

Коефіцієнт вразливості $V_y = 0,468$.

Коефіцієнт ризику аварії $R_a = 0,247$.

Ризик аварії оцінюється як помірний.

Бетонний водоскид. Інтегральні оцінки небезпеки аварії й вразливості водоскиду наведені відповідно в таблицях 16.3 та 16.4.

Таблиця 16.3 - Інтегральні оцінки небезпеки аварії водоскиду

Показник небезпеки	Ступінь небезпеки	Код	Розпізнавальні ознаки
1	2	3	4
1	Мала	1	Не припускається перевищення прийнятих при розрахунковому обґрунтуванні споруди природних навантажень і впливів.
2	Середня	2	Недостатній об'єм інженерно-геологічних пошуків; проектом не передбачено встановлення контрольно-вимірювальної апаратури
3	Середня	2	Не відповідають проекту щільність і якість ґрунтів засипання пазух водоскиду. У ході експлуатації підвищений клас капітальності з III до II без пророблення необхідних аспектів відповідності споруди новому статусу.
4	Дуже велика	4	Можлива надзвичайна подія з числом уражених більше ніж 50 осіб і порушення життєдіяльності більше за 500 осіб.

Інтегральний код показників небезпеки складає 1224, що відповідає коефіцієнту небезпеки $K_n = 0,773$.

Таблиця 16.4 - Інтегральні оцінки небезпеки вразливості водоскиду

Показник вразливості	Степінь вразливості	Код	Розпізнавальні ознаки
1	Середня	2	У місці сполучення греблі з підвідним каналом виявлена порожнина розміром 0,5х0,5 м з фільтраційним ходом у тіло греблі; у місці сполучення бетонної лівобережної підвалини із земляною греблею в районі ремонтних робіт виявлено два провали розміром 1,0х1,0 м глибиною 0,5 м. На правобережній береговій підвалині спостерігалися невеликі руйнування бетону - каверни, тріщини, фільтрація води через бетон; повністю зруйновані ущільнення затворів, на швидкоотоці й у водобійному колодязі виявлені місця руйнування бетону з оголенням арматур, тріщини, ушкодження залізобетонних плит кріплення водовідвідного каналу, у районі швидкоотоку й водобійного колодязя із засипання пазух відзначається фільтрація, гідромеханічне обладнання відпрацювало встановлений ресурс.
2	Велика	3	Низький рівень кваліфікації й неуккомплектованість штатів (немає фахівців-гідротехніків), відсутні інструкції з експлуатації.
3	Велика	3	Відсутній план ліквідації аварій і необхідний аварійний запас матеріалів для виконання аварійно-відбудовних робіт; невідповідність персоналу до локалізації й ліквідації аварії.

Інтегральний код показника вразливості складає 233. Коефіцієнт вразливості V_y складає 0,834.

Коефіцієнт ризику аварії:

$$R_a = K_H + V_y = 0,773 \times 0,834 = 0,645.$$

Степінь ризику аварії для водоскиду, що аналізувався приймається як «критична ситуація».

16.3. Компоновка гідротехнічних споруд гідровузла

Компоновка гідротехнічних споруд гідровузла повинна забезпечити таке їх взаємне розташування, яке найкращим чином відповідало б вирішенню народногосподарських та технічних задач. Основою компоновки гідровузла є техніко-економічне порівняння можливих варіантів. Перевага віддається варіанту, який, при однаковій їх надійності, відповідає в повний мірі вимогам охорони навколишнього середовища, зручності експлуатації, монтажу і ремонту обладнання, мінімальних витрат дефіцитних будівельних матеріалів, використання обладнання, що має найкращі технічні показники. Гідровузли і створені ними водосховища, як правило, мають комплексне призначення: забезпечують потреби іригації і водопостачання, рибного господарства і енергетики, водного, автомобільного, залізничного транспорту. До складу гідровузла, в залежності від його типу, можуть входити водопідпірні, водоскидні, водопровідні, енергетичні, водозабірні, судноплавні, лісосплавні, рибопропускні і рибозахисні споруди, мости. При заданому складі споруд гідровузла компоновка залежить від величини напору, кліматичної зони розташування гідровузла, геологічних умов і топографії створу, водності річки і особливостей її гідрологічного режиму, водогосподарських задач вузла, будівельно-виробничих умов. При компонуванні споруд необхідно дотримуватися наступних загальних принципів:

- кожна споруда повинна найкращим чином виконувати свої функції та не чинити перешкод роботі інших споруд гідровузла (зокрема, не змінювати величину швидкості і напрямку течії на підходах до водоскидів, при відведенні води і льоду не повинно викликати ускладнення в роботі ГЕС, водозаборів, шлюзів та рибоходів);

- вартість гідровузла, з врахуванням щорічних експлуатаційних витрат, повинна бути мінімальною;

– конструкції споруд і їх компоновка повинна враховувати умови організації і виробництво робіт та забезпечувати зведення гідровузла в найкоротші строки (забезпечувати зручний та надійний пропуск будівельних витрат, допускати часткове підняття напору і пуск в тимчасову експлуатацію незакінченої споруди тощо);

– створювати гармонійний архітектурний ансамбль.

Місце розташування основних споруд гідровузла – підпірних та водопропускних - вибирається на основі техніко-економічного порівняння варіантів і в залежності від топографічних і інженерно-технологічних умов будівництва, а також потреб охорони природного середовища. При виборі створу земляної греблі необхідно приймати до уваги, що споруда повинна бути розміщена в найбільш вузькій частині річкової долини з метою мінімізації об'ємів земляних робіт. По можливості вісь греблі вибирається по нормалі до загального напрямку річкової долини та русла, що покращує загальну стійкість споруди. Необхідно також враховувати:

- а) місцезнаходження кар'єрів місцевих будівельних матеріалів;
- б) можливість безпечного пропуску будівельних витрат;
- в) можливість проходження по гребню шляхів сполучень та їх ув'язку із існуючою транспортною мережею.

Контрольні запитання.

16.1. Причини руйнування гідроспоруд.

16.2. Яким чином проводиться розрахунок ризику аварії гідротехнічної споруди?

16.3. Як компонуються гідротехнічні споруди гідровузла?

ЛЕКЦІЯ № 17. ВТРАТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ

План лекції

17.1 Призначення та здійснення страхових виплат.

17.2 Страхові виплати і їх склад.

17.3. Порядок призначення та проведення страхових виплат.

17.1. Призначення та здійснення страхових виплат

У разі настання нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання [5] потерпілим призначається та здійснюються страхові виплати (членам їх сімей) проводяться відповідно до Закону України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування» від 23.09.1999 № 1105 (В редакції Закону № 2620-IX від 21.09.2022).

Відповідно до статті 1 Закону № 1105 страховий випадок за соціальним страхуванням від нещасних випадків - це нещасний випадок на виробництві або професійне захворювання (у тому числі встановлене чи виявлене в період, коли потерпілий не перебував у трудових відносинах з підприємством, на якому він захворів), що спричинили застрахованому професійно зумовлену фізичну чи психічну травму; нещасний випадок або професійне захворювання, яке сталося внаслідок порушення застрахованим нормативних актів про охорону праці.

17.2 Страхові виплати і їх склад

Страховими виплатами є грошові суми, які Фонд виплачує застрахованому чи особам, які мають на це право, у разі настання страхового випадку.

Перелік обставин, за яких настає страховий випадок, визначено постановою Кабінету Міністрів України від 30.11.2011 № 1232 «Про затвердження Порядку проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві».

Підставою для оплати потерпілому витрат на медичну допомогу, проведення медичної, професійної та соціальної реабілітації, а також страхових виплат є акт розслідування нещасного випадку або акт розслідування професійного захворювання (отруєння) за встановленими формами.

Страхові виплати складаються із:

1) страхової виплати втраченого заробітку (або відповідної його частини) залежно від ступеня втрати потерпілим професійної працездатності (далі - щомісячна страхова виплата);

2) страхової виплати в установлених випадках одноразової допомоги потерпілому (членам його сім'ї та особам, які перебували на утриманні померлого);

3) страхової виплати дитині, яка народилася інвалідом внаслідок травмування на виробництві або професійного захворювання її матері під час вагітності;

4) страхових витрат на медичну та соціальну допомогу.

Відшкодування моральної (немайнової) шкоди потерпілим від нещасних випадків на виробництві або професійних захворювань і членам їхніх сімей не є страховою виплатою та здійснюється незалежно від часу настання страхового випадку відповідно до положень Цивільного кодексу України та Кодексу законів про працю України.

Приклад 1. Чисельність працівників підприємства складає $A = 250$ чоловік. Підприємство відноситься до сільського господарства, з статистичного бюлетеня в цій галузі кількість постраждалих на $Pr = 1000$ працюючих склало $p_1 = 8.1$.

Розрахунок. Кількість нещасних випадків НВ з оформленням листа тимчасової непрацездатності, передбачуване на даному підприємстві в рік:

$$N_1 = (p_1 / Pr) \cdot A \cdot k = (8,1 / 1000) \cdot 250 \cdot 1,5 = 3,04.$$

де $k = 1.5$ – коефіцієнт страхування.

Мінімальна та максимальна кількість НВ без оформлення листа тимчасової непрацездатності на рік:

$$N_{2min} = (p_1 / 1000) \cdot A \cdot k \cdot p_2 = (8,1 / 1000) \cdot 250 \cdot 1,5 \cdot 10 = 30,4;$$

$$N_{2max} = (p_1 / 1000) \cdot A \cdot k \cdot p_{2max} = (8,1 / 1000) \cdot 250 \cdot 1,5 \cdot 17 = 51,68.$$

Річна мінімальна та максимальна кількість інцидентів, які спричинили травм працівників, але що призвели до збою в робочому процесі:

$$N_{3\min} = (p_1 / 1000) \cdot A \cdot k \cdot p_3 = (8,1 / 1000) \cdot 250 \cdot 1,5 \cdot 27 = 82,08;$$

$$N_{3\max} = (p_1 / 1000) \cdot A \cdot k \cdot p_{3\max} = (8,1 / 1000) \cdot 250 \cdot 1,5 \cdot 30 = 91,12.$$

Середні «вартості» відповідних пригод на підприємстві чисельно рівні:

$$C_1 = 10\,000 \text{ грн.};$$

$$C_2 = 5\,000 \text{ грн.};$$

$$C_3 = 2\,000 \text{ грн.}$$

Мінімальні і максимальні очікувані втрати підприємства через виникнення НВ та інцидентів:

$$\begin{aligned} Q_{\min} &= (N_1 \cdot C_1 + N_{2\min} \cdot C_2 + N_{3\min} \cdot C_3) = 3,04 \cdot 1000 + 30,4 \cdot 5000 + 82,08 \cdot 2000 = \\ &= 30400 + 152000 + 164160 = 346560 \text{ грн.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= (N_1 \cdot C_1 + N_{2\max} \cdot C_2 + N_{3\max} \cdot C_3) = 3,04 \cdot 1000 + 51,68 \cdot 5000 + 91,2 \cdot 2000 = \\ &= 30400 + 258400 + 182400 = 471200 \text{ грн.} \end{aligned}$$

17.3. Порядок призначення та проведення страхових виплат

Дія Постанови правління Фонду соціального страхування України від 19.07.2018 № 11

(<http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/949280;jsessionid=36CF45FA777768CC7E3B3B4893BF66B8>) поширюється на потерпілих від нещасного випадку на виробництві та/або професійного захворювання. У разі настання страхового випадку управління виконавчої дирекції Фонду соціального страхування України зобов'язані відшкодовувати збитки, заподіяну потерпілому:

- допомогу по тимчасовій непрацездатності;

- одноразову допомогу в разі стійкої втрати професійної працездатності або смерті потерпілого;
- щомісячну страхову виплату втраченого заробітку потерпілого;
- страхову виплату потерпілому у розмірі його середньомісячного заробітку при тимчасовому переведенні його на легшу, нижче оплачувану роботу;
- щомісячну страхову виплату особам, які мають на неї право в разі смерті потерпілого;
- відшкодування вартості поховання потерпілого та пов'язаних з цим ритуальних послуг.

Управління Фонду розглядають справу про страхові виплати за наявності усіх необхідних документів, визначених Законом України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування". Управління Фонду може відмовити у страховій виплаті потерпілому у випадках, передбачених статтею 45 Закону.

Призначення допомоги по тимчасовій непрацездатності. Допомога по тимчасовій непрацездатності, пов'язана з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням, призначається та виплачується страхувальником за місцем роботи потерпілого, де стався страховий випадок, у розмірі 100 відсотків середньої заробітної плати (оподаткованого доходу). Для виплати допомоги по тимчасовій непрацездатності добровільно застрахованій особі (потерпілому) до управління Фонду подаються:

- листок непрацездатності;
- копія договору про добровільне страхування.

До документів додається копія акту розслідування нещасного випадку, пов'язаного з виробництвом, або акту розслідування хронічного професійного захворювання (отруєння) за встановленими формами, засвідчена працівником управління (відділення) Фонду, за умови надання оригіналу документа.

Призначення щомісячної страхової виплати. Щомісячна страхова виплата встановлюється відповідно до ступеня втрати професійної працездатності та середньомісячної заробітної плати потерпілого перед настанням страхового випадку. При цьому максимальний розмір щомісячної страхової виплати не

повинен перевищувати 10 розмірів прожиткового мінімуму, встановленого для працездатних осіб на дату настання права на страхову виплату. Мінімальний розмір призначеної щомісячної страхової виплати потерпілому у перерахунку на 100 відсотків втрати професійної працездатності не може бути меншим за прожитковий мінімум, встановлений для працездатних осіб, на дату настання права на страхову виплату.

Відшкодування вартості поховання потерпілого. У разі настання страхового випадку управління (відділення) Фонду відшкодовують вартість поховання потерпілого та пов'язаних з цим ритуальних послуг відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11.07.2001 N 826 "Про затвердження Порядку проведення витрат на поховання у разі смерті потерпілого від нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання". Якщо потерпілий помер в одному регіоні України, а його поховання здійснюється в іншому, витрати на поховання та пов'язані з цим ритуальні послуги відшкодовуються у розмірі не вище граничних розмірів, затверджених для регіону, де здійснюється поховання.

Призначення страхової виплати потерпілому при тимчасовому переведенні на легшу, нижче оплачувану роботу. За потерпілим, тимчасово переведеним на легшу, нижче оплачувану роботу, зберігається його середньомісячний заробіток на строк, визначений лікарсько-консультаційною комісією (далі - ЛКК), або до встановлення стійкої втрати професійної працездатності. Необхідність переведення потерпілого на іншу (легшу) роботу, її тривалість та характер установлюються ЛКК або МСЕК. За згодою потерпілого страхувальник зобов'язаний надати йому рекомендовану ЛКК або МСЕК роботу за наявності відповідних вакансій. Якщо потерпілого за станом здоров'я відповідно до висновку ЛКК або МСЕК переведено на легшу, нижче оплачувану роботу, згідно зі статтею 170 Кодексу законів про працю України, страхувальник зберігає за ним попередній середній заробіток протягом двох тижнів з дня переведення за рахунок власних коштів.

Починаючи з п'ятнадцятого дня переведення потерпілого на легшу роботу, зазначені виплати (доплата до середнього заробітку, який він мав до ушкодження здоров'я) проводяться страхувальником за рахунок коштів Фонду на строк,

установлений ЛКК або МСЕК. Якщо у встановлений ЛКК або МСЕК строк страхувальник не забезпечує потерпілого відповідною роботою, Фонд сплачує страхову виплату у розмірі його середньомісячного заробітку. Ці виплати здійснюються страхувальником за рахунок коштів Фонду.

Контрольні запитання.

17.1. На основі якого нормативного документу призначається та здійснюється страхова виплата?

17.2. З чого складаються страхові виплати?

17.3. Призначення допомоги по тимчасовій непрацездатності.

17.4. Призначення щомісячної страхової виплати.

17.5. Відшкодування вартості поховання потерпілого.

17.6. Призначення страхової виплати потерпілому.

ЛЕКЦІЯ №18. ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОГЕННИЙ РИЗИК

План лекції

18.1. Структура техногенних аварій та їх причини.

18.2. Аварії техногенних об'єктів.

18.3. Управління техногенним ризиком.

Ключові слова; структура техногенних аварій, техногенний ризик,

18.1. Структура техногенних аварій та їх причини є характерною певна *структура техногенних аварій*:

- аварії на транспорті – 31%;
- пожежі і вибухи – 39%;
- аварії на системах життєзабезпечення – 14%;
- раптове руйнування будівель і споруд – 5%;
- аварії в електроенергетичних системах – 5%;
- потрапляння у навколишнє природне середовище шкідливих хімічних речовин з концентрацією, яка перевищує ГДК – 3%;
- аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних речовин (крім аварій на транспорті) – 1%;
- аварії з викидом (загрозою викиду) радіоактивних речовин (крім аварій на транспорті) – 1%;
- аварії на очисних спорудах – 1%.

Для визначення вихідних даних для розрахунку можна використовувати подібні інформаційні джерела:

- матеріали проведеної атестації робочих місць за умовами праці та чинниками трудового процесу;
- результати проведення перевірок;
- звіти про контроль робочих місць органами охорони здоров'я;
- перелік хімічних речовин та інформація про їх безпечне використання;
- статистика нещасних випадків;
- анкетування серед працівників.

Найбільш характерними чинниками прояву виробничого ризику є:

- невиконання запланованого обсягу випуску продукції;
- нанесення шкоди здоров'ю співробітників, які безпосередньо беруть участь у виробництві, викликає зниження обсягів робіт, призводить до зниження запланованого обсягу випуску;
- забруднення навколишнього середовища і нанесення шкоди здоров'ю людей, що не мають відношення до даного виробництва.

Визначається виробничий ризик шляхом складання основних проявів технічного ризику. Рівень виробничого ризику (низький, середній, високий, неприпустимий) визначається в залежності від нанесеного і очікуваного збитку.

При відсутності або нестачі статистичних даних про ризики на підприємстві і, зокрема, на робочому місці, при вирішенні завдання управління ризиками слід:

1. Виявити (ідентифікувати) небезпеки.
2. Визначити можливі прояви небезпеки і вибрати показник шкоди.
3. Визначити можливі наслідки прояви небезпеки - виникнення шкоди здоров'ю і життю працівника.
4. Визначити ймовірність (частоту) настання шкоди.
5. Кількісно або якісно оцінити (розрахувати) ризик.

18.2. Аварії техногенних об'єктів

Техногенний ризик — ризик для населення, соціальних, техногенних і природних об'єктів, спричинений негативними подіями техногенного походження.

Аварії і катастрофи, що відбуваються на техногенних об'єктах наведених груп, можуть мати наслідки різного масштабу, характерні приклади яких подані у табл. 18.1.

Таблиця 18.1 – Аварії техногенних об'єктів

Категорія об'єкта	Рівень індивідуального ризику, 1/рік	Оцінка прийнятного ризику	Заходи щодо зниження ризику
Безпечний	$> 1 \cdot 10^{-5}$	Необмежено малий	Не плануються
Практично безпечний	$10^{-5} \text{ — } 10^{-4}$	Малий	Не плануються
Відносно безпечний	$10^{-4} \text{ — } 10^{-3}$	Відносно високий	Моніторинг, створення санітарно-захисних зон, розробка планів ліквідації надзвичайної ситуації, декларування безпеки, страхування ризику, ліцензування, обмеження
Небезпечний	$10^{-3} \text{ — } 10^{-2}$	Високий	Моніторинг, створення санітарно-захисних зон, складання планів ліквідації надзвичайної ситуації, декларування безпеки, страхування ризику, ліцензування, обмеження, заходи безпеки
Особлива небезпечний	$< 10^{-2}$	Виключно високий	Моніторинг, створення санітарно-захисних зон, розробка планів ліквідації надзвичайної ситуації, декларування безпеки, страхування ризику, ліцензування, обмеження, заходи безпеки, заходи захисту, соціально-економічні компенсації

Чинники, що можуть привести до прояви виробничого ризику. Причини їх прояви, наведені в таблиці 18.2.

Таблиця 18.2 – Чинники, що утворюють ризикову ситуацію

Основні види прояви виробничого ризику	Чинники, що утворюють ризикову ситуацію	Підчинники, що утворюють ризикову ситуацію	Причини виникнення ризику
1	2	3	4
R ₁	Некомплект трудових ресурсів	- низька зацікавленість населення в отриманні професії і роботі по ній, - труднощі в придбанні професії	- низька мотивація населення в отриманні професії і роботі по ній, - недостаток освітніх установ
	Низька ефективність кадрів	відсутність зацікавленості в досягненні більшої ефективності праці, -плинність кадрів, - неможливість злагодженої колективної роботи, -створення конфліктних ситуацій, -зниження рацездатності, -погіршення стану здоров'я, -відсутність професійного розвитку	- низька мотивація праці, - погані санітарно-гігієнічні умови праці, = відсутність необхідних психо- фізіологічних характеристик працівників, - відсутність професійного розвитку
	Низька ефективність технічних ресурсів	- низька продуктивність, - високий рівень браку, - неможливість відповідати на запити споживачів за певний вид продукції, - зупинка виробничого процесу в зв'язку з поломкою одного з одиниць технічних ресурсів, - висока собівартість продукції, - простої устаткування	- низький рівень автоматизації виробництва, - низький рівень гнучкості виробництва, - низька надійність технічних ресурсів, - неправильний вибір способу виробництва
	Низька надійність технічних засобів	неможливість організації циклічної послідовності виготовлення різних деталей, - висока частота і великі часові періоди поломок, - невелика кількість постачальників, - мінливість постачальників,	- низька універсальність обладнання, - тривалий період експлуатації, - відсутність на ринку надійних постачальників

		- часті зриви термінів і обсягів поставок постачальниками	
R ₂	Порушення правил техніки безпеки	– ігнорування правил техніки безпеки	- невідповідні особистісні характеристики працівників, - неадекватність працівника на робочому місці, - недостатність досвіду роботи
	Шкідливість виробництва	- вплив результатів технологічного процесу на персонал	- недотримання нормативів з охорони здоров'я, - неправильна експлуатація обладнання, - знос обладнання
R ₃	Перевищення лімітів обсягів забруднення навколишнього середовища	- вплив результатів технологічного процесу на навколишнє середовище	- недотримання нормативів з охорони навколишнього середовища
	Техногенні аварії	- помилки операторів, - поломки обладнання, - порушення нормального ходу технологічного процесу, - негативні впливи навколишнього середовища (повені, урагани тощо)	- недостатність досвіду роботи і кваліфікації персоналу, - неадекватність працівника на робочому місці, - знос обладнання, - недотримання правил техніки безпеки

18.3. Управління техногенним ризиком

Управління техногенним ризиком, управління безпекою професійної діяльності - це розробка і реалізація програм щодо запобігання аваріям, зниженню їх можливих наслідків, забезпечення моніторингу, обмежень і захисту в процесі виробничої діяльності. Мета управління - досягнення прийняттого рівня ризику.

Заходи, що здійснюються з метою управління техногенним ризиком:

- моніторинг стану техногенних об'єктів;
- прогнозування надзвичайних ситуацій техногенного характеру й оцінка їх ризику;
- раціональне розміщення продуктивних сил по території країни з погляду на техногенні безпеки;

- запобігання аваріям і техногенним катастрофам шляхом підвищення технологічної безпеки виробничих процесів і експлуатаційної надійності устаткування;
- розробка та здійснення інженерно-технічних заходів щодо зниження можливих втрат і збитку від надзвичайних ситуацій (пом'якшення їх можливих наслідків) на конкретних об'єктах і територіях;
- підготовка об'єктів економіки та систем життєзабезпечення населення до роботи в умовах надзвичайних ситуацій;
- декларування промислової безпеки і ліцензування видів діяльності в галузі промислової безпеки;
- проведення державної експертизи у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;
- проведення державного нагляду й контролю з питань техногенної безпеки;
- страхування техногенних ризиків;
- інформування населення про потенційні техногенні загрози на території мешкання;
- здійснення заходів захисту персоналу і населення, що проживає на територіях, прилеглих до потенційно небезпечних об'єктів;
- підтримка в готовності органів управління, сил і засобів, призначених для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт тощо.

Приклад 1. Визначити ризик загибелі людини на виробництві протягом року, якщо відомо,

що щорічно гине близько $n = 3000$ людей,

чисельність працюючих складає $N = 14$ млн чоловік:

$$W_{np} = n/N = 3000/1,4 \cdot 10^7 = 2,1 \cdot 10^{-4}.$$

Порівняємо одержану величину з ризиком звичайних умов людського життя. На думку американських учених індивідуальний ризик загибелі людини протягом року з різних причин характеризується такими даними (табл. 18.3).

Дані табл. 18.3 свідчать про те, що повна безпека не може бути гарантована нікому незалежно від способу життя.

При зменшенні ризику нижче рівня $1 \cdot 10^{-6}$ громадськість не виражає надмірної заклопотаності і тому не здійснює спеціальних заходів щодо зниження ступеня безпеки. Ґрунтуючись на цій передумові, багато фахівців приймають величину $1 \cdot 10^{-6}$ як такий рівень, до якого слід прагнути, встановлюючи ступінь ризику для техногенних об'єктів.

Необхідно зазначити, що оцінку ризику будь-яких подій можна проводити лише за наявності достатньої кількості статистичних даних. Наприклад, до чорнобильських подій ризик загибелі в результаті аварії на атомній електростанції оцінювався у $2 \cdot 10^{-10}$ у рік.

Індивідуальний ризик загибелі людини за даними зарубіжних дослідників наведено у таблиці 18.3

Таблиця 18.3 - Індивідуальний ризик загибелі людини

На автомобільному транспорті	$3 \cdot 10^{-4}$.
При падінні	$9 \cdot 10^{-5}$.
На пожежі	$4 \cdot 10^{-5}$.
На воді	$3 \cdot 10^{-5}$.
Від отруєння	$2 \cdot 10^{-5}$.
Від вогнепальної зброї злодія	$1 \cdot 10^{-5}$.
На водному і повітряному транспорті	$9 \cdot 10^{-6}$.
Від предметів, що падають, електричного струму	$6 \cdot 10^{-6}$.
На залізничному транспорті	$4 \cdot 10^{-6}$.

Контрольні запитання.

18.1. Яка структура техногенних аварій та їх причини.

18.2. Що є причиною аварій на техногенних об'єктах.

18.3. Заходи, що здійснюються з метою управління техногенним ризиком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технічні ризики. Теорія та практикум: [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізацій: «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» / О. М. Терентьєв, С. В. Зайченко, А. Й. Клещов, Н. А. Шевчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані (1 файл: 2,92 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 160 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32298>
2. Technical risks: Lecture notes. [Electronic resource]: textbook for master's candidates for the educational program "Electromechanical and Mechatronic Systems of Power-intensive Industries" / О. М. Terentiev, A.Y. Kleshchov, V.O. Polishchuk; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute - Electronic text data (1 file: 0.167 MB). - Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. - 77 p.
https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39219Technical-risks_Electr-Lec-notes_2019.pdf
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
4. Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсен. Управление проектами: Практичная допомога / Пер. с англ. — Дело и Сервис, 2003. — 234 с.
5. Батенко Л. П. Управление проектами./Л. П. Батенко, О. А. Загородніх, В. В. Ліщинська — К.: КНЕУ, 2003. — 231 с.
6. Пересада А. А. Проектне фінансування./ А. А., Пересада, Т. В. Майорова, О. О. Ляхова — К.: КНЕУ, 2005. — 736 с.