

Навчальний посібник є першим систематизованим викладанням матеріалу відповідно до змістової частини галузевих стандартів вищої освіти підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів молодшого спеціаліста та бакалавра з навчальної дисципліни "Безпека життєдіяльності", блок змістових модулів "Забезпечення соціальної, природної та техногенної безпеки". На сучасному рівні знань викладено методологію оцінки ризику та людського чинника, що складає теоретичну передумову переходу на систему аналізу та управління ризиками як основу регулювання безпеки населення і територій, забезпечення гарантованого рівня безпеки громадянина, суспільства. Наведено приклади застосування метода ІККА8 для ідентифікації побутових, природних та техногенних джерел небезпек.

Навчальний посібник розраховано на студентів та викладачів навчальних закладів I — IV рівнів акредитації, а також фахівців системи запобігання надзвичайним ситуаціям. Буде корисним працівникам системи охорони праці, навколишнього природного середовища та особам, на яких поширюється дія законів у сфері цивільного захисту.

Рецензенти:

В.Л. Бабиченко, кандидат техн. наук, директор УДНІ "УкрВОДГЕО".

М.І.Дробноход, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, завідувач кафедри екології і педагогіки Міжрегіональної Академії управління персоналом.

О.В. Жихарев, викладач кафедри ППТПВ Академії пожежної безпеки України.

Ю.С. Скобло, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри "Безпека життєдіяльності" Харківського державного технічного університету.

К.Н. Ткачук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці та захисту довкілля Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Відгук-рекомендація викладачів дисциплін "Безпека життєдіяльності" та "Цивільна оборона" від 9 вищих навчальних закладів України.

Фаховий редактор:

В.В. Зацарний, кандидат технічних наук, доцент.

В.В. Бегун, І.М. Науменко, 2004

966-651-130-4

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
СКРОЧЕННЯ	15
1. КОНЦЕПЦІЯ НАУКОВО-ОСВІТЯНСЬКОГО НАПРЯМУ "БЕЗПЕКА ЖИТТЯ І ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ"	18
1.1. Стратегія і посферні завдання інтегральної концепції	18
1.2. Вітчизняний та міжнародний науковий потенціал	21
1.3. Концептуальні межі безпеки життя і діяльності людини.	22
1.3.1. Об'єкт та предмет концептуального висвітлення	25
1.3.2. Основні соціально-управлінські завдання Концепції	26
1.4. Безпека — базовий чинник сталого людського розвитку	26
1.5. Структура наук про безпеку.	32
1.6. Стан справ з безпеки життя та діяльності людини в Україні	34
1.7. Реалізація окремих положень Концепції.	36
Питання до семінарських занять.	37
2. ІНДЕКС ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ ЯК ІНДИКАТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ	37
2.1. Загальні відомості.	37
2.2. Обчислення індексу людського розвитку	41
2.2.1. Розрахунок індексу доходів	42
2.2.2. Методика обчислення ІЛР	43
2.3. Динаміка показників ІЛР для України протягом 1992-2001	45
Питання до семінарських занять.	47
3. НЕБЕЗПЕЧНІ ТА ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ ЖИТТЄВОГО СЕРЕДОВИЩА.	48
3.1. Вчення В.І. Вернадського про біосферу.	48
3.2. Реакція живої речовини на силу дії екологічного чинника.	50
3.3. Нормування небезпечних та шкідливих чинників.	52
3.3.1. Нормування соціального навантаження на природні системи	53
3.3.2. Нормування соціального ризику на основі матриці інтегрального ризику.	57
Питання для семінарських занять	58
4. КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	60
4.1. Загальна характеристика класифікатора НС	60
4.2. Визначення рівня НС відповідно до територіального поширення та обсягів ресурсів	62
4.3. Зв'язок небезпек.	66
Питання до семінарських занять	68
5. АНАЛІЗ СТАНУ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ	69
5.1. Загальна характеристика небезпек	69
5.2. Аналіз надзвичайних ситуацій в Україні за 1997-2001 роки.	74
5.2.1. Надзвичайні ситуації техногенного характеру.	77
5.2.2. Надзвичайні ситуації природного характеру.	79
5.2.3. Надзвичайні події на воді.	81
5.2.4. Виявлення особливо небезпечних предметів та речовин.	81

5.3. Ризик у галузях промисловості України.	82
Висновки	85
Питання до семінарських занять	86
6. АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОРУШЕННЯ	87
6.1. Логічна послідовність подій ("логічне дерево подій")	88
6.1.1. Опис послідовності подій в ході порушення	88
6.1.2. Причини аномальних подій і заходи по їх усуненню	89
6.1.3. Оцінка порушення з точки зору безпеки	92
Питання до семінарських занять	93
7. РИЗИК ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ	94
7.1. Аналіз ризику — найважливіша складова процесу управління безпекою	94
7.1.1. Загальноприйняті визначення	96
7.1.2. Невідповідності вітчизняної практики світовим стандартам	98
7.2. Оцінка ризику в атомній енергетиці	99
7.2.1. Загальні відомості	99
7.2.2. Алгоритм розрахунку ризику від АЕС	103
7.2.3. Результати оцінки безпеки АЕС України	108
7.3. Про можливість поширення принципів ІАБ на інші сфери життєдіяльності	110
7.3.1. Можливості управління ризиком. Принцип АЛАРА	112
7.4. Проблеми і задачі впровадження ризик орієнтованого підходу	115
7.4.1. Необхідність упровадження РОП	116
7.4.2. Задачі впровадження РОП в Україні	116
7.5. Причинне-наслідкові зв'язки виникнення подій та інцидентів	118
7.5.1. Філософські принципи РОП	118
7.6. Класифікація ризиків	125
7.7. Про точність і правомірність порівняння ризиків	131
7.7.1. Компоненти, що характеризують ризик	131
7.7.2. Характеристики невизначеності	133
7.8. Ступінь небезпеки та його оцінка.	137
7.9. Аналіз збитку	142
7.10. Процес розробки дерева відмов технічних систем	148
7.10.1. Класифікація методів аналізу відмов і ризиків	148
7.10.2. Короткий опис методу дерев відмов.	148
7.10.3. Розробка дерева відмов технічних систем	149
7.10.4. Загальні принципи побудови дерева відмов	150
7.10.5. Визначення резерву часу.	157
7.11. Аналіз систем.	162
7.11.1. Моделювання функцій безпеки і систем, що їх виконують	162
7.11.3. Кількісні показники значимості	167
7. 12. Використання ДВ в інших задачах розрахунку ризиків	170
7. 12. 1. Приклад 1. Розрахунок (ризiku) імовірності опромінення пацієнта, запозичений з НРБУ	173
7. 12. 2. Приклад 2. Розрахунок ризику інфекційного захворювання (грипом)	182
7. 12. 3. Приклад 3. Розрахунок ризику пожежі в приватному гаражі	187
Питання до семінарських занять.	193
11. ПОРЯДОК РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІКУ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НЕВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ	195
Загальні питання	195

Облік і аналіз нещасних випадків _____	198
Питання для семінарських занять. _____	198
12.УПРАВЛІНЯ ТА ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД ЗА БЕЗПЕКОЮ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ_	199
12.1. Управління як категорія людського розвитку _____	199
12.2. Від Ріо де Жанейро до Йоханесбургу, метаморфози природно-техногенної безпеки__	200
12.3. Економічні важелі управління. _____	202
12.4. Управління захистом населення та територій: наукове підґрунтя нормативно-правової бази _____	204
12.5. Законодавча і регулююча основа безпеки _____	206
Питання до семінарських занять _____	207
13.ЗАХИСНІ БАР'ЄРИ _____	208
Питання до семінарських занять _____	211
14.ЯКІСТЬ ЯК КАТЕГОРІЯ БЕЗПЕКИ _____	212
14.1. Основні терміни якості _____	212
14.2. Стандартизація та сертифікація _____	214
14.3. Якість - категорія безпеки ПНО _____	216
14.3.1. Програма забезпечення якості. _____	217
Відповідальність _____	218
Загальні положення _____	219
Виробничі обов'язки _____	219
Кваліфікація і підготовка персоналу _____	220
Підготовка персоналу _____	220
Питання для семінарських занять _____	220
15.КУЛЬТУРА БЕЗПЕКИ _____	222
15.1. Культура безпеки — базисний принцип безпеки _____	222
15.2. Управління і культура безпеки _____	224
15.2.1. Події, пов'язані з культурою безпеки _____	226
Питання до семінарських занять _____	228
16.ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ _____	229

ПЕРЕДМОВА

Кінець XX початок XXI сторіччя ознаменовані в Україні низкою нормативно-правових актів, які наголошували первинність запобіжних заходів. Це, перш за все, Закони України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про пожежну безпеку", Укази Президента про нейтралізацію загроз, обумовлених погіршенням екологічної і технологічної безпеки в країні, постанови Кабінету Міністрів України від 3.08.1998 № 1198 "Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру", від 7.02. 2001 N 122 "Про комплексні заходи, спрямовані на ефективну реалізацію державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та оперативного реагування на них, на період до 2005 р." та інш. Остання постанова чітко регламентує процес впровадження сучасної міжнародної практики запобігання НС на основі ризик орієнтованого підходу (РОП). Вона зобов'язала МНС, МОН, НАНУ розробити та впровадити у 2003 році науково-практичні методи і рекомендації щодо переходу на систему аналізу та управління ризиками як основу регулювання безпеки населення і територій, забезпечення гарантованого рівня безпеки громадянина, суспільства. Чинні нормативно-правові акти однозначно вимагають підвищення рівня безпеки життєдіяльності суспільства із застосуванням методології ризик орієнтованого підходу до ідентифікації джерел небезпек та людського чинника, побудови адекватних захисних бар'єрів. На сучасному етапі пріоритетного значення набуває перехід від цивільної оборони до державної системи цивільного захисту [1], формування політики по попередженню надзвичайних ситуацій, спрямованої на зниження ризику та пом'якшення наслідків. Закон про цивільний захист наголошує на

профілактичних заходах, термін "запобігання" використано в ньому 22 рази; в законі "Про цивільну оборону" — жодного.

Забезпечення безпеки населення та територій від надзвичайних ситуацій підрозділяється на дві складові: ліквідацію надзвичайних ситуацій та їх попередження. До восьмидесятих років практично всі країни у своїй політиці щодо безпеки першочергову увагу приділяли ліквідації наслідків НС. У рамках цієї політики основна увага зосереджувалась на вдосконаленні засобів безпеки. В даний час пов'язані з ліквідацією надзвичайних ситуацій задачі в основному виконані. Створено національні системи порятунку населення в умовах надзвичайних ситуацій. Однак досвід ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій свідчить, що незважаючи на удосконалювання технічних та організаційних заходів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, зусилля в цьому напрямку з метою підвищення безпеки стають усе менш ефективними. Економіка високорозвинених країн не в змозі збільшувати фінансування робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та компенсувати втрати від них. У зв'язку з цим у вісімдесяті роки у високорозвинених країнах була усвідомлена необхідність зміни акценту політики у бік рішення задач по запобіганню надзвичайним ситуаціям.

Як свідчить практика, в Україні домінуючою залишається підготовка населення, в тому числі і зміст навчальних програм вищих навчальних закладів І-ІУ рівнів акредитації (факторний підхід, з висвітленням дії окремих чинників, повтор шкільної

програми), до **реагування** на НС. Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" визначає, що реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру є скоординовані дії **підрозділів професіоналів**. Тим самим освітяни перебирають функції фахівців МНС і вміняють їх студентам, майбутнім фахівцям різного профілю, в посадові обов'язки яких функції аварійно-

рятувальних служб в переважній більшості входити не будуть. Ситуація, що склалася, обумовлена тим, що запобігання є галуззю високих технологій і потребує спеціальної наукової підготовки, якої викладачі, як правило, не мають. Слід зазначити, що методологією запобігання в переважній більшості не володіють і особи, яким за їхніми посадовими обов'язками, визначеними нормативно-правовими актами, ці знання необхідні. Генетично закладену природою потребу у відчутті безпеки, очевидну істину значення для людини запобігання негараздам ми розуміємо, але менталітет, наша філософія залишається на застарілому — а може пронесе, чому бути — того не минувати. І взагалі у життєвому хаосі спробуй визначити джерело небезпеки. Результат: на особистому рівні — наше при звичаєння до повсякденних випадків та інцидентів, притуплення відчуття жахів крові і руйнації; на урядовому — нерозуміння першочерговості завдання інвестування у попередження надзвичайних ситуацій, адже негативна подія може не статися і кошти будуть витрачені марно. В дійсності існують закони розподілу випадкових величин, знання яких дає можливість розраховувати імовірність різних комбінацій випадкових величин і, у підсумку, імовірність небажаної події (небезпеки). Статистика фіксує показники, за якими ми в десятки разів поступаємося розвинутим країнам по смертності, травматизму, аваріям та катастрофам. Система запобігання надзвичайним ситуаціям діє адекватно відведеним ресурсам. Потім на ліквідацію витрачається незрівнянно більше. Розвиток людини і захист розвитку людини — це складові сталості. Метою сталого розвитку людини та першочерговим завданням є забезпечення належної безпеки всього населення. Україна схильна зробити свій європейський вибір. Європейський вибір має бути зроблено і в галузі безпеки життя і діяльності суспільства.

Відповідно до державної політики постала проблема наповнення процесу попередження випадків та інцидентів у виробництві та побуті, запобігання

надзвичайним ситуаціям соціально-екологічного характеру конкретною науковою методологією. На основі міжнародного досвіду та практики щодо побудови та функціонування системи безпеки життєдіяльності, змісту наук з безпеки автори посібника починаючи з 1997 року послідовно проводили роботи щодо впровадження в освітянство основних технологій системного аналізу та управління ризиком. На основі Концепції науково-освітянського напрямку "Безпека життя і діяльності людини" для всіх рівнів освіти [2] було розроблено змістову частину галузевих стандартів вищої освіти фахівців освітньо — кваліфікаційних рівнів молодшого спеціаліста та бакалавра щодо освіти з питань безпеки життєдіяльності, яку у 1999 році узгодили Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, Міністерство енергетики, Мінпромполітики, Міністерство культури і мистецтва, Держнафтогазпром, Комітет у справах нагляду за страховою діяльністю, Державний комітет України по матеріальних резервах. Блок змістових модулів "Забезпечення соціальної, природної та техногенної безпеки" галузевих стандартів 10 березня 2002 р. затверджено МОН. Основною ідеєю всього багаторічного комплексу робіт було сприяння переходу від реагування до запобігання надзвичайним ситуаціям соціально-природного характеру як пріоритетного в системі захисту населення та територій.

Досвід передових країн показує малу ефективність нарощування технічних та організаційних заходів. Аналіз рішень багатьох вітчизняних конференцій з безпеки засвідчує, що в основному зусилля традиційно спрямовуються на розробку невідкладних заходів, створення додаткових служб, налагодження жорсткого контролю і таке інше. Заперечувати необхідність організаційних заходів недоцільно. Вони потрібні. Але при цьому треба усвідомлювати, що докорінного поліпшення справи вони не дадуть. Розвинуті країни довели, що першочерговим є підготовка кадрів на сучасній науковій базі. Саме тому низка університетів світу готує професіоналів з безпеки. Так, в

Сполучених Штатах Америки за цим напрямом підготовки випускають спеціалістів

69 університетів. Обсяг тільки спеціальної підготовки складає 3500 учбових годин (О.Ю. Буров). Франція має досконалу систему університетської освіти професіоналів з безпеки. За цією ж спеціальністю Вупертальський університет (Німеччина) щорічно випускає 1200 студентів.

Підготовка сучасних професіоналів з безпеки — це науко-містка галузь високих технологій. Основу освіти фахівця складає ризик орієнтований підхід. Суспільне значення РОП можна порівняти із відкриттям мікроскопу, який дозволив деталізувати макросвіт, визначити його складові. РОП висвітлює таємний світ небезпек, робить запобіжні заходи більш осмисленими і цілеспрямованими. Основними задачами РОП є створення реальних наукових основ забезпечення безпеки складних технічних систем, людей і довкілля, розроблення методів оцінки небезпеки промислових об'єктів та наукових засад концепції прийняттого ризику стосовно умов функціонування системи людина-техніка-середовище. За оцінками експертів його впровадження дозволяє за рахунок підвищення ефективності заходів у 7-10 разів скоротити витрати на створення безпечних систем. Перехід на аналіз та управління ризиками повинен забезпечити подолання негативної тенденції росту числа надзвичайних ситуацій техногенно-природного походження.

Вже більше 20 років у розвинених країнах при прийнятті рішень використовуються різні методи розрахунку ризику. Насамперед це стосується рішень відносно потенційно небезпечних об'єктів, в першу чергу атомних станцій. З деякими уточненнями підходи до питань ядерної безпеки можуть застосовуватись до потенційно небезпечних промислових установок і, в більш загальному плані, для управління багатьма видами ризику в основних життєвих контекстах: особистому, економічному, виробничому, екологічному, фізичному (здоров'я), інформаційному, суспільному і політичному вимірах. Розвинуті

країни, перш за все Німеччина, США, Англія та інші досвід та практику забезпечення безпеки високих технологій (ядерна енергетика, авіація) екстраполювали, перенесли з необхідними уточненнями та корективами на основні сфери життя і діяльності суспільства. При Цьому було враховано, що випадки та інциденти, надзвичайні ситуації в авіації та на трасах газопроводу, атомній енергетиці і кондитерській промисловості, на воді і суші, в побуті і виробництві незважаючи на галузеве розмаїття мають однакові теоретичний базис виникнення і логіку розвитку подій. Використання оцінки ризику в процесі забезпечення безпеки було засвоєно на протязі декількох десятиріч і доведена їх вигода у різних сферах застосування. Оцінка ризику відіграє роль інструменту для надання допомоги при прийнятті рішень як тими, хто регулює охоронні заходи, так і тими, хто має реалізовувати, виконувати ці рішення, а також як засіб підтримання зв'язків між ними. Методологія РОП застосовується як в стратегічному плануванні, так і в повсякденній оперативній діяльності. Для України доцільно запозичити досвід потужної національної галузі, безпека якої в цей час знаходиться на рівні світових стандартів — ядерної енергетики. Виходячи з цих міркувань, автори посібника широко використовували міжнародну методологію безпеки атомних електростанцій. Зроблені перші спроби застосування окремих методів в соціальній сфері. В подальшому адаптація методології безпеки АЕС має скласти об'єкт широких наукових досліджень.

Наступною (але не за значенням) фундаментальною компонентою соціально-екологічної безпеки є людський чинник (ЛЧ), на долю лівого приходить більш як 80 відсотків аварій, катастроф, надзвичайних ситуацій. Під ЛЧ розуміється сукупність особистих, медичних і біологічних характеристик людини, які визначають оптимальні умови експлуатації і управління технікою. Людина являє собою найбільш гнучкий, здатний до адаптації і важливий елемент ергатичної системи, однак і найбільш уразливий з

точки зору можливості негативного впливу на її діяльність. Державним стандартом визначено, що людський чинник — це інтегральна характеристика предметно-просторового середовища, яка зумовлена специфікою життєдіяльності людини (групи людей) і визначає вплив людини (групи людей) на функціонування соціо-технічної системи. Логічним є визначення, що - людський чинник — це причини ризику, що пов'язані з помилковою людиною. Найбільш ґрунтовно питання ЛЧ відпрацьовані в авіації та ядерній енергетиці. Помилка, яка пов'язана з діяльністю людини в системі, може бути викликана слабкістю її підготовки, недостатнім відпрацюванням процедур і керівництв. Розповсюджена думка, що ЛЧ занадто складне поняття і що у кожного є своя позиція щодо його значення і сфери застосування. Це невірно. Фахівці, які мають професійний досвід викладання, дослідження і застосування теорії ЛЧ на практиці досить добре обізнані в цьому. Усвідомлення реальності прогнозування людських можливостей і їх меж, застосування таких знань на практиці складає першочергову задачу в галузі ЛЧ.

Підготовка фахівців з безпеки передбачає ґрунтовне опанування показниками якості продукції (робіт, послуг) та матеріалів як критеріями безпеки для життя і здоров'я людей та довкілля. Державна стандартизація з питань безпеки, законодавство України стосовно якості та відповідності, сфери та галузі використання державних та міжнародних стандартів якості ISO 9000, ISO 14000 та інших, єдність принципів вимірювання та контролю мають стати відправними при ліцензуванні та перевірці (аудиті) небезпечних видів діяльності.

Ризик орієнтовані технології, людський чинник і якість як категорія безпеки є основними за європейською градацією складовими наук про безпеку, базисними підвалинами соціально-екологічної безпеки суспільства, запобігання надзвичайним ситуаціям.

Крім професіоналів з безпеки суспільство потребує розвитку компетентності людини щодо життєвих ситуацій і забезпечення повноцінного її буття в умовах постійної небезпеки. Це передбачає засвоєння певних алгоритмів розумової роботи (аналіз ситуації, самовизначення, розробку і забезпечення знаннями програм дій), засвоєння засобів управління власним психічним станом, вміння свідомо діяти в умовах конфліктної ситуації. Майбутні фахівці усіх спеціальностей мають отримати знання із сучасних досягнень наук з безпеки, перш за все з РОП, ЛЧ, якості. Питання безпеки введені до стандартів дисциплін психологія, основ філософії, соціології, культурології, логіки. Сучасний фахівець має бути експертом щодо власної безпеки, безпеки очолюваного ним колективу, в професійній діяльності постійно здійснювати експертне визначення джерел техногенно-екологічних негараздів та будувати захисні бар'єри. Його повсякденна праця має бути не тільки ефективною, але й безпечною. Відповідно ж до постанови Кабміну від 7.08.1998 р. N 1247 "Про розроблення державних стандартів вищої освіти" в закладах вищої освіти майбутній фахівець має отримати знання та засвоїти уміння, які допоможуть йому виконувати безпосередні виробничі функції, які зафіксовані в його посадовій інструкції. Новий стандарт навчальної дисципліни "Безпека життєдіяльності" є першим кроком вітчизняної освіти до досягнень сучасних наук про безпеку. Розроблена, відповідно до змістового модуля "Забезпечення соціальної, природної та техногенної безпеки" галузевих стандартів вищої освіти підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів молодшого спеціаліста та бакалавра, навчальна програма передбачає формування умінь та знань методів розрахунку ризиків на основі комп'ютерних технологій і на цій базі навчання запобіганню виникнення надзвичайних ситуацій соціально-екологічного характеру, випадків та інцидентів на виробництві та у побуті. Програма на основі методології діяльнісного підходу передбачає вивчення людського чинника як причини ризиків, що пов'язані з помилкою людини, і

алгоритму визначення їх кількісних характеристик та імовірності помилок. Окрім спеціальної підготовки, програма передбачає вивчення технологій, що притаманні кредитно-модульній системі організації підготовки фахівців у контексті досягнення системою вищої освіти України основних цілей Болонського процесу. Стандарт узгодив зміст освіти з вимогами чинної нормативно-правової бази, зокрема, Законом України "Про захист населення і територій", Указом Президента України від 9.02.2001 р. № 80 "Про заходи щодо підвищення рівня захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру", постановою Кабінету Міністрів України від 7 02. 2001 р. N 122, затвердженою 12.03.2001 р. МОН Концепцією освіти з напрямку "Безпека життя і діяльності людини" [3]. Постановою Кабінету Міністрів України від 26.06.2001 р. № 874 "Про удосконалення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації керівних кадрів і фахівців у сфері цивільного захисту" передбачено, що викладати основи запобігання зможуть лише сертифіковані викладачі з відповідним рівнем підготовки, які один раз на 5 років проходять перепідготовку.

Україна має потужний, але розпорошений протягом останнього часу, нереалізований науковий і освітянський потенціал, високопрофесійний склад фахівців із запобігання і реагування на надзвичайні ситуації. Тому система соціально-екологічної безпеки суспільства і кожної окремої особи має відповідати високим сучасним міжнародним стандартам.

Автори посібника будуть вдячні за критичні зауваження і конструктивні пропозиції щодо його вдосконалення.

СКОРОЧЕННЯ

В посібнику вжиті такі аббревіатури:

АВВН — аналіз видів відмов і наслідків

АЕС — Атомна електрична станція

АЗ — система автоматичного захисту (система заглушення реактора

ВГВТ — вид господарського використання території

ВВП — валовий внутрішній продукт

ВНП — валовий національний продукт

ВП — вихідна подія

ВООЗ — Всесвітня Організація Охорони Здоров'я

ГДК — гранично допустима концентрація

ГДР — гранично допустимий рівень

ГДАН — гранично допустиме антропогенне навантаження

ГРЕС — теплова електрична станція (районного значення)

ГЦН — головний циркуляційний насос

ДВ — дерево відмов

ДП — дерево подій

ДСТУ — Державний стандарт України

ДЕСТ — Державний стандарт

ЄДС НС — Єдина Державна Система запобігання надзвичайним ситуаціям

ІАБ — імовірнісний аналіз безпеки

ІКАО — Міжнародна організація цивільної авіації (ICAO)

ІЛР — індекс людського розвитку

ІНЕС — міжнародна пікала подій на АЕС

КМПЦ — контур многоразової примусової циркуляції (на реакторах ЧАЕС)

КЯР — Комісія з ядерного регулювання

ЛЧ — людський чинник

МАРАТЕ — Міжнародне Агентство Атомної Енергетики

МКРЗ — Міжнародний Комітет Радіаційного Захисту

МНС — міністерство надзвичайних ситуацій

МО — міністерство оборони

МП — мінімальні перетини

НАН — Національна академія наук

НРБУ — норми радіаційної безпеки України

НС — надзвичайна ситуація

ООН — Організація Об'єднаних Націй

ОПН — об'єкт підвищеної небезпеки

ОРП — оптимальний режим природокористування

ОФЗ — оптимальне функціональне зонування

ОФС — оптимальна функціональна структура

ПКС — паритет купівельної спроможності

ПНО — потенційно небезпечний об'єкт

ППР — планово-попереджувальний ремонт

ПРООН — програма розвитку Організації Об'єднаних Націй

РОП — ризик орієнтований підхід

РР — радіоактивна речовина

РУ — реакторна установка

САОЗ ВД — система аварійного охолодження та захисту високого тиску

САОР — система аварійного охолодження реактора

СБ — система безпеки

СДОР — сильнодіючі отруйні речовини

СІУР — старший інженер управління ректором

СІУБ — старший інженер управління блоком АЕС

ТЕС — теплова електрична станція

УСБ — управляючі системи безпеки

ФБ — функції безпеки

ЯРБ — ядерна та радіаційна безпека

1. КОНЦЕПЦІЯ НАУКОВО-ОСВІТЯНСЬКОГО НАПРЯМУ "БЕЗПЕКА ЖИТТЯ І ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ"

"Відсутність безпеки паралізує промислову і торговельну ініціативу, боляче відгукується на всьому житті країни.."

В. І. Вернадський

1.1. Стратегія і посферні завдання інтегральної концепції

Концепція — це основна точка зору на предмет, явище, керівна ідея для їх системного опису, викладання, вирішення.

Концепція безпеки життя і діяльності людини розроблялася як міждисциплінарна, що об'єднує дві стратегії розуміння феномена безпеки "наукову" і "досвідну", які різнобічно розкривають буттєвий простір життя людини у сучасному світі як носія і творця соціально-культурних знань, норм і цінностей. У першому випадку досліджуються умови (природні, техногенні, соціальні, психологічні та інші) сталого соціально-культурного розвитку суспільства і людини, у другому характеризуються відчуття, переживання, дії та вчинки соціальних груп і індивіда щодо реальної об'єктивності безпеки \ небезпеки.

Отже, мова йде про інтегральний науково-досвідний напрям життєво важливих потреб людини, який синтезує теоретичний та емпіричний (споглядальний) підходи у витлумаченні природи не тільки біологічного, а й соціального і духовного розвитку особистості. На етапі переходу українського суспільства до нової форми соціально-культурного устрою новий напрям набуває винятково важливого значення. Сьогодні соціальна ситуація буквально травмує і знесилює багатьох людей.

Важливими чинниками особистої небезпеки громадян є застарілі соціальні установки і світоглядні стереотипи, ідеологеми суспільної свідомості загалом, які потребують змін як під впливом буденності, так і з боку

гуманітарних наук, особливо соціології та психології. Наше суспільство фактично втратило XX сторіччя для виховання людини, яка б була самовідповідальна за власну безпеку, гідність та якість життя. Натомість успішно реалізована доктрина колективістської деформації індивіда до рівня безправного гвинтика-споживача. Тому тільки змістовна перебудова гуманітарної сфери суспільства (пріоритет соціальних наук, гуманізація освіти, масове просвітянство і т. ін.) дасть змогу з часом змінити особистісні властивості громадян, їхнє світобачення і розуміння визначної ролі самовідповідальності у власному житті і діяльності, в розумінні необхідності поєднання політики піклування держави про добробут і безпеку своїх громадян з активною позицією кожного громадянина по відношенню до держави, людини, у ставленні до суспільства і найближчого соціуму. У цій ситуації доленосне, щоб Україна йшла шляхом докорінних соціальних перетворень, інтеграції в міжнародну спільноту, і водночас шукала прийнятних форм сталого розвитку соціальних інституцій, реалізуючі власний внутрішній національний потенціал для поліпшення якості життя.

Якість життя не визначається лише економікою. Психічне здоров'я, вміння знайти корисну справу, висока самооцінка, соціальний оптимізм, ділова контактність, спроможність продуктивно реалізуватися та інші складники збалансованого внутрішнього світу на 80—85 відсотків залежать від самої людини.

Аналіз процесу трансформації системи управління суспільством передових країн світу свідчить, що екзистенціальні потреби буття людини — безпека власного існування, стабільність життєзабезпечення, впевненість у завтрашньому дні, прагнення уникнути несправедливості, гарантія зайнятості, страхування від нещасного випадку і таке інше становлять базовий зміст сучасної системи державного управління. Демократичний стиль управління, а саме, використання творчих здібностей людини, відсутність жорсткого

примусу, моральні стимули, особиста відповідальність за справу, участь громадськості в управлінні — не реалізується без усвідомлення людиною власної безпеки, вміння керувати ступенем ризику в побуті і на виробництві.

Окреслене коло різноаспектних проблем безпеки людини може бути адекватно осмислене з позицій системно-діяльнісного підходу, за якого є можливість розв'язувати ці проблеми в неподільній єдності кількох, відмінних за предметом, завданнями і функціями сферах безпеки життя особи. Методологічний аналіз зазначеної функціональної проблематики дає змогу встановити чотири таких сфери (рис. 1.1):

1 — науковий напрям визначає стратегію пізнання феномена "безпека небезпека людини" і спрямований на обґрунтування сукупності теорій, законів і закономірностей збалансованої життєдіяльності особи, групи, суспільства;

2 — освітня система забезпечує формування життєствердного світогляду особистості, цивілізаційну компетентність громадян щодо імовірних техногенно-природних і соціальних небезпек і засобів їх прогнозування та подолання, психологічну готовність кожного продуктивно діяти в повсякденних та екстремальних ситуаціях за допомогою обґрунтування відповідних цілей, змісту, форм, технологій, методів, засобів і результатів неперервного виховання і навчання;

3 — антропогенно-природне середовище забезпечує якість життя людини, групи, суспільства завдяки чітко визначеному набору механізмів взаємодій індивіда з абіотичними, біотичними і антропогенними чинниками, а також через процедурну організацію безпечного функціонування системи "людина-техніка-середовище" та критеріально-ергономічне регламентування розробки і виготовлення інженерно-технічних засобів;

4 — ментальний досвід індивіда, етносу, нації, який сприяє адаптації особи до природно-антропогенного довкілля і соціуму, стабілізує емоційно-

вольові контакти з оточенням й відіграє роль універсального антистресового засобу, полегшує взаєморозуміння, стимулює глибинний інтерес до



повсякдення, уможливорює високий творчий тонус і пошук сенсу життя та єднає людей у вищих формах духовності — любові, красі, величі, творчості.

Рис. 1.1. Схема сфер — складників безпеки

Отже, безпека життя і діяльності людини є багатограним об'єктом розуміння і сприйняття дійсності, який природно потребує інтеграції різних стратегій, сфер **Науковий напрям** форм і рівнів у її пізнанні, проектуванні, врахуванні, самоусвідомленні. У складній ситуації вихід на інтегральну концепцію — це найоптимальніша можливість системно висвітлити одну з найскладніших складових людського і суспільного існування — "безпека життя".

1.2. Вітчизняний та міжнародний науковий потенціал

Зміст Концепції ґрунтується на багатому вітчизняному науковому потенціалі, першочергово на роботах українських мислителів — піонера вчення про взаємозв'язок соціальної і природної систем, С.А.Подолінського та

засновника сучасного вчення про біосферу і ноосферу В.І.Вернадського; на міжнародному досвіді, зокрема, звітах ООН у галузі людського розвитку, звітах ПРООН "Україна. Людський розвиток", матеріалах Європейської Спільноти децентралізованої підготовки у сфері наук з ризику "ГОКМ-О8Е", аналогічному досвіді передових країн світу, міжнародній практиці, першочергово в ядерній енергетиці (В.В.Бегун, О.В.Горбунов, І.М.Каденко та інші. Імовірнісний аналіз безпеки атомних станцій, Київ, 2000. — 563 с), в авіації (Циркуляр ІКАО — Людський чинник), міжнародних стандартах якості ІСО 9000, ІСО 14000. Розвинуті країни досвід та практику безпеки високих технологій, перед усім ядерної енергетики і авіації, перенесли, екстраполювали на інші галузі промисловості, сфери життя і діяльності людини. Безпосереднім учасником розробки Концепції був доктор психологічних наук, професор А.В.Фурман.

1.3. Концептуальні межі безпеки життя і діяльності людини.

Безпека людини — поняття, що за обсягом і змістом виходить за межі військової сфери, екстремальних ситуацій і впливу владних структур; воно відображає саму суть людського життя, його ментальні, соціальні і духовні надбання. За стандартизованим визначенням безпека — це стан захищеності особи та суспільства від ризику зазнати шкоди. Оскільки ризик — категорія зі значним елементом індивідуальних ознак і характеристик, то у визначенні ступеню безпеки провідну роль часто відіграє експертна оцінка. За експертною оцінкою безпека — це збалансований стан, збалансованість чинників ризику життю і діяльності населення і територій, функціонування і розвитку людини, соціуму, держави, природних, антропогенних систем з можливостями запобігати дії цих чинників. При цьому експертиза може проводитися як окремою особою щодо стану власної безпеки (відчуття збалансованого стану на підсвідомому рівні відчуття.), так і експертами-фахівцями стосовно безпеки соціально-екологічних систем різного рівня складності та індивідуума. Безпека життя особи — це відчуття збалансованого стану на підсвідомому рівні

відчуття. Збалансований стан досягається діяльністю. Вимірювання ступеню безпеки може здійснюватись параметричними або непараметричними методами, суб'єктивними або об'єктивними системами оцінювання. Експертні методи оцінки навіть за участю фахівців високого рівня кваліфікації мають певні недоліки. В останній час отримали поширення статистичні методи аналізу, які частково наведені в цьому посібнику.

В міжнародній практиці отримала визнання піраміда базисних потреб людини, яку розробив викладач школи наук поведінки людини Великої Британії О. Маслоу (Олександр Маслов, емігрант з м. Києва), рис. 1.2. Фізіологічні потреби знаходяться в основі піраміди, потреба в безпеці займає другий рівень, 3 рівень — соціальні потреби, 4 — потреба в повазі і 5 — духовні потреби. Рівні 1 та 2 — первинні, 3—5 —вторинні. В першу чергу мають бути задоволені первинні рівні. При їх незадоволенні відпадає потреба в задоволенні вищих рівнів.

Соціально-культурне призначення Концепції слід розглядати в контексті змістового поля Концепції (основ державної політики) національної безпеки України. Воно полягає в розкритті магістральних напрямів збалансованої взаємодії людини (суспільства) із навколишнім світом, висвітленні ідеологічних, етичних, культурних засобів (механізмів) сталого людського розвитку українського народу і кожного громадянина зокрема, а також у розширенні гуманних меж вияву свободи вибору і практичної дії на тлі підтримки в конструктивному контексті індивідуальної гідності і духовної самореалізації.

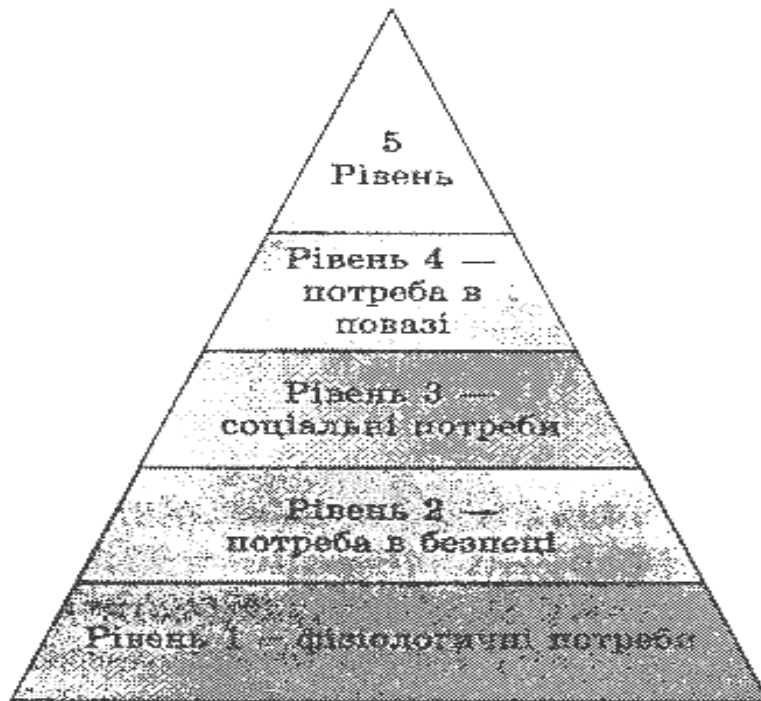


Рис. 1.2. Ієрархія потреб.

Пропонована Концепція сприяє підвищенню рівня безпеки людини в соціально-культурному та природному середовищі, відтворенню соціального капіталу країни, передусім міжлюдських гуманних відносин; дасть змогу особистості повно усвідомити свої можливості у соціально-культурному творенні і відшукати прийнятні форми їх найкращого використання у різних галузях суспільної практики — економічній, соціальній, інформаційній, екологічній, політичній, освітній. Вона також підготовлена для з'ясування більш широких обріїв людського розвитку, соціального благополуччя, природної гармонії.

Мета Концепції безпеки життя і діяльності людини полягає в докорінному підвищенні рівня фахової підготовки кадрів і просвіти населення в усіх сферах, пов'язаних з забезпеченням здорового і безпечного існування людей, впровадженні індексу людського розвитку в освітянську практику України як інтегрального параметричного показника безпеки особи, національної безпеки і економічного процвітання країни та визначенні Шляхів

гуманізації і демократизації суспільних взаємин. В галузі науки та інженерних технологій Концепція передбачає надання питанням безпеки пріоритетного значення.

Основна ідея Концепції безпеки життя і діяльності людини полягає в тому, щоб поєднати наукову і досвідну стратегії пізнання, проектування і реалізації збалансованої взаємодії особи (суспільства) із навколишнім світом, а також підвищити гуманістичний зміст людського розвитку, поліпшити якість і самоефективність життя кожного громадянина.

1.3.1. Об'єкт та предмет концептуального висвітлення

Об'єктом концептуального висвітлення є процес забезпечення безпеки людини у її природному, соціально-культурному життєвому просторі, забезпечення безпеки малих і великих соціальних груп у їхній ментальній самобутності, цивілізаційному розвитку, професійній та духовно-етнічній самоорганізації, а також національної безпеки як гаранта соціально-економічного і культурного процвітання держави, стійкого конституційного розвитку суспільства.

Предметом концептуального висвітлення щонайперше є забезпечення розвитку людини у її основних життєвих контекстах: природничому, екологічному, економічному, інформаційному, фізичному (здоров'я), суспільному і політичному вимірах. Тому безпека людини визначається, по-перше, сталим, збалансованим розвитком оточення (середовище, соціум) і найголовніше — збалансованим соціокультурним змістом цього оточення, по-друге, гармонійним внутрішнім розвитком самої людини як універсуму, особистості та індивідуальності, а також психофізіологічною сферою людини та її свідомістю, що змістовно характеризується єдністю глибинних архетипів, ментального досвіду, наукового знання, соціальних норм і морально-етичних цінностей.

Отже, безпека як динамічний стан взаємин особи та оточення первинно спричинена потенціалом розвитку цих сторін і виявляється у якості людського життя, громадянській гідності і соціальній справедливості.

1.3.2. Основні соціально-управлінські завдання Концепції

1.Формування життєствердного світобачення, цивілізаційної компетентності і психічного здоров'я громадян України.

2.Підвищення ефективності державного управління для сталого гуманітарного розвитку суспільства і підвищення індексу людського розвитку в Україні.

3.Цілеспрямоване програмне об'єднання зусиль гуманітарних, природничих, технічних і суспільних наук задля реалізації положень цієї Концепції, в т.ч. через зміст спеціальних та гуманітарних навчальних дисциплін.

4.Уведення до змісту всіх рівнів національної освіти наскрізного інтегрального курсу "Безпека життя та діяльності людини" та висвітлення його глобально-світоглядowego статусу у єдності з відомчо-професійними модифікаціями та інваріантами.

1.4.Безпека — базовий чинник сталого людського розвитку

Визначення сталого людського розвитку

Безпека людини є базовою складовою "сталого людського розвитку" (ЗизіаіпаБіе Нитап Беуеіортепі;), що широко використовується ООН як основна характеристика гуманітарного поступу суспільства. Сталий розвиток людства — такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й соціального, духовного зростання, що сприяє гуманізації національного менталітету і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду. Основною ознакою, що відрізняє сталий розвиток від усіх інших форм соціального руху і видозміни, є відновлення природного і культурного довкілля, коли не тільки не знищується життєвий потенціал, а й підвищується соціальна відповідальність людей,

гуманізуються взаємини, ставлення, реакції. Тому сталий розвиток — це розвиток для людей і природи, для збільшення робочих місць і досягання нових рубежів безпеки у побуті, виробництві і наодинці самого індивіда з собою.

Відчуття безпеки

Для більшості людей відчуття небезпеки пов'язане з буденними проблемами і повсякчасними клопотами, а не ґрунтується на побоюванні глобальних катастроф чи міжнародних конфліктів. Захист житла, робочого місця, достатку, здоров'я, довкілля — основні проблеми безпечного самовідчуття людини. Звідси, власне, широкий діапазон потреби в безпеці: від усунення хуліганства і злочинності до захисту від непередбачених політичних дій та неефективних управлінських рішень. Ось чому відчуття безпеки має глибоко індивідуальний відтінок, який залежить, з одного боку, від рівня соціального і духовного розвитку особистості, з іншого — від культурної ситуації і суспільного устрою, які позитивно чи негативно впливають на світовідчуття громадянина.

Свобода і захист — основні складники безпеки

Концептуально безпека людини має двокомпонентну будову, що конкретно виявляється в:

а) свободі від загроз голоду, хвороб, репресій і б) захисті від травмуючого порушення життєвого процесу в побуті, на роботі чи в суспільстві загалом. Саме ці два складники визначають або підвищення, або зниження безпеки людства і окремої соціальної групи чи особи зокрема. Обидві тенденції можуть процесуально протікати як повільно, стало, так і дискретно, вибухово, приймаючи вигляд гучної тривоги. На їх вияв впливають політичні рішення, соціальні події, природні катаклізми. Водночас може мати місце складне сплетіння зазначених тенденцій у цивілізованому поступі людства, коли, скажімо, позитивні тенденції економічного розвитку утримують небажані наслідки екологічних змін, а негативні тенденції інформаційного вибуху також

сприяють культурному розвитку людини і соціуму. Концепція безпеки покликана розширювати психологічне поле самозахисту особистості й, зокрема, розвивати у неї здатність піклуватися про себе, задовольняти свої потреби та одержувати задоволення від життя. Активна участь кожного громадянина в піклуванні про довкілля і про самого себе є гарантом безпеки особи і суспільства на шляху до сталого розвитку, так само як і критично важливим компонентом цієї безпеки через участь кожного у соціально-культурному житті. Важливий блок завдань Концепції безпеки полягає у плеканні свободи за трьома стрижневими напрямками: свободи від страху, свободи від злиднів і свободи творчості. Соціальна гарантія особистого волевияву громадян дає змогу уникнути загрози безпеки у всіх основних сферах життєдіяльності людини — особистій, економічній, суспільній і політичній. Отже, свобода і захист є фундаментальними складовими безпеки життя і діяльності людини, поза якими не можливий сталий розвиток людини.

Універсальність безпеки

Визначення безпеки як збалансованої взаємодії людини і середовища її соціально-культурного життя підкреслює методологічну універсальність та світоглядний зміст проблеми безпеки, яка стосується не стільки політичної, економічної чи військової сфер суспільної діяльності, скільки особистого сприйняття і внутрішнього відчуття безпеки окремою людиною. Відтак, безпека, формуючи загальне культурне уявлення певної соціальної групи про буття, характеризує якість людського життя, його гідність і самоефективність. Природно, що більшість людей інтуїтивно розуміє значення безпеки. Це і запобігання хворобам, і порушення усталеного способу життя у сім'ї, трудовому колективі чи природному середовищі, і захист від хуліганства та злочинності, так само як і захист держави. Тому простіше визначити відсутність безпеки, ніж її наявність. Якщо ж звернутись до явища безпеки, яке визначається

відповідною категорією, то слід окреслити принаймні чотири його сутнісних ознаки:

універсальність феномену — безпека турбує всіх людей на Землі, оскільки має загальні загрози нормальному життю — забруднення довкілля, порушення прав і свобод людини, безробіття, наркотики, злочинність, тероризм тощо;

взаємозалежність складників — безпека нині більш не стосується тільки окремої людини, соціальної групи чи навіть країни; голод, захворювання, забруднене середовище, глобалізація расизму, тероризм, торгівля наркотиками, етнічні конфлікти і соціальна дезінтеграція не є ізольованими подіями, які обмежені житлом людини чи національними кордонами;

підконтрольність розвитку подій — про безпеку можна говорити тільки тоді, коли та чи інша небезпека виявляється шляхом застосування сучасних методів ризик орієнтованого підходу на ранніх стадіях виникнення, коли реалізується діяльність за найкращим сценарієм розвитку подій і коли застосовуються бар'єри загрозам, ліквідуються глибинні причини утворення дисбалансу між людиною і світом, а не їх трагічні наслідки. Значно дешевше і гуманніше діяти на ранніх етапах відповідно до розвитку подій, ніж пускати події за течією;

проблемність людського життя — яка не дає змоги повно розв'язати проблему безпеки особи, домагатися абсолютної ліквідації небезпеки; тому поле людських проблем може бути мінімізоване, але не ліквідоване повністю, оскільки має значення все: як живеться особистості в суспільстві, який її соціальний і духовний потенціал, наскільки вона вільна у виборі і на які вчинки спонукає її оточення.

Багатство не є гарантом безпеки

Матеріальний достаток, безумовно, має важливе значення у житті людей. Проте зосередження на ньому помилкове з двох причин: по-перше, достаток не

визначає можливість досягнення духовних прагнень і потреб. Культурне багатство значною мірою є незалежним від достатку людей. По-друге, людські потреби мають широкий простір вияву — від фізіологічних до духовних, творчих; тому люди можуть тяжіти до матеріального достатку, чи бажати прожити довге життя, припасти до чистого джерела знань, чи активно брати участь у житті родовідної національної спільноти, дихати свіжим повітрям чи насолоджуватись радіщами чистого довкілля, цінувати робочий спокій чи красу житла, робочого місця, оточення.

Національне багатство потенційно розширює можливість вибору шляхів людського розвитку. Однак тут немає прямої залежності: не саме багатство має значення, а те, як його використовує країна. Суспільство на противагу матеріальним благам має поставити людину в епіцентр цивілізаційних процесів. Основним показником, прийнятим ООН, тут має стати індекс людського розвитку, який розраховується на основі очікуваної тривалості життя, рівня освіти і життєвого рівня, який вимірюється валовим внутрішнім продуктом на душу населення. Аналіз рейтингу країн за індексом людського розвитку свідчить, що інколи країни з меншим у 4—5 разів прибутком на душу населення посідають вище за багаті країни місце. Висновок ООН такий: значення має не рівень сам по собі, а головним чином те, як використовується економічний потенціал.

Розширення можливостей людини — пріоритетний напрям сталого розвитку

Парадигма людського розвитку — це не підхід до людини тільки як до людського капіталу. Хоч парадигма й визнає стрижневу роль цього капіталу щодо зростання продуктивності праці, все ж за мету визначає створення такого економічного і соціального середовища, яке б забезпечувало примноження можливостей кожного громадянина. Концепція людського розвитку передбачає розкриття духовних потенцій особи, які виходять за межі економічного

добробуту чи матеріального достатку. Тоді метою буде високий життєвий тонус культурної особистості.

Сталий розвиток — це також моральне зобов'язання одного покоління перед прийдешніми. Звідси неприпустиме зростання економічних боргів, зменшення дотацій на освіту та охорону здоров'я, виснаження природних ресурсів. Загалом борги (економічні, соціальні, екологічні) — це кредит під заставу сталості, порушення її законів. Тому стратегія сталого гуманітарного розвитку зорієнтована на збільшення різноманітного капіталу — фізичного, людського, природного, а не накопичення боргів чи кредитів.

Людський чинник у науковому вимірі

Людський чинник як загальне поняття потребує чіткого визначення тому, що охоплює всі аспекти людської діяльності. Людський чинник — це передусім система наук про людину, що вивчає поведінку осіб у тому середовищі, де вони живуть і працюють, тобто взаємодіють з об'єктами оточення та іншими індивідами. Тому сукупно людський чинник становить спільна діяльність громадян у процесуальному і результативному аспектах, коли за допомогою системного наукового знання про людину оптимізується її взаємодія з оточенням, в т.ч. з використанням техніки, знарядь праці і засобів управління. У цій ситуації людський чин-^аЯк є передумовою безпеки та ефективності життя.

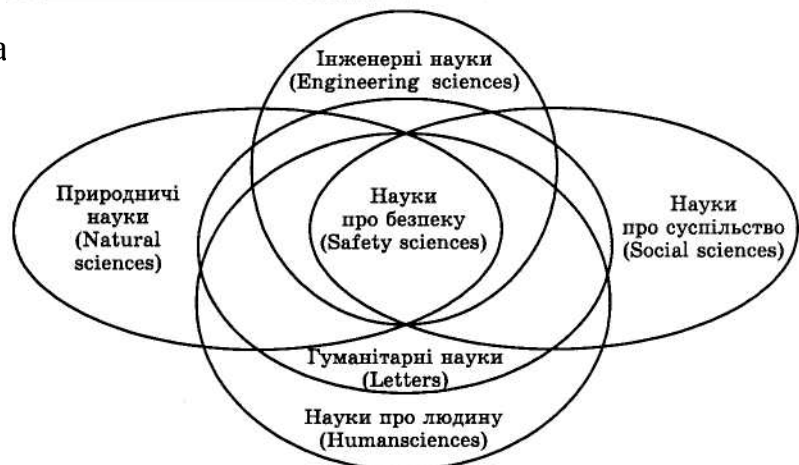
Якість як категорія безпеки.

Сучасна концепція підготовки фахівців з безпеки передбачає ґрунтовне опанування показниками якості продукції (робіт, послуг) та матеріалів як критеріями безпеки для життя і здоров'я людей та довкілля. Державна стандартизація з питань безпеки, законодавство України стосовно якості та відповідності, сфери та галузі використання державних та міжнародних стандартів якості **180 9000, 180 14000** та інших, єдність принципів вимірювання та контролю мають стати відправними при опануванні науками про безпеку.

1.5. Структура наук про безпеку.

Уявлення про концептуальні засади освіти фахівців в галузі безпеки життєдіяльності в технічно розвинутих країнах дає проект європейської спільноти "ГОКМ-О8Е". Базис освіти фахівців складають науки про безпеку, структура яких наведена на рис.1.3. За європейською концепцією науки з безпеки мають дві частини: спеціальну, яка вивчає події, випадки, інциденти, і спільну, яка складається з компонентів гуманітарних, природничих, інженерних наук, наук про людину, суспільство і яка формує світогляд людини. Адже проблема безпеки життєдіяльності — це, перш за все, проблема нового світогляду щодо управління безпекою на основі ризик орієнтованого підходу. Низка університетів світу готує професіоналів з безпеки. Сфера застосування випускників вузів визначається тезою, що ризик виникнення небезпечних ситуацій на виробництві і в побуті, авіаційних інцидентів та випадків, аварій на магістральних трубопроводах і автомобільних шляхах тощо при всій уявній несхожості має єдиний теоретичний базис розрахунку, єдину методологію ідентифікації, побудови захисних бар'єрів і потребує управління на базі ризик орієнтованого підходу.

Схематично сфера діяльності професіоналів з безпеки визначена на рис. 1.4. За наведеною інформацією, професіонали в сфері наук про безпеку використовуються на виробництві, в енергетиці, автошляховому господарстві, в галузі базових потреб суспільства, захисті довкілля, приватному житті, в органах виконавчої влади, тобто всюди, де небезпека існує як об'єктивна категорія, яку необхідно системно досліджувати, приймати адекватні запобіжні дії та інші рішення по упра



ГУМАНІТАРНІ НАУКИ
(LETTERS)
ПРИРОДНИЧІ НАУКИ
(NATURAL SCIENCES)
ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ
(ENGINEERING SCIENCES)
НАУКИ ПРО ЛЮДИНУ
(HUMAN SCIENCES)
НАУКИ ПРО СУСПІЛЬСТВО
(SOCIAL SCIENCES)

Рис.1.3. Структура наук про безпеку

При реалізації концептуальних засад, цивільний захист України має широко використовувати міжнародний досвід і практику запобігання надзвичайних ситуацій на основі розрахунків ризиків, застосування кращих ліцензованих комп'ютерних програм, науково-методичних розробок навчання та підготовки професіоналів.



СФЕРА РОБОТИ
(FIELD OF WORK)
ЗАГАЛЬНІ НАУКИ ПРО БЕЗПЕКУ
(GENERAL SAFETY SCIENCE)
РОБОТА
(WORK)
ПРИВАТНЕ ЖИТТЯ
(PRIVATE)
ДОВКІЛЛЯ
(ENVIRONMENT)
ТРАНСПОРТ
(TRANSPORT)

Кожна галузь пов'язана з іншою
Загальні принципи
Енергетика, промисловість, органи виконавчої влади
Побут, відпочинок, спортивні заняття
Природа, повітря, ґрунт, вода
Повітря, вода, дороги, трубопровідний транспорт

Рис. 1.4. Сфера застосування наук про безпеку

1.6. Стан справ з безпеки життя та діяльності людини в Україні

Стан справ з безпеки життя та діяльності людини корелює із загальним соціально-економічним статусом держави. За індексом людського розвитку, який є інтегральним показником ООН, Україна посідає 80 місце серед 175 країн світу. Низькі показники індексів тривалості життя і реального ВВП на душу населення. Незмінно високою залишається лише грамотність серед дорослого населення. Соціально-економічний статус України негативно позначився на безпеці як суспільства в цілому, так і окремого громадянина. Незадовільним залишається стан управління екзистенціальними потребами суспільства: має місце неузгодженість та паралелізм у діях органів виконавчої влади, домінантою в її діяльності залишається реагування на надзвичайні ситуації, а не визначений законодавством стратегічний пріоритет запобігання. Фінансування запобіжних заходів здійснюється за залишковим принципом. Посадові особи часто-густо не усвідомлюють, що профілактичний захист людини складає основу сталого розвитку суспільства. Посади у сфері цивільного захисту, безпеки життєдіяльності нерідко обіймають випадкові люди без відповідної освіти. Навчання з безпеки життєдіяльності Здійснюють не сертифіковані викладачі.

Проявом організаційних недоліків, недостатньої уваги щодо профілактики та запобігання інцидентів та випадків, є високий рівень антропогенної небезпеки, травматизму та смертності на виробництві і побуті. Згідно офіційним даним, нещасні випадки та професійні захворювання в Україні трапляються у 5-8 разів частіше, ніж в інших промислово розвинутих країнах. На виробництві гине щорічно порядку 1,5-2 тис. осіб (для порівняння в Німеччині за приблизно такої ж кількості населення — 200 осіб). Поза виробництвом гине щорічно ще біля — приблизно 70 тис.

осіб, тобто в 35 разів більше, ніж на виробництві (в Німеччині близько 30 тис. осіб). Основними причинами високого рівня травматизму, смертності,

аварій, катастроф та надзвичайних ситуацій є слабе методологічне забезпечення підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів; недосконалість технічних виробів, споруд, нових технологій щодо вимог ергономіки, дизайну, енерго- і матеріалоємності, перевищення гранично допустимого навантаження на соціоекосистеми всіх рівнів, зношеність технік. Серед надзвичайних ситуацій приблизно 26 відсотків становлять пожежі (це без врахування пожеж, які не класифікуються, як НС, але завдають значних матеріальних збитків) і 24 відсотки дорожньо-транспортні пригоди. У доповіді МНС та Національної академії наук про стан техногенної та природної безпеки в Україні за 2002 рік наголошується на наявності суттєвих чинників радіаційної, хімічної, гідродінамічної небезпеки, небезпеки на транспорті та в системах життєзабезпечення. Найбільш концентровано Ці чинники на 7541 об'єктах, паспортизованих ще у 2000 році як небезпечні, у тому числі 1,5 тисяч з них, — що несуть реальну загрозу. У повсякденні раз за разом висвітлюються певні проблеми, що є у цій сфері, і найбільш болісно — через надзвичайні ситуації та катастрофи, що забирають життя та здоров'я людей. Мали місце відключення від енергопостачання потенційно-небезпечних гідротехнічних об'єктів, об'єктів захисту населених пунктів від підтоплення, гідрометеорологічних постів, підприємств житлово-комунального господарства, військових частин, гідроспоруд, які забезпечують перекачку води з річок басейну р. Дніпро у сховища Дніпровського каскаду, що несе додаткову загрозу виникнення НС. До значних людських і матеріальних втрат призводить велика кількість пожеж у міських та сільських населених пунктах. Тенденція до зростання кількості НС місцевого і об'єктового рівнів, що спостерігається, викликає не лише значні матеріальні збитки, але й створює певне соціальне напруження в суспільстві. Існуючі недоліки системи безпеки людини виникли не сьогодні. Упродовж десятиріч виховувався феномен колективної відповідальності (чи безвідповідальності), людині як особистості відводилась роль гвинтика.

Питання безпеки при розробці нової техніки, вибору місця її розташування, громадська думка стосовно доцільності і припустимості будівництва нових екологічно небезпечних конструкцій нехтувались. Тому спорудження каскаду водосховищ на Дніпрі, Чорнобильської АЕС і багатьох інших потенційно небезпечних об'єктів було здійснене всупереч розумній думці громадськості, в т.ч. кваліфікованих науковців, за умов псевдо економічних розрахунків, за всепоглинаючої гігантоманії і гіпертрофованої амбіційності правлячої еліти. Наслідки таких державних рішень прогнозувались опонентами вже на стадії проектів, висловлювалась адекватна тривога щодо експлуатації та утилізації небезпечних виробів. Експерти Ради Європи вважають, що рівень аварійності безпосередньо відображає увагу кожної держави до розв'язання проблеми безпеки людини.

Отже, є підстави констатувати, що:

—державна система установ і закладів у сфері безпеки життя та діяльності людей потребує суттєвого вдосконалення;

—ментальність українського народу на цей час сформувалась інфантильною щодо особистої безпеки, відповідальності за своє здоров'я і водночас з перебільшеним уявленням щодо можливостей та ролі державних і місцевих установ у сфері безпеки.

1.7. Реалізація окремих положень Концепції.

Творчий колектив Інституту державного управління у сфері цивільного захисту МНС України у співпраці з Науково-методичним центром вищої освіти МОН України розробив галузеві стандарти освіти з безпеки життєдіяльності. Стандарти затверджені і впроваджуються у практику освітянства (додаток 1.1).

Основу підготовки молодших спеціалістів і бакалаврів склали ризик орієнтований підхід, людський чинник і якість як категорія безпеки. Затверджені стандарти є підставою для розробки навчальних програм і відповідних тестів для перевірки знань студентів. Крім того, до стандартів

гуманітарного блоку дисциплін філософія, право, логіка, психологія, соціологія, культурологія введені питання безпеки.

Питання до семінарських занять.

1. Роль держави і особи щодо виховання компетентності у галузі безпеки життєдіяльності.

2. Ментальний досвід індивіду, етносу, нації в забезпеченні безпеки життєдіяльності.

3. Об'єкт і предмет безпеки життєдіяльності.

4. Безпека — базовий чинник сталого розвитку.

5. Багатство не є гарантом безпеки.

6. Структура наук про безпеку.

7. Сфера застосування наук про безпеку.

2. ІНДЕКС ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ ЯК ІНДИКАТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ

2.1. Загальні відомості.

Традиційно рівнем розвитку країни вважався економічний показник — валовий національний продукт (ВНП). Однак, одними лише економічними критеріями не вимірюється якість життя людини, рівень її розвитку. В зв'язку з цим проводився пошук і більш ємного соціально-економічного показника [10—14]. Новий показник для виміру розвитку людини — індекс людського розвитку (ІЛР) було введено у 1990 році в Доповіді ООН про розвиток людини. ІЛР є інтегральним показником трьох основних компонентів: довголіття, рівня освіти і економічного рівня життя. Довголіття вимірюється тривалістю життя, що очікується при народженні. Рівень освіти вимірюється комбінацією письменності дорослого населення (з вагою у дві третини) і середньої кількості років навчання (з вагою у одну третину). Економічний рівень життя вимірюється реальним валовим національним продуктом на душу населення з

виправленням на місцеву вартість життя. Ідеальним було б врахування усіх показників людського буття. Однак, включення більшої кількості показників не обов'язково приведе до покращення результатів. Деякі з них можуть бути корельовано з показниками, що вже використано. Дитяча смертність, наприклад, вже відображена в тривалості життя, що очікується.

ВНП вимірюється у грошах. Для оцінки соціально-економічного розвитку встановлюється максимум і мінімум для кожного виміру. Шкала має розмірність від 0 до 1. Так, оскільки мінімальна грамотність дорослих складає 0%, а максимальна 100%, то компонент грамотності для країни, де грамотність становить 75% буде 0,75. Подібним чином, мінімум тривалості життя, що очікується, становить 25 років, а максимум — 85 років, так що компонент довголіття для країни, де вірогідна тривалість життя становить 55 років, буде дорівнювати 0,5. Для доходу мінімум становить 100 \$, а максимум 40000 \$. Рівень доходів більше середнього світового доходу перераховується з використанням прогресивної шкали. Після відповідного перерахунку доходи різних країн знаходилися в інтервалі від 370 до 5371 \$ реальної купівельної спроможності. Якщо країна знаходиться вище середньосвітового рівня, то будь-яке подальше збільшення прибутку на душу населення розглядається як зменшення його граничного вкладу в людський розвиток. Ідеологією ІЛР є достатність, а не надмірність.

Показники для цих трьох вимірів інтегруються у загальний індекс. Для країни, де існує велика нерівність, виводити єдиний індекс некоректно, бо середні показники можуть скрадати істинну картину. Найкращим рішенням була б побудова окремих ІЛР для найбільш значних груп, наприклад, за статевими ознаками, за групами доходів, за географічними регіонами, за етнічними чи соціальними групами. Окремо розраховані ІЛР можуть виявляти більш докладну картину людських позбавлень в кожній країні, так що вже проводяться спроби дезагрегації ІЛР для тих країн, для яких є достатня

інформація. Удосконаленню ІЛР може сприяти відображення екологічної ситуації. ІЛР є альтернативою ВВП для виміру соціально-економічного розвитку країни. Він дозволяє народам та їх урядам оцінювати характер розвитку і визначати пріоритети для політики. Він також дозволяє проводити наочні порівняння досягнень різних країн.

ІЛР не передбачався, як заміник інших соціально-політичних показників, оскільки вони вельми важливі для більш повного Розуміння ситуації в окремих країнах. Політична свобода і участь в політичному житті являють собою елементи розвитку людського потенціалу, як самодостатні задачі розвитку, так і засоби прискорення розвитку людини. Політика має таке ж важливе значення для розвитку людини, її самоповаги, як і економіка. Лауреат Нобелівської премії миру Аунг Сан Су Чжі зазначає, що повага до людської гідності має на увазі готовність створити такі умови, в яких людина може розвинути в собі відчуття власної цінності і безпеки. Справжня гідність неможлива без того, що людина впевнена у власній здатності справитися з викликами, які визначаються самими умовами людського буття. Таку впевненість у власних силах навряд чи можливо виховати у людини, яка змушена миритися з загрозою насильства і несправедливості, бездарного управління і нестабільності чи убогості і хвороб. В світі існує безліч проблем — завжди змінного і завжди постійного, складного спектру соціальних, економічних і політичних питань, що не піддається цілісному осмисленню. Саме це і відображує саму суть виклику, поставленого задачею розвитку людського потенціалу. Для її рішення необхідні постійні зусилля і здатність до переосмислення, гнучкість і швидкість реакції. Процес розвитку людського потенціалу вимагає від людей прояву рішучості і свіжості мислення. Ті, що втратили надію, безпомічні люди, позбавлені відчуття власної гідності, навряд чи справляться з цими задачами, що повертає нас до питання зв'язку між "розвитком людини і людською гідністю. Розвиток людини охоплює усі аспекти

буття. В цілому визнається, що його зміст включає в себе політичні, економічні і соціальні права, однак різним правам не завжди приділяється однакова вага. Наприклад, деякі як і раніше стверджують, що гуманітарну і економічну допомогу необхідно надавати державам, не очікуючи досягнення ними політичного і соціального прогресу. Ця малозрозуміла ідея базується на протиставленні умов, які за своїм характером є взаємодоповнюючими. Якщо люди, яким призначена ця допомога, безпорадні, то її результатом буде лише обмежене і короткострокове полегшення від тягара проблем, що кореняться в устояних соціальних і політичних пороках. Не слід забувати, що розвиток людського потенціалу не має за мету виховання безпорадних одержувачів добродійності. Сьогодні, коли світ заклопотаний загрозою тероризму, варто задуматися над тим, що люди, які відчують себе позбавленими можливості бути творцями своєї долі, без чого немислиме гідне життя, схильні шукати самовираження на шляхах насильства. Простого задоволення в певній мірі їх матеріальних потреб недостатньо для того, щоб повернути їх до табору миру і єдності. Необхідно забезпечити реалізацію їх людського потенціалу і повагу до людської гідності, з тим, щоб вони могли виробляти навички і впевненість у власних силах, необхідні для побудови світу, сила і благополуччя якого буде базуватися на гармонійному розмаїтті.

З кожним роком стає все більше прихильників думки, що розвиток людського потенціалу не зводиться до індексу. Парадоксальним чином, підхід до розвитку з точки зору теорії розвитку людського потенціалу став жертвою успіху ІЛР. Цей індекс підкріплює звужене, спрощене тлумачення концепції розвитку людського потенціалу як процесу, що обмежений по змісту підвищенням стандартів в галузі освіти, охорони здоров'я і гідного рівня життя. Це невірне тлумачення відволікає увагу від більш широкої і складної концепції розвитку людини як процесу розширення можливостей людей вести той спосіб життя, який складає для них цінність. Попри цілеспрямовані зусилля»ю

роз'ясненню того, що сама концепція ширше однойменної одиниці виміру, розвиток людського потенціалу продовжує ототожнюватися з ІЛР, що часто - густо приводить до ігнорування таких аспектів, як політичні свободи, участь в житті громади і фізична безпека. Разом з тим ці можливості є такими ж універсальними і фундаментальними, як вміння читати чи нормальний стан здоров'я. Вони становлять цінність для усіх людей і без них інші можливості залишаються недосяжними. Вони не включаються У зміст ІЛР тільки тому, що важко піддаються виміру, а зовсім не тому, що вони менш важливі з точки зору розвитку людини.

Стійкий розвиток нерозривно пов'язано з промисловими, сільськогосподарськими, соціальними, військовими й іншими технологіями, з розвитком одних, що підвищують ВВП та добробут населення, і відмовленням від інших, що несуть занадто велику загрозу суспільству. З кожною технологією пов'язані не тільки можливості, але і небезпеки, загрози, ризики, катастрофи, Що ми, на жаль, не завжди уявляємо.

Саме тому стратегія управління ризиками є невід'ємною частиною стратегії стійкого розвитку. Не можна приймати рішення, не знаючи, яку ціну за них можливо прийдеться заплатити. Необхідно думати не тільки про кращі сценарії розвитку подій, але і про гірші. Управління ризиками стає однієї з головних системних технологій наглої цивілізації, тому цій проблемі приділяється стільки уваги.

2.2. Обчислення індексу людського розвитку

Індекс людського розвитку (ІЛР) визначається з трьох показників: рівень очікуваної тривалості життя при народженні, рівень освіти як поєднання рівня грамотності серед дорослого населення (дві третини) та сукупної частки учнів у системі початкової, середньої та вищої освіти (одна третина), а також на рівень життя у показниках ВВП на душу населення у доларах США.

Граничні величини.

Для обчислення індексу запроваджують такі граничні величини для кожного з показників:

— очікувана тривалість життя при народженні: 25 років та 85 років.

— рівень грамотності серед дорослого населення (15 та більше років): 0% та 100%.

— сукупна частка учнів 0% та 100%,

— ВВП на душу населення у доларах США: \$200 та \$40000.

Сукупна частка учнів в загальній чисельності населення у віці від 6 до 22 років

— враховується тільки половина всієї чисельності дітей 6 років, оскільки не всі діти починають освіту з 6-ти років.

Окремі індекси для всіх компонентів ІЛР обчислюється за такою загальною формулою:

$$I = \frac{X_t - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

де X_t , $X_{\min}$, $X_{\max}$ — відповідно фактичне (поточне), мінімальне, та максимальне значення показника.

Наприклад, якщо очікувана тривалість життя при народженні у країні становить 65 років, то індекс очікуваної тривалості життя для цієї країни:

$$I_{\text{т.ж.}} = \frac{65 - 25}{85 - 25} = 0,667$$

2.2.1. Розрахунок індексу доходів

Розрахунок індексу доходу є дещо складнішим. Доходи у ІЛР виступають заміном усіх тих аспектів розвитку людського потенціалу, які не охоплюються поняттями довгого та здорового життя і освіти. Тобто доходи — це наближена пристойного рівня життя. Базовий підхід до обчислення доходів спирається на той факт, що досягнення нормального рівня життя не потребує

необмежених доходів. Враховуючи це, при обчисленні ІЛР значення доходу дисконтується за такою формулою¹:

$$W(y) = \frac{\log y - \log y_{\min}}{\log y_{\max} - \log y_{\min}}$$

Особливості індексу скоригованого реального ВВП на душу населення пов'язані з існуванням надто значних розбіжностей за рівнем доходів населення різних країн світу. Починаючи з певного рівня, базові можливості виявляються задоволеними (харчування, одяг, житло, здоров'я, освіта). Проте, людина може використовувати доходи не з позитивним ефектом для власного розвитку, а з негативним — для придбання алкоголю, наркотиків тощо (поняття спадаючої цінності високих доходів). Тому при розрахунках ІЛР використовується логарифмічне нормування за десятковим логарифмом, що дозволяє скоригувати вплив надвисоких доходів у розвинутих країнах світу. Максимальне й мінімальне значення прийняті відповідно за 40000 та 100 доларів на рік на особу за паритетом купівельної спроможності (ПКС).

¹ $\log y$ - це прийнята в Європейських країнах форма запису десятинних логарифмів.

2.2.2. Методика обчислення ІЛР

ІЛР — це середнє арифметичне індексів: тривалості життя ($I_{тж}$), індексу освіти ($I_{осе}$) та скоригованого індексу ВВП на душу населення (ПКС \$) — $W(y)$.

$$ILP = \frac{I_{тж} + I_{осв} + W(y)}{3}$$

3

де $I_{осе}$ — індекс освіти, розраховується відповідно нижче приведенного алгоритму.

Методику обчислення ІЛР можна проілюструвати на двох прикладах — України (2000 рік) та Ірландії (1998 рік), тобто країни з низьким доходом та

країни з високим рівнем доходу. Статистичні дані для розрахунку наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Статистичні дані для двох країн

Т •

Країна	Тривалість життя (роки)	Грамотність серед дорослого населення (% , віком 15 та більше років)	Сукупна частка учнів (%)	ВВП на душу населення (\$)
Україна	67,9	98,8	77,3	3400
Ірландія	76,6	99,0	91,4	21000

Україна: $I_{т.ж.} = 67,9 - 25 / 85 - 25 = 0,715$

Ірландія : $I_{т.ж.} = 76,6 - 25 / 85 - 25 = 0,860$

Індекс грамотності среди дорослого населення

Україна: $I_{гр} = 98,8 - 0 / 100 - 0 = 0,988$

Ірландія: $I_{гр} = 99,0 - 0 / 100 - 0 = 0,99$

Індекс сукупної частки учнів

Україна: $I_{уч} = 77,3 - 0 / 100 - 0 = 0,773$

Ірландія: $I_{уч} = 91,4 - 0 / 100 - 0 = 0,914$

Індекс освіти

Україні: $I_{осв} = 2 * I_{гр} + 1 * I_{уч} / 3 = 2 * 0,988 + 1 * 0,773 / 3 = 0,916$

Ірландія: $I_{осв} = 2 * I_{гр} + 1 * I_{уч} / 3 = 2 * 0,99 + 1 * 0,914 / 3 = 0,965$

Скоригований індекс ВВП на душу населення (\$)

Україна: $W(y) = \frac{\log 3,429 - \log 100}{\log 40000 - \log 100} = 0,590$

$\log 40000 - \log 100$

Ірландія

$$W(y) = \frac{\log 21,482 - \log 100}{\log 40000 - \log 100} = 0,896$$

$$\log 40000 - \log 100$$

Результати розрахунків ІЛР для двох країн зведені у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. Результати розрахунків ІЛР для двох країн

Країна	Індекс тривалості життя (роки)	Індекс освіти	Скорегований індекс ВВП на душу населення (ПКС у дол. США)	ІЛР
Україна	0,715	0,916	0,590	0,715
Ірландія	0,860	0,965	0,896	0,860

2.3. Динаміка показників ІЛР для України протягом 1992-2001

Динаміка показників ІЛР для України протягом 1992 — 2002 років наведена в таблиці 2.3.

Графічна ілюстрація динаміки компонент ІЛР представлена нижче, рис. 2.1, 2.2, 2.3.

В таблиці та далі поняття "ранг" ІЛР розуміється як відношення місця ІЛР України до загальної кількості країн, ІЛР яких обчислювався у відповідному році. Зростання цього показника відбиває негативне явище руху до останніх місць у світі, тобто відносне погіршення ІЛР. Пряма лінія відображує тренд цього Показника протягом розглянутого часу, тобто характер його зміни

— наростання, рис 2.2. Як бачимо, хоча останні роки ранг відносно не змінюється, у порівнянні з початком дев'яностих років він ще значно гірший.

Таблиця 2.3. Динаміка показників ІЛР для України протягом 1992—2000 років

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Вхідні дані для обчислення ІЛР										
Очікувана тривалість життя при народженні	69,1	68,4	67,8	66,9	67,1	67,1	67,4	68,1	67,9	69,2
Рівень грамотності серед дорослого населення	98,5	98,5	98,6	98,6	98,7	98,7	98,7	98,7	98,8	99,6
Сукупна частка учнів	73,7	72,5	72,4	72,7	73,4	74,1	74,9	75,8	77,3	81,0
Реальний ВВП на душу населення (ПКС у доларах США) ²	5921	5192	4097	3734	3406	3295	3194	3213	3429	4350
Компоненти ІЛР										
Індекс тривалості життя	0,735	0,723	0,713	0,698	0,702	0,702	0,707	0,718	0,715	0,740
Індекс рівня освіти	0,902	0,898	0,899	0,900	0,903	0,905	0,908	0,911	0,916	0,930
Індекс реального ВВП на душу населення	0,681	0,659	0,620	0,604	0,589	0,583	0,578	0,579	0,590	0,630
ІЛР	0,773	0,760	0,744	0,734	0,701	0,703	0,731	0,736	0,740	0,766
Ранг	69/ 174	66/ 174	82/ 175	85/ 174		84/ 174	85/ 174	80/ 162		74/ 162

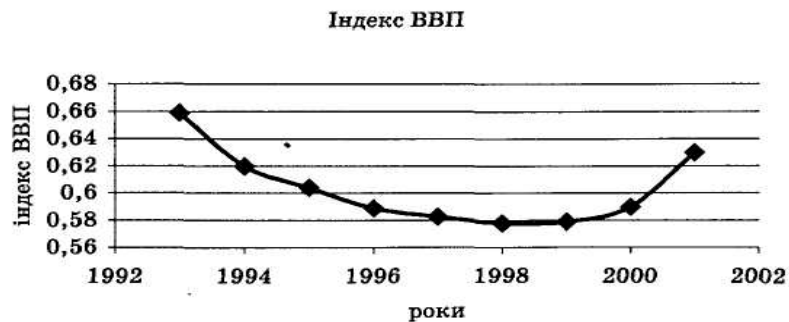


Рис. 2.1. Зміна індексу ВВП



Рис. 2.2. Зміна рангу індексу людського розвитку

Надає надію графік рис. 2.1 — зміна індексу ВВП. Як бачимо, зростання відбувається значно швидше чим падіння, тобто якщо темпи зростання будуть

такими і далі, то можливе досягнення рівня забезпечення ВВП 1992 року найближчим часом.

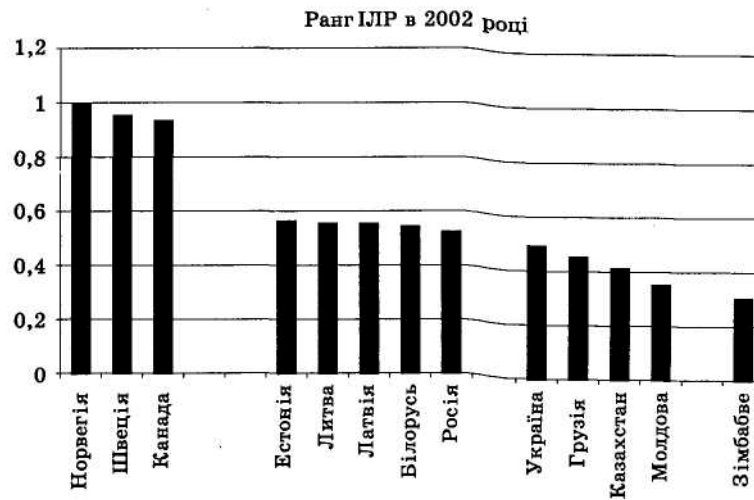


Рис. 2.3. Ранг ІЛР у порівнянні з деякими країнами світу та СНД станом на 2002 рік.

Питання до семінарських занять.

1. Інтегральний показник виміру розвитку людини.
2. Роль особистісних характеристик в розвитку людини.
3. Чому стратегія управління ризиками є невід'ємною частиною стратегії стійкого розвитку?
4. Обчислення ІЛР.
5. Вплив ІЛР на стан безпеки життєдіяльності.

3. НЕБЕЗПЕЧНІ ТА ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ ЖИТТЄВОГО СЕРЕДОВИЩА.

Елементи середовища, які впливають на організм, називаються екологічними чинниками. Виділяють три групи екологічних чинників:

1. Абіотичні чинники (від грец. а — заперечна приставки, *biotikos*— живий) — сукупність неорганічних умов середовища. Серед абіотичних чинників виділяють хімічні (склад атмосферного повітря, мінеральний склад води тощо) і фізичні (температура, світло, променева енергія, вологість тощо).

2. Біотичні чинники — це форма взаємодії і взаємовідносин Живих організмів, жива речовина.

3. Антропогенні чинники — форми діяльності людини, які впливають на фізичні і хімічні характеристики оточуючого середовища чи життєдіяльність організмів.

3.1. Вчення В.І. Вернадського про біосферу.

Вивченню зазначених чинників, вірніше дослідженню біосфери, присвячені праці Ламарка, Бюффона, Гумбольта, Зюсса та інших. Вони досліджували кожен екологічний чинник відокремлено один від одного. На відміну наші співвітчизники С.А.Подолінська, згодом В.І.Вернадський довели тісний зв'язок між живою і неживою природою шляхом обміну речовин і енергії. Кругообіг останніх забезпечує існування і цілісність біосфери. Основу вчення В.І.Вернадського про біосферу складає **жива речовина**, до складу якої входять всі організми і рослини, що мешкають на нашій планеті. Незважаючи на малий обсяг (всього 0,25 % маси всієї біосфери), завдяки Геохімічній активності і постійному розмноженню, перетворенню енергії сонячного випромінювання, жива речовина розвиває величезну вільну енергію. Дія живої речовини проявляються у планетарному масштабі і, за розрахунками, забезпечує стійкість біосфері у 10^4 . За визначенням Ле Шательє, жива речовина

компенсує несприятливий вплив фізико-хімічних чинників на біосферу. Принцип Ле Шательє полягає в тому, що зовнішній вплив, що виводить систему із фази стійкої рівноваги, викликає в ній процеси, які спрямовані на послаблення цього ефекту. Механізм біологічного регулювання полягає в розкладанні живою речовиною забруднювачів біосфери.

До складу живої речовини В.І.Вернадський включив і людину, розглядаючи природу і людське суспільство як одне ціле. Геохімічне значення людини не обмежалося масою, складом і енергією; виникає новий чинник — людський розум — ноос. В роботі "Декілька слів про ноосферу" автор розглядав розум як джерело нових технологій і процесів, які, в свою чергу, впливають на біосферу (літаки досягли швидкості 238^3 км/год, радіо дає змогу зв'язатися з будь-якою точкою планети і таке інше). Людський розум генерує промислові технології, транспортні засоби, виробництва, матеріали і таке інше. Техногенний, індустріальний характер людської діяльності, накладений на біосферу, чужий їй по суті. Під пресом антропогенних чинників біосфера трансформується в ноосферу, сферу взаємодії природи і суспільства, в межах, якої розумова діяльність людини стає головним, визначальним чинником розвитку (синонімічно вживаються терміни техносфера, антропосфера, соціосфера). Ні про яку координуючу, управлінську, корегуючу функцію людського розуму в роботі не йшлося. В.І.Вернадський не помилявся відносно можливості людства покращити наш світ. Під ноосферою В. І.Вернадський розумів такий стан біосфери, в якому проявляється розум і спрямована ним робота людини як нова небувала на планеті геологічна сила.

Вчення про біосферу і ноосферу синтезує суть не тільки біологічного, а й соціального їх розвитку. Виходячи з цього природні і соціальні чинники слід розглядати як сторони єдиної системи. Взаємини людського суспільства і довкілля набагато складніші взаємовідносин в природних системах. Їх вивчення і моделювання є складною науковою проблемою, вирішенням якої займається

соціальна екологія — соціоекологія. За визначенням Г.О.Бачинського, соціоекологія — міждисциплінарна наука, яка вивчає закономірності взаємодії суспільства з природою, розробляє наукові принципи гармонізації цієї взаємодії шляхом раціонального природокористування, пошуків компромісу між соціально-економічними потребами суспільства і можливостями природи їх задовольнити.

Теоретичну базу соціоекології склали праці українських вчених С.А.Подолинського і В.І.Вернадського. Ними доведений функціональний взаємозв'язок абіотичного, тобто неорганічного, біотичного, органічного, живого і соціального компонентів в біосфері. Соціоекологія поєднуючи гуманітарні, природничі, суспільні науки, дає цілісне уявлення про зв'язки соціального розвитку, економічного росту і збереження навколишнього середовища.

3.2. Реакція живої речовини на силу дії екологічного чинника.

Методологічно важливим в розумінні принципу дії шкідливих речовин на організм людини є вивчення закономірності реакцій живої речовини на силу дії екологічних чинників. На життєдіяльності організму негативно відбивається як недостатня, так і надмірна дія чинника. Так, відсутність чи недостатня кількість кисню несумісна з життям. В середовищі 100% O_2 теж життя неможливе. Існує оптимум — 21 %, який позначимо значенням 0 (рис. 3.1). Недостатню кількість будемо позначати від'ємними значеннями умовних одиниць, надмірну — додатніми тобто коливання інтенсивності дії чинника розглядаємо як його зміну навколо оптимального значення. За умовну одиницю в найбільш загальному випадку приймаємо $1/3$ від половини інтервалу між мінімальним і максимальним значеннями. Подібна закономірність спостерігається для мікроелементів, інших фізичних і хімічних чинників.

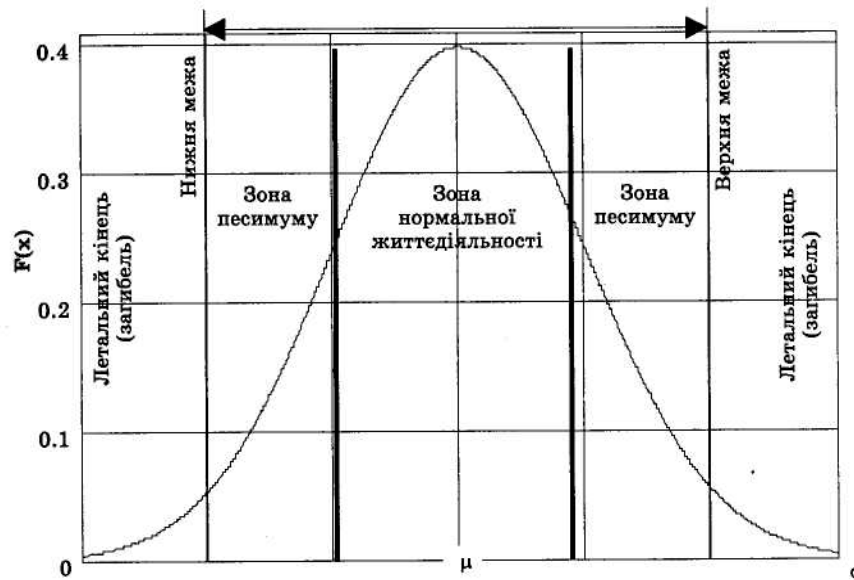


Рис. 3.2. Інтервал дії чинника та реакція живої речовини на силу дії екологічних чинників

Межа витривалості біологічного виду до дії екологічного чинника лежить між верхньою і нижньою характеристикою величини чинника. Між ними знаходиться зона оптимуму чинника, Причому необов'язково посередині. За граничними показниками чинника організму загрожує смерть (летальний кінець). Зони пригніченого стану називаються зонами песимуму. Величина Діапазону зон оптимуму і песимуму є параметричним критерієм Для визначення витривалості організму до даного екологічного чинника. Ця величина називається екологічною валентністю. Екологічна валентність — це ступінь здатності організму пристосуватись до змін умов середовища. Різні види значно відрізняється як по екологічній валентності, так і по рівню оптимуму.

Одна і та ж сила впливу чинника може бути оптимальною для одного виду, такою, що пригнічує — для другого і летальною — для третього. Види, які характеризуються широкою екологічною валентністю відносно комплексу чинників, називаються стенобіонтами (грец. *eurys* — широкий). До них

відносяться бурий ведмідь, вовк, собака. Види, яким властива мала здатність пристосовуватись, називаються стенобіонтами (грец. *stenjs* — вузький). Наприклад, глибоководні риби, орхідеї. Екологічний оптимум може змінюватись в залежності від віку, статі, сезону та інших обставин. Наприклад, шум більше впливає на літніх людей. Екологічні чинники діють на організм звичайно комплексно. Оптимальна зона одного чинника може змінюватись в залежності від того, з яким чинником він поєднується. Спекта легше переноситься у сухому повітрі, мороз — при безвітрі. Однак кожного із необхідних чинників неможливо замінити іншим.

3.3. Нормування небезпечних та шкідливих чинників.

Одна з головних задач безпеки життєдіяльності полягає у прогнозуванні можливих змін в показниках рівня здоров'я людини під впливом зовнішнього середовища і розробці науково обґрунтованих нормативів корекції у відповідних компонентах систем життєзабезпечення з урахуванням прогнозів і аналізу стану оточуючого середовища.

В системі нормативів корекції головне місце займав гігієнічне нормування чинників оточуючого середовища. На території країни діє більше 1000 регламентів шкідливих речовин у воді водоймищ, більше 500 — в атмосферному повітрі, ґрунті — більше 50, в продуктах харчування — більше 100. Основними гігієнічними нормативами є гранично допустима концентрація (ГДК) і гранично допустимий рівень (ГДР). ГДК — норматив значення хімічного чинника. Максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму чи маси, яка при повсякденному впливі у період необмеженого часу не викличе будь-яких хворобливих змін в організмі і несприятливих спадкових змін у нащадків; є умовною, еталоінною, реперною, відліковою величиною, що встановлена в екстремальних, суворо регламентованих лабораторних

умовах; одиницею масштабу, від якої ведуть вимір степеню небезпеки забруднення об'єктів навколишнього середовища. ГДР — нормативне значення

фізичного чинника, аналогічне по біологічній дії ГДК. Довготривалими спостереженнями встановлено, що при ступені забруднення повітря не більше 1 ГДК гарантується повна безпека; 4 ГДК викликає фізіологічні і біохімічні зрушення в організмі; 8 ГДК — реєструється підвищення рівня загальної захворюваності; перевищення 500 ГДК — може статися отруєння організму людини. Значення ГДК та ГДР в повітрі та воді нормується відповідними міжнародними та державними стандартами. Нещодавно прийнята методика [16] визначає нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. Згідно цього документа високотоксичні та токсичні речовини — речовини, які мають властивості, зазначені в таблиці 3.1 (ГОСТ 12.1.007-76).

Таблиця 3.1. Високотоксичні та токсичні речовини

Клас речовини	ГДК у повітрі робочої зони, міліграмів на 1 куб. метр	Середня смертельна доза (LD(50)при потраплянні в шлунок, міліграмів на 1 кг ваги тіла	Середня смертельна доза (LD(50)при впливі на шкіру, міліграмів на 1 кг ваги тіла	Середня смертельна концентрація (1ЛЗ) у повітрі міліграмів на 1 куб. метр
Високотоксична	Менш як 0,1	Менш як 15	Менш як 100	Менш як 500
Токсична	0,1—1	15—150	100—500	500—5000

Більш докладні дані щодо високотоксичних та токсичних речовин, наведені в додатку 6.

3.3.1. Нормування соціального навантаження на природні системи

Загальні тенденції світового розвитку та прогностні оцінки розвитку нашої держави дають підставу для висновку щодо збільшення техногенного навантаження на довкілля та зростання ризику дії техногенних чинників, що негативно вплинуть на рівень безпеки населення. У зв'язку з цим однією з актуальних проблем сьогодення є нормування соціального навантаження на

навколишнє природне середовище. З цією метою професор Г.О.Бачинський запропонував математико-картографічні моделі регіональних та локальних соціоекосистем. Вони склалися з моделі оптимальної функціональної структури, моделі оптимального функціонального зонування і моделі оптимального режиму природокористування. Оптимізація соціоекосистем — є головним завданням соціоекології, без вирішення якого неможливо досягти її стратегічної мети — гармонізації взаємодії суспільства та природи на нашій планеті. Оптимізувати соціоекосистему можна лише шляхом її оптимальної функціональної структуризації, а для цього попередньо треба створити математико-картографічну модель оптимальної функціональної структури соціоекосистем. Така модель повинна забезпечити можливість програвати за допомогою комп'ютеру різні стратегії розвитку соціоекосистеми для вибору оптимального. Модель оптимальної функціональної структури (ОФС) соціоекосистеми, що запропонував Г.О.Бачинський, складається з двох взаємодоповнювальних моделей: оптимального функціонального зонування (ОФЗ) і оптимального режиму природокористування (ОРП).

Оптимальне функціональне зонування є найбільш раціональним розподілом між різними функціональними зонами територій соціоекосистеми з огляду на стан природних та соціально-економічних її компонентів. Під функціональною зоною розуміється певна площа, на якій переважає один із головних видів господарського використання території (ВГВТ): рільництво, луківництво, лісівництво, оселення, промисловість, рекреація, запо-відування тощо. Запропоновані в основному експертні бальні шкали, за допомогою яких визначається ступінь придатності різних інтервалів показників стану компонентів соціоекосистеми для різних ВГВТ. Г.О.Бачинським виведена формула, за допомогою якої визначається функція придатності кожної елементарної ділянки (координатного елементу — КЕ) території соціоекосистеми за сумою бальних оцінок показників стану компонентів для

кожного зокрема ВГВТ[17]. Підсумкова господарсько-організаційна карта відображує розподіл соціоекосистеми між різними функціональними зонами.

Оптимальне функціональне зонування соціоекосистем ще не рівнозначне їх оптимізації. Для цього потрібно ще забезпечити оптимальний режим природокористування в межах виділених функціональних зон. Отже для створення моделі ОФС модель ОФЗ треба доповнити моделлю ОРП. За оптимальний приймається такий режим природокористування, при «кому максимально можливий економічний ефект досягається без порушення динамічної рівноваги геоекосистеми, на території якої здійснюється природокористування, тобто без перевищення гранично допустимого антропогенного навантаження (ГДАН) на дану геоекосистему. За ГДАН приймається критичне навантаження, при перевищенні якого руйнується регенераційні механізми і починається незворотній процес розпаду геоекосистеми ($\text{ГДАН} = 1$). Професором Бачинським запропонована формула, яка описує цей процес:

$$R = 1/(1-X)^a, \text{ де:}$$

R — пошкодження геоекосистеми;

X — навантаження на геоекосистему в частках ГДАН;

a — коефіцієнт чутливості геоекосистеми до соціального (антропогенного) навантаження.

Залежність пошкодження геоекосистеми від коефіцієнта чутливості для діапазону невеликих навантажень, згідно Бачинському, наведена на рис.3.3.

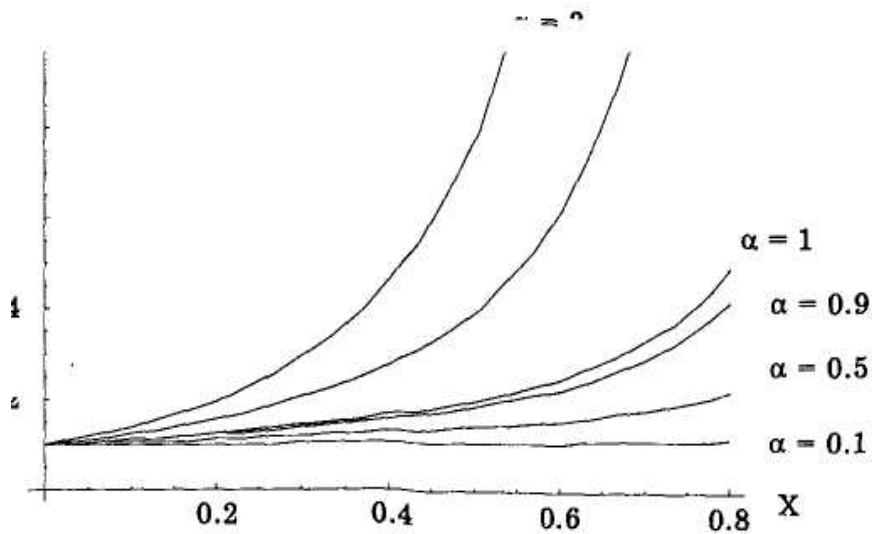


Рис. 3.3. Залежність пошкодження геоекосистеми

Як бачимо, залежність R від X зі зміною X від 0 до 1 не має суттєвих значень при $X < 0,6$ і $\alpha < 0,5$. Але коли α стає більшою, тобто зростає чутливість геоекосистеми, зміни наростають значно швидше. Якщо X зростає и наближається до 1, система колопсує тим швидше, чим більше α , рис. 3.4. Система зазнає катастрофи, тому що ніщо живе не витримує перевантажень більш ніж у декілька разів.

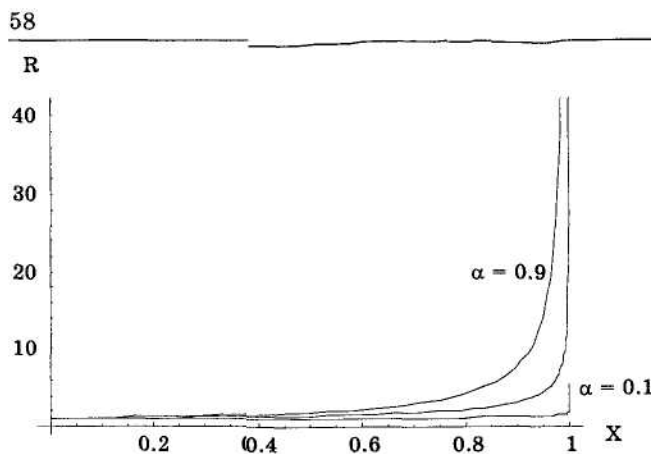


Рис. 3.4. Колапс системи при значних навантаженнях

На сьогодні Україна за насиченістю своєї території промисловими об'єктами у декілька разів перевищує розвинені європейські країни. Майже третину з них становлять потенційно небезпечні підприємства, які пов'язані з виробництвом, переробкою та зберіганням сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних і вогнебезпечних речовин. Окремі промислові регіони являють собою зони з надзвичайно високим ступенем ризику виникнення аварій та катастроф. Цей ризик постійно зростає, оскільки рівень зносу обладнання більшості промислових підприємств наближається до критичного. Разом з тим, система заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та їх прогнозування практично відсутня. Найбільш високим модулем техногенного навантаження по скиду всіх стоків (тис.м³/км²) характеризуються Запорізька (135,0), Донецька (99,1), Київська (97,6), Дніпропетровська (85,9) області. Середній модуль по Україні становить 33,0.

3.3.2. Нормування соціального ризику на основі матриці інтегрального ризику.

Всі об'єкти, що споруджуються на Землі будуються для людини — громадянина, мого благополуччя, принаймні ті, що споруджуються на теренах його держави. Серед цих об'єктів велика кількість потенційно небезпечних об'єктів — ПНО. Зауважимо, що відповідно закону, до ПНО відносяться чимало сучасних підприємств, зокрема, АЕС, ТЕС, майже всі заводи і фабрики, воєнні частини і бензозаправні станції. Ясно, що без цих об'єктів неможливо вижити в сучасному суспільстві, неможливо отримати конкурентно спроможну продукцію. Деякі країни вирішують ці питання за рахунок інших країн, тих, що не розуміють небезпек, не можуть оцінювати їх рівень.

В деяких країнах, зокрема в Росії, вченими пропонується проведення робіт по визначенню територіальних зон підвищеного соціального ризику на основі матриці "імовірність відмов — вагомість наслідків" [19], та складання карт загального (інтегрального) ризику НС. Ці карти повинні бути основою

планування розміщення підприємств та всіх інших робіт з планування ризиків та запобігання НС.

Соціальний ризик враховує всі дії складових небезпечних чинників від всіх ПНО і інших небезпечних факторів території, що розглядається, та оцінюється числом смертей n в результаті дії будь-якого небезпечного фактора на розглянуту сукупність людей чисельністю J . Характеристика наслідків НС — u); — число потерпілих.

Таблиця 3.1. Матриця для визначення небезпеки територій (зон) за критерієм "частота реалізацій — соціальний ризик"

Частота реалізації небезпеки (надзвичайні ситуації класу не нижче місцевої) випадок /рік	Соціальний ризик надзвичайних ситуацій				
	Транс- граничні	Феде- ральні $w_1 > 5000$	Регіо- нальні $500 < w_1 < 5000$	Терито- ріальні $50 < w_1 < 500$	Місцеві $10 < w_1 < 50$
> 1					
$1 - 10^{-1}$					
$10^{-1} - 10^{-2}$					
$10^{-2} - 10^{-3}$					
$10^{-3} - 10^{-4}$					
$10^{-4} - 10^{-5}$					
$10^{-5} - 10^{-6}$					

■ — зона неприйнятного ризику, необхідні негайні заходи по зменшенню ризику;

▒ — зона жорсткого контролю, необхідна оцінка доцільності заходів для зменшення ризику;

■ — зона прийнятного ризику, немає необхідності в заходах щодо зменшення ризику.

Питання для семінарських занять

- 1.Що таке життєвий простір?
- 2.Групи екологічних чинників.
- 3.Суть вчення В.І.Вернадського про біосферу.
- 4.Що таке ноосфера?
- 5.Що таке жива речовина, її значення для підтримання рівноваги в біосфері?
- 6.Механізм реалізації принципу Ле Пательє.
- 7.Реакція організму на силу дії екологічного чинника.

8.Визначення термінів шкідливі і небезпечні чинники.

9.Що таке ГДК, ГДР, ГДАН?

10.Що являє собою модель оптимальної функціональної структури соціоекосистеми і які простіші моделі входять до її складу?

11.Що таке оптимальне функціональне зонування (ОФЗ)?

12.Що таке функціональна зона і вид господарського використання території (ВГВТ)?

13.Що дає оптимальне функціональне зонування для оптимізації соціоекосистем?

14.Які показники стану природних та соціально-економічних компонентів соціоекосистеми мають відображатися на тематичних картах?

15.Що таке оптимальний режим природокористування?

16.Як графічно можна відобразити процес пошкодження та руйнування геоекосистеми і якою формулою воно відображається?

17.Що таке гранично допустиме антропогенне навантаження (ГДАН) на геоекосистему і як воно визначається?

4. КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Класифікація надзвичайних ситуацій здійснюється з метою впровадження ефективного механізму оцінки аварійної події, що сталася або може статися у прогнозований термін, обґрунтування віднесення цієї події до рангу надзвичайних ситуацій та визначення рівня реагування, що відповідає масштабу події.

Класифікація надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до Державного Класифікатора надзвичайних ситуацій в Україні [20,21].

4.1. Загальна характеристика класифікатора НС

Класифікатор НС призначається для використання міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади, органами управління всіх рівнів ЄДС НС, військовими частинами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності та підпорядкування.

Загальними ознаками НС є:

- наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності;
- заподіяння економічних збитків;
- істотне погіршення стану довкілля.

У процесі визначення рівня НС послідовно визначають три групи факторів:

- територіальне поширення;
- розмір заподіяних (очікуваних) економічних збитків та людських втрат;
- ознаки НС.

Відповідно до причин походження подій, НС розподіляються на групи:

НС техногенного характеру — транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи їх загроза, аварії з викидами (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове

руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо;

НС природного характеру — небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо;

НС соціально-політичного характеру — пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікації, напад чи замах на екіпаж повітряного або морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден, захоплення заручників, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення або захоплення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо;

НС воєнного характеру пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних відходів, нафтопродуктів, вибухівки тощо.

Особливості оцінки та реагування на НС воєнного характеру визначаються окремим законодавством та не входять до класифікатора. Структура класифікатора відповідно до причин походження подій наведена в таблиці 4.1. Загалом класифікатор містить опис 256 видів НС.

4.2.Визначення рівня НС відповідно до територіального поширення та обсягів ресурсів

Відповідно до територіального поширення та обсягів ресурсів, що необхідні для ліквідації НС, всі НС підрозділяються за наступними рівнями: об'єктового, місцевого, регіонального та загальнодержавного .

До загально-державного рівня відноситься НС, яка розвивається на території двох і більше областей, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше одного відсотка видатків відповідного бюджету.

До регіонального рівня відноситься НС, яка розгортається на території двох та більше адміністративних районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менш одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету.

До місцевого рівня відносяться НС, яка виходить за межі потенційно — небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менш одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

До місцевого рівня відносяться також всі НС, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно небезпечних об'єктів.

Таблиця 4.1. Структура класифікатора НС

Техногенного характеру	Природного характеру		Соціально-політичного характеру
Транспортні аварії (катастрофи)	13	Геологічні	Збройні напади, захоплення і утримання важливих об'єктів, або реальна загроза вчинення таких акцій
Пожежі, вибухи	6	Метеорологічні	7
Аварії з викидом СДОР на об'єктах економіки (крім транспортних)		Гідрологічні (морські)	1
Нааявність у навколишньому середовищі шкідливих речовин понад ГДК	2	Гідрологічні (прісноводні)	1
Аварії з викидом РР на (крім транспортних)	5	Пожежі в природних екосистемах	1
Раптове зруйнування споруд	5	Інфекційна захворюваність людей	1
Аварії на електроенергетичних системах	3	Отруєння людей	8
Аварії на системах життєзабезпечення	8	Інфекційна захворюваність сільськогосподарських тварин	1
Аварії систем зв'язку та телекомунікацій	6	Масова загибель диких тварин	1
Гідродинамічні аварії	1	Ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками	1
	3		4

До об'єктового рівня відносяться НС, які не підпадають під зазначені визначення.

Віднесення НС до відповідного рівня визначається співставленням конкретної аварійної події та її масштабів з граничним значенням рівнів, які наведені в загальній таблиці 4.1, та у відповідній класифікаційній картці виду НС. Картки НС розроблені для всієї кількості НС, що наведені в таблиці для кожної групи [20].

Розглядаються ознаки виду НС для:

1. Сільського господарства,
2. Лісового господарства,
3. Водойм,
4. Матеріальних об'єктів — об'єктів інфраструктури, промисловості, транспорту, житлово-комунального господарства,
5. Населення (персонал підприємств та установ, мешканці житлових будинків, пасажери транспортних засобів тощо).

Порогові значення для надзвичайної ситуації місцевого або регіонального рівня, в залежності від економічних збитків всіх напрямів і галузей визначають як збитки до 1 відсотка зведеного відповідного річного бюджету, до загальнодержавного рівня — понад 1 відсотка зведеного річного бюджету Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя. Заподіяні (очікувані) збитки в лісовому господарстві визначає відсоток загальної вартості господарської деревини на відповідному рівні: об'єктового до 15%, місцевого — до 12%, регіонального — до 8%.

Порогові значення для рівня надзвичайної ситуації пост-раждалого напрямку або галузі визначають також в залежності від специфічного критерію. Такі критерії наведені нижче, в таблиці 4.2.

В усіх випадках, коли критерієм відношення до відповідного рівня НС є "Значення об'єкта", рівень НС оцінюється також як і рівень значення об'єкта. Приклад залежності класифікації НС від специфічного критерію наведено для

сільського господарства в таблиці 4.3 Для інших галузей класифікація аналогічна.

Таблиця 4.2. Порогові значення для рівня надзвичайної ситуації

Природне середовище, населення, галузь:	Критерії рівня НС
Сільське господарство	А. Вилучення земель з сільськогосподарського обороту
	Б. Зменшення загальної чисельності тварин або птиці (риби) в результаті їх масової загибелі
	В. Загибель посівів сільськогосподарських культур
Лісове господарство	1. Вилучення ділянок з лісгосподарського обороту (однієї чи кількох)
Рекреаційні, заповідні території. Об'єкти особливого природоохоронного значення	А. Значення об'єкта Б. Площа пошкодження В. Депопуляція рослинного світу
Водойми	А. Значення поверхневого чи підземного водного об'єкта Б. Обсяг забруднення
Матеріальні об'єкти — об'єкти інфраструктури, промисловості, транспорту, житлово-комунального господарства	1. Питома вага зруйнованих (очікуване руйнування) основних фондів
Населення (персонал підприємств та установ, мешканці житлових будинків, пасажери транспортних засобів тощо)	А. Кількість постраждалих (постійно або тимчасово непрацездатних) Б. Кількість людей, які загинули (крім випадків аварій на автодорогах) В. Істотне погіршення умов проживання на тривалий час

Таблиця 4.3. Залежності класифікації НС від специфічного критерію для сільського господарства

Критерії	Одиниця виміру	Порогові значення для рівня надзвичайної ситуації			
		об'єкто-вого	місце-вого	регіонального	Загальнодержавного
1. А. Вилучення земель з сільськогосподарського обороту	гектар	до 50	від 50 до 1000	від 1000 до 20000	понад 20000
Б. Зменшення загальної чисельності тварин або птиці (риби) в результаті їх масової загибелі	відсоток загальної чисельності стада на відповідному рівні	до 15	до 10	до 7	перевищення регіонального рівня

В тих випадках, коли порогові значення для рівня НС приводяться в межах якогось діапазону, рішення щодо класифікації приймається з урахуванням збитків. Довідниковим матеріалом є відповідна карта класифікатора [20].

4.3. Зв'язок небезпек.

Класифікатор НС розподіляє небезпеки на природні, техногенні і соціальні. Між ними існує органічний зв'язок. Цей зв'язок простежується на прикладі небезпек, які загрожують національним культурам. **Безпека національної культури** — це складова загальної безпеки, яка характеризує ступінь захищеності особи та суспільства від впливу (наруги) чужого безкультур'я, грубого порушення її ідеалів виховання, віри, свідомості, які суперечать етнічному та особистому сприйняттю оточуючого середовища.

Проблема культурної безпеки повстає в наш час дуже загостреною в зв'язку з шаленим розвитком комунікацій та можливістю швидкісної зміни координат у просторі. Інакше кажучи культурна небезпека — це негативні наслідки прогресу. Якщо навіть не передбачаються та не плануються ідеологічні диверсії, то можливість дивитися фільми по мережі *Internet*, насильство у засобах масової інформації чужої культури несе загрозу культурі титульної нації. Це особливо стосується підростаючого покоління, коли формується характер людини. Розваги та комп'ютерні ігри з елементами насилля, жорстокості, сучасні фільми із спрощеним висвітленням статевих стосунків — це культурна небезпека. Махатма Ганді наголошував, що він за те, що б його дім був відкритий вітрам усіх культур, але категорично заперечує, щоб ці вітри збивали з ніг. Культура стала потужним бізнесом. Кінопрокат дає США до 30 млрд. доларів прибутку щорічно. Телемережі несуть насильство у всі найвіддаленіші куточки світу. Одним з наслідків такої експансії є значне погіршення психічного здоров'я населення переважної більшості країн, особливо за останні чверть віку. Так, у 15-ти найбільш розвинутих країнах показник поширення психічних захворювань за період у 93 роки (1900-1993) зріс у 10 разів і становить 303,7 на 10000 населення; особливо зросли неврози (61,7 рази) і алкоголізм (у 58,2 рази). Змінюється саме поняття екологічного чинника. Окрім традиційних фізико-хімічних, слід враховувати психосо-

ціальний, соціокультурний, інформаційний вплив. Доведено, що коли суспільне життя химерне і жорстке, мозкова діяльність відхиляється від правильного шляху. Ще у XIX сторіччі описано неврастенію, яку було названо "американським неврозом" тому, що це був прояв впливу телеграфу, телефону, преси, конкуренції, індустиалізації, американських умов життя, з його інтенсифікацією, боротьбою за виживання.

Як наслідок, особа, яка засвоїла інші цінності, ніж цінності етносу, не завжди зможе в належній мірі вшанувати Батьківщину, її незалежність, цілісність та благополуччя. Така особа не зможе самовіддано захищати Державу та суспільство від соціальних небезпек, тобто культурна небезпека народжує соціальну небезпеку. Як було раніше доведено, наслідком соціальних небезпек виникають техногенні, а звідси і природні небезпеки.

І навпаки, техногенні та природні небезпеки породжують нестабільність, зміни в укладі життя, що може призвести до соціальних небезпек. Тобто можливо представлення ланцюга небезпек, рис.4.1.

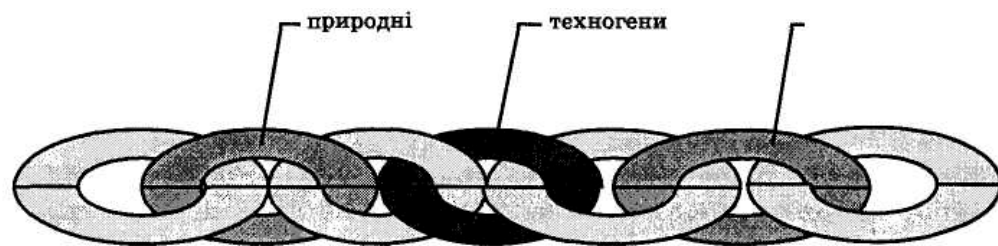


Рис. 4.1. Зв'язок небезпек

Тенденція до зростання кількості НС місцевого і об'єктового рівнів, що спостерігається, викликає не лише значні матеріальні збитки, але й створює певне соціальне напруження в суспільстві. При цьому створюються умови зростання культурної небезпеки, яка є складовою соціальної. Звертаючись до рис.4.1, можна зробити висновок, що збільшення одної ланки (її розтягування)

неможливе без збільшення інших. Тому потрібно комплексне, все направлене запобігання небезпек. Долаючи одну, маємо шанс зростання іншої, тому що напружений ланцюг передає напруження на всі ланки.

Згідно І.П.Павлову зараз відбувається зміна "динамічного стереотипу", що спричиняє емоційний стрес, стан тривоги. У зворотній реакції на емоційний стрес задіяні не тільки психіка, але й внутрішні органи, вегетативна нервова система (цілісне реагування). Культуральні аспекти психічного здоров'я проявляються також у так званій кризі ідентичності, проявом чого є втрата відчуття самого себе, неможливість пристосуватися до нових суспільних і економічних відносин, до власної ролі у зміненому суспільстві. Ідентифікаційних ознак автори глобалізації намагаються позбавити цілих націй і народів.

Питання до семінарських занять

1.Мета класифікації НС

2.Визначення НС техногенного, природного, воєнного та соціально-політичного характеру.

3.Визначення НС відповідно до територіального поширення та обсягів ресурсів.

4.Структура класифікатора НС.

5.Види надзвичайних ситуацій та причини їх виникнення.

6.Рівні прояву надзвичайних ситуацій.

7.Зв'язок небезпек.

5. АНАЛІЗ СТАНУ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

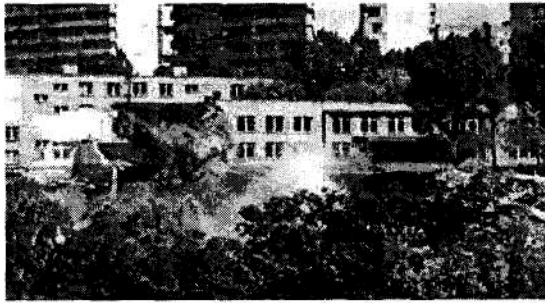
5.1. Загальна характеристика небезпек

При загальній площі України в 603,0 тис.км² (3% колишнього Союзу) на її території було зосереджено порядку 23% промислового потенціалу колишнього СРСР, що обумовило 10-15 кратне збільшення техногенного навантаження, в першу чергу за рахунок випереджаючого розвитку енерго-ресурсномістких галузей: гірничої, хімічної, аграрної, водно-меліоративної, металургійної та інш.

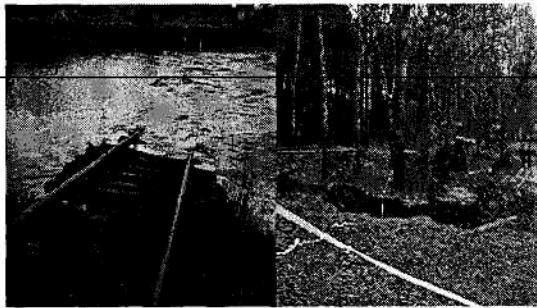
Оцінки фахівців свідчать, що в межах України:

- повністю використані ресурси поверхневих вод. Зарегульовано р. Дніпро та побудовано до 27 тис. різних водосховищ та ставків;
- розорено до 70% території;
- вплив гірничих робіт охопив до 6%, забудови — до 8-10% площі держави.

Про регіональні масштаби змін довкілля найбільш повно свідчить розвиток екзогенних (приповерхневих) геологічних процесів: зсувів (до 17,4 тис. об'єктів), карстових провалів (порядку 5,5 тис. форм), підтоплення в окремі періоди до 1,5-2,0 млн. га. (в тому числі станом на 1997 р. більш 1200 промислово-міських агломерацій), рис. 5.1, 5.2.



**Рис. 5.1. Зсув на жилмасиві “Тополя”
в м. Дніпропетровську**



**Рис. 5.2. Провалля ґрунту внаслідок
підтоплення**

Занепокоєння викликає зростання за останні 25-30 років цих процесів в 3-5 разів переважно за *техногенних причин*. Як наслідок — економічні збитки перевищують 1,0—1,5 млрд. грн. щорічно.

За умов інтенсивного функціонування промисловості України до 90-х років минулого століття, техногенне порушення та забруднення довкілля кожні 8— 10 років зростало практично у 2 рази. Побудовано велику кількість потенційно небезпечних об'єктів. Таким чином, можна вважати, що за 50 повоєнних років рівень техногенного впливу на довкілля в межах України зріс в 50-60 разів. Результат — не тільки отримання деяких благ, але і розвиток сучасних та майбутніх соціально-екологічних криз.

Паспортизація ПНО в Україні із застосуванням сучасної методології визначення ризику, що створює об'єкт, дотепер не завершена. Перелік (за попередніми даними) потенційно небезпечних об'єктів та інших джерел з найбільшим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій наведено в табл. 5.1.

Високе техногенно-екологічне навантаження негативно відбилося на здоров'ї і середній тривалості життя населення. Розрахунки показують, що рівень геохімічного забруднення міст та регіонів (м. Маріуполь, Київська, Кримська, Одеська області та інш.) спричиняє відносне скорочення життя на 1,0-1,5 роки. Воно еквівалентне радіаційному навантаженню порядку 1 бер/людина*рік (безумовне обов'язкове відселення з зони впливу Чорнобильської АЕС починається з дози 0,5 бер/людина*рік). Промислово-міські агломерації й аграрні регіони України мають значно вищі рівні техногенно-екологічного ризику, ніж більша частина зони впливу Чорнобильської аварії.

Наслідком зростання забрудненості поверхневих вод та ґрунтів є погіршення якості до 10% ресурсів прісних підземних вод (Донбас, Крим, Причорномор'я). Головним джерелом господарчо-питного водопостачання є ресурси р. Дніпро, якими користується до 32-35 млн. людей (70 відсотків населення). Значна частина його басейну забруднена радіонуклідами, нафтопродуктами, важкими металами та інше. Високе техногенне навантаження мають також ріки Дністер, Сіверський Донець та інш. За оцінками міністерства здоров'я до 70-80% інфекційних захворювань та їх зростання в останні 5-10 років пов'язані з використанням господарчо-питних неякісних вод поверхневих джерел. Підтоплення ґрунтовими водами населених пунктів та сільгоспугідь набуло масштабів загальнодержавної надзвичайної ситуації. Від цього лиха в 1997 р. постраждали 234 міст і 324 селищ міського типу (смт). Більш ніж у 24 містах підтоплені площі перевищують 1000 га. Загальна площа земель, що підтоплюються в містах і смт, перевищує 171 тис га. В зоні потенційного підтоплення знаходиться ще понад 150 тис. га забудованих територій. За період з 1980 по 1997 рік площі підтоплених земель в містах збільшились у 2 рази і в 2,7 рази збільшилась кількість населених пунктів, де воно було зафіксовано.

Таблиця 5.1. Перелік потенційно небезпечних об'єктів та інших джерел з найбільшим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій

Області	Загальна кількість ПНО	Загальна кількість ПНО з найбільшим ризиком	Техногенні ризики							Екологічний ризик			
			Радіаційний	Хімічний	Пожежі	Вибухо-пожежні	На виробництві	Гідродинамічний комплекс	Об'єкти енергетики	Комунікативні трубопроводи	Об'єктового комунального господарства	Метеорологічні явища	Геологічні явища
АР Крим	150	22	1				3	3		3	10	1	1
Вінницька	200	13				3		2	1	1	1	2	3
Волинська	100	9				4					5		
Дніпропетровська	400	40	2	20	6	1			1	10			
Донецька	500	46	1	1		25	3		3		4	1	8
Житомирська	150	40	2	17	2	1		6	1	5	4		2
Закарпатська	100	27		4	2	6		1		10	2	1	1
Запорізька	350	18		9	1				1		4	1	2
Івано-Франківська	100	61		14	9	7	1	2	3	8	7	6	4
Київська	272	250	1	72	18	42	6	114	1	11	7		
Кіровоград.	200	61	2	9	19	7		1	2	7	9	1	4
Луганська	600	174		36	29	24	12	29	4	17	19	1	3
Львівська	350	116	2	10	11	4	9	9	9	17	27	1	3
Миколаївська	150	25	3	3	8		1	2	1	2	5		
Одеська	200	26					4		1		21		
Полтавська	250	43		17	1	4	3	2	1	8	5		2
Рівненська	100	33	1	10	1			7			14		
Сумська	150	28		8				3	2	5	9		1
Тернопільська	100	30		14						2	11	1	2
Харківська	500	13	1	2			1			1	1	1	7
Херсонська	200	49		15	1	3	5	2	3	4	12	1	3
Хмельницька	100	26	1	1	2	1	2	2	2		17		
Черкаська	200	60		18	28	3	7				4		
Чернівецька	100	18				1	4		1		9	1	2
Чернігівська	200	16		4		4			1	2	5		
РАЗОМ	5700	1266	16	284	138	140	64	182	37	113	222	18	48

Техногенний вплив є одним із основних чинників в активізації процесів карстоутворення. Ці процеси розвиваються на 60% території держави, у т.ч. на 27% територій проявляється відкритий карст. Найбільш постраждали від цих процесів Волинська (20,2 тис.км2), Тернопільська (13,8), Вінницька (11,3), Миколаївська (19,0), Рівненська (19,6), Донецька (21,2), Луганська (16,0), Хмельницька (16,0), Львівська (14,0), Івано-Франківська (13,9) області та Республіка Крим — 16,7 тис. км². Карстові процеси пов'язані з розвитком

гірничорудної, гірничодобувної, металургійної промисловості, розробкою родовищ вугілля, нафти, газу, сірки, калійної та кам'яної солі. В останні роки під дією техногенних чинників карстові процеси почали активно проявлятися у місцях, де раніше можливість їх проявлення не враховувалась.

В районах відкритої розробки соляних родовищ Прикарпаття різко активізувались карстоутворювальні процеси на Домбровському кар'єрі Калуш-Голинського калійного району, на Солотвинському і Стебниківському родовищах, на Долинському, Болехівському і Моршинському родовищах при відкачці соляних розсолів. Особливо великі, майже катастрофічні масштаби карстоутворення відмічені на Язівському родовищі сірки у районі Яворівського гірничо-хімічного заводу. За останні 20 років зареєстровано до **1000** випадків утворення карсту, причому в останнє п'ятиріччя карстопровальні явища почали інтенсивно проявлятися в зонах поселень (с. Шкло, Малошквичі, Берцихів, Воля Старицька, санаторій "Шкло"). Процес карстопроявлень відмічено на Тлумачському родовищі сірки — до 150 вирв на 1 км². На Миколаївському цементному заводі інтенсивна розробка кар'єру викликала зростання існуючих і утворення нових чисельних карстових форм: уражені пасовиська, сільськогосподарські угіддя, насосні станції у с Піски та Димівка, постраждала ділянка залізничної колії Львів-Стрий, деформовані опори ЛЕП, шламопровід, автомобільна дорога, розірвано газопровід середнього тиску. У Закарпатті активізація карстового процесу викликана розробкою родовища солі у Солотвині шахтним способом, що призвело до сильної (більше 50%) ураженості території, особливо у районах с.Новоселиця і Теребля.

Карстоутворення є проблемою для Донецького басейну. За попередніми оцінками у Донбасі швидкість карстування під дією регіонально-техногенного впливу зросла у 1,5-3 рази, а у зонах локально-техногенного впливу (дренаж, гірничі роботи, водовідведення і таке інше) у 5 і більше разів.

На сьогодні Україна за насиченістю території промисловими об'єктами у декілька разів перевищує розвинені європейські країни. Майже третину з них становлять потенційно небезпечні

підприємства, пов'язані з виробництвом, переробкою та зберіганням сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних і вогненебезпечних речовин. Цілі промислові регіони являють собою зони з надзвичайно високим ступенем ризику виникнення аварій та катастроф техногенного походження. Ризик постійно зростає, оскільки рівень зносу обладнання більшості промислових підприємств наближається до критичного. Внаслідок промислового спаду дія НС техногенного характеру зменшилась і саме час прийняття принципових змін щодо впровадження наукової методології прогнозування та запобігання виникненню надзвичайних ситуацій.

5.2. Аналіз надзвичайних ситуацій в Україні за 1997-2001 роки.

(Узагальнений матеріал із звітів МНС та НАН "Стан техногенної та природної безпеки в Україні").

У таблиці 5.2 наведена загальна статистична картина стану надзвичайних ситуацій за 1997—2001 роки. Звертає на себе увагу різке скорочення кількості НС починаючи з **1999** року. Це обумовлено впровадженням в грудні **1998** року нової редакції "Класифікатора надзвичайних ситуацій в Україні". За новою редакцією ряд подій не класифікуються як НС.

Таблиця 5.2. НС техногенного та природного характеру

Надзвичайні ситуації	1997 рік	1998 рік	1999 рік	2000 рік	2001 рік
Загальна кількість	1902	2117	1725	1736	1777
Техногенного характеру	826	713	492	413	411
Природного характеру	377	424	234	155	154
Виявлення застарілих боєприпасів		264	799	1009	1052
Іншого характеру	699	716	200	159	169
Загально державного масштабу		17	9	11	7
Регіонального		185	51	39	41
Місцевого		628	294	186	136
Об'єктового		1287	1371	1500	1593
Загинуло, осіб	750	948	541	523	561
Постраждало, осіб	2820	4499	2473	1944	2200

Загальну незначну тенденцію до зниження НС можна пояснити стагнацією промисловості в державі. В той час загальна картина практичної відсутності динаміки складових надзвичайних ситуацій є свідченням того, що процес виникнення і розвитку подій відбувається сам по собі. Суспільство не впливає на ці природні події, не застосовує наукових методів системного аналізу і управління ризиками. Виходячи з цього, детальний аналіз стану надзвичайних ситуацій в державі можна проілюструвати одним, наприклад, 1998 роком.

У 1998 році виникло 2117 надзвичайних ситуацій, у тому числі — 713 НС техногенного, 424 НС природного (150 медико-біологічного), 980 НС іншого характеру, внаслідок яких загинуло 948 людей і постраждало — 4499. За рівнем класифікації виникло 17 надзвичайних ситуацій загальнодержавного рівня, 185 регіонального, 628 місцевого, 1287 об'єктового.

Найбільш тяжкими подіями були: катастрофічний паводок у Закарпатті, аварії на шахтах ім. Скочинського та "Петровська" у Донецьку, підтоплення внаслідок підняття ґрунтових вод у Херсонській, Запорізькій та Миколаївській областях, зсуви та руйнування доріг у Автономній Республіці Крим, дощовий паводок у Львівській області, шквальний вітер у Рівненській області. Дані розподілу НС наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Розподіл надзвичайних ситуацій в 1998 році

Вид НС	Рівень НС					Людські втрати	
	Загальнодержавний.	Регіональний.	Місцевий	Об'єктовий	Всього НС	Загинуло	Постраждало
1	2	3	4	5	6	7	8
Надзвичайні ситуації техногенного характеру							
Транспортні аварії	3	47	77	41	168	314	302
Пожежі (вибухи)	4	23	77	100	204	275	253
Аварії з викидом (загрозою викиду) СДОР	0	0	4	20	24	1	26
Раптове зруйнування споруд та транспортних комунікацій	0	3	53	16	72	61	29
Аварії на електроенергетичних системах	0	30	72	50	152	0	1
Аварії на системах життєзабезпечення	0	1	31	58	90	2	7
Аварії на очисних спорудах	0	0	0	1	1	0	0
Гідродинамічні аварії	0	0	2	0	2	1	0
Всього	7	104	316	286	713	654	618
Надзвичайні ситуації природного характеру							
Геологічні небезпечні явища (землетруси, зсуви, провали)	0	1	14	16	31	1	1
Метеорологічні небезпечні явища	2	24	77	12	115	8	33
Гідрологічні небезпечні явища (повені, паводок)	5	16	23	6	50	19	996
Лісові та торф'яні пожежі	0	5	14	59	78	0	0
Інфекційні захворювання людей	1	4	24	12	41	10	1593
Отруєння людей	0	19	58	14	91	104	1164
Інфекційні захворювання та масові отруєння сільськогосподарських тварин	0	0	8	9	17	0	0
Ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками	0	0	0	1	1	0	0
Всього	8	69	218	129	424	142	3787
Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру							
Збройні напади, захоплення і утримання важливих об'єктів або реальна загроза вчинення таких акцій	0	0	0	1	1	0	0
Замах на керівників держави (АР Крим)	0	0	1	0	1	0	2
Встановлення вибухового пристрою	0	0	0	4	4	0	1
Зникнення або крадіжка з об'єктів використання радіоактивних речовин	0	0	0	3	3	0	0
Виявлення боєприпасів	0	1	13	687	701	7	10
Всього	0	1	14	695	710	7	13
Інші події (не класифіковані)	2	11	80	177	270	145	81
Всього	17	185	628	1287	2117	948	4499

них

єно

іах

5.2.1. Надзвичайні ситуації техногенного характеру.

У 1998 році зареєстровано 713 надзвичайних ситуацій техногенного характеру, внаслідок яких загинуло 654 людини та постраждало — 618. Розподіл кількості постраждалих внаслідок техногенних НС по території України в цілому збігається з розподілом кількості НС техногенного характеру.

Найбільша кількість НС припадає на транспорт (24 % по кількості НС і 48% всіх загиблих від НС техногенного характеру) та пожежі і вибухи (відповідно 26 % і 42%), що свідчить про високу потенційну небезпеку транспорту як галузі господарства та необхідність постійної уваги керівників органів державного управління до проведення комплексу заходів щодо запобігання пожеж і зниження наслідків цих видів надзвичайних ситуацій.

На автомобільному транспорті, включаючи і приватний, сталося 36299 дорожньо-транспортних подій (ДТП), загинуло 5522 людини, травмовано 40174 людини. Зареєстровано 120 дорожньо-транспортних НС, в яких загинуло 268 чоловік та травмовано 290 чоловік (до НС віднесені ДТП, наслідком яких була загибель 3 та більше людей або кількість постраждалих 5 та більше). Залишається складною протипожежна безпека, особливо на побутовому рівні. За даними МВС України, при пожежах у 1998 році в Україні загинуло 2002 людини. Всього зареєстровано близько 41 тис пожеж. Основними причинами пожеж було необережне поводження з вогнем, порушення технологічних процесів, вимог пожежної безпеки та протипожежних норм під час будівництва і експлуатації об'єктів та обладнання, несвоєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів електрообладнання та інші. Всього у 1998 році виникло 37 значних надзвичайних ситуацій, які супроводжувалися великими пожежами та вибухами. Шкода, завдана пожежами, сягає близько 30 млн. гривень. Загалом ДТП та пожежі складають одну з найбільших небезпек для населення (рис.5.4.).

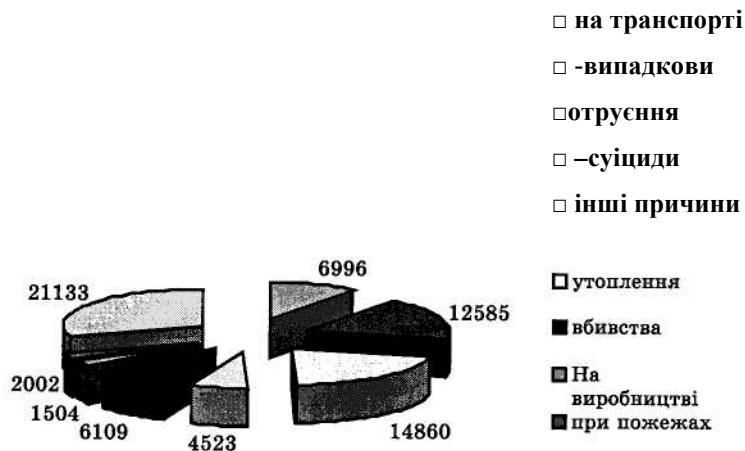


Рис. 5.4. Розподіл кількості загиблих в 1998 році

Трагічна подія сталася 4 квітня 1998 року, коли внаслідок вибуху метану на шахті ім. Скочинського загинуло 63 чоловіка та 63 чоловіка постраждали. Велика кількість НС — 28 відзначена на підприємствах вугледобувної, хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної (разом — ІЗ) галузей промисловості, а також на об'єктах житлового і соціально-побутового призначення — 83. Значна кількість НС виникла на об'єктах електроенергетики — 108 НС, переважна більшість з них пов'язана з аваріями на електроенергетичних мережах, що призводило до масового відключення електропостачання на тривалий період часу значної кількості населених пунктів.

Протягом року без електропостачання залишалось близько 5 тис. населених пунктів. Причинами практично всіх цих НС були стихійні природні явища (сильний снігопад, обледеніння, ураган та шквальний вітер). Така кількість НС обумовлена територіальним принципом обліку НС, хоча під вплив стихії досить часто потрапляли групи областей України. Таких НС на електромережах було зареєстровано 48.

Протягом 1998 року на п'яти АЕС в Україні, за даними МНС, сталося 43 події (не НС), 33 з них — позапланові зупинки реакторів та 8 випадків зниження потужності енергоблоків, у 10 випадках ці події трапились внаслідок

спрацювання системи захисту. Всі події не призвели до значних наслідків, радіаційний фон на станціях перебував у межах допустимих норм.

Значну соціальну проблему (рис.5.4) становлять суїциди (14860 чоловік), що віддзеркалює стан суспільства. Самогубства, як засіб вирішення проблем, що постають перед особою, споконвічно знайомі людству. Цей спосіб дій, притаманний в основному людям із слабкою волею і нестійкою психікою, яким бракує вищих форм духовності — любові, краси, величі, творчості, є реакцією на дисбаланс емоційно-вольових контактів з оточенням. Сьогодні, коли соціальна ситуація буквально травмує і знесилює, багато людей продуктивного віку, молоді і навіть дітей соціально-економічні негаразди сім'ї, роботи, школи вирішують шляхом відмови від боротьби, уходу з життя.

5.2.2. Надзвичайні ситуації природного характеру.

У 1998 році зареєстровано 424 надзвичайних ситуації природного характеру, внаслідок яких загинуло 142 чоловіка та постраждало — 3787 чоловік. Найбільша кількість НС припадає на метеорологічні небезпечні явища (115), причому наслідком їх були, крім значних збитків господарству, людські жертви (8 загиблих та 33 травмованих або поранених). Найбільш трагічним за масштабами збитків та жертвами був атмосферний фронт у вигляді шквального вітру з сильними зливами та градом, який

пройшов протягом 12—14 червня територією 8 областей. Господарству і населенню завдана значна шкода, внаслідок стихії загинуло 4 та травмовано 22 чоловіка. Найбільш постраждали Рівненська та Хмельницька області, завдано збитків на суму близько 70 млн. гривень.

Причиною 50 надзвичайних ситуацій стали небезпечні гідрологічні явища: дощові паводки — 24 та випадки підвищення рівня ґрунтових вод — 18 НС. У 1998 році дія гідрологічних стихійних явищ призвела до найбільш трагічних і значних наслідків за останні 15—20 років, особливо катастрофічний був паводок у Закарпатті, рис. 5.5. Завдано збитків господарству та населенню

не менш ніж на 300 млн. гривень. Від паводку загинуло 17 чоловік і 1 пропав безвісти, близько 1000 чоловік було госпіталізовано внаслідок дії побічних чинників. Зруйновано або перебувають у непридатному стані 2695 житлових будинків, 2877 — потребують капітального ремонту. Як свідчать останні наукові дослідження, НС гідрологічного типу стали наслідками антропогенного впливу — хижацького нищення лесів Карпат.

Значними за масштабами збитків були січневі підтоплення у Миколаївській, Запорізькій, Херсонській, Львівській областях внаслідок підняття рівня ґрунтових вод. У воді опинилося понад 200 населених пунктів 35 районів. Всього протягом року зареєстровано підтоплення понад 900 населених пунктів. Сумарний розмір збитків внаслідок гідрологічних небезпечних явищ — не менше 500 млн. грн.

Зросла кількість пожеж природного характеру. Протягом року виникло 3915 лісових пожеж. Рис. 5.5. Воїни МНС допомагають пожеж, які знищили населенню під час повені 4418 га лісів, завданов Закарпатті збитків на 4,56 млн. грн. Найбільші пожежі сталися у Криму, Донецькій, Луганській і Херсонській областях. МНС класифікувало 75 лісових пожеж як НС.

Проблемним питанням залишається ситуація із зсувними процесами та іншими геологічними небезпечними явищами. Несприятливі погодні умови 1998 року значно активізували екзогенно-геологічні процеси (зсуви, обрушення, карсти, селі). У 1998 році виникли 31 надзвичайна ситуація геологічного характеру, 27 з них — зсуви земної поверхні, рис. 5.6.

Найбільшого поширення зсуви в 1998 році набули у Закарпатському регіоні, південному узбережжі Криму, морському узбережжі, в Одеській обл., лівобережжі Дніпра та Донбасу. У 2003 році в Києві в районі Подолу на гірській вулиці Глибочицькій відбувся зсув ґрунту на автомобільні гаражі. Викликало зсув підтоплення ґрунту зруйнованою водопровідною мережею.

Мали місце НС пов'язані з отруєнням лю-дей (рис.5.4). Зафіксовані випадки масового отруєння людей в результаті споживання про-дуктів харчування (32), токсичними та іншими речовинами (48), чадним газом у побуті (17) та отруєнь на виробництві (10). За даними Держкомстату України, за 1998 рік внаслідок отруєння алкоголем померло 9359 чоловік, а від інших отруєнь — 5351 чоловік.



Рис. 5.6. Руїнування споруд в м. Чернівці

Причинами НС ставали інфекційні хвороби. Серед широкого спектру захворювань, з причини яких виникла найбільша кількість НС, слід виділити сальмонельоз (7 НС — 68 пост-ра-ждалих, 1 з них помер), дизентерія (7 НС — 263 постраждалих), холера (4 НС-65 постраждали, 2 померло) та туляремія (4 НС — 66 постраждалих).

5.2.3. Надзвичайні події на воді.

За статистичними даними Державного координаційного центру реагування на надзвичайні ситуації на водних об'єктах, за минулі роки збільшилась загибель людей на водоймах України. Так, якщо у 1990 році загинуло 3546 осіб, то у 1998 році — 5119 осіб, а у **1999** році загинуло на воді 4654 особи.

5.2.4. Виявлення особливо небезпечних предметів та речовин.

Останнім часом збільшилась кількість надзвичайних ситуацій, пов'язаних з випадками виявлення застарілих боєприпасів. Так, якщо у 1998 році 264 рази виконувались роботи з ліквідації НС, що пов'язані з виявлен-ням

вибухонебезпечних предметів, то у 1999 році їх кількість зросла до 799 (46% від загальної кількості НС). У деяких випадках події мали трагічні наслідки. Так, внаслідок необережного поводження з вибухонебезпечними предметами загинуло 7 та поранено 10 чоловік (серед населення). Найбільша кількість цих НС зареєстрована у Житомирській (105), Дніпропетровській (78) областях та у м. Києві (78). Силами військових частин МНС України 341 разів виконувались роботи, пов'язані з виявленням вибухонебезпечних предметів. У інших випадках роботи виконувались силами МО України та інших відомств.

5.3. Ризик у галузях промисловості України.

Ризик виникнення НС у потенційно і техногенно небезпечних галузях народного господарства стабілізувався і в середньому по промисловості він знаходився на рівні $9,2 \cdot 10^{-4}$. Особливості виробничих технологій і процесів обумовили неоднаковий рівень ризику виникнення надзвичайних ситуацій. Як видно з рис. 5.7 найбільш критичними станом на 2001 рік є бавовняна та авіаційна промисловості.

Порівняння рівня ризику з нормативними значеннями дозволяє зробити висновок, що в більшості галузей він знаходиться на межі між прийнятним і неприйнятним (10^{-4}), а у деяких — на неприйнятному рівні (10^{-3}).

По Україні дані приводяться відповідно до даних МНС за 1999 рік в абсолютному значенні, по розвинених країнах — середні дані за період 1960 по 1990 р, відносно Японії. Число стихійних лих на одиницю площі по Україні в дужках наведено разом з техногенними НС, число жертв стихійних лих на 1 млн. населення в дужках дано разом з постраждалими, а число вбивств у дужках — разом із самогубствами.

Як видно з таблиці, величина збитку від стихійних лих порівняна з обсягом виробництва валового національного продукту розвинутих країн. При цьому Японія, що має найвищу щільність населення і виробництва, також має і найвищу повторюваність стихійних лих на одиницю площі. При однаковій

захищеності від природних і техногенних НС найвищі втрати варто було б очікувати саме в Японії. Але цього не відбувається — найвищі втрати від природних стихій несуть СІЛА, а найнижчі з розглянутих країн — Японія. Збиток від кожного стихійного лиха в Японії в середньому нижче, ніж у Західній Європі і США. Причина цього в соціокультурному факторі, що визначає відношення суспільства до ризику, причому не тільки до природного, але і до техногенного. Крім того, готовність суспільства до управління ризиком визначається і стабільністю держави. Вона знижується після військових поразок, при внутрішніх соціальних конфліктах, губиться у період розпаду етнічної культури і держави (СМ. Мягков). Сучасній японській культурі властива сильна орієнтація на колективізм і усунення невизначеностей у повсякденному житті, тоді як культурі США протилежні, а західно-європейській культурі — проміжні відносини.

Вкрай аномальну ситуацію, яка склалася на Україні, як бачимо з приведеної таблиці, можна пояснити глибокою кризою держави. Значення держави в попередженні ризиків, профілактиці НС дуже велике. Тільки держава може захистити населення від нещасть природного, техногенного і соціогенного характеру. Руйнування держави є реальною екологічною катастрофою для його населення, більш важливою, ніж руйнування біосфери. Адже захист біосфери також є функція держави і ніяка інша структура не справитися з цією задачею. Більш того, конкуренція, що постійно зростає, змушує підприємців, навіть попри їхнє бажання, скорочувати невиробничі витрати. Тому виховання громадян, патріотів держави, є одночасно екологічним вихованням. Як це впливає з таблиці, для України ця задача ще тільки ставиться.

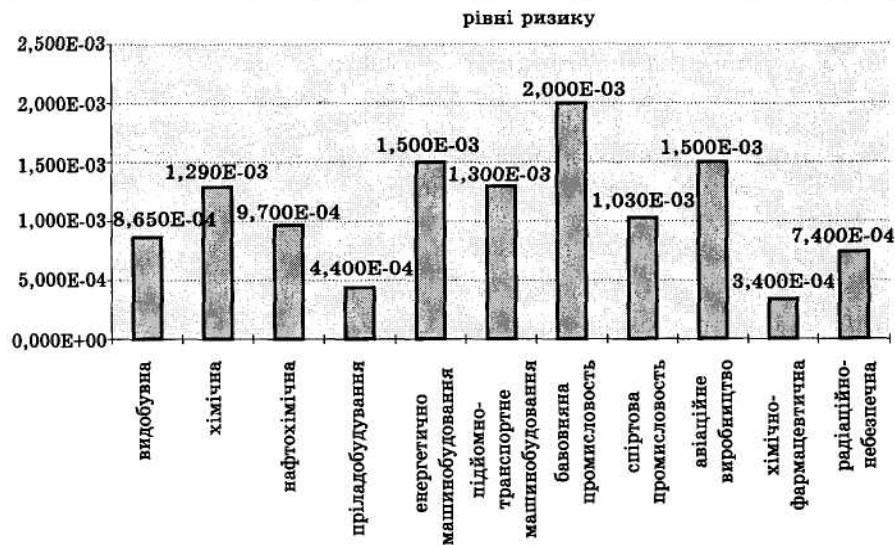


Рис. 5.7. Рівні ризику в галузях промисловості України

5.4. Порівняння рівня безпеки населення України і розвинутих країн.

Порівняльні величини ризику і втрат від природних і інших небезпек у Японії, Західній Європі (ФРН, Франція і Великобританія), США й Україні приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Порівняльні величини ризику і втрат.

Показник	Японія	Західна Європа	США	Україна
Число стихійних лих на одиницю площі	1	0,5	0,3	0,4 (1,2)
Щільність населення	1	0,5	0,1	0,08
Число жертв стихійних лих на 1 млн. населення	1	1,8	7,7	10,9 (60,7)
Валовий національний продукт на одиницю площі	1	4,1	0,1	0,03
Прямий економічний збиток від стихійних лих на одиницю площі	1	0,41	8	0,002
Число вбивств на 1 млн. населення (у 1990-х рр.)	1	50-100	200—250	126 (417)

Для порівняння. Середнє річне число техногенних надзвичайних ситуацій на більшості територій Росії протягом 1990 — 1993 р. не перевищує 6,3 — 12,5 чоловік на 1 млн. міського населення. По Україні середнє значення за 1999 рік склало 16,4 чоловік. Кращі показники Росії пояснюються двома чинниками: більш здоровий стан держави і суспільства й активне впровадження механізмів попередження НС шляхом розрахунків ризиків, у тому числі комплексних ризиків від усіх чинників для населення конкретних територій.

Висновки

1. Незважаючи на певну стабілізацію стану безпеки життєдіяльності населення України у **1997 — 2001** році, небезпека виникнення випадків та інцидентів на виробництві і в побуті, аварій та катастроф, надзвичайних ситуацій соціально-природного характеру продовжує залишатися досить високою.

2. Основними безпосередніми причинами виникнення НС в Україні є:

- високе техногенне навантаження на соціоекосистеми (території);
- значна моральна та фізична зношеність основних виробничих фондів більшості підприємств України;
- погіршення матеріально-технічного забезпечення, зниження виробничої і технологічної дисципліни;
- незадовільний стан збереження, утилізації та захоронення високотоксичних та побутових відходів;
- ігнорування стандартів, технологічних вимог, регламентів;
- низька професійна підготовка персоналу та населення до дій в екстремальних умовах;
- незадовільна підготовка та зростання дефіциту кваліфікованих кадрів;
- низький рівень застосування прогресивних ресурсо- та енергозберігаючих технологій та інше.

3. Кореневими причинами стають: недостатня увага керівників органів державного управління до проведення комплексу заходів, спрямованих на попередження надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, впровадження сучасних наукових технологій управління небезпечними процесами, в першу чергу, методології системного аналізу та управління ризиками.

4. Як підсумок попередніх розділів наведемо загальний алгоритм ідентифікації джерел і типів небезпек в умовах виробничої або побутової діяльності. Тобто, використовуючи знання про можливі типові небезпечні ситуації, логічну залежність між типовими ознаками небезпек та можливостями виникнення небезпечної ситуації, нормування шкідливих і небезпечних чинників, залежність сили дії екологічного чинника від ГДК та ГДР а також закономірність реакції живої речовини на силу дії екологічного чинника, потрібно дотримуватися наступних дій:

а) Звернути увагу на ознаки чинників, що мають відміни від звичних (типових).

б) Встановити тип потенційної небезпеки.

с) Встановити джерела потенційної небезпеки.

д) Встановити шкідливі та небезпечні чинники.

е) В разі неможливості самотійно встановити типи та джерела потенційних небезпек звернутися за консультаційною допомогою.

Питання до семінарських занять

1. *Кореляція стану безпеки з індексом людського розвитку.*

2. *Загальний стан безпеки життєдіяльності в Україні.*

3. *Основні безпосередні причини виникнення НС в Україні.*

4. *Кореневі причини НС в Україні.*

5. *Роль аварійно-рятувальних формувань цивільного захисту у ліквідації аварій та катастроф.*

6. *Порівняйте рівні безпеки населення України і розвинутих країн.*

6. АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОРУШЕННЯ

Розслідування порушень в роботі ПНО повинно проводитись комісією, що створюється керівними органами по експлуатації об'єкту відразу після порушення. Порушенням признається будь-яке відхилення від умов нормальної експлуатації, що призвело або створило умови виникнення аварії. Короткий опис розслідування приводиться на основі чинної методики розслідування порушень в роботі атомних станцій [24], оскільки вона є найбільш досконалою. Розслідування порушень в роботі інших ПНО проводиться аналогічно.

Розслідування та облік порушень в роботі ПНО (атомних станцій) призначено для встановлення:

- категорій порушень в роботі ПНО (АС);
- визначення безпосередніх і кореневих причин аномальних подій, що призвели до порушень;
- оцінки з точки зору безпеки;
- розробки коригуючих заходів для ліквідації наслідків порушень і запобігання їх повторенню, підвищення безпеки і на дійності ПНО.

При цьому наводяться результати аналізу усіх безпосередніх і відповідних їм кореневих причин кожної аномальної події, які мали місце у ході порушення. Перелік усіх аномальних подій, що виникли у ході порушення, наводиться у таблиці з додержанням хронологічної послідовності в такій формі: порядковий номер аномальної події, час її виникнення, опис події: характер події ("відмова обладнання", або "недолік процедури" (експлуатаційної, ремонтної) або "помилка персоналу" (оперативного, ремонтного, адміністративного).

6.1. Логічна послідовність подій ("логічне дерево подій")

Логічна послідовність подій відтворюється з метою точного встановлення причин порушення або аварії, що є важливим при експлуатації ПНО. Стосовно АЕС на міжнародному рівні існують угоди, згідно яких до з'ясування причин порушення припиняється експлуатація енергоблоку, на якому сталося порушення. У випадку аварії експлуатація взагалі припиняється до виконання коригуючих заходів, які повинні бути виконані для того, щоб аварія не повторилася при подальшій експлуатації. Про всі випадки аварій та їх причини керівництво ПНО (АЕС) повинно повідомляти в міжнародні організації, зокрема МАГАТЕ. Складання логічної послідовності подій (побудова "логічного дерева подій"⁴), визначення характеру подій проводиться у відповідності з чинною методикою аналізу порушень в роботі ПНО (АС), яка повинна бути на кожному об'єкті. Зазначаються проведені перевірки роботи систем, обладнання, схем і т. п., а також дії персоналу для з'ясування причин аномальних подій. Наводяться відомості про аналогічні порушення, які мали місце раніше на даному об'єкті (АС), з зазначенням його номера, дати порушення, номера звіту про розслідування порушень.

6.1.1. Опис послідовності подій в ході порушення

Хронологічний (із зазначенням часу) опис послідовності подій в ході порушення повинен містити:

- зміну параметрів і режимів експлуатації об'єкту (енергоблоку), систем і обладнання;
- спрацювання блокувань і захистів;
- автоматичне або ручне спрацювання систем безпеки та іншого обладнання, важливого для безпеки;
- дії персоналу, в ході порушення (як правильні, так і неправильні);
- відмови систем і обладнання;

—наслідки цих відмов.

До опису порушення додаються графіки і діаграми, що ілюструють динаміку зміни основних і інших важливих для аналізу даного порушення параметрів. На графіках і діаграмах повинні бути відмічені точки відліку подій, моменти спрацювання (або не спрацювання) захистів і блокувань.

Опис порушення має бути завершено на етапі, коли об'єкт (енергоблок) стабілізовано на будь-якому рівні потужності, зупинено, виведено у ремонт, або виведено з експлуатації. Опис порушення в системах безпеки наводиться до введення каналу системи безпеки в режим очікування. Опис порушень за категоріями пошкодження обладнання наводиться до введення обладнання в експлуатацію після відмови або зняття з експлуатації.

Для аномальних подій встановлюються типи дефектів, або помилок персоналу, відповідно до словника кодів. Словник кодів встановлює всі можливі типи дефектів та помилок персоналу. Встановлюють також відповідно до чинної методики супутні чинники та дефекти або помилки персоналу, які відбулися під час аномальної події, але не призвели до подальшого розвитку аномальної події. Типи дефектів (типи помилок персоналу) і супутні чинники заносяться до таблиці звіту про порушення.

6.1.2. Причини аномальних подій і заходи по їх усуненню

Для кожної аномальної події повинні бути визначені безпосередні і кореневі причини.

Безпосередня причина — це явище, процес, подія або стан, що обумовили порушення нормального проходження технологічного процесу.

Коренева причина — це обставина, що створила умови для наявності або прояву безпосередньої причини.

Безпосередні і кореневі причини кожної аномальної події наводяться в тій послідовності, у якій дано перелік цих подій, із зазначенням причини згідно методики. Визначення безпосередніх і корневих причин для кожної аномальної події проводиться з урахуванням рекомендацій по класифікації причин, наведених у методиці. По кожній безпосередній і кореневій причині аномальної події в ході даного порушення, а також по кожному виявленому в процесі розслідування додатковому недоліку повинні бути передбачені відповідні коригуючі заходи.

Коригуючі заходи, що розробляються комісією по розслідуванню порушення в роботі об'єкта (АС), підрозділяються на два типи:

- які підлягають виконанню;
- рекомендовані для виконання.

Обидва ці типи мають однакову структуру за певними галузями діяльності.

До коригуючих заходів, які підлягають виконанню, відносяться заходи, спрямовані на відновлення працездатності об'єкта (АС), запобігання виникнення аналогічних або інших порушень в майбутньому, прийняття і виконання яких знаходяться в компетенції керівництва об'єкта або комісії по розслідуванню, а також заходи, направлені на безумовне виконання вимог нормативно-технічних документів.

До корегуючих заходів, рекомендованих до виконання, відносяться заходи, які можуть бути виконані за рішенням експлуатуючої організації, підприємствами або організаціями, що

ведуть конструювання, проектування, виготовлення, монтаж, наладку, ремонт, розробку нормативно-технічної та іншої документації, або за згодою з цими організаціями, а також заходи, які вимагають проведення додаткових досліджень.

По кожному заходу обов'язково вказується найменування підрозділів, підприємств, організацій-виконавців (або рекомендованих виконавців) і строк виконання заходів (або рекомендований строк виконання). Запис безпосередніх і кореневих причин аномальних подій і коригуючих заходів по їх усуненню наводиться в таблиці звіту про розслідування порушення.

Примітка. Якщо за однією подією визначено декілька причин, запис у звіті наводиться окремо по кожній причині. Опис причин і коригуючих заходів повинен бути конкретним. В разі, якщо коригуючий захід є заходом загального характеру, то його опис наводиться одразу під таблицею.

Кожна аномальна подія аналізується інженерами — експертами. При цьому з'ясовуються **безпосередні і кореневі** причини аномальних подій і розробляються **коригуючі заходи**. Приклад розслідування, безпосередніх і кореневих причин приводиться в посібнику [9], де описані події, що відбувалися на АЕС, одна з яких наведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Безпосередні і кореневі причини подій

<i>Аномальна подія №18 (відмова</i>	<i>Безпосередня причина:</i>	<i>Коригуючі заходи:</i>
Спрацювала пожежна сигналізація в приміщеннях реакторного цеху: ГА-315,	Погіршення ізоляції в електричних ланцюгах автоматики через запарювання і підвищення температури в	Розробити і реалізувати заходи, щодо виключення помилкового спрацьовування пожежної автоматики.

6.1.3. Оцінка порушення з точки зору безпеки

У звіті про порушення обов'язково наводяться результати оцінки важливості з точки зору безпеки аномальних подій, що мали місце у ході порушення, і порушення в цілому (чи можна класифікувати аномальні події або порушення як вихідні події аварії). Наводиться інформація про реальні і потенційні наслідки для безпечної експлуатації об'єкта (АС), які мали місце або могли мати місце у разі додаткової відмови або помилки персоналу.

6.2. Готовність ПНО на випадок аварії

Існують міжнародні керівні документи, а також закони у кожній країні, що ставлять за обов'язок керівництву ПНО (АЕС) розробляти інструкції з *ліквідації аварій*. Ця інструкція охоплює ті обов'язкові аспекти планування на випадок аварійної обстановки, які необхідно враховувати підприємству (ліцензіатові). Існують також міжнародні і національні керівні документи, такі як документ МАГАТЕ "Готовность государственных органов на случай аварий"⁵, у яких розглядаються аварійні заходи, які повинні здійснюватися державними органами. У них містяться докладні технічні настанови і рекомендації з планування заходів на випадок аварійної обстановки, що повинні враховуватися відповідними органами, які відповідають за розробку і вживання аварійних заходів за межами території ПНО (АЕС).

У відношенні планування на випадок аварійної обстановки у даному керівництві обов'язково містяться наступні положення:

загальний план аварійних заходів (необхідно скласти до початку експлуатації) для забезпечення ефективної координації дій підприємства на території зі усіма іншими аварійними заходами, що можуть знадобитися у випадку виникнення аварії, що веде чи може

привести до значного викиду шкідливих або забруднюючих (радіоактивних) речовин за межі території;

за основу загального плану аварійних заходів варто брати план аварійних заходів, що складається підприємством на випадок аварій. При розробці такого плану варто здійснювати тісну взаємодію з усіма урядовими і регіональними (місцевими) компетентними органами, що відповідають за прийняття заходів з безпеки населення та територій.

Таким чином, можливо зробити висновок, що в роботі ПНО не повинно бути не передбачених ситуацій, навіть на випадок аварій мають бути розписані дії персоналу, керівництва та органів місцевої влади щодо забезпечення безпеки населення та територій.

Питання до семінарських занять

- 1.Хто проводить розслідування порушень у роботі ГІНО?*
- 2.Мета проведення розслідування.*
- 3.Як складається логічна послідовність подій аварії ("дерево подій")?*
- 4.Як описується послідовність подій у ході порушення?*
- 5.Причини аномальних подій і заходи по їх усуненню.*
- Оцінка порушень з точки зору безпеки.*

7. РИЗИК ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ

7.1. Аналіз ризику — найважливіша складова процесу управління безпекою

Формування фахівця ХХІ століття вимагає глибоких знань методології аналізу ризику складних систем "людина-техніка-середовище", як сучасного інструментарію управління безпекою. Науковий кругозір майбутнього фахівця як базис безпеки, знання методологій управління ризиком формується в установах вищої освіти. Фахова освіта є необхідною умовою профілактики, запобігання, попередження надзвичайних ситуацій. Передові суспільства наполегливо ведуть пошуки найкращих методів аналізу і управління ризиком соціально-екологічних систем. Найбільш поширеними є управління ризиком техногенних систем. Уже більше 20 років у розвинених країнах при прийнятті рішень використовуються різні методи розрахунку ризику. Створено міжнародну інформаційну мережу по обміну даними по аналізу ризиками, випускаються щомісячні журнали, з інформацією про ризик — орієнтовані методи розрахунків [25]. Насамперед це стосується потенційно небезпечних об'єктів. Існує багато програм (розрахункових кодів, чи просто кодів) з розрахунку ризиків. Один з найпоширеніших — код ІККА8, описаний у навчальному посібнику для спеціальності "атомна енергетика"[9]. Необхідність застосування ризик орієнтованого підходу у питаннях безпеки розуміють і найбільш передові вчені й інженери-практики інших галузей знань і промислового виробництва. Так, у проблемній роботі [26], поставлені основні задачі по впровадженню ризик орієнтованого підходу:

— Створення реальних наукових основ забезпечення техногенної безпеки, безпеки складних технічних систем, людей і навколишнього середовища;

— Розробка методів оцінки небезпеки промислових об'єктів;

—Розробка наукових основ концепції прийнятного ризику щодо умов функціонування національної економіки.

У загальноприйнятих поняттях ризик розглядається, як **деякий потенційний збиток,, що може відбутися внаслідок тієї чи іншої небажаної події**. Інакше кажучи, ризик розмірна величина, що залежить від імовірності негативної (небажаної) події і розмірів її наслідків. Найбільш просто ризик можна вимірювати тією ж величиною, що і небезпечний чинник небажаної події. Наприклад, для персоналу АЕС і населення, що проживає на прилеглій території, небезпечним чинником буде радіаційний вплив (опромінення), а одиницею його виміру — зиверт. Загальним виміром величини ризику (як збитку) для всіх небажаних подій, служать гроші — прямі, безпосередні втрати або втрати на усунення негативних наслідків небажаної події.

Основу концепції ризик орієнтованого підходу в питаннях управління безпекою (і не тільки, а у будь-якому випадку управління) складає порівняння поточного ризику з припустимим, а методологією ризик орієнтованого підходу служить ІАБ^е. Результати ІАБ можуть бути використані для визначення значимості різних чинників, що роблять внесок в аварію, або для висновку щодо ризиків, що створюють ПНО. В останньому випадку загально прийнято, щоб рішення про прийнятність ризику базувалися на таких трьох принципах:

— Існують рівні ризику для окремих осіб чи суспільства в цілому в зв'язку з використанням технологій, які не слід допус кати безвідносно до їх корисності. Такі рівні часто називають межами прийнятності.

—Навіть при ризику менше зазначеного рівня, безпека не може вважатися абсолютною і знання про те, як її поліпшити, ніколи не можна вважати повними. Відповідні дії включають постійне прагнення до зниження ризику за умови, що зусилля по досягненню цих поліпшень не є необґрунтовано високими.

—На рівнях, істотно більш низьких у порівнянні з межею прийнятності, ризик настільки низький, що його варто вважати зневажливо малим для того, щоб уникнути непотрібних витрат ресурсів, що відволікають увагу від істотних проблем безпеки, які можуть привести до більшого ризику іншого типу. Такий відповідно низький рівень іноді називають мінімальною межею.

Реалізація цих принципів вимагає формулювання цілей безпеки, що базуються на відповідних визначеннях ризику, що забезпечують практичність порівняння реальних рівнів ризику з цілями, його значимість і наочність. Як приклад необхідності застосування розрахунків ІАБ, у [35] приводиться посилання на проект Чорнобильської станції до аварії в 1986 році. Цей проект допускав виникнення мимовільного перехідного процесу з руйнуванням усіх бар'єрів унаслідок неправильного функціонування однієї системи, а саме системи управління реактивністю. Таким чином, якби імовірнісні оцінки були зроблені, то розрахована імовірність важких наслідків залежала б майже винятково від таких величин, як відмова з загальної причини системи управління чи людська помилка, тобто аварія в такому вигляді не могла б відбутися, завдяки завчасно прийнятим заходам.

7.1.1 .Загальноприйняті визначення

Ризик визначається добутком імовірності виникнення можливого збитку на очікуваний розмір збитку.

Безпека являє собою прийнятний рівень ризику щодо вигод, отриманих з діяльності (активності) об'єкта, що піддається ризику.

Імовірність. Існують дві загальні інтерпретації імовірності:

Частотна імовірність (відносна частота чи емпіричний підхід) коли імовірність випадку (події A) визначена формулою:

$$P(A) = \lim(X/n),$$

де X — число випадків (подій " A "), що відбулися з числа " n " повторених іспитів. Для фіксованого " n ", величина $P(A)$ — відносна частотна поява випадку

(події) "А". Отже, збільшення числа іспитів "n" поліпшує оцінку імовірності $P(A)$.

Суб'єктивний підхід (підхід "ступеню переконання") визначає імовірність $P(A)$ як величину невизначеності ступеню переконання, що кожен "Суб'єкт" має відносно випадку (події) "А". Наприклад, на підставі знання симетрії для монети, що підкидається, можна припустити що, імовірність випадання решки (верхньої частини) при підкиданні — 0,5. Суб'єктивний метод вимагає, щоб імовірність була призначена способом, що погодиться з переконанням (рос. согласующимся способом).

Надійність⁷ (КеліаБШіу) — К-Імовірність того, що система спрацює задовільно (тобто безпечно) за відповідний (визначений) період часу (24 години, чи кількість циклів) та у встановлених умовах роботи.

Потенційно небезпечний об'єкт — об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії;

Випадковою величиною називається величина, що характеризується упорядкованим набором

$$X = (X_1, X_2, \dots), \quad (7.2)$$

дійсних чисел (значень) $X_1, X_2, \dots$, що дає значення багатомірної випадкової величини $x = (x_1, x_2, \dots)$. Кожна з дійсних величин $x_1, x_2, \dots$ сама є випадковою величиною.

Випадковий процес є випадкова функція $x(i)$ від незалежної змінної i . Кожен іспит дає визначену функцію $X(i)$, що називається *реалізацією* процесу чи вибірковою функцією. Випадковий процес можна розглядати або як сукупність реалізацій процесу $X(i)$, або як сукупність випадкових величин, що залежать від параметру i .

Невизначеність випадкової величини характеризує розсіювання значень випадкової величини, що спостерігаються навколо її середнього значення. Для нормального симетричного розподілу випадкової величини розсіювання описується дисперсією $O(y)$ та стандартним відхиленням a . Невизначеність значень пов'язана з природою процесу, що досліджується, дозволяє судити про статистичні закономірності процесу та не пов'язана з помилками вимірів.

Довірчий інтервал — характеристика невизначеності чи недосконалості в описі випадкових величин, що базується на даному емпіричному матеріалі. У межах довірчого інтервалу з заданою *довірчою імовірністю* можна знайти значення величини, що досліджується.

Довірча імовірність P відповідає довірчому інтервалу випадкової величини X :

$X_{p1} < X < X_{p2}$, що обчислюється відповідно до співвідношення

$$P(X_{p1} < X < X_{p2}) = P(p1 < i_X = P_2 - P_1,$$

де — P_1 та P_2 відповідають квантилям $P(X < X_{p12}) = P_2$.

7.1.2. Невідповідності вітчизняної практики світовим стандартам

Приведені вище поняття відповідають стандартам США та не повністю узгоджуються з вітчизняною практикою. Багато навчальних посібників, стандарти та навіть Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" ототожнюють ризик з імовірністю небажаної події. Так, у законі приведені такі визначення:

— "ризик — ступінь імовірності визначеної негативної події, що може відбутися у визначений час при визначених обставинах на території об'єкта підвищеної небезпеки та/чи за його межами;

— прийнятний ризик — ризик, що не перевищує на території об'єкту підвищеної небезпеки та/чи за його межами граничне припустимого рівня;

— управління ризиком — процес прийняття рішень та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику."

Загальноприйняте визначення, на відміну від приведеного, більш відповідає навіть звичайному, побутовому розумінню ризику. Часто на питання "Чим ви ризикуєте?", ми відповідаємо: "Ризикуємо сотнею гривень" Тобто результат своїх дій чи бездіяльності ми можемо оцінити грошовим еквівалентом.

У ДСТУ [76] ризик також визначається як імовірність небажаної події, але вже з урахуванням наслідків. Тільки при цьому не ясно, як враховувати наслідки. Викладене дає підстави для висновку про неправильне визначення у вітчизняній практиці ризику (точніше, початкових спробах), управління ризиком. *Ризик необхідно визначати як добуток імовірності небажаної (негативної) події на збиток, що вона може принести.* Виходячи з того, що імовірність величина безрозмірна, одиниця виміру ризику і потенційного збитку повинна бути однієї і тією ж.

7.2. Оцінка ризику в атомній енергетиці

7.2.1. Загальні відомості

Як будь-який інший великий промисловий комплекс, АЕС є джерелом ризику для навколишнього середовища. Ризик цей пов'язаний в основному з виробництвом, утриманням і збереженням радіоактивних речовин. Для того щоб ризик був прийнятним, приймаються різні заходи на всіх етапах життєвого циклу АЕС, починаючи з розробки і закінчуючи її демонтажем та утилізацією всіх радіоактивних відходів.

Загальний підхід до безпеки заснований на такому принципі: чим більше імовірність небажаної події, тим менш значними повинні бути її наслідки. Наведене вище визначення ризику як добутку імовірності виникнення можливого збитку на очікуваний об'єм збитку, відрізняється від приведеного в нормативній документації по обмеженнях опромінення [44]: "Ризик кількісна міра (імовірність) зробити шкоду (збиток) внаслідок певних подій, у тому числі внаслідок опромінення. Визначається кількістю випадків на кількість

населення". Розуміння розходжень визначень у даному випадку полягає в наявності двох визначень імовірності, що приведені вище. Ще можна сказати, що обидва визначення презентують різні точки зору на одне і теж поняття.

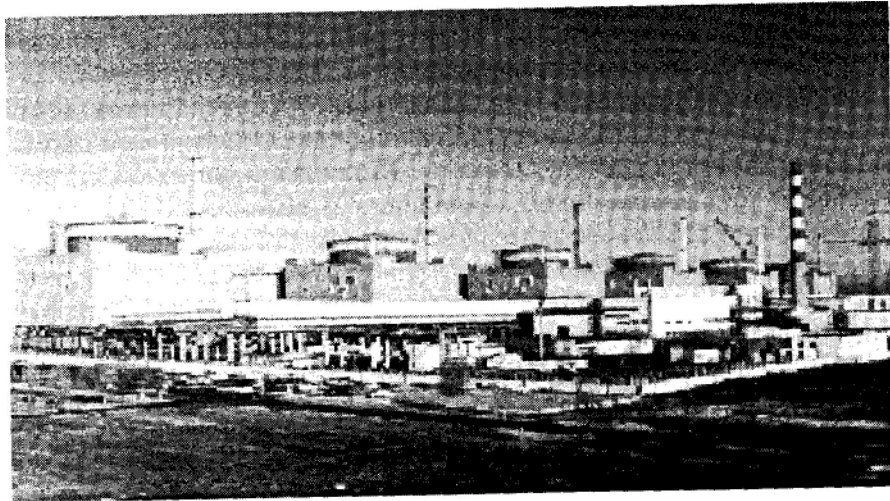


Рис. 7.1. Запорізька АЕС — найбільш потужна в Європі.

Переважна більшість технічних процесів, а також багато природних явищ завдають шкоди безпеці (забруднення навколишнього середовища, шкода здоров'ю людей тощо).

Мірою ризику в суспільстві при значенні ризику рівному одиниці ($K = 1$) стає ціна життя людини. Так події, у результаті яких один нещасний випадок із смертельним результатом відбувається на один мільйон людей, звичайно не помічаються в суспільстві (імовірність виникнення ДО = 10^{-6}), а події, які мають частоту летального результату ДО - 10^{-1} розцінюються як нещасні випадки.

Граничний ризик, ще прийнятний для суспільства, може бути відображений за допомогою лінії прийнятності на діаграмі "імовірність — наслідки" (рис. 7.2).

Діаграма "імовірність — наслідок" на рис. 7.2 представлена для згаданого приклади з атомною енергетикою, де ризик оцінюється індивідуальною поглиненою дозою опромінення, а ризик у залежності від імовірності може бути представлений діаграмою Фармера. Як бачимо, припустимий і неприпустимий ризик знаходяться по різні сторони кривої.

Крива зображує граничний припустимий ризик при різних імовірностях небажаних наслідків, тобто представляє ту припустиму величину, що може дозволити держава і суспільство по стану своєї економіки. Математично крива являє собою гіперболу: $P \cdot B = \text{const}$ ⁸. Асимптотами гіперболи на ділянці, що розглядається, будуть: уздовж осі імовірності (абсцис) припустимий рівень опромінення при нормальних умовах експлуатації, а уздовж вертикальної осі (ординат) ті маленькі імовірності, які немає рації враховувати у зв'язку з їх малістю, чи внаслідок великої вартості заходів щодо захисту від тих можливих дуже рідких подій, що можуть привести до таких наслідків (опромінення).

НАСЛІДКИ

(дозова межа опромінення, Зв/рік)

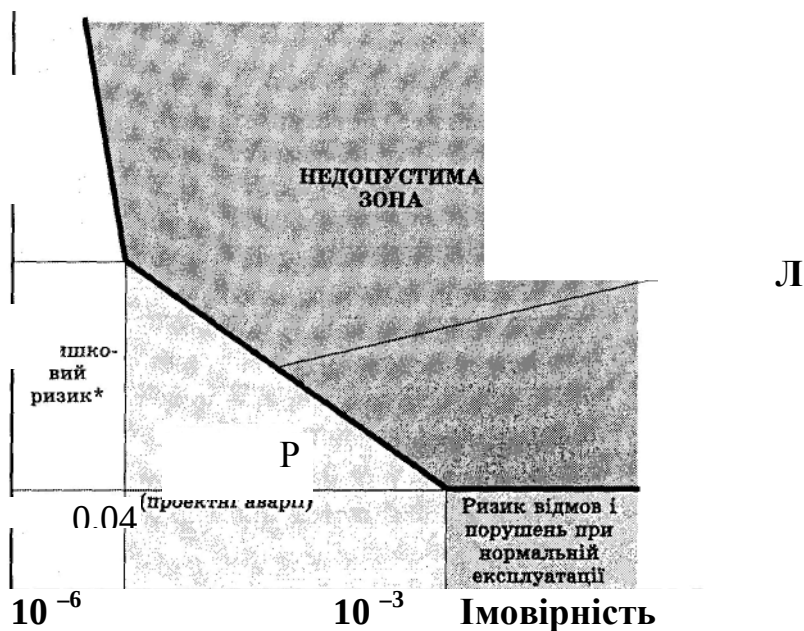


Рис. 7.2. Діаграма "імовірність — наслідки" для негативного чинника "опромінення"

При нормальній експлуатації опромінення 0,04 Зв. допускається з імовірністю $P_0 = 10^{-3}$. Така доза в дуже рідких випадках, з частотою не більш 10^3 приводить до фатальних наслідків. Таким чином, загальний припустимий ризик встановлюється нормативним документом на рівні не більше 10^{-6} . Для порівняння в таблиці 7.1 приведені дані по найбільших ризиках на території

України в останні роки від інших небезпечних чинників. Більш докладні дані можна знайти в роботі професора А.Б. Качинського [29].

Таблиця 7.1. Найбільші ризики в Україні від різних небезпечних чинників

Роки	Фоновий ризик смертності							
	Чисельність населення	Від усіх причин	На транспорті	Випадкові отруєння	Суїциди	Потоплення	Вбивства	На виробництві
1998	50048069	$1,40 \cdot 10^{-3} 69912$	$1,40 \cdot 10^{-4} 6996$	$2,51 \cdot 10^{-4} 12585$	$2,97 \cdot 10^{-4} 14860$	$1,03 \cdot 10^{-4} 4523$	$1,22 \cdot 10^{-4} 6109$	$3,01 \cdot 10^{-5} 1504$
1999	49653500	$1,43 \cdot 10^{-3} 71239$	$1,34 \cdot 10^{-4} 6674$	$2,60 \cdot 10^{-4} 12901$	$2,91 \cdot 10^{-4} 14452$	$1,05 \cdot 10^{-4} 5192$	$1,26 \cdot 10^{-4} 6260$	$2,66 \cdot 10^{-5} 1321$

Отже, лінія прийнятності, як це впливає з аналізу діаграми, відбиває сформоване в даний час у суспільстві поняття **припустимого** ризику, на основі частот природних і техногенних подій.

Дещо забігаючи вперед, приведемо формулу для обчислення величини ризику аварії на АЕС. Ризик H_{mi} в результаті аварії виду i , викликаной подією виду m (наприклад, розривом трубопроводу з теплоносієм першого контуру), стосовно до реакторної установки може бути спрощено представлений співвідношенням:

$$R_{m,i} = F_{m,i} \cdot D_{(m,i)}, \quad (7.3)$$

де:

$R_{m,i}$ — середня щорічна кількість (частота) аварій виду i , що мали місце на реакторі через те, що відбулася подія виду m ;

C_{mi} — активність радіоактивних матеріалів, Бк, що вийшли в атмосферу з захисної оболонки реактора під час аварії виду i , ініційованої подією виду m ;

D — небезпека, що виникає в результаті витоку радіоактивних продуктів в атмосферу, що залежить від ряду інших параметрів навколишнього середовища, таких, як атмосферні умови, коефіцієнти переносу радіоактивних продуктів, розподілу щільності населення і т.д.

Визначення величин P_{mi} , Σ , C_{mi} , і, у підсумку, величини, E і складає основну задачу ІАБ.

Якщо ризик $R > 1 \cdot 10^{-3}$, то відповідно до рекомендацій Всесвітньої Організації Охорони здоров'я (ВООЗ), необхідно вживати заходи по забезпеченню безпеки.

Законодавство багатьох країн, їх нормативно-правова база щодо експлуатації атомних станцій встановлюють значення частот подій з летальним результатом у межах $1 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-6}$ подій у рік на один реактор. Відповідно до норм радіаційної безпеки України [44] при визначенні величини ризику оперують такими поняттями як залишковий ризик, прийнятний ризик і верхня межа індивідуального ризику. Рівень залишкового ризику приймається на рівні $1 \cdot 10^{-6}$ за рік, величина прийнятного ризику для персоналу приймається на рівні $1 \cdot 10^{-4}$ за рік, а для населення — $1 \cdot 10^{-5}$ за рік, верхня межа індивідуального ризику для опромінення осіб з персоналу приймається на рівні $1 \cdot 10^{-3}$ за рік, а для населення — $5 \cdot 10^{-5}$ за рік.

Економічний збиток не нормується законодавством, оскільки цілком зрозуміле бажання звести його до мінімуму. Іноді, для оцінки ефективності коригуючих заходів, застосовується вартісна оцінка витрат у розрахунку на ризик збільшення викиду радіоактивних речовин.

7.2.2. Алгоритм розрахунку ризику від АЕС

Як правило, якісна оцінка ризиків і кількісна оцінка ризиків виконуються за допомогою готових комп'ютерних програм — імовірнісних кодів, що розроблені для проведення імовірнісного аналізу безпеки (ІЛБ). Найбільш

розповсюдженими з них є коди з використанням моделей *дерев подій (ДП)* і *дерев відмов (ДВ)*, зокрема ІККА8.

Коротко опишемо головні кроки процесу ІАБ (РКА — РгоБаЬШу КізЬ Аззеззтепі — імовірнісний аналіз безпеки (ризик)), що виконується за допомогою коду ІККА8 для АЕС. Перший розрахунок, який виконується — це розрахунок частоти ушкодження активної зони реакторної установки, або ІАБ 1 рівня.

Тобто результатом ІАБ-1 є частота станів з ушкодженням активної зони реакторної установки при розглянутих вихідних подіях. У повному об'ємі імовірнісного аналізу безпеки повинні розглядатися усі вихідні події, що передбачаються проектом.

При цьому відбувається:

- ідентифікація аварійних послідовностей і визначення їхньої частоти;
- ідентифікація домінуючих елементів в аварійних послідовностях;
- класифікація аварійних послідовностей у стані ушкодження станції.

Дерева подій — це логічні представлення значних реакцій атомної станції, як складної технічної системи, на ініціюючі (вихідні) події. При цьому:

- результатом кожної послідовності може бути чи безпечний результат (кінцевий стан) — ОК, наприклад, безпечна зупинка РУ, чи аварійний результат — ушкодження зони — **CD** ;

- дерева подій відображають залежність систем і функцій безпеки для конкретних вихідних подій;

- дерева подій забезпечують повне простеження (перегляд) аварійних послідовностей.

Дерева подій, відображуючи шлях розвитку аварії, виконують наступні функції:

- визначають аварійні послідовності;
- визначають істотні функції безпеки системи;

—визначають кількість послідовностей, що враховуються. Приклад дерева подій для аварійної ситуації на реакторі приведено на рис. 7.3.

Дерева відмов — логічні представлення ймовірних відмов системи, що можуть відбуватися і приводити до небажаної події. При цьому:

- небажана подія представлена на вершині дерева відмов.
- схеми дерева відмов точно визначають логічні комбінації базисних подій, що приводять до максимальної відмови — верхньої події.

- IRRAS на основі дерева відмов проводить аналіз системи, визначає мінімальні перетини системи й імовірність відмови системи.

- дерева відмов можуть використовуватися, щоб ідентифікувати "слабкості" системи.

- дерева відмов можуть допомагати розпізнавати взаємозв'язки між подіями і відмовами.

Дерева відмов складаються з базисних подій, з'єднаних логічними елементами, де:

- логічні елементи представляють булеву операцію (наприклад, з'єднання, перетинання) базисних подій.

- базисні події представляють ушкодження (дефект) — такий як відмова устаткування, людська помилка, несприятлива умова тощо.

Приклади дерева відмов приведені на рис. 7.13, 7.16 — 7.18. Кроки кількісної оцінки аварійних послідовностей:

—Зв'язування моделей дерев відмов і послідовностей дерева подій.

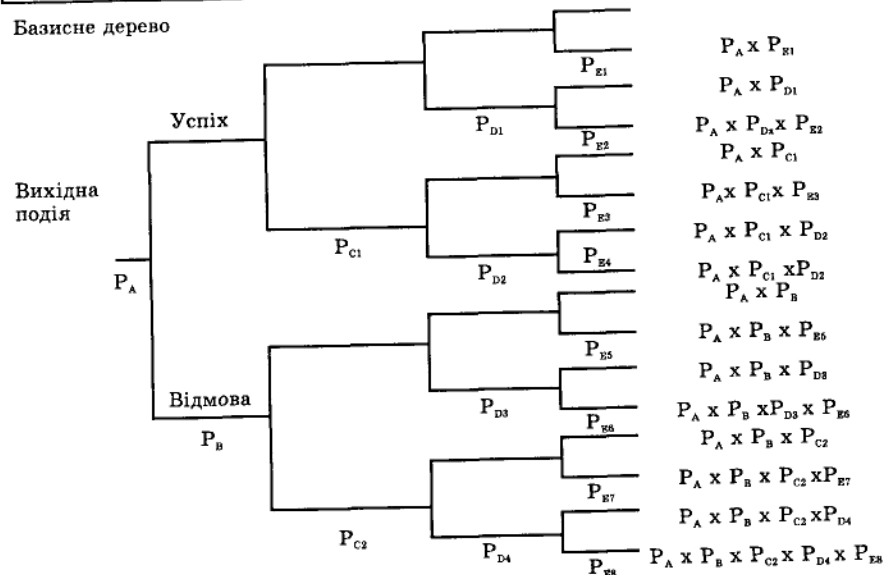
—Визначення набору мінімальних перетинів для кожної аварійної послідовності.

—Кількісна оцінка мінімальних перетинів аварійних послідовностей з даними.

Додавання дій відновлення систем оператором і відмов із загальної причини (якщо немає вже у дереві відмов і моделях логіки дерева подій).

Розрив трубопроводу	Електричне живлення	Система аварійного охолодження активної зони реактора	Видалення (локалізація) продуктів ділення ядерного палива	Цілісність гермооболонки	Значення імовірності (кінцевий стан)
A	B			E	PA

Базисне дерево



Зменшене дерево

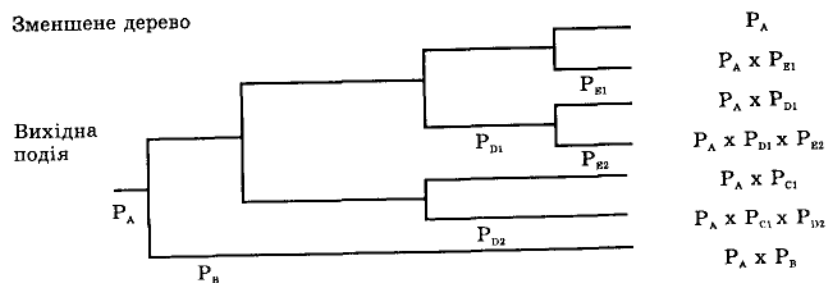


Рис. 7.3. Дерево подій для аварії "Велика течя (розрахунок імовірності кінцевих станів

—Визначення домінуючих аварійних послідовностей.

—Розбивка послідовностей аварій у відповідні стани ушкодження станції.

—Виконання аналізів чутливості, значимості і невизначеності для аварійних послідовностей.

Мета імовірнісних аналізів безпеки, як бачимо, полягає в забезпеченні гармонійності концепції безпеки, квантифікуванні ризику, у тому числі

залишкового ризику на всіх етапах життєвого циклу АС і розвиток концепції безпеки.

Крім описаного ІАБ-1, в об'єм імовірнісних аналізів безпеки АС можуть входити розрахунки інших рівнів:

- ІАБ-2

- ІАБ-3,

а також ІАБ-0, і "ІЛУПЕ Р8А" — "живий ІАБ".

ІАБ-2 — визначає кількість продуктів радіоактивного розпаду, що викидаються, при ушкодженні чи руйнуванні активної зони ядерної установки, ізотопний склад продуктів розпаду — розмір викидів, і оцінку імовірностей чи частот таких подій тобто ІАБ-2 розглядає запроектні аварії.

Перелік вихідних подій для виконання ІАБ-2 виходить при класифікації станів з ушкодженням джерел радіоактивності (реакторна установка й інш. джерела) при виконанні ІАБ-1.

ІАБ-3 — містить аналіз розповсюдження радіоактивних речовин при запроектній аварії — руйнуванні чи ушкодженні активної зони (чи інших джерел радіоактивності на АС), у залежності від метеорологічних, кліматичних, гідрографічних і інш. умов протікання запроектної аварії. Результати ІАБ-3 використовуються для розробки плану заходів щодо захисту населення при важких аваріях.

"Living PSA" — "живий ІАБ" — періодично поновлюваний імовірнісний аналіз безпеки АС. У розрахунках враховуються всі зміни, що проведені на блоці під час ремонтів і технічного обслуговування. Використовується для оцінки проведених заходів щодо безпеки. Може використовуватися для надання допомоги оператору в оцінці подій, що відбуваються на блоці АС і прийняття правильних (оптимальних) рішень управління при різних модернізаціях. Очевидно, що для таких розрахунків також повинні бути заготовлені заздалегідь усі вихідні дані і математичні (імовірнісні) моделі розв'язуваних задач.

Методологія проведення імовірнісного аналізу безпеки 1—3 рівнів, а також взаємозв'язок на кожному рівні задач приведена в [9].

На завершення, слід зазначити, що об'єм і зміст ІАБ залежить від поставлених задач і цілей аналізу, а доцільність включення різних задач в об'єм імовірнісних аналізів безпеки АЕС рівнів ІЛБ-2, ІЛБ-3 постійно уточнюється.

7.2.3. Результати оцінки безпеки АЕС України

Як показано вище, небезпека АЕС у свідомості людини асоціюється з впливом опромінення на здоров'я при *аваріях і інцидентах* і якихось *викидах радіоактивності* при стабільній роботі. Обидва ці показники в цілому характеризують безпеку АЕС. Розглянемо порівняльні характеристики обох чинників для українських АЕС.

Кожна АЕС по чинному законодавству, як і будь-який потенційно небезпечний об'єкт, зобов'язана періодично надавати звіти про безпеку, де має бути доведено, що ризик великої аварії з руйнуванням реакторної установки (активної зони) не перевищує допустимих значень. Ризик розуміють як добуток імовірності небезпечної події на його наслідки. Не торкаючись наслідків, тому що методи розрахунку дуже складні, міжнародним законодавством нормуються також імовірності аварій. Фактично, безпека АЕС оцінюється імовірністю ушкодження РУ при різних небезпечних зовнішніх і внутрішніх впливах, таких як падіння літака на РУ, землетрус, неспрацьовування захистів, втрата управління через знеструмлення, пожежі, течі і т.д. Звичайно розглядають до 50 небезпечних чинників (вихідних подій) на різних режимах роботи РУ. Розрахунки імовірнісного аналізу безпеки проведені для АЕС в усьому світі, і нещодавно виконані і для АЕС України. Чи виділяються наші АЕС серед приблизно 500 реакторів на Землі?

В таблиці 7.2 приведені характерні результати розрахунків для деяких АЕС різних країн. Відразу ж зазначимо, що оскільки приведені цифри представляють імовірності, порівняння їх коректне при однакових умовах, тому

із приведеної інформації варто звертати увагу на порядок цифр, уточнення їх можливе тільки спеціальними розрахунками.

Таблиця 7.2. Результати розрахунків для деяких АЕС різних країн.

Країна	Атомна станція	Імовірність важкої аварії
США	Секвойя	$5,7 \cdot 10^{-5}$
	Се'рри	$3,9 \cdot 10^{-6}$
	Сибрук	$2,3 \cdot 10^{-6}$
	Окопе	$8,8 \cdot 10^{-6}$
	Лимсрик	$2,4 \cdot 10^{-6}$
	Милистоуп	$5,9 \cdot 10^{-5}$
	Пичботоп	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Франція	СР (2)	$2,4 \cdot 10^{-6}$
	Палюель	$3,6 \cdot 10^{-6}$
	Всі АЕС	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Німеччина	Бібліс Б	$3,0 \cdot 10^{-6}$
Росія	Кола-3	$7,9 \cdot 10^{-6}$
	Балаково	$4,0 \cdot 10^{-6}$
	Нововоронеж- 5	$5,7 \cdot 10^{-3}$
Словачія	Богунице-3	$7,3 \cdot 10^{-6}$
	Моховце	$9,2 \cdot 10^{-6}$
Чехія	Дуковани	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Угорщина	Пакш	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Україна	Рівне- 1	$8,0 \cdot 10^{-6}$
	Південно-Українська	$1,5 \cdot 10^{-6}$

	Запоріжжя	$4,7 \cdot 10^{-6}$
Японія	Всі АЕС	$=1,0 \cdot 10^{-6}$

Як бачимо, найкращі показники безпеки на АЕС Японії. Історія атомної енергетики Японії, як і України, починалася в 60-і роки. Зараз у Японії діє 54 ядерних реактора загальною потужністю більш 44,0 Гвт, і більшість населення підтримує розвиток атомної енергетики. Після 1986 р. Японія побудувала 20 великих атомних блоків ("Онагава-3" введений у лад у 2001 році), причому всі АЕС знаходяться поблизу великих міст, у той час як на Україні в роботі зараз знаходиться 13 енергоблоків, а два майже готові, не дають добудовувати¹.

Отже, по показнику небезпечних аварій, Українські АЕС, по всім існуючим типам реакторів особливо не виділяються серед АЕС 31 країни світу. Зазначимо, що концептуальні відмінності на наших АЕС все-таки існують. Це, у першу чергу, малий у порівнянні з західними установками рівень автоматизації і, унаслідок цього, велике значення "людського чинника" для безпеки. Розрахунки імовірностей зобов'язані враховувати імовірність помилки людини-оператора. Тому що не існує вітчизняних методик обліку можливих помилок оператора, розрахунки проводяться за методикою США, спираючись на їхні бази даних, що приводить до деякого завищення результатів. У цьому розумінні проведені розрахунки можна назвати консервативними, оскільки наші оператори, по оцінках західних фахівців, мають більш високу підготовку.

7.3. Про можливість поширення принципів ІАБ на інші сфери життєдіяльності

Проблеми ризику і людського чинника найбільш детально й обґрунтовано розробляються в галузях з високою ціною помилки при виникненні надзвичайних ситуацій, насамперед в авіації й атомній енергетиці. Зокрема, в авіації концепція забезпечення безпеки польотів є основною метою діяльності Міжнародної асоціації цивільної авіації. Виходячи з єдиного теоретичного базису визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на

виробництві й у побуті, ці концепції одержали визнання в розвинутих країнах, зокрема США, при рішенні проблем безпеки в суспільстві. Теорія ризику досить повно розроблена для спеціальної техніки і процесів. Однак у практику в Україні вона не ввійшла. Наявність окремих друкованих праць скоріше виключення, що не поліпшує ситуації. Унаслідок цього суспільство несе надзвичайно великі збитки, люди розплачуються власним життям і здоров'ям, знижується якість їхнього життя. Широке впровадження теорії і практики безпеки передових технологій у різні сфери громадського життя матиме значний соціально-економічний ефект.

Криві, аналогічні представленим на рис. 7.2, можуть бути побудовані для будь-якого ризику небезпечного для людини чи навколишнього середовища чинника (відповідно їх визначенню в ст. 1 Закону про ОПН). Аналогічна методологія може бути застосована і для природних стихійних явищ, наприклад: повеней, ураганів, злив, підтоплень і т.д. Так, для повеней внаслідок опадів, діаграма повинна бути побудована в осях: "імовірність — Р — Е евакуйовані (потерпілі)". Як припустимі тут, можуть бути, наприклад, такі паводки, з якими населення може справитися за допомогою аварійно-рятувальної служби МНС. Вибір припустимого ризику — не проста задача, до неї ми будемо повертатися неодноразово. Пропоноване рішення — взяти за основу ризик, з яким справляється місцева служба МНС — може бути першим наближенням для розрахунку припустимих ризиків для всіх потенційно небезпечних ситуацій, тому що в цьому випадку ми враховуємо життєвий досвід і сформовану практику.

Отже, відповідно до Класифікатора надзвичайних ситуацій в Україні [20], таким може бути "НС 2041" — загроза життю людей, якщо потрібна термінова евакуація до 500 чоловік. Допускаємо таку ситуацію 1 раз у два роки, тобто з імовірністю 0.5.

Тоді припустимий ризик евакуації буде:

$$R_e = P * E = \text{const} = 250 \text{ чоловік.}$$

З таким припустимим ризиком ми одержимо, що можлива евакуація $E = 25\,000$ чоловік з імовірністю $P = 0,01$, чи раз у сто років. Відповідна діаграма зображена на рис. 7.4.

Якщо фактична імовірність таких (великих) паводків значно більша, наприклад, $P = 0,2$, один раз у 5 років, то тоді умова прийнятого нами припустимого ризику не виконується і повинні бути прийняті заходи щодо розробки і посилення захисних систем, наприклад, побудовані дамби. Це і є управління ризиком. Ставлячи задачу управління ризиком, держава гарантує громадянам захист і збереження здоров'я при впливі шкідливих чинників.

7.3.1. Можливості управління ризиком. Принцип АЛАРА

У прикладі з опроміненням, відповідно до норм радіаційної безпеки України (НРБУ-98) при визначенні величини ризику оперують такими поняттями як залишковий ризик, прийнятний ризик і верхня межа індивідуального ризику. Рівень залишкового ризику приймається рівним 10^0 зарік, величина прийнятного ризику для персоналу приймається рівною 10^1 зарік, а для населення — 10^{-5} зарік, верхня межа індивідуального ризику для опромінення осіб з персоналу приймається рівною 10^3 зарік, а для населення — $5 \cdot 10^{-5}$ зарік. Чи можуть ці цифри бути менше і що для цього необхідно зробити? Чи іншими словами, які реальні способи управління ризиком опромінення існують у розпорядженні атомників? Щоб відповісти на це питання звернемося до формули ризику для даного випадку:

$$P * B = R_d$$

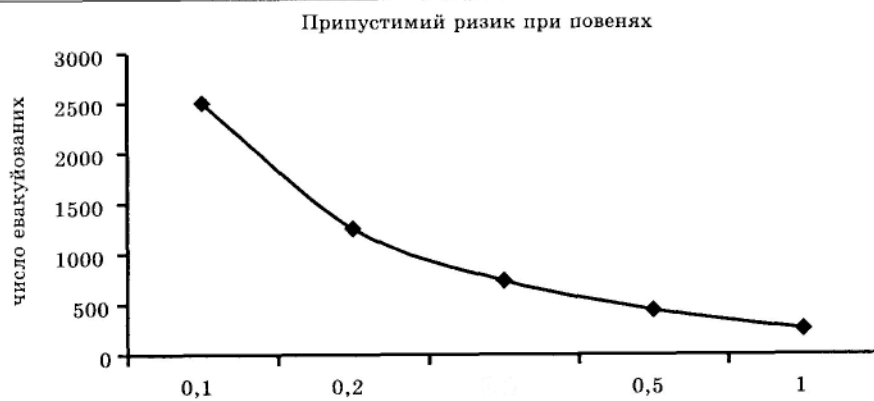


Рис. 7.4. Діаграма "імовірність — наслідок" для повеней

Величина імовірності причини опромінення P (порушення цілісності реактора) це добуток імовірності вихідної події на імовірність відмов захисних і локалізуючих систем безпеки (СБ) ЛЕС при необхідності їхнього спрацьовування (при аварії). Для зменшення імовірностей потрібно підвищення надійності СБ, що не просто і дорого. Інший варіативний член формули — поглинена при даному типі аварії доза опромінення V також може бути знижена шляхом обмеження часу опромінення, чи застосуванням спеціального захисного оснащення. Але на даному етапі розвитку атомної енергетики це практично неможливо, тому що вимагає для персоналу АЕС зниження тривалості робочого тижня і, відповідно, збільшення кількості персоналу, що держава не може дозволити з економічної точки зору. Великого значення в цій дії також немає, тому що шкідливий вплив таких доз не доведений і вони рекомендовані МАГАТЕ як припустимі для АЕС в усьому світі.

Узагалі ж, у світовій практиці при управлінні ризиком, прийнято користатися принципом АЛАРА¹⁰:

"Будь-який ризик повинен бути знижений настільки, наскільки це практично досягне чи ж до рівня, який настільки низький, наскільки це розумно досягне".

У нинішньому ж законі про ОПН управління ризиком розуміється як управління ймовірностями. Крім того, потрібно забезпечення мінімального ризику. Це невірно не тільки тому, що суперечить загальноприйнятому уявленню і тому досвіду, що склався у світовій практиці, а ще і тому що не дозволяє створити управління як таке, мінімум з двох причин.

По-перше, не завжди можливо передбачити для кожного негативного чинника допустимі ймовірності. Так для приведеного вище прикладу з радіаційним впливом, який є наслідком негативних подій на АЕС (в термінології МАГАТЕ — початкових подій — ПП) необхідне обмеження ймовірностей ПП в комплексі з ймовірностями відмов систем і викидом радіоактивних речовин, які утворюються при аварії, що практично неможливо, тому що отримаємо нерозв'язну комбінаторну задачу по визначенню допустимого ризику.

По-друге, зниження до мінімальних значень ймовірностей усіх ВП, як уже було сказано вище, вимагає колосальних витрат для повної технічної реконструкції всіх АЕС, що зробить безглуздою їхню експлуатацію. Іншими словами, якщо не використовувати формулу розрахунку припустимого ризику і наведеш вище критерії його вибору, управління ризиком стає дуже проблематичним. У прикладі ж з повинню, задачу управління ризиком узагалі не можна поставити, тому що складно управляти ймовірністю паводку.

При визначенні припустимого ризику необхідно враховувати шкоду від потенційно небезпечних технологій у порівнянні з вигодою, що вони приносять. Не треба також й сильно завищувати вимоги, припустимий ризик може бути на рівні ризику, що допускається людиною в повсякденному житті для самого себе (добровільним ризиком). Для рішення задачі в такій постановці, вимір ризику повинен бути універсальним, не прив'язаним до ймовірностей, тому що ймовірності можна порівнювати тільки для однакових об'єктів і для тих самих умов. Такою універсальною одиницею виміру ризику є чи гроші, чи кількість

летальних випадків на мільйон населення чи персоналу. Відзначимо також, що у світовій практиці задачі вибору припустимого ризику вирішують методом "витрати — користь".

7.4. Проблеми і задачі впровадження ризик орієнтованого підходу

Сталий розвиток суспільства [2,10,47] неможливий без забезпечення безпеки людини і збереження навколишнього середовища. В Україні існує ряд законодавчих актів [5-8,48-52], що регулюють безпеку населення і територій, покликаних забезпечити гарантований рівень безпеки громадянина і суспільства. Останні законодавчі акти [7] передбачають упровадження ризик орієнтованого підходу (РОП), але в цілому змін недостатньо.

В Україні впровадження РОП більше має вид приватної ініціативи ніж державної політики в галузі безпеки. Існують різні приватні фірми, що виконують розрахунки ризиків від АЕС на кошти іноземних агентств по атомній безпеці, однак ці розрахунки не можуть застосовуватися в регулюючій діяльності з різних причин.

В одному з останніх номерів спеціалізованого журналу [30] є повідомлення про початок упровадження РОП у регулюючу діяльність ЯРБ. Передбачалося, що фінансування задачі буде бюджетним, але цього не сталося унаслідок відсутності коштів у бюджеті, потім були спроби одержати фінансування за рахунок національного агентства по атомній енергії США, що також виявилися безрезультатними. Зараз роботи припинені.

З 1996 року організоване викладання ІАБ у вузах України, виданий навчальний посібник [9], однак, ця діяльність ґрунтується винятково на ентузіазмі і добрих намірах. В цей самий час Всеукраїнська асоціація безпеки життя і діяльності "Безпека людини" розробила стандарти вищої освіти на основі РОП. Пізніше ці стандарти були враховані Інститутом державного управління у сфері цивільного захисту та затверджені в новій редакції.

Почалася розробка нормативної бази, прийняті закони України, які орієнтують на впровадження РОП. Це насамперед закон про захист населення і територій, про регулювання діяльності ПНО та закон про "дозвільну діяльність", але в цілому системи впровадження РОП не існує. Основна причина недостатнього використання РОП — наша ментальність, філософські засади.

7.4.1. Необхідність упровадження РОП

Як показано вище, державної програми забезпечення безпеки на основі РОП не існує, у підсумку, на забезпечення безпеки та ліквідацію наслідків аварій витрачаються значні кошти. Забезпечення безпеки на основі РОП передбачає превентивне втручання з врахуванням рівня розвитку науки і в підсумку дає економію коштів на безпеку та ліквідацію наслідків у 7-10 разів.

Доречне порівняння впровадження РОП із дорожніми знаками. Знаки на дорозі — це попередження про підвищений ризик на дорозі. Якщо забрати дорожні знаки, кількість ДТП зросте в багато разів. З іншого боку, 50 років тому вони були не потрібні, у силу малої інтенсивності руху та невеликих швидкостей транспортних засобів. Застосування нових небезпечних технологій вимагає нових методів управління. За рівнем застосування небезпечних виробництв наше суспільство знаходиться в новому, XXI сторіччі, а за рівнем попередження аварій — на початку минулого: ліквідувати, коли щось трапилося.

7.4.2. Задачі впровадження РОП в Україні

Основні задачі упровадження РОП сформульовані в постанові Кабінету Міністрів України від 7 лютого 2001 р. №122 [7]:

- Розробка та впровадження науково-практичних методів та рекомендацій щодо переходу на систему аналізу та управління ризиками як основу регулювання безпеки населення та територій, забезпечення гарантованого рівня безпеки громадянина, суспільства.

- Підготовка методик ідентифікації та оцінки ризиків від джерел надзвичайних ситуацій.
- Проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень по оцінці ризику та прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій.

Однак, цей документ також не виконано. Тому основні задачі впровадження РОП в Україні на цей час такі:

1. Прийняття РОП основним (державним) принципом забезпечення безпеки;
2. Проведення освітянської роботи, з метою зміни ставлення фахівців до основних принципів РОП;
3. Збір та аналіз даних НС із позицій РОП;
4. Розробка національної програми регулювання безпеки на основі РОП, що включає:
 - Розробку законодавчої та методичної (нормативної) бази
 - Навчання фахівців з експлуатації та інспекції ПНО
 - Узгодження основних принципів РОП з міжнародними нормами (за аналогією з правилами дорожнього руху)
5. Повсюдне вивчення принципів РОП у вищій школі.

З цієї причини необхідно обговорити подальшу розробку концепцій РОП з аналізом природоохоронного законодавства, розглянути роль промисловості та ПНО в цьому процесі. В обов'язки регулюючих безпеку органів входить прийняття рішень на основі надійних наукових даних та інформації, яка повинна бути достовірною, відкритою та прозорою стосовно витрат та результатів всіх рішень і дій. Повинна бути розроблена програма оцінки ризику для підтримки цієї вимоги, повинні бути розроблені інші програми в напрямку стійкого розвитку. Оцінка ризику повинна бути в основі економічних та політичних оцінок. Тобто необхідно розробити методологію стратегічної оцінки ризику для:

- порівняння тягара ризиків від будь-яких джерел;
- розподілу ресурсів у районах, де може бути досягнутий найвищий рівень зниження ризику;
- визначення того, який політичний вибір для будь-якого даного сценарію, імовірно, приведе до найбільшої вигоди.

Розглянемо одну зі значущих причин, що гальмують упровадження РОП — неправильне розуміння філософських принципів РОП та ІАБ.

7.5. Причинне-наслідкові зв'язки виникнення подій та інцидентів

7.5.1. Філософські принципи РОП

Філософські принципи імовірнісного аналізу безпеки (ІАБ) потребують фахового опрацювання. Брак ментального досвіду, відповідної філософської підготовки стали причиною того, що Україна виявилася єдиною країною світу, де розрахунки ІАБ для АЕС не завершені¹¹ дотепер. Незважаючи на популярність методу в світі, в Україні роботи започатковано набагато пізніше. Початок розрахунків можна віднести до 1995—1996 р. З 1996 р. у НТУУ "КПІ" та Національному університеті ім. Тараса Шевченка введений спецкурс ІАБ, для спеціальностей, які пов'язані з енергетикою. Причиною тому, є неправильне уявлення філософами радянської школи основних принципів питання, у першу чергу принципів "необхідність та випадковість", та, як наслідок, прив'язка ІАБ до неправильно витлумаченого принципу, "випадковість" [36]. Випадковість не розглядалася як закономірність, а як те, що відбувається **незбагненим** чином та законів чого не існує. Ця омана притаманна навіть фахівцям вищої кваліфікації.

Насправді існують закони розподілу випадкових величин [9,41], знання яких дає можливість розрахувати імовірності різних комбінацій випадкових величин та, у підсумку, імовірність небажаної події (небезпеки), наприклад, пожежі.

На інтуїтивному рівні ми розуміємо, що імовірності небажаних подій повинні залежати від надійності устаткування, конструкції об'єкта, підготовки та тренуваності персоналу та від вихідних подій аварій. ІАБ зв'язує загальними формулами та логікою всі ці поняття.

Важливим є висновок про спільність методу [34] для розрахунків ризиків від потенційно небезпечних об'єктів: *"З деякими застереженнями підходи до питань ядерної безпеки можуть застосовуватися до більшості потенційно небезпечних промислових установок та в, більш загальному плані, використовуватися для управління багатьма видами ризику"*. Однак навіть серед фахівців галузі атомної енергетики існує деяка недовіра до імовірнісних методів. Недовіру до ІАБ, породжено, почасти незнанням предмету, а почасти нерозумінням основних принципів. Усі знають, (чи відчують), що "імовірність" — це "щось", що може бути, а може не бути. Імовірнісні закони стають строгими при тенденції числа дослідів (іспитів) до нескінченності. Іншими словами, при порівняно невеликому терміні служби устаткування $T = 25 - 30$ років імовірності: $P_1 = 10^{-6}$ /рік та $P_2 = 10^{-8}$ /рік здаються такими, що мають несуттєву (незрозумілу) різницю, адже ні та ні інша подія не повинна реалізуватися за час $T = 25$ років. Та чи є сенс в цих цифрах? Чи варто витрачати зусилля для їхнього одержання? Адже може вийти, що подія менш ймовірна реалізується, а більш ймовірна не відбудеться за цей час. Щоб відповісти на це питання проведемо невелике психологічне дослідження.

Уявимо, що **Вам** необхідно стрибати з літака на парашуті, який Ви **можете вибрати** з двох шухляд. У першому знаходяться ті, що не розкриваються з імовірністю $P_3 = 0,01$ (один зі ста), а в другому знаходяться ті, що не розкриваються з імовірністю $P_4 = 0,0001$ (один з 10 тисяч). Та хоча Ви розумієте, що це усього лише імовірності, та що, напевно, в обох випадках парашут спрацює, Ви візьмете парашут із другої шухляди. І навпаки, якщо Вам запропонують **вибір** парашутів не уточнивши їхню надійність, Ви першим же

питанням уточните не колір їхніх куполів, а показники надійності спрацьовування. Тобто показник надійності має вирішальне значення для Вашого **свідомого** вибору в даному випадку.

Підсумовуючи, можна сказати, що виконання ІАБ насамперед необхідно для визначення ризику від ПНО для населення даної території та доказу, що він не набагато відрізняється від інших небезпечних факторів, а користь при цьому значна.

7.5.1.1. Випадковість та необхідність.

Співвідношення випадковості та необхідності було предметом глибоких роздумів філософів усіх століть, від Емпедокла до Регеля. Важливо, те, що з часів Гегеля до другої половини ХХ сторіччя ці поняття не мінялися. **Випадковість розглядалася як щось "що може бути, а може не бути... може бути таким, а може бути іншим..."**, випадковість та необхідність як поняття протиставлялися, що виключало можливість використання випадкового в наукових та технічних розрахунках, тим більше, у розрахунках безпеки. Тільки порівняно недавно, з розвитком точних наук стало зрозумілим, що всяка реальна можливість¹² неминуче переходить у дійсність, але цей процес не можна розуміти спрощено, тут є свої варіації. Є причини, що характеризуються однією, декількома чи багатьма можливостями. Там, де реалізується одна-єдина можливість, у наявності *необхідний* зв'язок; якщо реалізується кілька можливостей, перед нами *випадковий* зв'язок. Необхідність та випадковість — категорії філософії, що позначають зв'язок, де реалізується відповідно одна чи кілька можливостей. Необхідні зв'язки називають динамічними закономірностями, а випадкові зв'язки — статистичними (імовірнісними).

Для необхідних зв'язків характерна строга однозначність, "твердість". Складніша справа з випадковими зв'язками. Але саме їхній аналіз — ключ до розуміння необхідних зв'язків: знаючи ситуацію з декількома можливостями

(випадковість), неважко зрозуміти ситуацію з реалізацією одиничних можливостей, що змінюють одна одну.

Явище називають випадковим, якщо воно є наслідком однієї з можливих причин, яка викликала це явище. Причина-можливість виступає багатолікою, але всякий раз реалізується лише одна. Здавалося б, можна інші можливості вважати уявними, нереальними та на цій підставі просто заперечувати випадкові зв'язки: існує, адже, лише необхідність. Концепція лапласівського детермінізму припускає, що при повному знанні всіх параметрів та законів можна строго однозначним чином описати усі фізичні явища. Концепція названа по імені відомого французького математика та фізика ХУІІІ-ХІХ вв. Лапласа, який вважав, що атом рухається настільки ж однозначним чином, як і планети. Він спирався у своїх припущеннях на класичну механічну картину світу. Століття після Лапласа Ейнштейн також прагнув до однозначного опису поведінки часток: Бог, адже, не грає в кістки. Концепція розуміння випадковості як результату незнання необхідності одержала широке поширення. Разом з тим із поглибленням знання міцніло переконання в реальності випадковості. Особливе значення мали в цьому зв'язку успіхи мікро-фізики. Тут було з'ясовано, що кожна мікрочастка здатна до реалізації не тільки однієї, але й інших можливостей. Поставивши експеримент самим ретельним чином та повторивши його багаторазово, фізики переконуються в поліможливосній природі мікрочасток та мікроявищ. Виявляється, що пояснити результати експериментів можна лише в тому випадку, якщо частці приписати поле можливостей, з яких у даному експерименті, реалізується лише одна. При цьому частки описуються фізичними законами, але законами імовірнісного типу.

Новизна та особливості філософських принципів ІАБ у відношенні "Випадковості та необхідності" полягає в тому, що ІАБ ставить поняття випадковості на якісно нову основу — обчислення значення ризику (вимір випадкового). Важливість такого підходу переоцінити неможливо, тому що

мова йде про безпеку. Яскравим, але сумним підтвердженням тому може служити аварія на ЧАЕС, розрахунок імовірності якої заздалегідь не проводився, а операції, що виконані в ту нещасливу ніч, фахівці називають "пасткою" [61,81], оскільки результат операції був визначений. Апостеріорний розрахунок імовірності аварії дає цифру $P = 1$ на більшості кроків (дій), а загальне значення імовірності послідовності аварійних дій близько до 1, при припустимому значенні $P = 10^{-6}$.

7.5.1.2. Імовірність.

У загальному розумінні імовірність є кількісна характеристика випадкових подій. Вона характеризує ступінь можливості, значення якої розташовані в інтервалі від 0 до 1. Якщо ступінь можливості дорівнює нулю, то це означає, що можливості як такої немає. Якщо ступінь можливості дорівнює одиниці, то це означає відсутність інших можливостей, крім даної. В наявності необхідність, чи що точніше безальтернативний результат. Якщо ступінь можливості більше нуля, **але** менше одиниці, то ми маємо справу з випадковістю, коли реалізуються багато можливостей, але частіше ті, ступінь можливості яких більше по величині. Новизна та особливості філософських принципів ІАБ у відношенні "Імовірності" полягають в тому, що у ІАБ поняття "імовірність" визначається як значення **величини**, що завжди **визначено**, порівнюється з аналогічними величинами, знаходиться шляхом обчислень. Ми розуміємо цей термін строго і в залежності від контексту використовуємо одне чи інше визначення підсвідомо.

7.5.1.3. Розуміння випадкового.

Успіхи в розумінні випадкових процесів дозволили провести визначену переоцінку співвідношення динамічних та статистичних законів. Виявилось, що закони класичної механіки, а це динамічні закони, є граничним випадком імовірнісних процесів, характерних для великого числа часток (макротіла

складаються з великого числа часток). Так було знайдено зв'язок між мікро-та макроявищами у фізиці.

Якщо звернутися до складних систем, у тому числі до біологічних та соціальних явищ, то з'ясовується, що наближення до динамічного типу поведінки об'єктів досягається з появою так званих параметрів порядку. Складні системи виступають як хаос, у якому завжди є упорядкованість. Чим ґрунтовніші параметри порядку та чим менше їхнє число, тим однозначніше поведінка об'єктів. Образно, якщо протоптана широка дорога до водопою, то саме по ній йдуть напитися. Порівняємо як ілюстрацію до сказаного сучасне американське та російське суспільства. Товарно-грошовий механізм — вагомий параметр американського суспільства, аналога якому немає в російському суспільстві. Управляти американським суспільством легше, ніж російським. З іншого боку, у рамках існуючих параметрів порядку і американець, і росіянин поводяться неоднозначним чином. Людина — свідомо та творча істота, яка використовує у своїх цілях як випадковість, так і необхідність. Часом людина прагне виключення випадків (наприклад, в автоматичних системах управління небезпечними для життя людей виробництвами); в інших ситуаціях людина нарощує поле можливостей та випадків, тому що вони відкривають дорогу творчості (наприклад, в освіті).

Відзначимо, що в повсякденних уявленнях випадкове часто розуміють як несуттєве, небажане, побічне явище. На жаль, у філософській літературі [36] донедавна¹³, необхідність часом нагороджують відтінком суттєвого, а випадкове фігурує як несуттєве. Але випадковість суттєва в не меншому ступені, чим необхідність. І необхідність, і випадковість можуть бути як істотними, так і несуттєвими. Нарешті, і необхідність, і випадковість мають закономірний характер. Як явища і необхідні, і випадкові події описуються законами, але і самі закони підкоряються логіці необхідності та випадковості. Закони, адже, є щось інше, а не просто набір параметрів порядку.

Звичайно, детерміністичні та стохастичні закони різні по своїй природі. Але щодо розрахунків безпеки складної системи, наприклад, АЕС критерієм може служити результат. Результат детерміністичного аналізу, наприклад, з використанням розрахункового коду "Kelap-5" також сильно залежить від прийнятої розрахункової моделі. Невизначеності розрахунків дуже істотні, а в підсумку, результат не однозначний. У розрахунках ІАБ використовуються статистичні дані по відмовах устаткування систем АЕС, що отримані з досвіду експлуатації, і можна домогтися значно менших невизначеностей. Тому, цілком логічно для обґрунтувань безпеки використання методології розрахунків ІАБ.

Новизна та особливості філософських принципів ІАБ у відношенні "Розуміння випадкового" полягає в тому, що ми зобов'язані вірити стохастичним розрахункам так само, як і детерміністичним. Якщо ми виконуємо розрахунок $2 + 3 = 5$, ми можемо перевірити результат за допомогою простого досвіду — перерахуванням предметів. У випадку детерміністичних розрахунків безпеки АЕС це, звичайно, складніше, але життєвий досвід простого прикладу та непогрішні формули переконують у їхній правильності. У випадку стохастичних вихідних даних та результатів розрахунків ІАБ, ми також виходимо з досвіду, але більш складного — досвіду експлуатації устаткування протягом ряду років. З цієї причини у ІАБ поняття випадкового виступає як закріплене та захищене юридичним законом [44,48]. Так, усіх фахівців стосується положення основних законів по ядерній безпеці значення імовірності руйнування РУ: $P < 10^{-5}$. Закони України [5,7,49] не тільки вводять поняття ризику, але й вимагають управління ризиком ПНО. Аналогічна вимога нормативних документів по виконанню ІАБ ставить "Розуміння випадкового" на якісно нову ступінь.

Важливо зрозуміти, що частини цілого впливають один на одного, інакше кажучи, вони мають внутрішню активність, тобто здатність виходити зовні цілого. У результаті такого взаємовпливу відбуваються самі різні зміни,

виникає нове. Усе у світі знаходиться в стані зміні. Механізм взаємовпливу та активності у фізичних явищ інший, ніж у біологічних, а в останніх — інший, ніж у соціальних процесах.

7.6. Класифікація ризиків

У зв'язку з наявністю в літературі різних визначень та трактувань ризику та пов'язаних з ним понять, розглянемо можливу класифікацію ризиків (рис.7.6). Зазначмо, що іноді за визначення ризику приймають одну з ознак класифікації. Схема рис. 7.5 являє собою систематизацію даних, викладених у різних джерелах. Розглянемо важливі ознаки класифікації більш докладно.

Класифікація по виду джерела ризику:

- Внутрішній ризик (пов'язаний з функціонуванням підприємства),
- Зовнішній ризик (пов'язаний із функціонуванням підприємства),
- Зовнішній ризик (пов'язаний із зовнішнім середовищем і не залежить від функціонування підприємства),

Людський чинник (ризик, пов'язаний з помилками людини).

Для ПНО (АЕС) ці ознаки класифікації — це розподіл вихідних подій (ВП) на внутрішні та зовнішні. Внутрішні ВП — це відмови устаткування або порушення роботи устаткування в результаті помилок персоналу чи інших причин. Зовнішні впливи (які часто називаються зовнішніми подіями) — це події, що створюють екстремальні явища в навколишньому середовищі, загальні для ряду технічних систем (землетрусу, повені, сильний вітер, карстові провали, падіння літаків та т. інш.). Внутрішні впливи включають внутрішні затоплення, пожежі та предмети, що летять тощо.

Утрата зв'язку із зовнішньою енергосистемою (повна чи часткова) іноді відноситься до зовнішніх впливів, але звичайно рекомендується розглядати її як внутрішню ВП. Тут повинні враховуватися і такі порушення електропостачання як надмірні коливання напруги чи частоти.

Установлені вихідні події звичайно розташовуються один по одному, наприклад, для АЕС:

1. Перелік аварій із утратою теплоносія (течі — LOCA) у залежності від розмірів розриву.
2. Перелік теч з певними фізичними характеристиками.
3. Перелік теч, що впливають на захисні системи безпеки.
4. Перелік перехідних процесів, характерних для даної АС.
5. Перелік перехідних процесів, обумовлених відмовами підтримуючих систем, що впливають на захисні системи безпеки.
6. Перелік джерел впливів (внутрішніх та зовнішніх).

Існує також специфіка проблеми підвищення надійності роботи людини в умовах ПНО, зокрема АЕС, тому що це умови підвищеного ризику. Особливе значення має висока відповідальність за кожне рішення, необхідно в кожен момент мати повне уявлення про стан технологічного процесу управління та бути готовим до точних та своєчасних дій. Ймовірні дії люди-ни-оператора в залежності від різних чинників: рівня теоретичної та практичної підготовки (умінь та навичок), типу характеру, стажу роботи з даної спеціальності, типу роботи по складності та відповідальності, складу бригади, умов роботи (наявність інструкцій, умов виробничого середовища) і таке інше, вивчалися та вивчаються фахівцями і враховуються в розрахунках разом з іншими джерелами ризику.

Класифікація по величині нанесеного збитку вже розглядалася в цій главі: припустимий ризик, граничний, неприпустимий та катастрофічний (рис.7.2). Часто така оцінка наноситься на діаграму "імовірність — наслідки", де по осі ординат поруч з частотою події приводиться також її текстова оцінка, а по осі абсцис загальноприйнята оцінка наслідків. Варто зазначити, що ці оцінки в різних країнах різні. Зверніть увагу, що при нормальній експлуатації допускаються події, що мають невеликі наслідки (лінія прийнятності не

доходить до осі ординат), також як і не можна виключити цілком події малої імовірності, що мають надзвичайно малі імовірності — залишковий ризик. Лінія прийнятності, як впливає з малюнка, при $K = 1$, відповідає частоті (імовірності) $P = \dot{I}CI$. Звичайно, при класифікації за рівнем небезпеки, прийнято вважати неприйнятним ризик більше $\dot{I}CI$, прийнятним від $\dot{I}CI$, безумовно прийнятним — ризик менше $\dot{I}CI$. Природними межами ризику для людини є діапазон між 10^3 (імовірність захворюваності на душу населення) та $\dot{I}CI$ — максимальний рівень ризику від природної катастрофи). Відзначено, що події, у результаті яких один нещасний випадок зі смертельним результатом відбувається на один мільйон чоловік звичайно не помічаються в суспільстві (імовірність виникнення $P(i) = 10^{-6}$), а події, що мають частоту летального результату $P(i) = 1CH$ розцінюються як нещасні випадки.

Існує шкала порівняння ризиків смертності, яка уперше запропонована в роботі [27] для цілей порівняння значень ризиків смерті та ризиків різного походження, для порівняння різних небезпек, табл.7.3

Істотним для атомної енергетики є ознака класифікації по сприйняттю людьми: добровільний і примусовий ризик. Ризик, пов'язаний з аваріями на підприємстві для працюючих на ньому буде добровільним, для населення, що проживає поблизу підприємства — примусовим. Цікаві спостереження і думки по сприйняттю ризику приводяться в роботі [40], що являє огляд даних, зібраних Науковим комітетом з дії атомної радіації при ООН за 30 років його діяльності. У дослідженні наводяться дані опитування населення США щодо їхньої оцінки ризику від різних побутових і техногенних чинників, включаючи атомну енергетику. Там же приводяться і реальні статистичні дані щодо впливу цих чинників. Усього розглядалося 30 чинників, у тому числі: паління, вживання спиртних напоїв, ризику що пов'язані з поїздками на автомобілях, мотоциклах, літаках, заняттями полюванням, альпінізмом, побутові травми і таке інше. За даними опитування більшість груп населення ризик від атомної

енергетики ставлять на перше місце, хоча за об'єктивними статистичними даними збиток здоров'ю людей від паління і вживання спиртних напоїв у 1500 разів вищий (1 і 2 місце по статистиці), а атомна енергетика займає 20 місце в ряді ризику після багатьох чинників. Таке невиправдане завищення небезпеки від використання атомної енергії автори пояснюють, впроваджуючи поняття **добровільного ризику і ризику по примусу**. Ризик по примусу розцінюється людьми як додатковий ризик і вони вправі вимагати, щоб він був знижений до дуже незначного рівня, у порівнянні з ризиком прийнятим добровільно для самих себе. Допускаючи подібний ризик, вони також можуть висловити бажання одержувати інформацію, якими шляхами здійснюється контроль над небезпечними чинниками і як здійснюється управління в потенційно небезпечних галузях промисловості з метою зменшення подібного ризику.

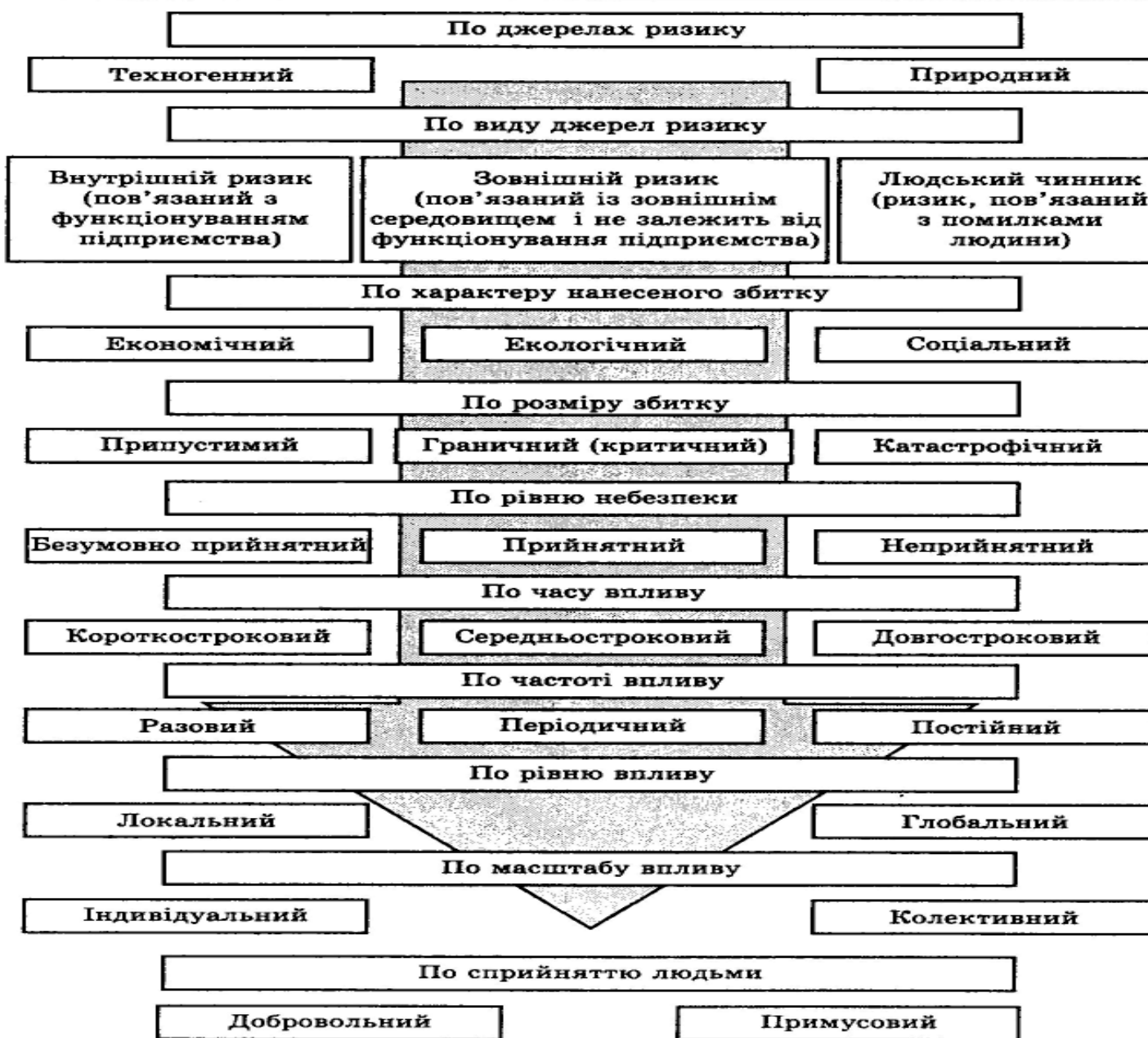


Рис. 7.5. Схема класифікації ризиків

Таблиця 7.3. Шкала порівняння ризиків смертності

Упорядкована шкала ризиків смертності							
Низький			Середній		Високий		
$< 10^{-8}$	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2} $> 10^{-2}$
зневажуваний	низький	Відносно низький	Середній	Відносно середній	Високий	Дуже високий	Екстремальний
1	2	3	4	5	6	7	8

У випадку з атомною енергетикою люди сприймають ризик по примусу більш вороже ще і тому що почувають себе безпомічними перед обличчям небезпеки, що загрожує їм, не маючи можливості її контролювати або застосовувати засоби захисту від неї. У країнах, що мають розвитку атомну енергетику, питання сприйняття ризику добре пророблені фахівцями. Як підсумок діють процедури суспільних погоджень рішень з безпеки на всіх етапах життєвого циклу АЕС, починаючи з проекту і до зняття з експлуатації. Розумне сполучення переваг розташування АЕС у регіоні (розвиток регіону, високий рівень життя, пільговий тариф на електроенергію, пільгове медичне обслуговування і т. інш.) і прийняттого ризику, виключають поняття примусового ризику і сприяють розвитку атомної енергетики. Можна вести мову про перехід ризику з категорії "примусовий" у категорію "добровільний". Цікаві спостереження з цього питання наведені в роботі фахівців Інституту ядерних досліджень НАН України [43], які провели дослідження з кількості публікацій на одиницю потужності АЕС у восьми країнах, що мають найбільше атомних енергоблоків. "Виходячи з відсотку робіт з усіх розглянутих питань атомної енергетики від світової, рівень її наукової підтримки найменший в Україні (біля 0,4%) та найбільший у США (28%)". Як бачимо, розходження складають 70 (сімдесят!) разів. Зрозуміло, що при такому низькому рівні роботи з населенням, не можливо одержати підтримку, не можна навіть вести мову про добровільний ризик. Людина, якій властиве почуття самозбереження, залякана алярмістською (аіагт — тривога) інформацією людей із науковими ступенями, але без відповідних медико-біологічних знань ядерної безпеки, політиками, що вербують електорат, готова відмовитись від атомних джерел енергії, не усвідомлюючи весь комплекс подальших соціально-економічних та екологічних наслідків.

7.7.Про точність і правомірність порівняння ризиків

7.7.1. Компоненти, що характеризують ризик

Для оцінки ризиків значення імовірностей різних ризиків завжди порівнюються. При цьому практично завжди, порівнюють абсолютні значення імовірностей, упускаючи інші характеристики ризиків, у тому числі невизначеності. Цей компонент характеризує розсіювання випадкової величини і має строгіш математичний зміст. При розробці методології стратегічної оцінки ризику важливе значення мають складові її структури, засновані на чотирьох головних модулях, що характеризують основні компоненти оцінки ризику:

- Витрати
- Результати
- Сприйняття ризику
- Значимість ризику (на основі сприйняття)

У свою чергу, кожна з цих складових взаємозалежна з іншими через первинні характеристики ризику:

- Джерела
- Експозиції
- Збитки (прямі)

Кожна з трьох первинних характеристик безпосередньо впливає на головні компоненти. Скажемо, у прикладі з радіоактивним опроміненням при розгерметизації джерела випромінювання, яким користаються дефектоскопісти при перевірці зварених швів, головні компоненти ризику: *результати, сприйняття і значимість* будуть істотно менше, ніж при розгерметизації реакторної установки. Відповідно *витрати і збиток* будуть пропорційні потужності джерела і часу експозиції. Для рішення задачі визначення *пріоритету ризику* повинні бути обрані *критерії оцінки*, і, у першу чергу, *припустимий ризик*.

Частотні критерії ризику: імовірність і невизначеність визначаються на основі логічних, імовірнісних, статистичних і інших моделей (див. нижче). Невизначеності результату розрахунку визначаються на основі *невизначеності даних* і існуючої моделі розрахунку імовірності небажаної події.

При визначенні імовірностей визначаються *значимість* ризику в цілому і значимість чинників, що впливають на результат, що дає можливість визначати *чинники регулювання ризику*. Ця задача вирішується в процесі якісного аналізу. Кількісні значення: значимості ризику (на основі розрахунку), величини збитку, наслідку невизначеності, відшкодування — визначаються як підсумок розрахунку на основі формули 7.3.

При розробці концепції РОП необхідно враховувати також, що при визначенні критеріїв повинні враховуватися оцінка небезпеки і оцінка діяльності оператора. Процедури оцінювання процесів і їх метричної (рейтинговий) оцінки повинні бути обрані заздалегідь. Баланс між рейтингами відобразить загальний ризик, що визначить загальні зусилля по контролю процесів відповідно їх рівню ризику і стратегічне планування. Процеси, що можуть привести до надзвичайних ситуацій, аварій на ПНО в такому випадку можна контролювати пропорційно їх ризикам для безпеки і забрудненню навколишнього середовища. Ще раз потрібно звернути увагу на необхідність у погоджених критеріях, розширення контролю на природні ризики, рівня водопостачання і т. інш. Це приводить до необхідності розробки критеріїв прийнятного ризику чи іншими словами "терпимості" ризиків збитку навколишньому середовищу і безпеці від незвичайних викидів і проектних аварій.

Показник збитку навколишньому середовищу і безпеці являє собою величину, що характеризує міру і тягар аварії, тривалість впливу чинників ризику на навколишнє середовище й інші характерні чинники. Важливим є поточний систематичний контроль шкідливих чинників виробництва чи

чинників безпеки відповідно діючим стандартам управління якістю й охорони навколишнього середовища. Такий контроль може надати ранню інформації про попередження загрози безпеці і навколишньому середовищу.

Концепції **інтегрованого методу оцінки ризику** повинні бути засновані на принципах порівняння впливу шкідливих чинників на безпеку і навколишнє середовище та витрат на їхнє попередження. Поняття інтегрований ризик означає, що існують методи, які враховують одночасно всі шкідливі чинники. Тобто не повинно бути такого, щоб відгороджуючись від одних шкідливих чинників не враховувати інші.

7.7.2. Характеристики невизначеності

На практиці, при обчисленнях без використання спеціальних програм, використовують статистичні дані крапкових (точечних) значень імовірностей, упускаючи дані про тип розподілу імовірностей вихідних даних і їхніх невизначеностей.

Розглянемо значення знання чинників, які характеризують точність статистичних даних. На рис.7.6. представлені криві розподілу щільності імовірності нормального розподілу випадкових величини з одним і тим же математичним очікуванням, але різними дисперсіями, причому значення математичного очікування ($\mu = 0,0002$ — типове значення величини випадкового небезпечного чинника. Значення дисперсії обрані $\sigma_1^2 = 0,00005$ — малі значення невизначеності, $\sigma_2^2 = 0,0001$ досить добрі значення, $\sigma_3^2 = 0,0003$ звичайні, що часто зустрічаються у варіантах представлення даних випадкової величини.

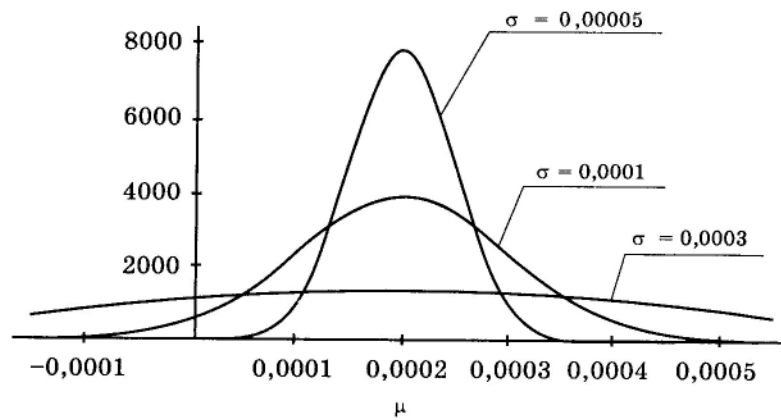


Рис. 7.6. Нормальний розподіл при різних значеннях σ

Як бачимо, випадкові величини з більшою дисперсією як би більш розмиті біля середніх значень, діапазон значень їхньої області існування більш широкий, максимальні і мінімальні значення більш віддалені одне від одного. Зазначимо, що геометрично стандартні відхилення σ збігаються з відстанню від середнього значення μ до точок перегину кривої. Для випадкової величини x з нормальним розподілом імовірності спостереження її значень в інтервалах $\mu \pm a$; $(\mu \pm 2a; \mu \pm 3a)$; рівні відповідно: 0,683, 0,955, 0,997.

Для наведеного прикладу і довірчої імовірності $P \sim 95\%$ (діапазон $|x - \mu| \leq 2a$) відповідні довірчі інтервали будуть:

$(0,0001; 0,0003)$ для $\sigma_1 = 0,00005$, (перевага)

$(0; 0,0004)$ для $\sigma_2 = 0,0001$, $(-0,0004; 0,0008)$ для $\sigma_3 = 0,0003$.

Іншими словами, з імовірністю 95%, випадкова величина x буде знаходитися в цих інтервалах. Зазначимо, що в останньому випадку, при $\sigma_3 = 0,0003$, ширина довірчого інтервалу перевищує середнє значення випадкової величини в 6 (шість) разів, тобто дані з меншими невизначеностями мають більшу перевагу, вищість. Крім того нижня межа останнього інтервалу виходить за межі допустимих значень — прийме від'ємне значення, на практиці це означає що інтервал імовірного значення змінної розширюється від нуля до чотирьохкратного значення.

Нормальний розподіл грає дуже важливу роль у математичній статистиці. Воно описує випадкові величини, що мають лише загальні властивості: безперервність значень, рівноймовірність симетричних відносно (Я відхилень, більша імовірність малих відхилень від (я.

Нормальний розподіл з математичним очікуванням μ і дисперсією σ^2 описується такою формулою для імовірності $P(y)$ випадкової величини y .

$$P(y) = \int_{-\infty}^y \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}}.$$

Визначення меж зон умов безпечної експлуатації АЕС.

Властивість групування випадкових величин в околиці їхніх математичних очікувань покладено в основу визначення зон припустимої і неприпустимої експлуатації для всіх параметрів безпеки АЕС. При цьому попередньо обробляються результати експлуатації за останні 5 років по всіх атомних станціях. Якщо відхилення параметра від середніх значень в умовах даної АЕС має випадкове походження, статистичні характеристики параметра практично не змінюються, у випадку стабільних відхилень, робиться висновок про наявність причин відхилень параметра і проводиться їхнє визначення і пошук по спеціальних алгоритмах. Межі зон умов безпечної експлуатації АЕС — ілюстрація застосування принципу закономірності випадкових величин у практичній діяльності по забезпеченню безпечних умов життєдіяльності суспільства.

Зелена зона (зона нормальної експлуатації) — визначається як така, у якій знаходяться 68% значень параметра (показника), тобто з 16% по 84%>, що відповідає інтервалу $[\mu - \sigma; \mu + \sigma]$ для нормального симетричного розподілу (див. рис.7.8);

Біла зона (припустима)- визначається як область, в яку попадають до 26% значень показника, з 3% по 16%> і з 84% по 97%, що, приблизно,

відповідає двом інтервалам: $(\mu - 2\sigma; \mu - \sigma)$ й $(\mu + \sigma; \mu + 2\sigma)$ для нормального симетричного розподілу;

Жовта зона (зона втручання органів регулювання безпеки) — визначається як область, у яку попадають до 4% значень показника, з 1% до 3% і з 97% по 99% що, приблизно, відповідає двом інтервалам: $(\mu - 3\sigma; \mu - 2\sigma)$ і $(\mu + 2\sigma; \mu + 3\sigma)$ для нормального симетричного розподілу;

Червона зона (неприпустима) — визначається як область, у котру попадають значення показника менш 2 % усіх його значень, що, приблизно, відповідає інтервалам: $[0, (\mu - 3\sigma)]$ і $(\mu + 3\sigma, \infty)$ для нормального симетричного розподілу.

На рис.7.7 прийняті такі позначення: μ — математичне очікування, σ — стандартне відхилення, $\mu_{\min}$ та $\mu_{\max}$ — мінімальне і максимальне значення показника, $G(x)$ — поточне значення похідної dN/dX змінної величини X (показника).

Зазначимо, що сучасні програми обробки даних підтримують біля двох десятків типів розподілу випадкових величин, наприклад: логнормальне, Пуассона, експонентне, Хі-квадрат, Ст'юдента, рівномірне, гамма розподіл і т. інш. [9, 41].

При порівнянні випадкових величин, що мають навіть однакові типи розподілу імовірностей, обов'язково необхідно вказувати значення дисперсії чи параметра, що характеризує розсіяння випадкової величини біля її середніх значень.

Можливий варіант, коли при рівних, чи навіть великих значеннях середніх (Імовірностей), але значних дисперсіях, значення довірчих інтервалів істотно відрізняються і твердження про рівність чи великі значення ГШЗИКІБ будуть неправомірними.

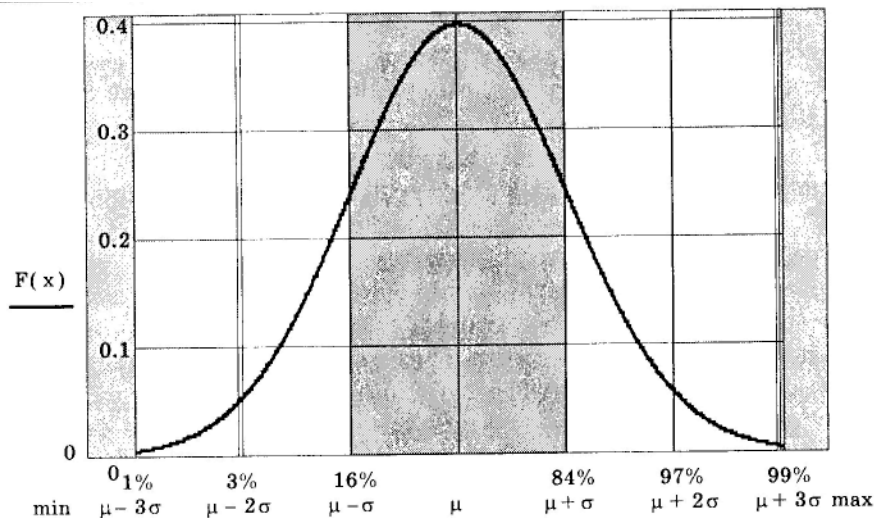


Рис. 7.7. Ілюстрація меж зон для нормального розподілу значень показника

На підставі вищесказаного можна зробити висновок: порівняння ризиків, у розумінні порівняння випадкових величин, необхідно робити з урахуванням невизначеностей.

7.8. Ступінь небезпеки та його оцінка.

Після всього сказаного про ризики й небезпеки спробуємо оцінити кількісно ступінь небезпеки. Як відомо, ми можемо оцінити небезпеки і величину що їх характеризує — ризики по якісній шкалі: припустимі — неприпустимі. Звертаючись до діаграми імовірність — наслідки, для якогось небажаного або небезпечного чинника (повені) ми чітко уявляємо, що припустимі ризики знаходяться нижче лінії прийнятності на розглянутому інтервалі можливих імовірностей небажаного чинника, а неприпустимі — зверху цієї лінії, рис. 7.8.

Розглянемо ризики K_i , — $K_{(i)}$, що відповідають точкам A , B_i на діаграмі де $i = 1, 2, 3$. Нехай координати точок відповідно становлять: $A(0.15; 100)$, $B_1(0.15; 1500)$, $B_2(0.15; 2500)$, $B_3(0.15; 5000)$.

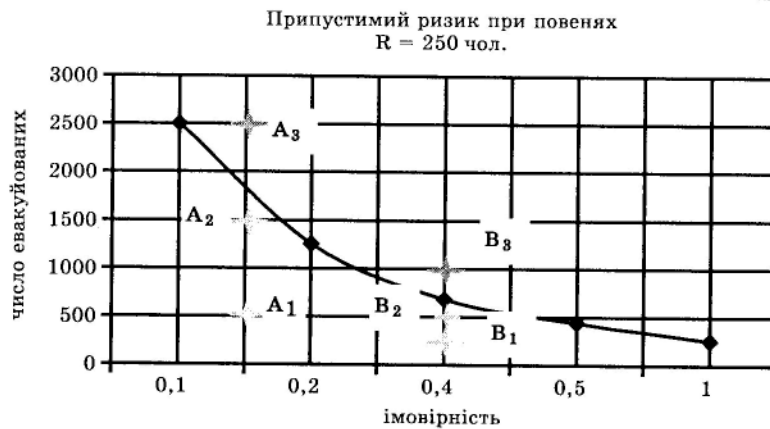


Рис. 7.8. Припустимий і неприпустимий ризик

$(0,4;250)$; $B_2 = (0,4;500)$; $B_3 = (0,4;1000)$; Тобто при двох розглянутих імовірностях $P_A = 0,15$ і $P_B = 0,4$ розглянемо по три різних варіанти наслідків. Відповідні припустимі ризики, як це впливає з малюнку, будуть ті, що відповідають точкам: $A_1, A_2 \in B_2$, а неприпустимі: A_3, B_3 . Як бачимо, точка B_3 по величині наслідків значно менше A_2 , але ризик у точці B_3 неприпустимий, а в точці A_2 цілком прийнятний. І навпаки, імовірність ризику, що відповідає точці A_3 ($P_L = 0,15$), багато менше імовірності ризику, що відповідає точці B_2 ($P_B = 0,4$), але ризик у точці A_3 неприпустимий, а в точці B_2 — прийнятний. Саме з цієї причини не можна порівнювати ризики тільки по імовірностях або тільки по наслідках. Неправильним є також визначення ризику тільки з урахуванням імовірності "ризик — ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами"¹⁴. Ризик — це **добуток** імовірності на наслідки, величина розмірна, де розмірність відповідає розмірності наслідків, у нашому випадку це число евакуйованих, а в найзагальнішому випадку це — гроші. Отже, ризики в названих точках будуть: $K_1 = 75$, $K_2 = 225$, $K_3 = 375$, $K_4 = 100$, $K_5 = 200$, $K_6 = 400$ евакуйованих, і як бачимо наші припущення виправдані. Нагадаємо, що $K_{доп} = 250$, і з усіх точок тільки ризики в точках більше припустимо, тобто $R_3, R_6 > R_{доп}$.

Твердження імовірність ризику потрібно вважати невизначеним тому що, як бачимо з наведеного прикладу для кожного ризику $R_1 - R_6$ існує своя імовірність, яка зовсім не визначає припустимість ризику. Таке словосполучення можливе лише коли йдеться про конкретний ризик (наприклад ризик евакуації 375 осіб (R_3), але імовірність цієї події може бути якою завгодно, тобто множина значень цього ризику відповідає кривій, що паралельна зображеній на попередній діаграмі, див. рис. 7.10.

Щоб визначити статистичну імовірність ризику евакуації $P_{I\{1, I \sim "75 \text{ осіб}"}$ потрібно, в найпростішому випадку, знати кількість осіб (n) евакуйованих щорічно протягом певного часу (наприклад $n = \{p_{ок}\}_B$); та провести розрахунки за формулою (7.1). Для цього випадку формулу можливо

$$P_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n Ei}$$

відобразити у вигляді:

Де більш точних розрахунків потрібно врахувати статистичну імовірність події евакуації людей протягом 10 років (0; 0; 200; 0; 0; 600; 0; 0; 1200; 0). Тобто подія евакуації А відбулася 3 рази, її імовірність $P_A=0.3$; Імовірність події В – евакуації 375 осіб: $P_B=375/2000=0.1875$. Оскільки події А та В залежні, імовірність С – евакуації С – евакуації 375 осіб, якщо евакуація потрібна визначаємо як імовірність події В за умови, що подія А відбулася, тобто $P_C=P_B \cdot P_A=0.3 \cdot 0.1875=0.05625$.

Як бачимо з рис. 7.9. ця величина не дає змоги управління ризиком, тобто потреба рахувати її виникає тільки в разі оцінки припустимості ризику, тому що імовірність може бути яким завгодно числом з інтервалу $[0; 1]$.

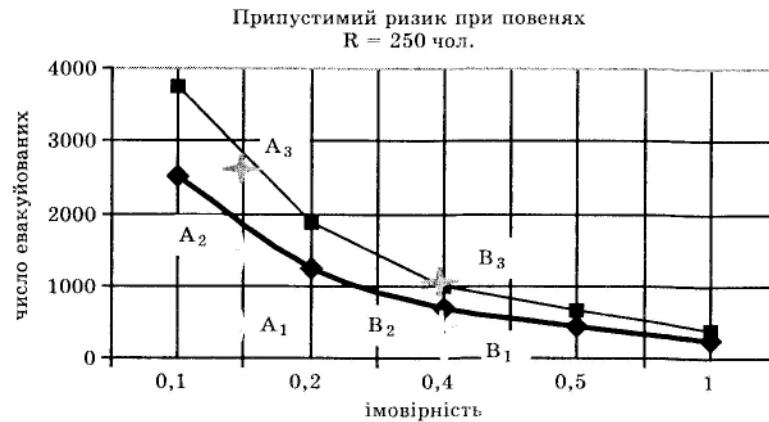


Рис. 7.9. Множина імовірностей P_i ризику $R_3 = 375$

Найчастіше, при розгляді величин ризиків з'являється необхідність не тільки порівнювати ризики з припустимими, але й оцінити ступінь безпеки, котру будемо інтерпретувати як наближення до припустимого ризику. Тобто небезпеку визначимо, як відношення поточного ризику до прийнятого,

$$O_i = \frac{R_i}{R_d},$$

де E_i — поточний ризик, R_d — прийнятний ризик.

Для нашого прикладу, небезпеки, відповідно, будуть: $O_1 = 0,3$, $O_2 = 0,9$, $O_3 = 1,5$, $O_4 = 0,4$, $O_5 = 0,8$, $O_6 = 1,6$. Як бачимо при неприпустимих ризиках, небезпека стає більше одиниці й тим більше, чим більше її значення. Очевидно, небезпека, що відповідає точці A_3 де наслідки евакуації 2500 чоловік менше небезпеки, що відповідає точці B_3 де наслідки евакуації тільки 1000 чоловік, хоча ризик і в точці A_3 і в точці B_3 — неприпустимий. Таким чином, вводячи показник небезпеки, ми можемо порівнювати небезпеку неприпустимих ризиків для одного і того самого чинника ризику, але різних його ймовірностях, або різних наслідків.

Становить інтерес також, величина обернена до небезпеки, назовемо її ступінь захисту:

$$\Pi_i = \frac{R_d}{R_i}$$

де величини ризику мають той же зміст R_d – прийнятий ризик R_i – поточний ризик.

Показник ступеня захисту буде являти, таким чином, у скільки разів — *поточний ризик* K_i менше *прийнятного ризику* K_a як далеко ще до лінії прийнятності, що розділяє інтервал можливого ризику на припустимий і неприпустимий. Підрахуємо ступінь захисту при ризиках $K_4 = 75$, $K_5 = 200$, які відповідають точкам A_4 і B_5 , що мають однакову координату по осі ординат — числу евакуйованих $E = 500$ осіб. Зрозуміло, що евакуація 500 осіб з імовірністю $P_4 = 0,15$, і та ж евакуація з імовірністю $P_5 = 0,4$ це зовсім різні загрози, що і показує абсолютне значення ризиків $K_4 = 75$, $K_5 = 225$, рис. 7.9. Ступінь захисту відповідно буде: $\Pi_4 = 250/75 = 3,33$; $\Pi_5 = 250/225 = 1,1$. Як бачимо $\Pi^* > \Pi_4$, впертому випадку захищеність вище, що також можливо побачити на діаграмі рис.7.9 — точка A_4 знаходиться на більшій відстані від лінії прийнятного ризику, чим точка B_5 .

У більшості випадків життя має місце множинність небажаних факторів впливу. Оскільки критерій безпеки — відносна величина, можливе порівняння різних небезпек від різних небезпечних факторів. Припустимо, наприклад, що нам необхідно вибрати ділянку під город із двох, котрі нам запропоновані. Перша знаходиться ближче, ніж 100 м. від дороги і відповідно має деяке забруднення продуктами вихлопу двигунів авто, а іншої знаходиться в сліді троянди вітрів ЧАЕС, де визначальним шкідливим фактором є радіація. Отже з двох зол необхідно вибирати менше. В обох випадках небезпечні фактори не перевищують припустимих, тобто зміст солей свинцю в першому випадку не перевищує ГДК, а в другому випадку поглинена доза внутрішнього опромінення протягом життя не перевищує припустиму, відповідно до НРБУ — 97. Наслідками першого небезпечного фактора, можливо, буде хвороба нирок, другого — хвороба печінки. Припустимо, що наслідки такі: на повне лікування нирок потрібно 1000 гривень при амбулаторному лікуванні, на діагностику й

лікування печінки — 1500, причому потрібен місяць лікування в стаціонарі. Як припустимий ризик у першому випадку вважаємо двох місячну зарплату — 1200 гривень, у другому теж і додатково 200 гривень як різниця в оплаті робочого часу й виплат соцстраху по лікарняному листі, усього – 1400 гривень. Для усвідомленого вибору розраховувати імовірності занедужати. Оскільки це досить складно і аналогічні розрахунки проведено неодноразово, пропустимо ці обчислення і приймемо $P_1 = 1.2 \cdot 10^{-3}$, $P_2 = 0.9 \cdot 10^{-4}$, ризики відповідно будуть: $K_1 = 1.2$ і $K_2 = 1.35$, а небезпеки $O_1 = 0.001$ і $O_2 = 0.00096$. Як бачимо ризик більше в другому випадку, але оскільки більше і припустимий ризик, небезпека в другому випадку виявилася трохи менше. Виходить, якщо керуватися тільки критерієм найменшого зла, перевага повинна бути віддана другій ділянці. Варто пам'ятати також, що у всіх цих обчисленнях фігурують випадкові величини, отже, при всіх операціях, у тому числі порівняннях, необхідно враховувати параметри невизначеностей даних. У наведеному прикладі, швидше за все ми спостерігаємо випадкові величини одного порядку (див. п. 7.8).

При обліку двох і більше небезпечних факторів, їхній вплив, на наш погляд, найкраще враховувати разом із логікою зв'язку факторів з іншими факторами й обставинами, тобто будувати логічні дерева відмов (див. п.7.2) і проводити розрахунок імовірності небажаної події для комплексу розглянутих факторів — виконувати аналіз систем. Можливі й інші методи, наприклад, експертні оцінки і по парні порівняння і т. інш.

7.9. Аналіз збитку

Структура повного збитку в результаті аварійної діяльності ПНО представлена на рис. 7.11. Існують такі види збитку:

- Соціальний — вплив на суспільство, людину,
- Економічний — втрата матеріальних цінностей,
- Екологічний — негативний вплив на природне середовище.

Оцінка повного збитку включає оцінку прямого і непрямого, опосередкованого збитку і повинна проводитися по спеціально розроблених процедурах [16,28].

По визначенню, потенційно небезпечними об'єктами є ті підприємства, порушення функціонування яких можуть привести до важких соціально-економічних і / чи екологічних наслідків. Зазначимо, що на Україні частина підприємств ПНО в структурі промислового виробництва складає близько ??????.

вартості основних виробничих фондів. Особливо велику частку вони складають у Донецькій, Луганській, Дніпропетровській областях, де частка цих підприємств сягає 55,3% вартості основних виробничих фондів. Викиди шкідливих речовин в атмосферу по галузях промисловості в Україні за даними на 1998 р. [28] приведені в табл.7.4.

Таблиця 7.4. Викиди шкідливих речовин в атмосферу по галузях промисловості в Україні

Галузь промисловості	Викиди шкідливих речовин, тис.т	Частка від усіх викидів, %	Максимальні викиди з одного об'єкту, т.
Електроенергетика	1545,4	32,6	9037,4
Нафтодобувна і газова	225,6	4,7	409
Вугільна	1106,9	23,1	1473,9
Металургійна	1294,3	27,0	6776,4
Хімічна	99,1	2,1	854,3

Машинобудування	53,6	1,1	64,4
Будівельні матеріали	79,3	1,7	51,3
Харчова	112,2	2,3	122,0
Сільське господарство	51,4	1,1	17,7
Транспорт	52,8	1,1	27,9
Житлово-комунальне господарство	51,0	1,1	72,3
Інші галузі	113,8	2,4	26,7
	4785,4	100,0	

Як видно, найбільшої шкоди завдає електроенергетика, золошлакові викиди ТЕС, викиди вуглекислого газу, оксидів азоту, сірки, фосфору. Відзначимо також, що працююча на вугіллі ТЕС за даними досліджень фахівців Українського НДІ екологічних проблем м. Харкова, викидає в атмосферу більше і радіоактивних речовин, що містяться в вугіллі у вигляді домішок (табл. 7.5). Крім того видобуток вугілля пов'язаний із значним засоленням водяних резервуарів, куди скидаються шахтні води. У воді, що відкачується із шахт, міститься значна кількість ізотопів радію і радон. Треба враховувати ризик життю і здоров'ю шахтарів, проблеми териконів та інш.

Опромінення від теплових станцій відбувається через вміст в вугіллі різних радіоактивних елементів, включаючи уран, торій, радій, свинець та інші радіоактивні ізотопи. Невеликі їхні кількості при - спалюванні вугілля на ТЕС сотнями тонн (ТЕС у 50 — 60 добу спалює вагонів вугілля), приводять до значних викидів радіоактивності, у залежності від родовища вугілля і ступеню очищення (табл.7.5).

Таблиця 7.5. Індивідуальна доза опромінення населення на відстані 1000 м від джерела.

№ з/п	ТЕС, ДРЕС, АЕС	Індивідуальна доза опромінення населення па відстані 1000 м від джерела, мкЗв/рік.
1.	Змієвська (максимум)	31,5
2.	Криворізька	28,7
3.	Трипільська	11,1
4.	Запорізька	8Л
5.	Вуглегорська (мінімум)	3,7
6.	Запорізька АЕС	1,2
7.	Рівненська АЕС	0,5
8.	Південноукраїнська АЕС	0,47
9.	Хмельницька АЕС	0,23

Порівняння величин індивідуальних і колективних доз, нормованих на одиницю потужності показує, що дози від теплових електростанцій значно перевищують дози від атомних. Значення індивідуальної дози нормованої на одиницю фактичної потужності для "середньої умовної" ТЕС дорівнює 9,72 і перевищує значення індивідуальної дози нормованої на одиницю встановленої потужності для "середньої умовної" АЕС майже в 50 разів.

Еколого-економічний ризик, можливий унаслідок діяльності декількох підприємств, можна оцінити по наступному алгоритму.

Нехай у регіоні існує n підприємств, кожне з яких здійснює викиди у навколишнє середовище m шкідливих речовин. Приймаємо x_{ij} (1) — викид i -м підприємством ($i = 1, \dots, n$) j — компонента викиду, ($j = 1, \dots, m$) за одиницю часу (місяць, рік).

Загальний викид i -го підприємства по всіх компонентах забруднень буде:

$$Z_i(t) = \sum_{j=1}^m x_{ij}(t).$$

А загальний сумарний викид /компонента всіма підприємствами буде

$$Z_j(t) = \sum_{i=1}^n x_{ij}(t).$$

Передбачається, що органами держінспекції для кожного підприємства визначений нормативний (припустимий) викид для кожного компонента, сукупність якого можна задати матрицею

$$\{y_{ij}\} = (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m)$$

небезпечна екологічна ситуація виникає тоді, коли для будь-яких i, j на час t виконується умова

$$x_{ij} - y_{ij} > 0$$

Екологічною небезпекою регіону будемо вважати ризик — Z_6 , загальний збиток від якого досяг чи перевищує розміри до-ходної статті бюджету регіону C ($Z_6 > C$). (При якій регіональні служби МНС справляються з цією НС).

Загальний збиток від аварійної діяльності i -го підприємства можна представити у вигляді:

$$Z_{6i} = \sum e_i \tau_j (x_{ij} - y_{ij}), \text{ при } x_{ij} > y_{ij},$$

де τ_j — коефіцієнт, що характеризує шкідливий вплив речовини. Відповідно до прийнятих рекомендацій [28], його можна представити у вигляді:

$$\tau_j = H_{6j} K_A,$$

де H_{6j} — базовий норматив плати за забруднення оточуючого середовища, грн/т, K_A — коефіцієнт, що характеризує відносну небезпеку речовини.

$$K_A = 1 / GDK_r,$$

де GDK_r — середньодобова ГДК забруднювача, мг/м³. Значення GDK_r можна знайти в багатьох довідниках, Значення H_{6j} — базового нормативного коефіцієнта плати за забруднення оточуючого середовища можна знайти, наприклад, у [28].

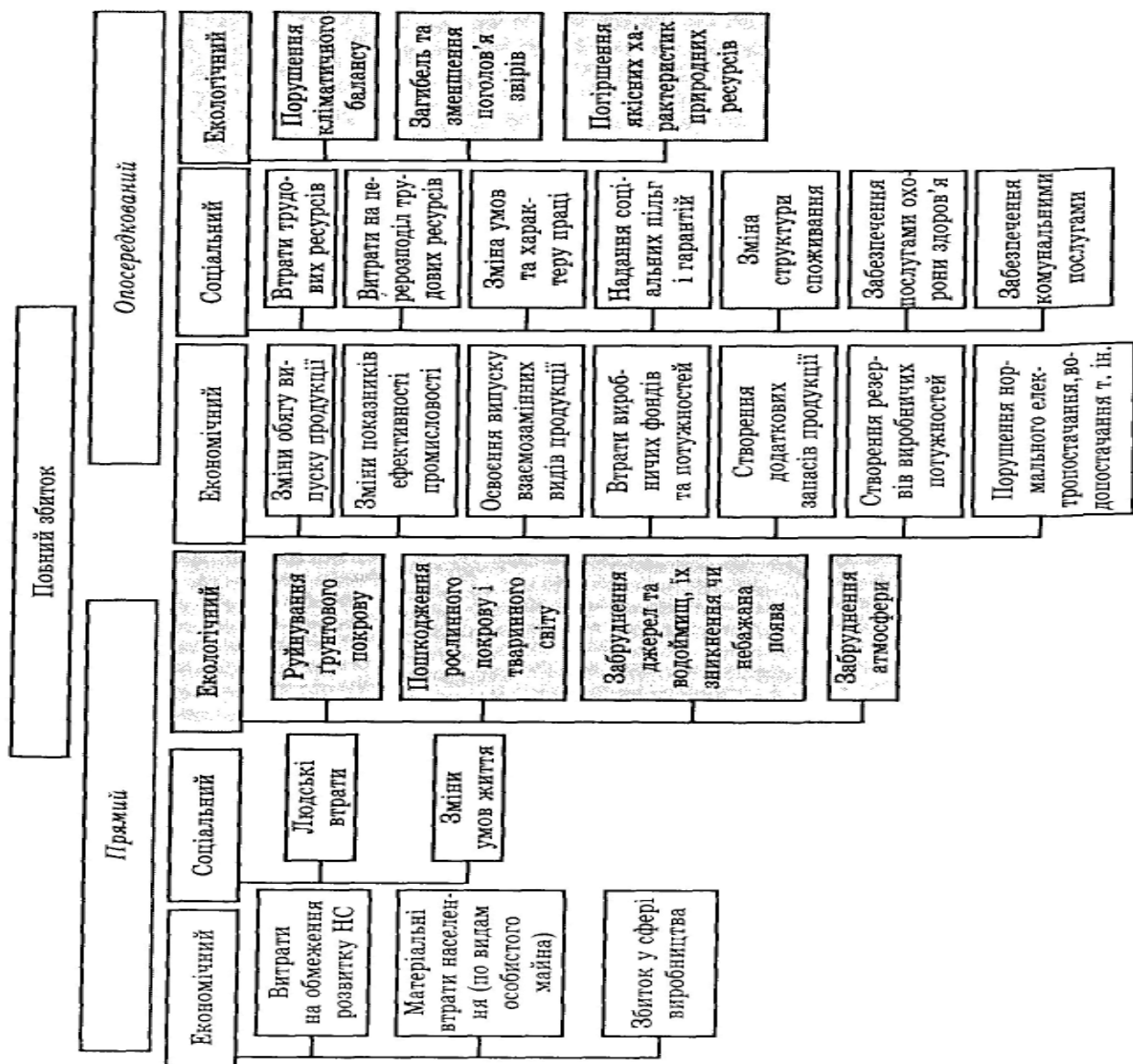


Рис. 7.10. Основні складові збитку

В таблиці 7.6 представлені деякі узагальнені дані по методах аналізу ризиків, і деякі підходи до мінімізації ризиків.

**Таблиця 7.6. Основні напрямки,
підходи і методи аналізу ризиків**

Напрямок досліджень	Підходи	Методи
Вимір(визначення) ризику	Інженерний	Дерева відмов, дерева подій
	Моделльний	Доза — ефект
	Експертний	Експертні оцінки
	Соціологічний	Соціологічні опитування, анкетування
Аналіз безпеки великомасштабних технологічних систем	Мінімізація нового ризику: • вибір місця розташування нової системи	Економічний аналіз, лінійне програмування (критерій оптимальності — мінімум витрат), аксіоматичний метод побудови функцій корисності (Р. Кіпи й інш.), багатокритеріальний аналіз (нормативно-дескриптивний підхід), “витрати — користь”.
	• Створення систем із внутрішньою властивою безпекою	Інженерні методи
	• Мінімізація існуючого ризику: • Систематизація взаємодії людина-машина-середовище	Ергономічні методи, створення спеціальних експертних систем
Аналіз аварійних ситуацій	Аналіз реальних і потенціальних ситуацій	Статистичний аналіз, економічний аналіз, сценарії, зонування (складання карт ризику)

7.10. Процес розробки дерева відмов технічних систем

7.10.1. Класифікація методів аналізу відмов і ризиків

В наш час існують як математичні методи, так і методи обчислень для створення імовірнісних схем моделювання. Необхідне тільки наукове обґрунтування їхнього вибору і надійні експериментальні дані.

Класифікація методів аналізу відмов і ризиків наведена на рис.7.11. Класифікація необхідна з метою вибору методології і способу рішення конкретної задачі. Більшість задач, пов'язаних з ризиками, впливає з необхідності управління безпекою, тому методи, що дозволяють одержати кількісні значення поточних ризиків мають перевагу. Найуніверсальніший і найпоширеніший — це метод аналізу "**дерев відмов**", що реалізований різними програмними продуктами (кодами). Один із найбільш розповсюджених з них — це код "ШКА8", описаний у роботі [9].

7.10.2. Короткий опис методу дерев відмов.

Аналіз дерев відмов систем є найбільш загальним методом, що використовується для представлення логіки відмов технічних **систем**, зокрема, атомної станції та всіх ІШО. Він являє собою дедуктивний аналіз відмов, який

можна описати аналітичне. Метод дозволяє визначити небажаний стан системи і потім аналізувати систему з урахуванням навколишніх умов і умов експлуатації для з'ясування всіх можливих шляхів, за якими може реалізуватися небажана подія. **Дерево відмов являє собою графічну модель різних паралельних і послідовних сполучень відмов, що приводять до реалізації заздалегідь визначеної небажаної події.** Відмовами — базисними подіями [9] можуть бути події, пов'язані з виходом з ладу елементів системи, помилками персоналу, неготовністю устаткування внаслідок технічного обслуговування, іспитів чи інших обставин, що можуть тягти за собою небажану подію. Таким чином, дерево відмов відображає логічні взаємозв'язки базисних подій, які ведуть до небажаної події, що уявляє собою "верхню подію" дерева відмов. Схеми дерева відмов точно визначають логічні комбінації базисних подій, що приводять до верхньої події.

7.10.3. Розробка дерева відмов технічних систем

Дерева відмов (ДВ) являють собою математичні імовірнісні моделі систем, що враховують можливі відмови всіх елементів, що складають систему, їхній взаємозв'язок і взаємозалежність та дозволяють розрахувати імовірність відмови системи на основі відомих характеристик надійності її елементів. Приклади ДВ — рис. 7.14, 7.17 і рис 7.18, 7.19.

Дерева відмов складаються з базисних подій з'єднаних логічними елементами. Отже, дерева відмов — логічні уявлення ймовірних відмов систем, що можуть відбуватися і приводити до небажаної події.

Мета використання дерев відмов:

- виявлення шляхів, що приводять до відмови системи;
- вивчення моделі системи шляхом:
 - вивчення взаємозалежності між відмовами елементів;
- визначення імовірності відмови системи;

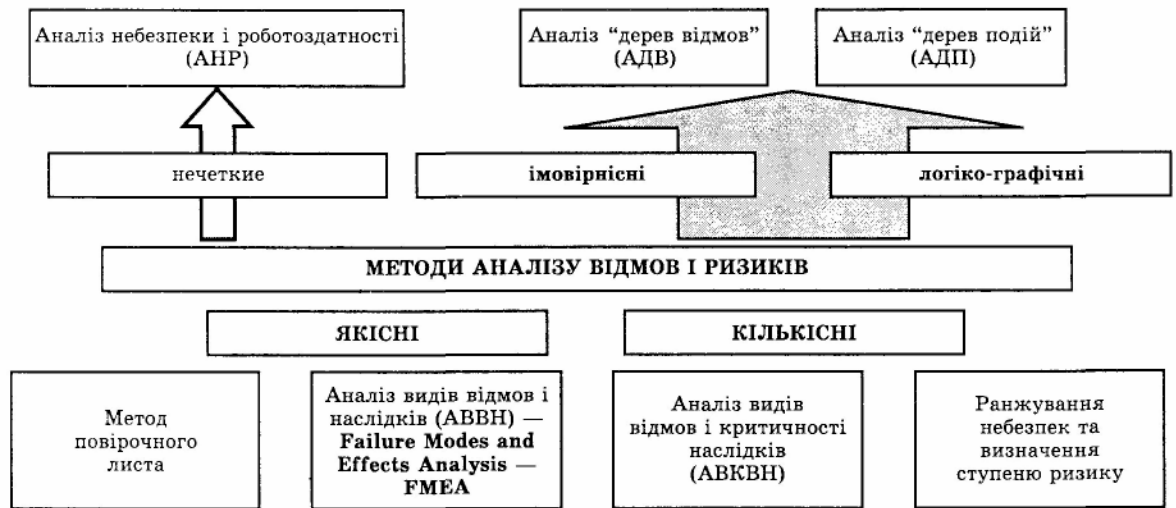


Рис. 7.11. Класифікація методів аналізу відмов і ризиків

— одержання інформації про "вразливі місця" системи, що моделюють.

Умови розробки дерев відмов:

- використання дедуктивного аналізу;
- чітке визначення небажаної події;
- облік взаємозв'язку між подіями;
- використання параметрів неготовності окремих компонентів;
- деталізація вхідної інформації повинна мати відповідний рівень.

7.10.4. Загальні принципи побудови дерева відмов

Процес розробки дерева відмов схематично зображений на рис. 7.12.

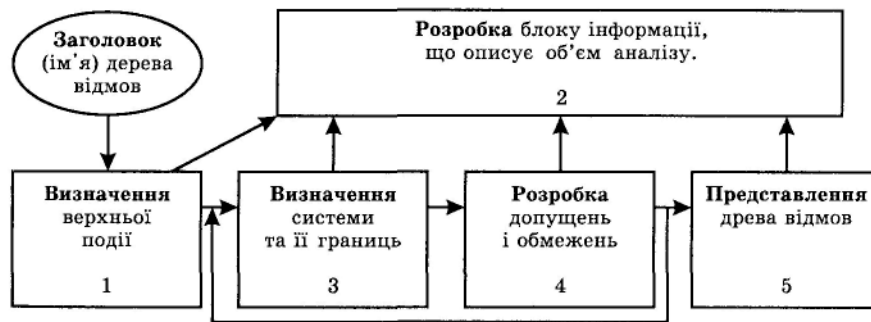


Рис. 7.12. Процес розробки дерева відмов.

Побудову ДВ умовно можна розбити на 5 етапів: 1. Визначення верхньої події. Верхня подія ДВ є проміжною подією дерева подій. Для великих систем можна робити розбивку їх на підсистеми, пов'язуючи потім так, щоб одержати єдине ДВ системи. Отже, верхня подія:

- це небажана подія;
- вона повинна бути конкретною, якщо вона загального характеру, то аналіз буде складний;
- якщо занадто конкретна, то може загубитися інформація, корисна для аналізу;
- необхідно чітко задавати робочий стан компонентів, що входять у систему.

2. Розробка блоку інформації, що описує обсяг аналізу, включає:

- визначення меж системи і визначення даних для аналізу;
- експлуатаційну і проектну інформацію, дані з регламенту;
- облік регламентів ремонту і технічного обслуговування.

3. Визначення системи та її границь:

- може відрізнитися від розуміння експлуатації;
- якщо кілька систем виконують одну функцію безпеки варто представляти її як одну систему, тобто система представляється як набір елементів;
- необхідно чітко визначити границі системи.

4. Допущення й обмеження, що приймаються (оскільки немає повної інформації про всі явища):

—основа для припущень повинна бути конкретною і спиратися на детерміністичний аналіз;

—обмеження допомагають визначити обсяг аналізу.

5. Представлення дерева відмов — кінцевий етап побудови:

—крок за кроком визначати недоліки систем (декларувати);

—позначення повинні бути зроблені зрозуміло (стандартно);

—при визначенні набору відмов, окремі відмови повинні відповідати ступеню подробности, прийнятому раніше.

Побудова дерева відмов — ітераційний процес. Розуміється це в тому значенні, що для складних систем багато відмов можуть розглядатися як у моделях ДВ, так і в моделях ДП і для з'ясування цієї обставини необхідна розробка різних варіантів і їхній аналіз. Іноді функції системи аналізуються в деревах подій краще, ніж у деревах відмов, тобто можливі переходи доти, поки не буде повної відповідності. При цьому ДВ буде змінюватись (разом з деревом подій).

Основні положення і правила побудови дерев відмов

Вище розглянуті основні принципи й етапи побудови дерев відмов. У цьому розділі розглянемо їх більш докладно і конкретно.

Отже правила:

•При побудові ДВ використовується концепція миттєвої відмови, тобто кожна подія представляється такою, що відбувається у даний момент.

•Спочатку звертаємо увагу на необхідні і достатні причини виникнення верхньої події, потім причину цієї причини і так далі послідовно по кроках (всіх причинах).

Побудову ДВ розглянемо на прикладі каналу подачі води, що складається з трубопроводів, насоса А, засувки К і С паралельних трубопроводів і засувки В, що перекриває загальну ділянку — рис. 7.14.

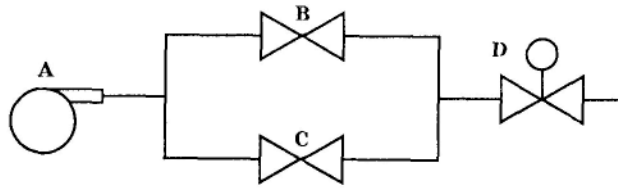


Рис. 7.13. Канал подачі води

Приклад побудови ДВ каналу подачі води (рис. 7.13).

Верхня подія — небажана подія: "Відмова проходження потоку через засувку "В" протягом 24 годин". Обмеження "протягом 24 годин" у даному випадку має значення при визначенні ймовірностей базисних подій — відмова елементів схеми.

Дотримуючись правил попереднього пункту визначимо можливі причини (базисні події), починаючи з верхньої події:

D1— відмова засувки "В" відкритися на вимогу, чи

D2— клапан "D" не зміг залишатися відкритим протягом 24 годин, чи

D3— не було вхідного потоку — не подія, а причина, тому повинна бути проаналізована ця можливість, тобто визначені необхідні і достатні умови:

V1 — немає потоку з-за засувки В, і

C1 — немає потоку з-за засувки С.

Розглянемо можливі варіанти для обох умов:

V11 — "В" не відкривається на вимогу;

V12— "В" не зміг залишатися відкритим протягом 24 годин;

V13 — немає вхідного потоку на засувку "В"

Те ж саме для "С":

C11 — "С" не відкривається на вимогу;

C12 — "С" не зміг залишатися відкритим протягом 24 годин;

C13 — немає вхідного потоку на засувку "С".

Продовжуючи процес далі, спускаємося нижче і нижче, одержуємо причини відсутності потоку на засувки "В" і "С":

А1 — насос не запустився на вимогу;

А2 — не зміг працювати протягом 24 годин;

А3 — не було потоку в насос (нерозвинений елемент).

Якщо дуже надійний резервуар і т. інш., то варто утриматися від розбивки А3 на дрібні відмови.

Повинні бути однаково позначені основні (базисні) події, незалежно від їхнього місця в ДВ, якщо вони ті самі, тобто події: А1, А2, А3 для ВІЗ і С13, хоча це і різні гілки ДВ.

Дерево відмов "Відмова проходження потоку через засувку "В", побудоване без використання коду "ІККА8" зображене на рис.7.14.

Приведемо також інші аспекти, які необхідно враховувати при побудові ДВ в більш складних задачах, у загальному випадку для всіх систем АС:

а) На початку процедури побудови дерев відмов повинні бути погоджені: границі систем, логічні символи, індексація (кодування) подій, а також облік і представлення помилок персоналу (гл. 10) і відмов по загальних причинах.

б) Усі допущення, зроблені в процесі побудови дерев відмов, повинні бути відбиті в звітній документації поряд із джерелами використовуваної проектної інформації. Таким шляхом буде забезпечена погодженість дій протягом всього аналізу, а також можливість простежити хід досліджень.

с) Якщо системи не моделюються в деталях і використовуються дані по надійності системного рівня, то події відмов, що є загальними і для інших систем, повинні бути виділені і розглянуті явно.

сі) Настійно рекомендується ще до початку аналізу встановлювати ясні і точні визначення границь систем. У ході аналізу необхідно дотримувати встановлених границь, а їхні визначення повинні міститися в підсумковій документації по моделюванню систем.

е) Важливо, щоб застосовувалася стандартизована форма для кодування базисних подій у деревах відмов. Обрана схема повинна бути сумісна з обраним комп'ютерним кодом для аналізу систем і чітко ідентифікувати базисні події з погляду:

- виду відмов устаткування
- визначення виду і типу конкретного устаткування
- приналежності устаткування до конкретної системи
- станційного ідентифікатора устаткування.

£) Дерева відмов повинні відображати всі можливі види відмов, що можуть спричинити неготовність системи. Повинні враховуватися складові, причетні до виводу устаткування з роботи для іспитів і технічного обслуговування. У необхідних випадках потрібно враховувати помилки персоналу, пов'язані з помилковими діями по приведенню устаткування в робочий стан після іспитів і технічного обслуговування, а також з помилковими діями в процесі аварії. Можливі дії персоналу по відновленню працездатності устаткування часто мають специфіку для кожної аварійної послідовності і видів відмов елементів. Ці особливості ефективніше всього враховувати так, як це описано в процедурі виконання задачі кількісного аналізу аварійних послідовностей. £) У деревах відмов повинні знайти відображення наступні аспекти залежних відмов:

- взаємозалежності вихідних подій і реакцій систем;
- відмови загальних підтримуючих систем, що роблять вплив більш ніж на одну фронтальну систему чи елемент через функціональні залежності;
- помилки персоналу, пов'язані з загальними операціями іспитів і технічного обслуговування;
- загальні елементи фронтальних систем.

При виконанні моделювання треба визначити й описати усі функціональні і системні дерева відмов, які охоплені в аварійних

послідовностях (деревах подій). При побудові системних дерев відмов мають бути враховані всі системи, що **забезпечують** роботу системи, які необхідні для виконання функцій безпеки, покладених на систему, тобто системи вентиляції, електропостачання, системи промконтуров і т. інш.

Усі системи у всіх конфігураціях, що увійшли в модель, мають бути представлені й описані до початку процедури побудови ДВ. Метою цієї роботи є визначення здатності виконувати покладені на систему функції безпеки в залежності від стану елементів системи, їхніх видів відмов (незалежних і з загальної причини) з урахуванням можливості відновлення в режимі чекання і при аварії, і визначення на рівні елементів системи міжси-стемних зв'язків.

В усіх випадках, де у імовірнісній моделі передбачене втручання персоналу, треба представити й описати дерева відмов для персоналу і всі дії/операції, на підставі яких вони побудовані. Ці події, що пов'язані з відновленням функцій оператором, як і відмови із загальної причини, повинні бути додані в дерева відмов на заключному етапі, в остаточному підсумку.

Класифікація відмов розглянута в [9,79]. Тут приведемо позначення відмов, що звичайно використовуються в ДВ для систем АЕС. Розглянемо наступні види відмов устаткування:

- насоси (Ршпр), дизель-генератори — ДГ (ВО):

— відмова запуску (Іаіііге іо зіаІЧ, — Р8). До даного типу відмов відносяться також вихід устаткування з ладу протягом великого часу після запуску (30 хвилин) — мимовільне відключення, підвищені навантаження на відповідальні вузли, підвищені вібрації, температури і т. інш.

— відмова на виконання функцій у заданий час роботи (24 години) (Іаіііге іо гип — РК)

- арматура (засувки, регулятори — Моіог орегаіес! уаіуе (МОУ), зворотні клапани — СЪесІс уаіуе (СУ), запобіжні клапани — Келіеџ уаіуе (КУ):

- відмова на відкриття (Failure to open — FO) — відмова в результаті якої арматура не відкривається, чи відкривається не цілком (не повний прохідний перетин); відмова на закриття (Failure to close — FC)

- — відмова, в результаті якої арматура не закривається при надходженні вимоги на її закриття, чи закривається не цілком (не повний прохідний перетин);

- бак, ємність, теплообмінник (Tank, Heat exchanger):

- течія (Leakage — BK) таких розмірів, що виконання функцій безпеки стає неможливим;

- зниження параметрів середовища (parameter degradation — PC), у результаті чого параметри виявилися нижче необхідних для виконання функцій безпеки.

Корисну інформацію з відмов устаткування можна знайти також у роботі Хенлі і Кумамото[79].

7.10.5. Визначення резерву часу.

Кожна техногенна або природна система може знаходитися в декількох відносно сталих станах. Стан системи, що відповідає природним та (або) технічним умовам її функціонування визначають як нормальні умови. При порушенні нормальних умов, в залежності від типу порушень, з наростанням наслідків можуть створюватися якісь випадки, інциденти, аварійні режими, аварії або навіть надзвичайні ситуації. Крім нормальних умов та аварійних режимів, як правило, існують і декілька інших станів системи, що не відповідають нормальним умовам, але які можливо кваліфікувати як безпечні. Стадія переходу системи з одного стану в інший визначається перехідним процесом, або перехідним режимом. З метою недопущення інцидентів, аварійних режимів та аварій на об'єктах підвищеної небезпеки повинні створюватися спеціальні системи безпеки. Призначенням таких систем є перевід ПНО, при порушенні умов та меж безпечного його функціонування, в деякий

безпечний стан. Всі можливі аварійні режими та можливі стани об'єктів підвищеної небезпеки звичайно описують в паспорті ПНО, де позначають також термін, за який можливий перехід системи в безпечний стан за допомогою тієї або іншої системи безпеки, штатних, чи допоміжних засобів попередження або зменшення можливого пошкодження. Цей термін є тим базовим терміном часу, який використовують при різного роду розрахунках безпеки. Важливим є також характеристики перехідних процесів та перехідних режимів щодо швидкості зміни їх стану. Загалом, швидкість зміни стану надзвичайної ситуації потрібна для визначення резерву часу, який є для прийняття заходів безпеки. Існують залежності резерву часу від базисних подій та чинників оточуючого середовища, які характерні для того чи іншого процесу. Наприклад, пожежникам добре відомі швидкість розповсюдження вогню, в залежності від матеріалів, що горять та обставин при цьому. Звідсіля можливе визначення резерву часу, що є в розпорядженні для захисту об'єкту. Другі приклад — при відомій потужності джерела радіаційного опромінення та відомій допустимій дозі, можливе визначення допустимих термінів знаходження в зоні опромінення. Тобто, якщо відомі швидкість або якісь інші питомі характеристики процесу, то резерв часу потрібно визначати як частку від ділення цілого на швидкість, питому характеристику процесу тощо. Тобто, для визначення резерву часу потрібно виконувати наступні дії:

1. Визначення типу події або НС.
2. Класифікація системи за кількістю станів.
3. Визначення швидкості зміни станів системи.
4. Побудова ДВ та визначення кількісних характеристик ризиків.
5. Визначення резерву часу на основі кількісних характеристик ризику.

7.10.6. Умовні позначки елементів у деревах відмов, які застосовувані в ШКА8.

Позначення базисних подій

—ІК.КА8 визначає і розрізняє, у залежності від вихідних даних кілька типів базисних подій, позначення яких приведені на рис.7.15.

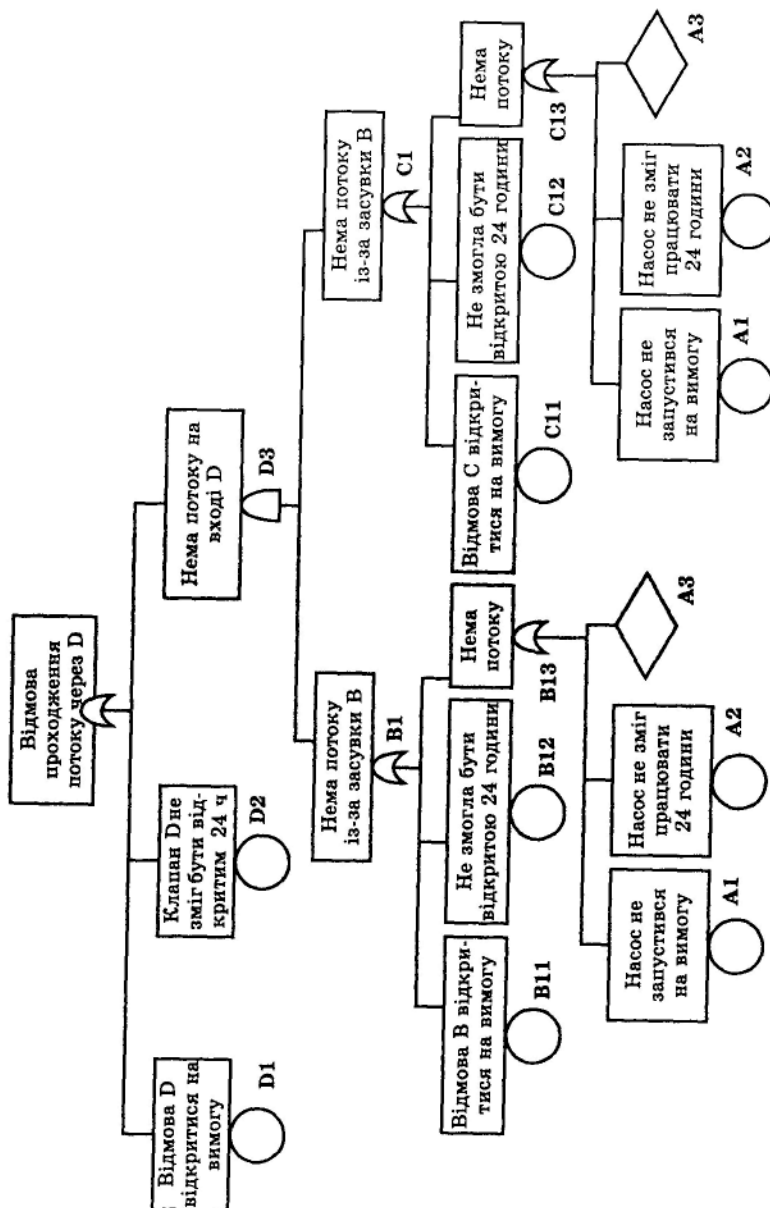


Рис 7.14 ДВ “Відмова проходження потоку через засувку “D”

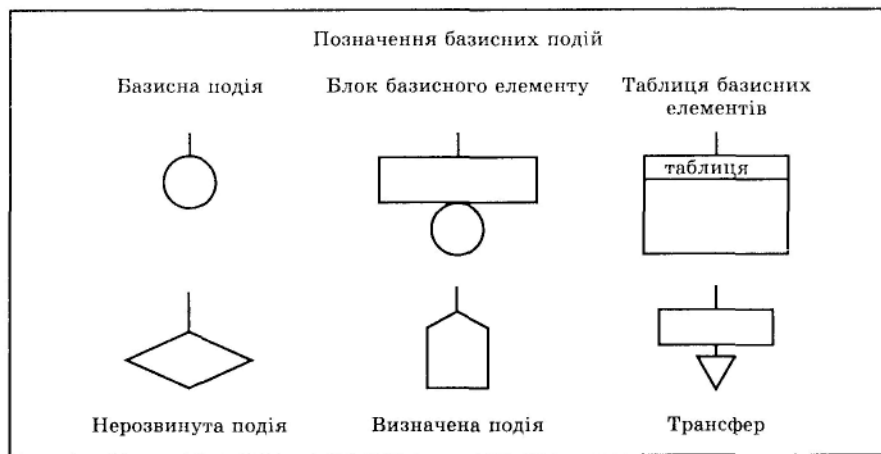


Рис. 7.15. Позначення базисних подій

- 1) Базисний елемент — (Базис Елемент А) — базисна подія являє ушкодження (дефект) — це відмова устаткування, людська помилка (похібка) чинесприятлива умова. Коло означає, що подія відмови не вимагає подальшої розробки.
- 2) Прямокутний базисний елемент — додатковий символ для базисної події — подія, яка містить у прямокутному елементі короткий опис базисної події.
- 3) Таблиця основних базисних елементів — дозволяє включити від 3 до 8 базисних подій, що будуть уведені компактно в схему ДВ.

ім'я т.
 бази
 елем

 Логіка, що ви користана в таблиці, диктується логічним елементом (false), що з'єднує елементи в дереві відмов.
- 4) Неописана (нерозвинена) подія — позначає базисну подію, що є фактично більш складною подією, що не була далі розвинута логікою дерева відмов. ІК.КА8 обробляє цю подію інакше, ніж базисну подію.
- 5) Елемент типу "дім" (Ноизе) — Визначена подія, використовується, щоб позначити відмову, яка гарантовано завжди відбудеться чи ніколи не відбудеться. Тип обчислення, приписуваний базисній події, установлює є чи ні подія подією типу "дім". Будь-яка базисна подія в IRRAS може бути визначена подією типу "дім".
- 6) Трансфер — неописане продовження (трансформації) вказує, що подія складена досить комплексно, щоб мати власну логіку дерева відмов, розвитку в іншому місці (на

іншій сторінці). Однак, подія оброблялася як базисна подія в присутнім дереві відмов.

Позначення логічних елементів

У коді ІККА8 можуть бути використані фактично всі логічні операнди булевої алгебри. Значення операндів відповідають раніше визначеним. ІККА8 визначає і розрізняє їх, відповідно до рис. 7.16. Код ІККА8 дозволяє визначити й описати нові логічні функції й елементи з подальшим їх використанням як стандартних.

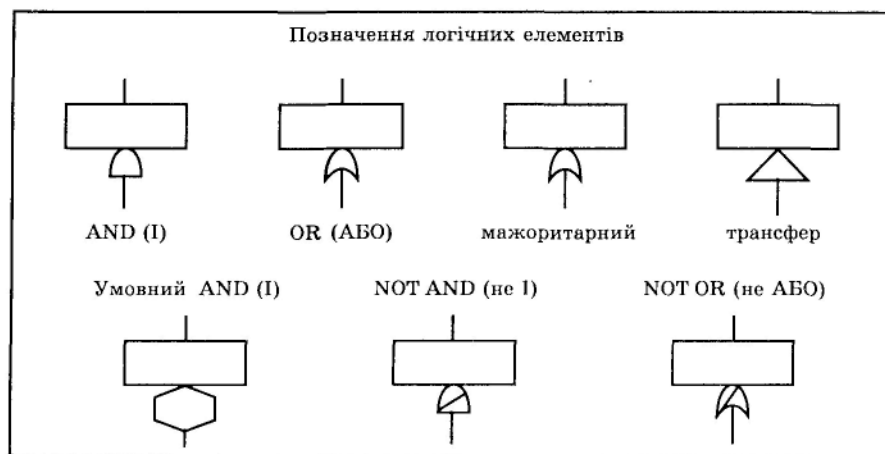


Рис. 7.16. Позначення логічних елементів

Опис логічних елементів

1. АМВ (I) — Усі входи (базисні події) до кон'юнктуру повинні відбутися, щоб подія відбулася.

2. ОК (АБО) — один вхід до АБО елементу приведе до відмови.

3. Мажоритарний логічний елемент — N/M (Oa1,e_Tпіз) визначає що, N з M вхідних подій повинне відбутися для відмови. Для елементу 2/3, будь-яка комбінація 2 із 3 вхідних подій має відбутися.

4. Елемент переходу — трансфер — використовуються, щоб зв'язати логічні структури разом без того, щоб представити будь-яку нову логіку власною. Елемент трансфер указує, що логіка продовжена на новій сторінці (чи на тій же самій сторінці). Назва (ім'я) елементу переходу повинно бути таким

же як елементу, де логіка продовжується, і при переході до іншої сторінки (окремий файл дерева відмов), повинне бути верхнім елементом на сторінці. Верхня вхідна назва (ім'я) дерева відмов повинна завжди бути ім'ям файлу дерева відмов.

5. Умовний АМВ (І) — використовується, якщо одиночна подія відбувається при визначеній умові. Таким чином, може використовуватися як елемент заборони — спеціальний тип кон'юнктура. Подія з умовним АМВ обробляється просто як базисна подія з імовірністю або як подія типу "дім".

Опис позначень більш складних логічних елементів можна знайти в [9].

7.11. Аналіз систем.

7.11.1. Моделювання функцій безпеки і систем, що їх виконують

Моделювання функцій безпеки (ФБ) і систем, що їх виконують, являє собою моделювання дерев відмов для систем, що виконують необхідні ФБ стосовно кожної вихідної події аварії з обраних у межах розглянутих експлуатаційних станів. Метою даної роботи є визначення для кожної системи безлічі можливих відмов і їхніх наслідків, комплексна оцінка ймовірностей невиконання заданих ФБ і визначення сумарної частоти виникнення вихідних подій аварій унаслідок відмов елементів системи. Невід'ємною частиною моделювання є опис і якісний аналіз системи, що включає в себе аналіз видів відмов устаткування і їхній вплив на працездатність розглянутої системи — аналіз надійності системи. У рамках аналізу надійності технологічних систем безпеки необхідно врахувати відмови елементів управляючих і обчислюючих систем, безпосередньо пов'язаних з розглянутою системою. Кожна система може мати одне чи декілька ДВ, у залежності від кількості виконуваних нею ФБ і необхідних при цьому критеріїв успіху. Наслідки відмов допоміжних систем, підсистем і елементів повинні відповідати конструкторській документації і досвіду експлуатації.

Аналіз надійності системи стосовно виконуваних нею функцій безпеки припускає проведення якісного і кількісного аналізів.

Якісний аналіз надійності системи проводиться з метою розробки детальних імовірнісних моделей для наступного кількісного аналізу і містить такі етапи:

1. Виділення характерних рис структури системи і режимів її функціонування для виділених ФБ.
2. Визначення умов і критеріїв виконання ФБ з урахуванням тимчасових характеристик.
3. Визначення границь системи і переліку вхідних у неї елементів, що враховуються в аналізі надійності.
4. Аналіз дій персоналу.
5. Аналіз регламенту технічного обслуговування (контролю і ремонту елементів, визначених у п. 3) з урахуванням помилкових дій персоналу.
6. Детальна класифікація видів і наслідків відмов елементів.

Кількісний аналіз надійності системи містить такі етапи:

1. Побудова елементних дерев відмов.
2. Визначення по ДВ набору мінімальних перетинів (МИ) і їхнє групування на МП у режимі чекання і МИ із відмовами елементів при виконанні системою ФБ.
3. Аналіз МП у режимі чекання з погляду моделювання відмов із загальної причини.

Результати розрахунку представляються у вигляді таблиць із значеннями ймовірностей невиконання системою заданих ФБ з урахуванням незалежних відмов устаткування, відмов устаткування з загальної причини і помилкових дій персоналу. При проведенні аналізу систем, як було показано вище, важливе значення має аналіз мінімальних перетинів. Розглянемо виконання процедури більш докладно. Повну інформацію з даного питання можна знайти в роботі [9],

чи в описі коду (програмного продукту), що використовується для побудови й аналізу ДВ.

7.11.2. Аналіз мінімальних перетинів

Останній етап якісного аналізу надійності систем безпеки полягає в представленні умови невиконання функцій системи у вигляді так званої безлічі мінімальних перетинів.

Мінімальний перетин — логічний добуток K первинних подій, що обумовлює відмову системи (властивість перетину). При цьому добуток $(K-1)$ подій з цього набору K подій не повинен приводити до відмови системи (властивість мінімальності). Іншими словами, мінімальним перетином називається сукупність первинних подій у системі, що характеризуються двома властивостями [9]:

- 1) Спільна їхня реалізація приводить до відмови системи.
- 2) Настання будь-якої комбінації меншого числа подій не приводить до відмови системи.

Набір мінімальних перетинів системи однозначно визначений її деревом відмов і може бути отриманий вручну або за допомогою ЕОМ при використанні спеціальних алгоритмів вибору мінімальних перетинів. На основі виду ДВ вираз для верхньої події може бути легко складено. Розглянемо довільне дерево відмов, що складене з комбінацій відмов деяких базисних подій: X_1, X_2, X_3, X_4 , зв'язаних логічними операторами: $\wedge$ (АМВ) — логічний добуток і $\vee$ (АБО) — логічна сума:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_1 + x_2) * (x_1 + x_3) + (x_1 + x_2) * x_4 + x_1 * x_3;$$

Після спрощень верхня подія може бути представлена як булева функція основних подій. Тобто,

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 + x_2 * x_3 + x_2 * x_4.$$

Іншими словами верхня подія відбудеться, якщо відбудеться:

—ПОДІЯ x ,

—АБО події x_2 і $x_{..}$,

—АБО x_2 і x_4

тобто верхня подія залежить від 3-х мінімальних перетинів.

Алгоритм вибору мінімальних перетинів на комп'ютері аналогічний (входить у комплект програмного забезпечення ІККА8).

Мінімальні перетини є ключовими інструментами для кількісного аналізу моделей ІАБ. Однак мінімальні перетини також надають якісну, упорядковану інформацію, що доцільно використовувати для виявлення важливих відмов елементів, а також ситуацій, що можуть приводити до небажаних наслідків. Наприклад, група мінімальних перетинів, що складаються з одного елементу системи, описує відмови окремих елементів, результатом яких є відмова всієї системи. У приведеному вище прикладі такою подією є подія x .

Мінімальні перетини для інших прикладів приведені в табл. 7.14 — 7.21.

Опції програми генерації мінімальних перетинів використовує логіку дерева відмов для всіх дерев відмов, що зв'язані з верхнім логічним елементом системи. При цьому визначається кількісно імовірність системи, використовуючи мінімальну апроксимацію верхньої границі мінімальних перетинів.

Перш, ніж почати генерацію мінімальних перетинів ДВ, необхідно установити бажані параметри відсічення малої ймовірності подій, оскільки немає рації розглядати всі комбінації відмов, що утворюються при цьому і ведуть до відмов системи.

Число утворених послідовностей дорівнює числу сполучень з множини можливих комбінацій відмов — базисних подій ($K = 2^{n-1}$) і, як бачимо, росте в геометричній прогресії. Так, для дерева подій з 14 можливих відмов число можливих шляхів протікання аварії буде $N = 2^{11} = 8192$. Серед всіх аварійних

послідовностей будуть і такі, котрі мають дуже малі імовірності. Наприклад, аварійні послідовності отримані в підсумку *перетинання* 4-х подій, кожна з яких має імовірність $P \leq 10^{-6}$, тобто аварійні послідовності з імовірністю $p \leq 10^{-24}$. Але як було показано раніше, такі послідовності входять у залишковий ризик і не представляють практичного інтересу.

Параметри відсічення малоімовірних подій встановлюються за допомогою програми (опцій) по відсіканню, що передує опції генерації мінімальних перетинів ("Сенегале Сні Зеіз" у програмі ІККА8). Опції усікання висвітлюються на екрані, у вигляді питань за значеннями відсічення. При установці цих опцій утримуються мінімальні перетини, які складаються з базисних подій, що є вище мінімуму відсічення, навіть якщо мінімальні перетини, у які входять ці події, мають значення нижче встановленого.

Опції "Аналізу систем" (**Сенегале Сні Зеіз**) використовує логіку дерева відмов для всіх дерев відмов, що зв'язані з верхнім Caie (логічним елементом) системи. Імовірність системи визначається кількісно, використовуючи мінімальну апроксимацію верхньої границі мінімальних перетинів, визначаються всі мінімальні перетини, що є вище мінімуму відсічення. Можлива модернізація мінімальних перетинів, при цьому програма використовує існуючі мінімальні перетини поточної події (якщо користувач не визначає, що мінімальні перетини базової події повинні використовуватися взамін). Не мінімальні перетини усунуті, імовірність системи визначається кількісно, використовуючи мінімальну апроксимацію верхньої границі мінімальних перетинів.

Мінімальна апроксимація верхньої границі мінімальних перетинів — це обчислення апроксимує імовірність об'єднання мінімальних перетинів для дерев відмов. Рівняння для мінімальної апроксимації верхньої границі мінімальних перетинів:

$$S = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - C_i),$$

де $5!$ — мінімальна верхня межа мінімальних перетинів для не готовності системи;

C_i — імовірність i -го мінімального перетину;

t — число мінімальних перетинів.

Приклад. Якщо мінімальні перетини для системи $X = A \vee B \vee C$ (це об'єднання трьох подій A , B і C), тоді мінімальні перетини можуть бути написані як $X = A \vee B \vee C$, де символ " $\vee$ " показує об'єднання. Тоді неготовність системи, обчислена з мінімальної апроксимації верхньої границі мінімальних перетинів буде:

$$X = 1 - (1 - A) * (1 - B) * (1 - C).$$

7.11.3. Кількісні показники значимості

Ціль оцінки значимості при виконанні імовірнісних розрахунків полягає у виявленні аварійних послідовностей, відмов систем та елементів, помилок персоналу важливих з погляду небажаної події (в атомній енергетиці — частоти ушкодження активної зони реакторної установки). Для довільних систем, моделі яких складаються з одного дерева відмов, небажана подія — верхня подія ДВ. На основі ІАБ можна визначити якісну значимість і кількісну значимість.

Якісна значимість пов'язана з логічною структурою моделей ІАБ. Логічна структура ІАБ включає моделі дерев відмов і дерев подій, а також сполучення відмов, що приводять до небажаних подій (*мінімальні перетини*). Мінімальні перетини представляють упорядковану інформацію, що використовується для виявлення важливих відмов елементів, на основі чого можливо ефективне управління. За допомогою мінімальних перетинів можуть бути виявлені відмови з загальної причини.

Якісна інформація ІАБ забезпечує цінні критерії, що дозволяють оцінити значимість складових ризику і його змінні. Кількісні показники значимості

характеризують складові імовірності небажаної події (наприклад, ушкодження активної зони) і її змін, що одержують на основі кількісних результатів ІАБ. Тут використовують отримані значення імовірностей відмов систем, частот аварійних послідовностей чи частот ушкодження активної зони. Хоча кількісні показники значимості можуть дати більш детальну інформацію, ніж якісна значимість, вони, у той же час, піддані більшому впливу невизначеностей, пов'язаних з розрахунками.

Загальна ідея визначення значимості базисних подій для системи полягає у визначенні зміни імовірності верхньої події за умови, що цікавляча нас базисна подія ніколи не відбувається ($P = 0$), чи відбувається з імовірністю $P = 1$ — достовірна подія.

Існують два основних показники значимості, що широко використовуються у ІАБ:

- значимість за Бирнбаумом (ВігпБаиш)

значимість за Фусселлу-Веселі

Значимість за Бирнбаумом

Показник значимості Бирнбаума події X визначається як відношення зміни частоти ушкодження активної зони до зміни імовірності реалізації події X (похідна), тобто:

$$B(x) = \frac{d}{dx} P(x), \text{ або } B(x) = F(1) - F(0),$$

де $P(1)$ — це СВГ (соге сіата^е фгесшпсе — частота ушкодження активної зони) у припущенні, що подія реалізувалася, а $F(0)$ у припущенні, що подія не відбулася. Таким чином, міра значимості Бирнбаума являє собою різницю між частотою ушкодження активної зони, обчисленої в припущенні

реалізації події X , і частотою ушкодження активної зони, обчисленої в припущенні, що подія X не реалізувалося.

В ІККА8 показник значимості Бирнбаума події X визначається також через коефіцієнти зміни ризику й інтервали зміни ризику:

ККК — коефіцієнт зменшення ризику (КізК КесІисШт Каїіо)

ККІ — інтервал зменшення ризику (КізЬ Кесіисііоп Іпіегуаі).

Коефіцієнт зменшення ризику показує наскільки зменшиться верхня межа мінімальних перетинів, якщо імовірність основної події зменшиться до нуля.

$$RRR = F(X) / F(0)$$

$$RRI = F(X) - F(0)$$

Коефіцієнт збільшення ризику й інтервал збільшення ризику: ШК — коефіцієнт збільшення ризику (КіеЬ Іпсгеазе Каїіо) ШІ — інтервал збільшення ризику (КізЬ Іпсгеазе Іпіегуаі). Коефіцієнт збільшення ризику показує як збільшиться

мінімальна верхня межа мінімальних перетинів, якщо імовірність основної події збільшиться до одиниці.

$$RIR = F(1) / F(X)$$

$$RII = F(1) - F(X)$$

Бирнбаум дорівнює сумі інтервалів зміни ризику

$$B = RII + RRI;$$

Значення інтервалу зменшення ризику дорівнює добутку Бирнбаума і номінальної імовірності базисної події

$$RRI = B * X$$

Значення інтервалу збільшення ризику дорівнює добутку Бирнбаума і доповнення імовірності базисної події

$$RRI = B \cdot (1 - X).$$

Значимість по Фусселлу-Веселі

Показник значимості Фусселла-Веселі події X визначається як відносний внесок події в частоту ушкодження активної зони (чи в частоту аварійної послідовності). Значимість Фусселла-Веселі може бути виражена як сума внесків мінімальних перетинів, що містять подію X ,

$$FV = [F(X) - F(0)] / F(X),$$

де $\Gamma(X)$ — це СВГ (core state frequency — частота ушкодження активної зони) при номінальній імовірності базисної події, а $\Gamma(0)$ у припущенні, що подія не відбулася.

$$FV = (B \cdot X) / R(X)$$

Процес аналізу значимості і чутливості має бути докладно описаний, також докладно мають бути описані й отримані результати. Має бути приведені коротке обговорення обсягу і методів аналізу.

7. 12. Використання ДВ в інших задачах розрахунку ризиків

На основі ДВ досить просто будувати моделі складних технічних систем. Якщо система, ризик якої визначається, сама складається з декількох систем, здатних впливати на наслідки, доцільно вводити моделі дерев подій, що пов'язують роботу систем єдиною логікою. На основі ДВ можлива розробка імовірнісних моделей будь-яких НС на базі відомих алгоритмів з атомної енергетики, визначення (побудова) імовірнісної моделі НС як системи техногенного, природного або соціального характеру. Відношення системи до того чи іншого типу буде залежати від чинників та обставин, які пов'язані з джерелом небезпек, їх впливом на розвиток та наслідки небажаних подій. Ці

фактори та обставини повинні бути проаналізовані фахівцями галузі, відібрані для складання і опису моделі.

При дослідженні або вивченні дії будь -якого шкідливого або небезпечного чинника потрібно дотримуватись наступного плану:

1. визначити та коротко характеризувати **небажану подію**, яка можлива як підсумок дії чинника;
2. визначити та коротко характеризувати **початкову подію**, яка обумовлює дію шкідливого чинника;
3. визначити базисні (незалежні) події, які можуть впливати на процес дії чинника за час від початкової події до небажаної події;
4. зробити оцінку інтервалу часу від початкової події до небажаної події;
5. визначити чинники та обставини, які можуть впливати на хід подій за час від початкової до небажаної події;
6. оцінити зв'язок подій, чинників та обставин за час від початкової події до небажаної події;
7. визначити можливі заходи та засоби запобігання дії шкідливого або небезпечного чинника;
8. визначити можливе втручання людини в процес та можливі помилки при цьому;
9. зробити оцінку імовірностей наведених подій;
10. побудувати дерево подій та визначити ступінь ризику під час дії чинника та можливі шляхи запобігання небажаним події.

Як прикладу проведемо опис небезпечного чинника **"радіація"**.

1. **небажана подія — променева хвороба** та як наслідок втрата працездатності

2. **початкова подія — опромінення:** значне раптове (100 бер) або поступове до рівня 80-100 бер, або поява якихось джерел іонізуючого опромінення

3. події, які можуть впливати на хід подій за час від початкової до небажаної події: індивідуальний та колективний захист, дотримання чи ні регламенту поведінки в небезпечних умовах, дотримання умов прийняття їжі, пиття, використання радіопротекторів та інш.

4. інтервал часу від початкової до небажаної події залежить від рівня радіації: при значному раптовому опроміненні він становить від одного до декількох днів, при поступовому опроміненні він може складати від одного до декількох років.

5. чинники та обставини, які впливають на хід подій за час від початкової до небажаної події можуть бути такими: стан власного здоров'я, імунної системи, індивідуальні властивості організму, маршрути руху, одяг та інше.

6. зв'язок подій, чинників та обставин в цьому загальному прикладі зробити складно. Для розв'язання цієї задачі її потрібно конкретизувати, тобто вказати всі можливі події та обставини, що впливають на ситуацію. Всі чинники повинні бути охарактеризовані конкретно та детально, заборонено вживати для опису невизначної події або такі, вплив яких на ситуацію невідомий. Якщо можливі різні варіанти дії чинника, потрібно навести їх Детальний опис. Наприклад, якщо відсутні засоби індивідуального захисту, то маємо пряму дію чинника радіації на шкіру, якщо відсутній захист органів дихання, то отримаємо ще і внутрішнє опромінення легенів, бронх та крові.

7. можливі заходи та засоби запобігання дії шкідливого чинника: спецодяг та спецвзуття, захист органів дихання "пелюсток", протигаз, організація необхідних робіт по схемі "дозвільної системи", обмеження часу перебування в зоні впливу та інш.

8. можливе втручання людини в процес, та можливі помилки при цьому — це залежить від типу конкретного процесу. Наприклад, для процесу роботи в зоні джерела, це в першу чергу контроль доз опромінення, розрахунок допустимого добового опромінення, використання спеціальних процедур, виконання процедур досвідченими робітниками та інш.

9. значення ймовірностей наведених подій для України можливо оцінити за розрахунками, статистичними даними або на основі експертних оцінок.

Важливим етапом цієї роботи буде визначення базисних подій, при цьому обов'язкове дотримання всіх вище наведених вимог. Фактори та обставини, які будуть прийматися за базисні події, мають розглядатися як деякі захисні бар'єри, що перешкоджають появі та розвитку небажаної події. **Базисна подія** у цьому випадку розглядається як відмова захисного бар'єру, людська помилка (похибка), чи несприятлива умова для функціонування визначених захисних бар'єрів системи. Імовірності, чи інші їх імовірнісні характеристики, можуть бути знайдені будь-якими методами. Подія відмови, як і для технічних систем, не вимагає подальшої розробки, не може бути більше деталізована чи уточнена.

При цьому алгоритм і правила побудови і розрахунку ДВ не змінюються. Побудова імовірнісних моделей (ДВ) в цьому випадку, аналіз системи, отримання МП, розрахунок імовірності небажаної події — все це звичайні задачі ІАБ. Їх вирішення можливо за допомогою коду IRRAS, який широко використовується в ядерній енергетиці.. Приведемо три приклади розрахунку ризиків з використанням ДВ в інших задачах.

7. 12. 1. Приклад 1. Розрахунок (ризик) імовірності опромінення пацієнта, запозичений з НРБУ

У НРБУ — 97 розглядається ДВ, що привело до переопромінення пацієнта при одержанні призначеної йому радіотерапевтичної дози (джерело потенційного опромінення четвертої групи). Наводимо опис і побудову ДВ по

тексту стандарту, а аналіз та розрахунок надійності системи — за допомогою коду IRRAS.

Основні узагальнені конструкційно-технологічні характеристики гамма-терапевтичної установки (ГТУ) такі:

— радіаційний блок являє собою систему радіально розташованих окремих радіонуклідних (Co^{60}) джерел гамма — квантів, розміщених у великому захисному устрої — контейнері вагою 8 тонн;

—гамма-випромінювання від джерел (завдяки їхньому радіальному розташуванню, а також наявності системи взаємозамінних і керованих коліматорів) фокусується в "точці" (палій області) онкопухлині, де власне і реалізується терапевтична доза (основне призначення такого роду ГТУ — лікування пухлин мозку);

—пацієнт спочатку укладається на спеціальний процедурний стіл, що є конструктивною частиною ГТУ, а його голова фіксується у середині спеціального пристрою — колімаційному шоломі;

—переміщення процедурного столу здійснюється за допомогою гідравлічної системи, а фіксація положення пацієнта у середині полючих гамма — випромінювачів забезпечується системою кінцевих вимикачів;

—до складу такого роду ГТУ входить також загальний пульт управління апаратом і комп'ютерною системою планування індивідуальних дозових схем лікування.

1. Конкретний приклад відмови в системі ГТУ, що викликало більш ніж дворазове переопромінення пацієнта, відповідає реальній ситуації, що відбулася у 1996 році (*цитується, по Публікації 76 МКРЗ, 1996 р.*). Критична ситуація розвивалася за таким сценарієм.

•До кінця експозиції гідравлічна система, що забезпечує зворотній рух столу, не спрацювала.

- Персонал, ідентифікувавши відмову двохпозиційного клапана гідросистеми (соленоїд, що керує клапаном, виявився заклиненим у позиції "стіл усередині"). Відповідальний за включення гідро — помпи, спробував спочатку дистанційно усунути блокування клапана, а потім запустити гідро-помпу вручну.

- Відразу ж після описаних вище безрезультатних спроб включити систему виведення пацієнта з зони опромінення, персонал увійшов у процедурний зал, вручну звільнив фіксатори колімаційного шолома, зняв тиск у гідросистемі і вручну викотив процедурний стіл, після чого пацієнта було виведено з радіаційного блоку. Ці дії зайняли приблизно 4 хвилини, протягом яких пацієнт продовжував опромінюватися, так що сумарна доза виявилася вдвічі більше, ніж планова.

2. На схемі (рис. 7. 17) показані гілки "дерева відмов", причому та гілка, що відповідає описаному вище інциденту (вона може бути умовно названа "гілка відмов гідросистеми"), виділена стовщеними стрілками, а самі елементарні відмови в рамках цієї гілки коротко описані у п. 4. Хоча у вище описаному прикладі розглянуто конкретну відмову окремої системи, до критичної події *"переопромінення пов'язане з відмовою ГТУ"*, можуть привести й поломки іншої природи: механічні (заклинювання процедурного столу — лівий верхній прямокутник на схемі), чи електричні, пов'язані з відмовою мікроперемикачів таймера, що приводять, у кінцевому рахунку, до невірної експозиції (група відмов, що утворюють гілку у правій частині "дерева відмов").

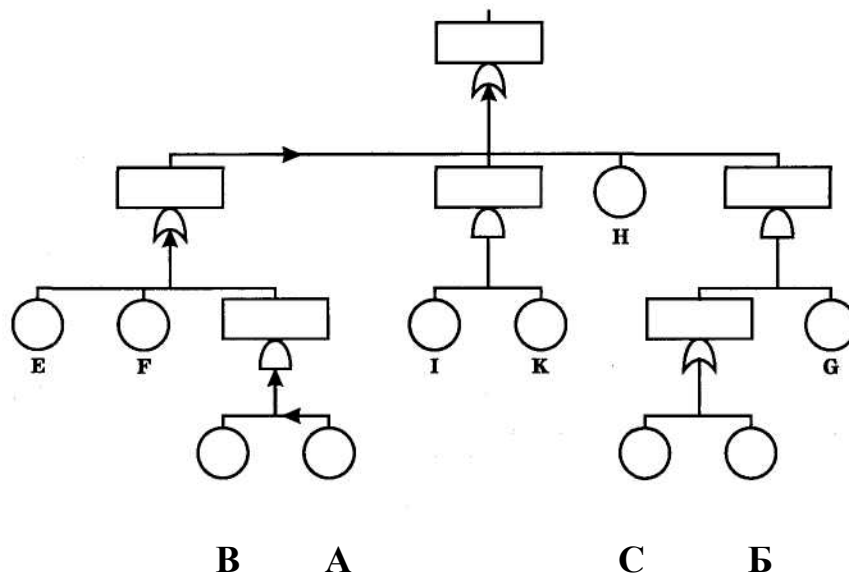


Рис. 7. 17. Дерево відмов¹⁵ для аналізу ризику переопромінення.

3. Рис. 7. 16 ілюструє побудову і якісний аналіз ДВ, пов'язаний лише з технічними властивостями елементів конструкції ГТУ. Однак до переопромінення пацієнта можуть привести і такі дії як "неправильна (помилкова) дія персоналу". У цьому випадку доцільно додатково включити гілку такого роду подій у загальне ДВ.

¹⁵ ДВ побудовано відповідно НРБУ, але на відміну від цитованого документа за допомогою коду IRRAS.

4. На рис. 7. 17 зазначені конкретні імовірності різних відмов, позначені буквами:

- А — відмова вхідного клапана
- В — відмова вихідного клапана
- С — відмова мікроперемикача
- Д — поломка таймера
- Е — відмова гідропомпи
- Ф — відмова датчика тиску
- Г — невірне зчитування таймера

Н — механічне заклинювання процедурного столу

І — аварійна евакуація пацієнта з ГТУ

К — аварійне звільнення процедурного столу

5. Одержання¹⁶ числових значень імовірностей елементарних відмов чи подій пов'язано з низкою серйозних труднощів, подолання яких можливо з використанням експертних оцінок. У таблиці 7. 8 наведені інтервальні оцінки такого роду імовірностей стосовно до ГТУ, описаного в п. 2, отримані в результаті спеціальної експертизи, виконані групою лікарів-радіологів, дозиметристів і інженерів — розробників. Розрахунок №1 — дані по нижній межі інтервалу експертних оцінок (НРБУ), №2 — по верхній межі інтервалу експертних оцінок НРБУ, №3 — для оцінки чутливості розрахунку до вхідних даних.

Таблиця 7. 8. Дані імовірності базисних подій для розрахунку ризику

Номер розрахунку	Дані імовірності базисних подій для									
	A	B	C		E	F	O	H	I	K
1 (НРБУ)	0, 001	0, 001	0,001	0,001	0,001	0,001	0, 002	0, 002	0, 002	0, 002
2 (НРБУ)	0, 002	0, 002	0,001	0,002	0,002	0,002	0, 01	0, 01	0, 01	0, 01
3 (автори)	0, 002	0, 002	0,001	0,002	0,00001	0,00001	0, 01	0,0001	0, 01	0, 01

6. Наведені в таблиці 7. 8 експертні оцінки відносних імовірностей нормовані на одну процедуру й ілюструють лише загальний підхід до побудови ДВ стосовно до конкретного джерела потенційного опромінення четвертої групи.

Розрахунок, виконаний на основі наведених даних у стандарті, дає результати, що наведені в табл. 7. 9 Для оцінки впливу відмов гідросистеми проведені розрахунки 2 і 3 з варіацією параметрів.

Таблиця 7. 9. Розрахунок №1 (по нижній межі інтервалу експертних оцінок)

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	49, 9	2, 0E-3	H
2.	24, 9	1, 0E-3	F
3.	24, 9	1, 0E-3	E
4.	0, 1	4. 0E-6	I, K
5.	0, 0	2. 0E-6	D, G
6.	0, 0	2. 0E-6	с, G
7.	0, 0	1, 0E-6	A, B
Сумарна імовірність		4. 004E-3	

Сумарна імовірність $P = 4.004E-3$, як бачимо, має величину, що становить, відповідно до прийнятої шкали ризиків, високий ризик (якщо наслідки неприпустимі). Найбільш важливий мінімальний перетин № 1 складається з однієї базисної події — Н (механічне заклинювання процедурного столу). Зазначимо, що реальна подія — відмова двухпозиційного клапана гідросистеми (соленоїд, що управляє клапаном, виявився заклиненим у позиції "стіл усередині"), тобто подія — А, імовірність якої багато менша найбільш небезпечної події Н (у 500 разів). Наступний небезпечний мінімальний перетин №2 також складається з однієї події — F (відмова датчика тиску). Це подія також реальна. Її імовірність дуже велика і не відповідає вимогам надійності технічних систем. Важливість подій відносно їхнього впливу на небажану подію — переопромінення пацієнта, представлена в таблиці 7. 10 Зазначимо, що ця характеристика базисних подій визначається розрахунковим кодом, при цьому відповідні показники значимості отримують числове значення (процедура цього розрахунку детально описана в 9).

Таблиця 7. 10. Важливість подій відносно їхнього впливу на небажану подію

Показник важливості	Ряд базисних подій, що зменшуються по ступеню важливості								
F-V	н	— E	F ~K	— I -	-G-	- D -	-C-	- A	— F
RRR	н	— F	— E — G	— I -	-K-	- C -	-D -	- B	A
RIR	н	— E	— F — B	— C -	- I -	-K-	-G-	- B	— A

Як бачимо, програма виділяє по ступені важливості за всіма критеріями подію Н, що в принципі зрозуміло, механічне заклинювання важкого столу дуже небезпечно.

РОЗРАХУНОК №2 по верхній межі інтервалу експертних оцінок аналогічний. Мінімальні перетини не змінилися, небагато змінилася їхня

значимість, збільшилася значимість перетину №1 з 49, 9% до 70, 9%, табл., 7. 11. Сумарна імовірність переопромінення зросла майже в 30 разів, що також цілком зрозуміло і відбулося через збільшення імовірностей базисних подій.

Таблиця 7. 11. Розрахунок №2 (по верхній межі інтервалу експертних оцінок)

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	70. 9	1. 0E-2	H
2.	14. 9	2. 0E-3	F
3.	14. 2	2. 0E-3	E
4.	0. 7	1. 0E-4	I, K
5.	0. 1	2. 0E-5	O, O
6.	0. 0	1. 0E-5	C, O
7.	0. 0	4. 0E-6	A, B
Сумарна імовірність		1. 408E-2	

Таблиця важливості подій також практично не відрізняється від таблиці для першого розрахунку.

Зазначимо, що в табл. 7. 9 та 7. 10 показники важливості різняться в порівнянні з табл. 7. 11 на порядки. В останній таблиці вони дуже близькі, більш рівномірні.

Проаналізувавши результати розрахунків, можна зробити такі висновки:

1. Система, описана в НРБУ, має низькі показники надійності, Імовірність відмов системи складає **10*E-002**, що в загальному випадку відповідає категорії великих ризиків.

Таблиця 7. 12. Розрахунок №3 (оцінка чутливості розрахунку до вхідних даних)

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	39.3	1.0E-4	H
2.	39.3	1.0E-4	I, K
3.	7.8	2.0E-5	D, G
4.	3.9	1.0E-5	C, O
5.	3.9	1.0E-5	F
6.	3.9	1.0E-5	E
7.	1.5	4.0E-6	A, B
Сумарна імовірність		2.539E-4	

2. Визначальними базисними подіями, що роблять найбільший внесок у ризик, є події: H — механічне заклинювання процедурного столу; E — відмова гідропомпи; F — відмова датчику тиску; G — невірне зчитування таймера. При заданих імовірностях цього треба було очікувати, тому що імовірності відмов технічних пристроїв порядку $10 \cdot 10^{-6}$ не припустимі.

3. Для зниження показника ризику опромінення необхідно знижувати імовірності подій: H, E, F — таблиці 7. 8. Імовірності цих подій повинні бути на рівні імовірностей відмов відповідальних технічних пристроїв (див. дані для розрахунку № 3).

4. У розрахунку №3 імовірності мінімальних перетинів розподілені більш рівномірно, отже така конструкція системи більш вдала (імовірності відмов технічних пристроїв відповідають їх нормальному діапазону).

5. При побудові ДВ необхідно більш чітко визначати базисні події. У приведеному прикладі це насамперед події I і K, вони не відповідають визначенню базисної події тому, що включають в себе комплекс процедур, де потрібно враховувати помилки оператора. Далі, ці події виникають як наслідки інших відмов, тобто потрібно переглянути логічну побудову ДВ. 3

того, як вони сформульовані в прикладі, виникає невірна посилка, що "аварійне звільнення пацієнта" входить у ДВ, у дійсності мається на увазі виходження через події I і K, які мають логічний зв'язок.

6. При побудові ДВ необхідно враховувати всі можливі базисні події, спрощення може привести до невірних результатів.

7. 12. 2. Приклад 2. Розрахунок ризику інфекційного захворювання (грипом)

Необхідно оцінити імовірність захворіти грипом узимку. При цьому враховуємо такі чинники (події):

1. Є (чи ні) у місті епідемія.
2. Є (чи ні) хворі в родині.
3. Проводилася чи ні вакцинація.
4. Чи є вдома профілактичні засоби. -
5. Стан імунної системи задовільний чи ні.
6. Стан одягу і взуття.
7. Побутові умови вдома (харчування, тепло і т. інш.).

Для побудови ДВ проведемо відповідно до процедури рис. 7.11 оцінку впливу кожного із семи чинників на небажану подію. Небажана подія — "грип у мене".

Користуючись вище викладеними принципами побудови ДВ для технічних систем, повторимо їх для цього варіанту. Небажана подія — верхня подія, імовірність якої нас цікавить — "хвороба грипу у мене" — "GRIPP". (Я — громадянин України, житель міста Києва, живу в трикімнатній квартирі, разом з іншими членами родини).

Алгоритм побудови для чинників, що враховуються:

1. Причиною грипу в мене може бути епідемія чи застуда, тобто ДВ з початку має дві гілки.

2. Занедужати при епідемії можна, якщо є епідемія в місті і немає профілактики. Обидві ці події, як і попередні, є причини, необхідно кожну з них розглянути.

3. Епідемія в місті може викликати в мене хворобу шляхом контакту на роботі (пряма інфекція) чи через членів родини.

4. Пряму інфекцію будемо розглядати як базисну подію, тобто подію з відомою імовірністю, наприклад, на основі попередньої статистики міста.

5. Інфекцію через сім'ю можна одержати за умови хвороби членів родини й особистого незадовільного стану. Хворобу членів родини розглядаємо як базисну подію, з імовірністю, що розраховується при відомій одиничній імовірності і кількості членів родини.

6. Незадовільний фізичний стан — можливий через ослаблену імунну систему (базисна подія) при незадовільних умовах побуту.

7. Незадовільні умови побуту будемо розглядати як одночасне виконання двох умов: погане харчування і поганий одяг чи взуття.

8. Погане харчування, поганий одяг чи взуття також будемо розглядати як базисні події з відомими імовірностями.

9. Причину "немає профілактики" будемо розглядати як результат двох подій (базисних): "немає щеплення" і "немає домашніх профілактичних засобів".

10. Праву гілку ДВ — іншу причину з п. 1 "хвороба викликана застудою" розглядаємо як комбінацію вже розібраних варіантів: "немає профілактики" і "незадовільний стан".

11. ДВ, що побудоване з допомогою коду IRRAS, представлено на рис. 7. 18.

Розглянемо діапазон імовірностей для базисних подій. Для простоти позначимо їх відповідно до рис. 7. 17: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, причому A1 — пряма інфекція, A2 — немає щеплення, A3 — немає домашніх профілактичних засобів, A4 — хвороба у членів родини, A5 — ослаблена імунна система, A6- погане харчування, A7 — поганий одяг, A8 — погане взуття. Усі реальні значення імовірностей можна знайти зі

статистичних даних. Проведемо розрахунок для трьох різних наборів даних (табл. 7. 13), для порівняння дані, що змінювалися виділені.

Таблиця 7. 13. Набір даних для розрахунку імовірності захворюти грипом

№ розрахунку	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1	0. 03	0. 12	0. 20	0. 05	0. 2	0. 3	0. 2	0. 2
2	0, 03	1, 2E-7	0, 0002	0, 05	0, 2	0, 3	0, 2	0, 2
3	0, 03	1. 2E-4	0, 0002	0, 05	0, 05	0, 3	0, 2	0, 2

Результати розрахунку імовірності події "GRIPP" представлені в табл. 7. 14 — 7. 19 Як бачимо, імовірності занедужати дорівнюють відповідно: $P_1 = 7, 379E-2$; $P_2 = 4. 722E-5$; $P_3 = 2, 752E-5$; а визначальні їхні комбінації базисних подій (мінімальні перетини) по їхній значимості — внеску в загальний ризик залежать тільки від дерева відмов, і представлені в таблицях 7. 14, 16, 18 у порядку зниження ризику.

Найбільш небезпечна з погляду нами визначеної небажаної події — "хвороба грипу в мене", як бачимо з таблиці, є комбінація двох подій: A3 і A5 — мінімальний перетин № 1. Складається він з комбінації події: ослабленої імунної системи (базисна подія A5) і відсутності в домі профілактичних засобів (базисна подія A3).

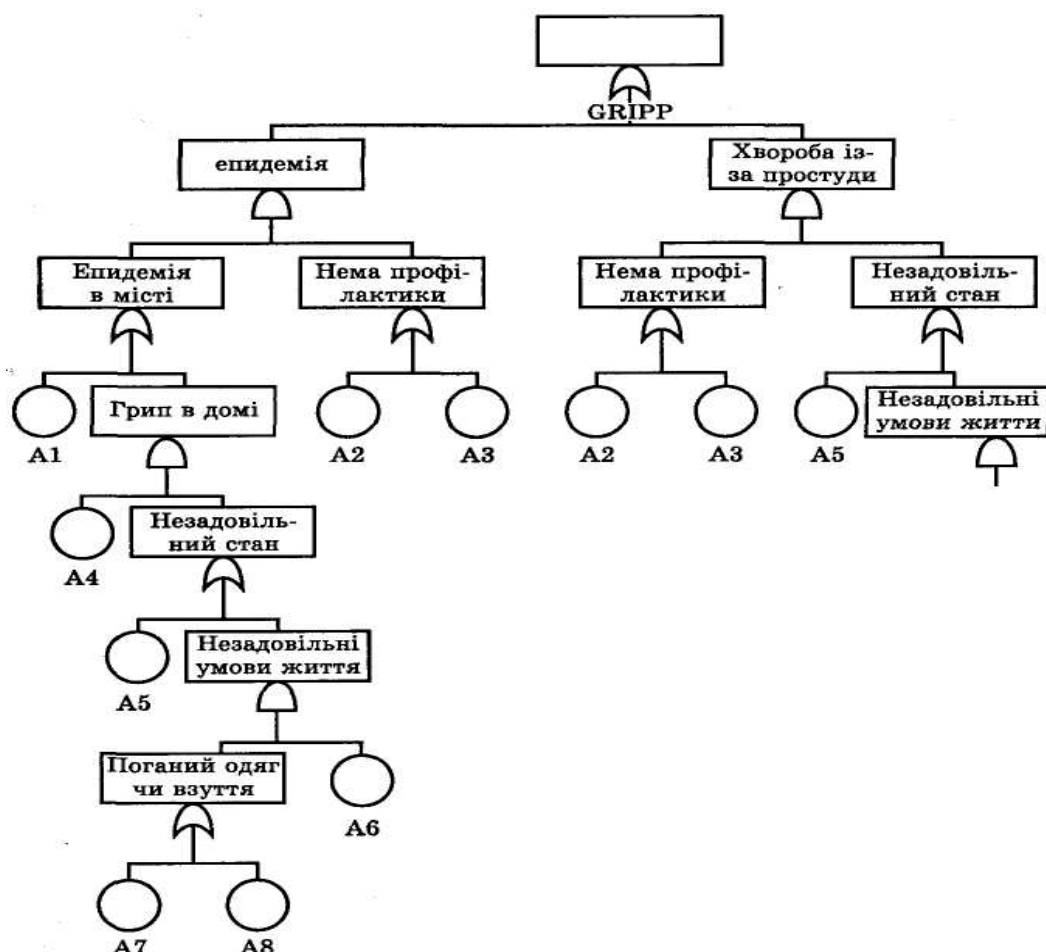


Рис. 7. 18. ДВ — хвороба грипу у мене

Таблиця 7. 14. Розрахунок №1 імовірності події "GRIPP"

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
	54, 2	4, 0E-2	A3, A5
	32, 5	2, 4E-2	A2. A5
	8, 1	6, 0E-3	A1. A3
	4, 8	3, 6E-3	A1. A2
	0, 8	6. 0E-4	A3, A4, A6, A8
	0, 8	6. 0E-4	A3, A4, A6, A7
	0, 4	3. 6E-4	A2, A4, A6, A7
	0, 4	3. 6E-4	A2, A4, A6, A8
Сумарна імовірність		7. 379E-2	

Таблиця 7. 15. Важливість подій для розрахунку №1

Показник важливості	Ряд базисних подій, що зменшуються
---------------------	------------------------------------

F- V	A5, A3, A2, A1, A6, A4, A7, A8
RRR	A5, A3, A2, A1, A6, A4, A7, A8
RIR	A1, A5, A2, A3, A4, A6, A7, A8

Таблиця 7. 16. Градація важливості чинників (подій) задачі "хвороба грипу в мене" для розрахунку №2

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	84, 7	4. 0E-5	A3. A5
2.	12, 7	6. 0E-6	A1. A3
3.	1, 2	6. 0E-7	A3, A4, A6, A8
4.	1, 2	6. 0E-7	A3, A4, A6, A7
5.	0, 0	2. 4E-8	A2. A5
6.	0, 0	3. 6E-9	A1, A2
7.	0, 0	3. 6E-10	A2, A4, A6, A7
8.	0, 0	3, 6E-10	A2, A4, A6, A8
Сумарна імовірність		4. 722E-5	

Сумарна імовірність занедужати суттєво зменшилася, найбільш небезпечної з погляду нами визначеної небажаної події — "хвороба грипу в мене", як бачимо з таблиці є комбінація тих же двох подій: A3 і A5 — мінімальний перетин № 1. Полягає вона в тому, що в мене ослаблена імунна система (A5) і вдома немає профілактичних засобів (A3).

Таблиця 7. 17. Важливість подій для розрахунку №2 ризику захворіти

Показник	Ряд базисних подій, що зменшуються
F-V	A3, A5, A1, A6, A4, A8, A7, A2
RRR	A3, A5, A1, A4, A6, A8, A7, A2
RIR	A2, A3, A1, A5, A4, A6, A7, A8

Таблиця 7. 18. Розрахунок значення імовірності для розрахунку №3 (імовірність події A2 — немає щеплення, збільшена в 1000 разів)

№ мінімального перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовірності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	36, 3	1. 0E-5	A3. A5
2.	21, 8	6, 0E-6	A2, A5
3.	21, 8	6. 0E-6	A1, A3
4.	13, 0	3. 6E-6	A2, A2
5.	2, 1	6. 0E-7	A3, A4, A6, A8
6.	2, 1	6, 0E-7	A3, A4, A6, A7
7.	1, 3	3, 6E-7	A2, A4, A6, A7
8.	1, 3	3, 6E-7	A2, A4, A6, A8
Сумарна імовірність		2. 752E-5	

Таблиця 7. 19. Важливість події для розрахунку №3

Показник важливості	Ряд базисних подій, що зменшуються по ступеню важливості
F-V	A3, A5, A2, A1, A6, A4, A7, A8
RRR	A3, A5, A2, A1, A6, A4, A7, A8
RIR	A2, A3, A1, A5, A4, A6, A7, A8

Як бачимо, збільшення імовірності щеплення навіть в 1000 разів не впливає суттєво на підсумковий результат, сумарна імовірність в порівнянні з розрахунком №2 змінилась не значно.

7. 12. 3. Приклад 3. Розрахунок ризику пожежі в приватному гаражі

В цьому прикладі наведено розрахунок імовірності пожежі в приватному гаражі. При цьому враховано такі чинники і події:

1. Є (чи немає) в гаражі пожежна сигналізація. Будемо вважати, що якщо є пожежна сигналізація, то служба, яка стежить за нею, здатна ліквідувати загорання в будь-якому випадку. Факт відсутності сигналізації будемо вважати базисною подією F1 з імовірністю 0, 8.

2. Загорання відбулося в присутності хазяїна або без нього. Якщо загорання відбувається в присутності хазяїна, то при наявності вогнегасника, він може з ним справитися.

3. Немає (чи є) вогнегасника у гаражі. Якщо вогнегасник несправний, вважаємо, що його немає. Цей факт будемо вважати базисною подією F2 з імовірністю 0, 5.

4. Чинники психофізіологічних особливостей хазяїна (можливо чи ні загорання через недбалість і необережність). Враховуємо події, які найбільш часто бувають причинами загорань:

Загорання через звичку паління і вживання в гаражі алкоголю — подія F3, з імовірністю 0, 001;

- Факт наявності горючих та мастильних матеріалів і не належного їхнього збереження будемо вважати базисною подією F4 з імовірністю 0, 2;

- Факт наявності сміття будемо вважати базисною подією F5 з імовірністю 0, 1;

5. Технічний стан авто у відношенні пожежної безпеки:

- Можливість протікання бензину на працюючий двигун — базисна подія F6 з імовірністю 0, 0001;

- Несправність електропроводки авто, що приводить до її загорання при підключеному акумуляторі — базисна подія F8 з імовірністю $2,5 \cdot 10^{-4}$;

- Відсутність вимикача маси — базисна подія F9 з імовірністю 0, 5;

6. Технічний стан електропроводки в гаражі — незадовільне, може привести до загорання — базисна подія F7 з імовірністю $2,0 \cdot 10^{-3}$.

Для побудови ДВ проведемо відповідно до процедури рис. 7. 11 оцінку впливу кожного чинника на небажану подію. Небажана подія — пожежа — "POZAR".

Користуючись вище викладеними принципами побудови ДВ для технічних систем, повторимо їх знову для цього варіанту. Алгоритм побудови для чинників, що враховуються, рис. 7. 19:

— "POZAR" можливий, якщо трапилося загорання і немає пожежної сигналізації;

—Загорання можливе в присутності хазяїна або без нього — дерево відмов розходить на дві гілки. Позначимо головну подію лівої гілки — FG1, правої — FG2;

—Будуємо ліву гілку — FG1. Якщо загорання відбувається в присутності хазяїна (FG3), то при наявності вогнегасника він може з ним справитися;

—Загорання можливе з технічної причини або через недбалість і неакуратність, тобто гілка знову розділяється на дві;

—Загорання через недбалість і неакуратність можливо через необережне поводження з вогнем (або паління) і одночасно наявності в гаражі сміття або рідин, що легко займаються.

—Загорання з технічної причини можливе відповідно до пунктів 5 і 6 умов, причому електропроводка авто загорасться тільки при не відключеній клемі "маса" акумулятора.

—При побудові правої гілки ДВ "загорання без хазяїна" — FG2 враховуємо тільки технічні причини, інші причини будемо вважати малоймовірними.

Імовірності для базисних подій, що наведено в умовах, залежать від багатьох причин, але їх значення вважаємо такими, що належать до імовірнісного діапазону (числові значення не змінюють логіки). Позначимо базисні події відповідно умов: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9. Усі реальні значення імовірностей можна знайти із статистичних даних. Проведемо розрахунок для двох наборів даних (табл. 7. 20).

Таблиця 7. 20. Набір даних для розрахунку імовірності пожежі в приватному гаражі

№ розрахунку	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	0, 8	0, 5	0, 001	0, 2	0, 1	0, 0001	0, 002	0, 00025	0, 5
2	0, 8	0, 5	0, 001	0, 2	0, 1	0, 0001	0, 0005	0, 00025	0, 5

Напишемо логічну формулу відповідно ДВ:

$$POZAR = (FG1 + FG2)*F1 = (FG3*F2 + FG2)*F1$$

За допомогою даної формули можна в першому наближенні визначитися з чинниками управління ризиком пожежі. Як видно з формули, найбільш суттєво впливає на результат подія F1. Його зміна тотожна зміні загального результату, тому що F1 є множником на останньому логічному кроці. Другою по важливості, можливо, буде подія F2, тому що вона також входить множником у визначальній гілці ДВ. Для більш точного аналізу необхідно спрощуючи формулу одержати мінімальні перетини, підставивши при цьому значення всіх базисних подій або провести розрахунок на комп'ютері. У зв'язку з простотою даного ДВ, імовірність верхньої небажаної події POZAR можна легко прорахувати за допомогою калькулятора. Результати розрахунків за допомогою коду наведені в табл. 7. 21 і 7. 22.

Таблиця 7. 21. Розрахунок №1 імовірності події "POZAR"

№ мінімальн ого перетину	Вклад мінімального перетину у загальний ризик, %	Значення імовір- ності мінімального перетину	Відмови — базисні події, що складають мінімальний перетин
1.	86	1, 6E-3	F1, F7
2.	5, 3	1. 0E-4	F1, F8, F9
3.	4, 3	8. 0E-5	F1, F2, F3, F4
4.	2, 1	4. 0E-5	F1, F2, F3, F5
5.	2, 1	4. 0E-5	F1, F2, F6
Сумарна імовірність		1. 9E-3	

Таблиця 7. 22. Важливість подій для розрахунку №1

Показник важливості	Ряд базисних подій, що зменшуються по ступеню важливості
F-V	F1, F7, F2, F3, F8, F9, F4, F5, F6.

Результати розрахунку №2 імовірності події "POZAR ", не наводимо, тому що вони аналогічні.

Як бачимо, імовірності пожеж дорівнюють відповідно: $P_1 = 1,9 \cdot 10^{-3}$; $P_2 = 6,6 \cdot 10^{-4}$, зміна значення імовірності події F7, практично також змінює імовірність небажаної події. Визначальні комбінації базисних подій (мінімальні перетини) по їхній значимості — внеску в загальний ризик, залежать тільки від дерева відмов і представлені в таблиці 7. 21, в другому стовпчику, у порядку зменшення ризику. Як ми і передбачили раніше, подія F1 є визначальним чинником ризику, вона входить в усі мінімальні перетини. Найбільш імовірна комбінація подій, що призводить до пожежі, це базисні події F1, F7 — відсутність сигналізації та незадовільний технічний стан електропроводки в гаражі. Розрахунок важливості подій показує, що крім вище названих подій F1, F2 важливе значення має і подія F7 — незадовільний технічний стан електропроводки в гаражі.

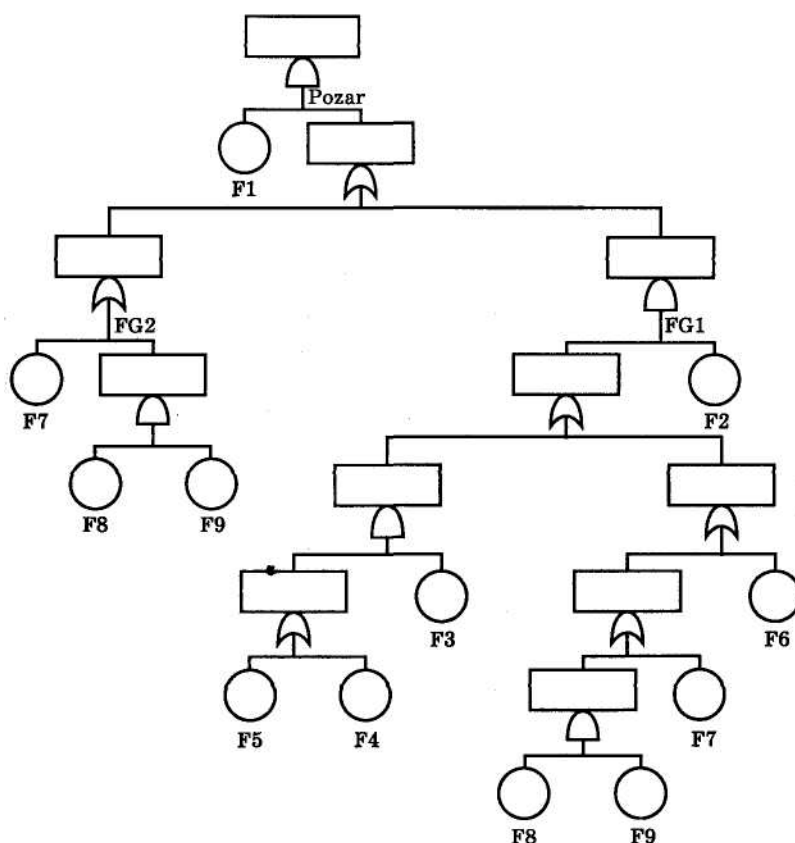


Рис. 7. 19. ДВ — пожежа в приватному гаражі.

Цікаво, що фахівці пожежної безпеки, не застосовуючи коду IRRAS і його можливостей, вже давно прийшли до аналогічних висновків. Вони як попереджувачі заходи захисту приводять той же перелік чинників:

- постановка об'єктів на пульт пожежної сигналізації;
- контроль технічної справності електропроводки;
- наявність вогнегасника;
- заборона паління і таке інше.

Освіченість фахівців пожежної безпеки базується на величезному статистичному матеріалі. Нагадуємо, що пожежі становлять приблизно 26 % загальної кількості НС. Крім того, пожежі, що не класифіковані як НС, завдають суспільству відчутних економічних і морально-психологічних збитків.

Так *що ж* нового може дати методологія побудови й аналізу ДВ у такому випадку?

По-перше, цей метод дає можливість проілюструвати і математично підтвердити досвідні данні. З іншого боку, по-друге, досвідні данні є ілюстрацією і підтвердженням математичних розрахунків та методології логічної ідентифікації джерел небезпек. По-третє, можливість параметричної оцінки чинників впливу для оцінки страхових ринків і виявлення чинників, що призводять до неприпустимих ризиків, попередження на цій основі через пожежну інспекцію виникнення пожеж.

На даному прикладі можна проілюструвати головну перевагу методології побудови ДВ як моделі випадкового процесу:

- просте визначення чинників, що найбільш суттєво впливають на імовірність небажаної події;
- вибір варіантів найбільш ефективного управління ризиком і, як результат, ефективне запобігання надзвичайним ситуаціям.

На основі приведених вище прикладів, можна зробити висновок про універсальність методу побудови й аналізу ДВ для розрахунку ризиків у різних соціально-екологічних системах. Звичайно, для аналізу системи необхідні чисельні спостереження, велика вибірка, багато числових даних (імовірностей). Але це не може бути віднесено до недоліків методу. Дані можна одержати різними шляхами, описаними багатьма авторами [9, 79].

Питання до семінарських занять.

1. Пояснити різницю понять "імовірність події" і "імовірність ризику".
2. Чому не можна ототожнювати ризик з імовірністю небажаної події?
3. Пояснити поняття "довірчий інтервал".
4. Пояснити поняття "випадкова подія".
5. Чи може прийнятний ризик мати високу імовірність?
6. Чи може малоімовірна подія привести до неприпустимого ризику?
7. Чи справедливо висловлення, що подія А з математичним очікуванням $m = 0,001$ відбувається частіше, ніж подія В, з математичним очікуванням $m = 0,0008$?
8. Яка одиниця виміру ризику?
9. Що таке катастрофа?
10. Яка відмінність аварій і катастроф?
11. Алгоритм оцінки безпеки ПНО на прикладі АЕС.
12. Які найважливіші етапи побудови ДВ?
13. Пояснити поняття "дерево подій", "дерево відмов", "логічне дерево подій".
14. Пояснити можливість управління ризиком.
15. Суть принципу АЛАРА.
16. Чому детерміністичні і стохастичні розрахунки рівноправні при оцінці безпеки ПНО?
17. Класифікація ризиків.
18. Компоненти, що характеризують ризик.
19. Алгоритм аналізу збитків.
20. Пояснити процедуру одержання мінімальних перетинів.
21. Пояснити поняття "комплексний ризик"

22. *Фізичні основи управління природним ризиком.*
23. *Як визначити значимість елементів складної системи в управлінні ризиком?*
24. *Матеріалістичне підґрунтя стохастичних розрахунків.*

11. ПОРЯДОК РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІКУ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НЕВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ

Порядок розслідування та обліку нещасних випадків виробничого характеру проводиться відповідно до Закону України "Про охорону праці" та вивчається у відповідному курсі. Обов'язки власника або уповноваженого ним органу щодо розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві встановлюються Кодексом законів про Працю (КЗПП). Власник або уповноважений ним орган повинен проводити розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві відповідно до порядку, встановленого Кабінетом Міністрів України. Нижче наводиться короткий опис розслідування та ведення обліку нещасних випадків невинуваченого характеру.

Загальні питання

Порядок визначає механізм розслідування та ведення обліку нещасних випадків невинуваченого характеру, які сталися з громадянами України, іноземцями та особами без громадянства на території України. Під нещасними випадками невинуваченого характеру слід розуміти не пов'язані з виконанням трудових обов'язків травми, у тому числі отримані внаслідок заподіяних тілесних ушкоджень іншою особою, отруєння, самогубства, опіки, обмороження, утуплення, ураження електричним струмом, блискавкою, травми, отримані внаслідок стихійного лиха, контакту :І тваринами тощо (далі — нещасні випадки), які призвели до ушкодження здоров'я потерпілих. Розслідуванню згідно з цим Порядком підлягають нещасні випадки, що сталися під час:

- 1) прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, що не належить підприємству, установі або організації (далі — організації) і не використовувався в інтересах цієї організації;

2) переміщення повітряним, залізничним, морським, внутрішнім водним, автомобільним транспортом, в електротранспорті, метрополітені, на канатній дорозі, фунікулері та на інших видах транспортних засобів;

3) виконання громадських обов'язків (рятування людей, захист власності, правопорядку тощо, якщо це не входить до службових обов'язків);

4) виконання донорських функцій;

5) участі в громадських акціях (мітингах, демонстраціях, агітаційно-пропагандистській діяльності тощо);

6) участі у культурно-масових заходах, спортивних змаганнях;

7) проведення культурних, спортивних та оздоровчих заходів, не пов'язаних з навчально-виховним процесом у навчальних закладах;

8) використання газу у побуті;

9) вчинення протиправних дій проти особи, її майна;

10) користування або контакту із зброєю, боєприпасами та вибуховими матеріалами;

11) виконання робіт у домашньому господарстві, використання побутової техніки;

12) стихійного лиха;

13) перебування в громадських місцях, на об'єктах торгівлі та побутового обслуговування, у закладах лікувально-оздоровчого, культурно-освітнього та спортивно-розважального призначення,

в інших організаціях.

Факт ушкодження здоров'я внаслідок нещасного випадку встановлює і засвідчує лікувально-профілактичний заклад. Документом, який підтверджує ушкодження здоров'я особи, є листок непрацездатності чи довідка лікувально-профілактичного закладу. І нещасні випадки розслідуються незалежно від того, чи був потерпілий у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

Розслідування нещасних випадків

Розслідування нещасних випадків проводиться з метою визначення їх обставин та причин. На підставі результатів розслідування розробляються заходи щодо запобігання подібним випадкам, а також щодо вирішення питань соціального захисту потерпілих. У процесі розслідування беруться до уваги листок І непрацездатності чи довідка лікувально-профілактичного закладу, а також пояснення потерпілого та свідчення очевидців. Розслідування нещасних випадків із смертельним наслідком, групових нещасних випадків у разі смерті хоча б одного з потерпілих, нещасних випадків, пов'язаних із заподіянням тілесних і ушкоджень іншою особою, а також нещасних випадків, які сталися внаслідок контакту із зброєю, боєприпасами та вибуховими матеріалами, проводиться органами внутрішніх справ або прокуратури. Районна держадміністрація (виконавчий орган міської, районної у місті ради) протягом доби з часу надходження від лікувально-профілактичного закладу повідомлення про нещасний випадок (за винятком нещасних випадків із смертельним наслідком) приймає рішення щодо утворення комісії з розслідування нещасного випадку. У разі звернення потерпілого або особи, яка представляє його інтереси (якщо не надходило повідомлення від лікувально-профілактичного закладу про нещасний випадок), районна держадміністрація (виконавчий орган міської,

|| районної у місті ради) приймає рішення щодо необхідності проведення розслідування і визначення організації, яка повинна проводити розслідування, та направляє її керівнику копію рішення. Нещасні випадки (за винятком групових), які сталися з працюючими особами, розслідуються комісією, утвореною організацією, де працює потерпілий, у складі голови комісії — посадова особа, яку визначає керівник організації, і членів комісії — керівника відповідного структурного підрозділу, представника профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноваженого трудового колективу, якщо потерпілий не є членом профспілки. Розслідування нещасного випадку проводиться протягом 10 календарних днів після утворення комісії. У разі потреби цей термін може бути

продовжений керівником органу (організації), який призначив розслідування. За результатами розслідування нещасного випадку складається акт за формою НТ (не виробничий травматизм, який затверджується керівником органу (організації), що проводив розслідування. Організація, які відповідальна за безпечну життєдіяльність населення на території чи об'єкті, де стався нещасний випадок, здійснює запропоновані комісією, що проводила розслідування, заходи щодо усунення причин подібних випадків. Про здійснення зазначених заходів керівник організації у письмовій формі повідомляє районну держадміністрацію (виконавчий орган міської, районної у місті ради) у термін, зазначений в акті за формою НТ.

Облік і аналіз нещасних випадків

Облік нещасних випадків та аналіз причин їх виникненню проводять районні держадміністрації (виконавчі органи міських, районних у містах рад) на підставі звітів про нещасні випадки за встановленою формою, які щомісяця надсилаються лікувально-профілактичними закладами. Узагальнений звіт про нещасні випадки районні держадміністрації (виконавчі органи міських, районних у містах рад) надсилають до Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських держадміністрацій щокварталу до 15 числа місяця, що настає за звітним періодом, а також за рік — до 31 січня наступного за звітним року.

Питання для семінарських занять.

1. *Що визначає Порядок розслідування та обліку нещасних випадків невиробничого характеру?*

12.УПРАВЛІННЯ ТА ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД ЗА БЕЗПЕКОЮ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

12.1. Управління як категорія людського розвитку

Управління є методом здійснення керівництва економічними і соціальними ресурсами для розвитку адміністративних структур на об'єктовому, місцевому, регіональному та державному рівнях. Механізми управління соціоекосистемами реалізуються урядовими, бізнесовими та громадськими структурами. Найбільшу роль в управлінні відіграють органи влади. Програмою розвитку ООН [11] введено поняття "належне управління", яке вирішує питання про розміщення ресурсів та управління ресурсами для розв'язання колективних проблем і характеризується широкою участю людей в управлінні, прозорістю, звітністю, верховенством закону, продуктивністю та рівними правами. Належне управління забезпечує необхідні умови для людського розвитку — стабільність, безпеку та сприятливий підприємницький клімат. Розвиток підприємницької діяльності, який супроводжується економічним зростанням, новими інвестиціями, створенням робочих місць гальмується без належного управління. Взаємозв'язок між людським розвитком і управлінням демонструє практика багатьох країн, зокрема, колишнього СРСР, де значні кошти вкладалися у сільське господарство, промисловість, перш за все важку та оборонну. Така бюджетна політика не дозволила підвищити добробут населення. У 70-х роках СРСР вкладав великі кошти, але адекватних позитивних результатів не отримав. Залишковий принцип фінансування виробництва товарів і продуктів повсякденного вжитку призвів до черг; заощадження на очисних спорудах, інших природозахисних заходах, на інвестуванні охорони праці та безпеки життєдіяльності людини — до деградації природного довкілля, професійних захворювань, високого виробничого та побутового травматизму і смертності. Некваліфікована інвестиційна політика тодішнього керівництва негативно відбилася на якості життя переважної більшості населення і в певній мірі стала причиною занепаду і розпаду колись могутньої держави.

Наукові дослідження багатьох країн довели, що низька ефективність інвестицій та повільний людський розвиток як правило пов'язані з неефективним управлінням. Лише активна участь громадськості у процесі управління дозволяє досягти суттєвих позитивних змін — максимальної ефективності та результативності національного виробництва, споживання та інвестиційної політики, тобто тих показників, що визначають людський розвиток.

Підвищення рівня життя на основі економічного зростання країни залежить від ступеню залучення усіх верств суспільства, у тому числі первинних, нижчих його класів, до процесу розробки пропозицій, створення дієвого механізму їх реалізації з тим, щоб якомога більше талановитих людей брали участь у прийнятті рішень. Проявом ефективності рішень є підйом інвестицій, виробництва та споживання. Центральна влада не повинна розробляти рішення самостійно. Тільки партнерство на усіх рівнях урядування, громадянського суспільства і виробництва за умов верховенства закону може привести до успіху. Україна має високий рівень освіти населення. Але одночасно їй бракує його волі, активності; традицій, досвіду, бажання брати безпосередню участь у розбудові демократичного національного суспільства, забезпеченні його безпечного існування і розвитку.

12.2. Від Ріо де Жанейро до Йоханесбургу, метаморфози природно-техногенної безпеки

Оптимізм, породжений низкою світових форумів, перш за все конференцією 1972 р. в Стокгольмі, Саммітом 1992 р. в Ріо, впровадження в лексичні звороти поняття сталого, тривалого розвитку межували з утопією збалансування системи людина-техніка-середовище, підпорядкування економічного зростання соціально-екологічним цілям. Самміт в Йоханесбурзі засвідчив втрату наукових, техногенних та політичних важелів управління станом довкілля. Про це свідчать зміни клімату, деградація біорізноманіття — всього живого на Землі, скорочення світових запасів води та

опустелювання. Процедура належного управління на науковій основі для прийняття узгодженого централізованого рішення світової спільноти не створена. Загроза природній спільноті, живій речовині, існуванню людини вимагає широкого впровадження управління ризиками та застосування принципу запобігання. Необхідно відійти від економічного принципу господарювання, який передбачає максимальне отримання прибутку при мінімальних витратах. Потрібен еколого-економічний підхід, який враховує показник збитку, заподіяний забрудненням, негативним впливом на навколишнє середовище. Споживання природних ресурсів і енергії на одиницю продукції суттєво зменшилося. Однак обсяги виробництва і торгівлі зростають і в абсолютних цифрах витрати сировини і енергії збільшуються. Світовий експорт товарів та послуг з 1970 по 1998 роки зріс у 17 разів, а прямі закордонні інвестиції — у 45 разів, світовий ВВП виріс у 10 разів (К.Обертен, 2002). Визначальний показник сталого розвитку — соціальна справедливість ігнорується: 20 % населення володіє 80% багатств. Окупація СІЛА території Іраку й показник ще погіршила: нафта бідної країни Півдня перейшла до владоможців наддержави Півночі. Транснаціональні компанії часто-густо мають оборот, що перевищує ВВП держав. Серед ста наймогутніших економічних світових суб'єктів 51 підприємство і 49 держав. Економічні угоди домінують над екологічними та соціальними. Ігнорування принципів сталого розвитку призвело до антиглобалістського руху прибічників захисту навколишнього середовища, захисників інтересів націй. Почали критикувати фінансові ринки. Сталий розвиток відкидає ринок як єдиний принцип регуляції. Антиглобалісти відстоюють принцип децентралізації рішень, поглиблення участі неурядових організацій та укладання міжнародних угод. Тим самим, сталий розвиток розглядається як спосіб реформування капіталізму.

12.3. Економічні важелі управління.

Ефективність належного управління безпекою життєдіяльності підвищують економічні важелі управління. Саме економічні важелі управління спроможні забезпечити гармонізацію взаємодії суспільства і природи. Однак, як свідчать результати Йоганесбургу, в світі домінує принцип отримання максимуму прибутку при мінімальних витратах, у тому числі і на запобіжні природоохоронні заходи. Пріоритетними залишаються військові витрати. В той час, як бюджет Пентагону сягає астрономічної цифри у 366 мільярдів доларів, підраховано, що потрібно 36 мільярдів доларів, аби забезпечити питною водою все людство при адекватному оздоровленню природного середовища, а це дорівнює всього 4 % витрат на озброєння у світі [80]. Економічний принцип природокористування призвів до значних порушень на всіх рівнях системи суспільство-природа.

Яскравим прикладом зловживання економічним принципом природокористування може служити наша держава. Економіка України десятиріччями формувалась без урахування об'єктивних потреб і інтересів її народу, оцінки екологічних можливостей окремих регіонів. Панував принцип мінімуму витрат, максимуму прибутку. Фінансування природоохоронних заходів здійснювалося за залишковим принципом. В результаті склалась одна з екологічно "найбрудніших" економік перенасичення потенційно небезпечними хімічними, металургійними, гірнорудними виробництвами із застарілими технологіями. В процес суспільного виробництва щорічно залучалося приблизно 1,5 млрд. т. природних речовин. В розрахунку на душу населення це складало порядку 30 т. Такі великі обсяги первинного використання ресурсів зумовлені екстенсивним характером експлуатації природного потенціалу. Обсяг накопичених відходів добувної, енергетичної, металургійної та інших галузей промисловості досягає 20 млрд. т. Забруднюються та виснажуються ґрунти та водоймища. На території України практично не залишилося водоносних підземних горизонтів питного призначення, де б не були виявлені сліди діяльності людини.

Деформована структура виробництва. Виникли центри надмірного зосередження промисловості, які характеризуються підвищеною фондо-, ресурсе-, трудомісткістю та занадто високим антропогенним впливом на навколишнє середовище. Це в першу Ієргу Донбас і Придніпров'я. Наслідки використання процесів промислового розвитку проявляються в кількох напрямках:

- високе навантаження промислових об'єктів на обмеженій фиторії (у великих містах зосереджена половина промислового виробництва, переважно важкої промисловості), і як наслідок

- високий рівень забруднення навколишнього середовища;

- несприятлива територіальне — планова структура міст зумовлена підпорядкованістю інтересам нарощування промислового потенціалу. Забудова міст відбувалась таким чином, що промислові підприємства виявилися в оточенні житлових масивів, а увесь транспорт проходить через самі міста, що значно посилює їх загазованість;

- другорядність проблем містобудування порівняно з пріоритетом промислового розвитку, що привело до занедбаності таких важливих сфер життєдіяльності міст, як водопровід і каналізаційна мережа, стан яких безпосередньо впливає на екологію міст;

- руйнування природно-географічного середовища великих міст.

Всі усвідомлюють необхідність зміни хибної економічної концепції природокористування. Ведучим має стати еколого-економічний принцип, який передбачає отримання максимального прибутку при мінімальних витратах і мінімальних порушеннях природного середовища. При еколого-економічному підході головною умовою розрахунків є включення показника збитку, заподіяного забрудненням навколишнього середовища. В цьому випадку дорога маловідходна технологія може стати вигіднішою тієї дешевої, що забруднює природу. Головними напрямками такого механізму природокористування є такі:

— формування системи соціоекологічних обмежень (встановлення лімітів викидів (скидів), розміщення забруднюючих речовин у навколишньому середовищі і лімітів допустимого використання (вилучення) природних ресурсів);

— створення системи економічних важелів плати за забруднення навколишнього середовища, за використання природних ресурсів, витрат на поліпшення їх якості, а також економіко-правових санкцій;

— розвиток системи економічного стимулювання — пільгового оподаткування, кредитування, екологічного страхування;

— створення системи фінансування природоохоронних заходів — держбюджетне фінансування, позабюджетні природоохоронні фонди органів місцевого самоврядування, кошти підприємств та добровільні внески.

12.4. Управління захистом населення та територій: наукове підґрунтя нормативно-правової бази

Політика держави щодо вирішення проблем запобігання та реагування на надзвичайні ситуації знаходить своє відображення в чинному законодавстві України. Ці питання прямо чи опосередковано регулюють понад 200 нормативно-правових актів різної юридичної сили. Регламентація діяльності державних органів виконавчої влади здійснюється, в першу чергу, Законом України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру". Науковим підґрунтям закону є ризик орієнтований підхід до ідентифікації джерел небезпек і запобіжної побудови адекватних захисних бар'єрів. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру - - підготовка і реалізація комплексу правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх

переростання у надзвичайну ситуацію техногенного та природного характеру або пом'якшення її можливих наслідків має проводитися на основі оцінки рівнів ризику. Державна стандартизація з питань безпеки у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру спрямована на забезпечення безпеки об'єктів господарювання також з урахуванням ризику виникнення техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру (розділ II, ст. 19). З урахуванням міжнародного досвіду та практики управління безпекою життєдіяльності, урядовою постановою від 7.02.2001 р. № 122 було передбачено розроблення та впровадження науково-практичних методів і рекомендацій щодо переходу на систему аналізу та управління ризиками як основу регулювання безпеки населення і територій, забезпечення гарантованого рівня безпеки громадянина, суспільства.

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій є здійснення комплексу заходів щодо запобігання та реагування на них, а також забезпечення готовності та контролю за станом готовності до дій і взаємодії органів управління, сил та засобів у цій сфері.

Основні принципи захисту населення і територій полягають у пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я людей і довкілля; безумовного надання переваги раціональній та превентивній безпеці; вільного доступу населення до інформації щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій; особистої відповідальності і піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у надзвичайних ситуаціях; відповідальності у межах своїх повноважень посадових осіб за дотримання вимог закону.

З метою забезпечення реалізації державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій створена єдина державна система з питань запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. Визначені функції міністерств та

інших центральних органів виконавчої влади щодо запобігання та реагування на надзвичайні ситуації. Алгоритм цих функцій однотипний для усіх галузей господарювання.

Для захисту від надзвичайних ситуацій створені спеціальні сили та засоби, до складу яких входять професійні аварійно-рятувальні служби і спеціальні (воєнізовані) аварійно-рятувальні служби, а також добровільні рятувальні формування, що залучаються до проведення відповідних робіт.

Державними органами управління у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є Кабінет Міністрів України; спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, до компетенції якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій; місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування.

Належне управління безпекою життя і діяльності суспільства та окремої людини передбачає участь та співпрацю державних і громадських організацій. Започаткування розбудови громадянського суспільства в Україні супроводжується створенням громадських угруповань, метою яких є залучення до розв'язання проблем безпеки життєдіяльності широких верств населення.

12.5. Законодавча і регулююча основа безпеки

Кожна країна створює і підтримує законодавчу і регулюючу основу для забезпечення безпеки. Ця законодавча і регулююча основа передбачає:

- введення відповідних національних вимог у відношенні безпеки і регулюючих положень по усіх видах безпеки;
- систему ліцензування діяльності у галузі ПНО і небезпечних технологій;
- систему заборони експлуатації небезпечних установок, об'єктів і технологій без ліцензії;
- систему відповідного відомчого і регулюючого контролю, а також документації і звітності;

- примусові заходи для виконання чинних регулюючих положень і умов ліцензій;
- чіткий розподіл обов'язків органів, що займаються різними процедурами контролю безпеки.

Питання до семінарських занять

1. *Суть "належного управління".*
2. *Механізм створення дієвого механізму розробки пропозицій їх реалізації.*
3. *Роль держави у забезпеченні стабільності соціального розвитку та загальної безпеки.*
4. *Суть антиглобалістського руху.*
5. *Економічні важелі управління.*
6. *Наукове підґрунття управління захистом населення і територій.*

13.3 АХИСНІ БАР'ЄРИ

Для утримання небезпечних матеріалів і процесів встановлюється кілька послідовних фізичних бар'єрів, їхня конкретна конструкція може різнитися в залежності від активності матеріалу і можливих відхилень від нормальної експлуатації, здатних привести до неспрацювання деяких бар'єрів. Так, для ядерних реакторів охолоджуваних водою, типовими бар'єрами для утримання продуктів розподілу є: паливна матриця, оболонка паливного елемента, границя контуру теплоносія реактору, система захисної оболонки реактора. Захист населення і навколишнього середовища забезпечується насамперед за допомогою цих бар'єрів, що можуть служити для експлуатаційних цілей і цілей безпеки чи виключно для цілей безпеки. Для збереження цілісності бар'єрів у випадку внутрішніх і зовнішніх подій, що можуть поставити їх під загрозу, у випадку найбільш небезпечних ПНО — АЕС, застосовується концепція глибоко ешелонованого захисту. Концепція глибоко ешелонованого захисту полягає у тому, що вся діяльність з безпеки здійснюється на основі багаторазово взаємо перекриваючих засобів та заходів, що дозволяє при відмові одних виконувати їх функції іншими. Ситуації, при яких можуть бути порушені один чи кілька бар'єрів (наприклад, під час зупинок), вимагають особливої уваги.

Концепція глибоко ешелонованого захисту, що спирається на рівні захисту і включає ряд послідовних бар'єрів на шляху виходу радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище, реалізується для компенсації потенційних помилок людини чи механічних відмов. Ця концепція включає захисні бар'єри для запобігання ушкодження станції й ушкодження самих бар'єрів. Вона включає подальший захист населення і навколишнього середовища від збитку, якщо бар'єри виявляться не цілком ефективними.

Концепція глибоко ешелонованого захисту передбачає загальну стратегію для заходів і засобів безпеки на атомних електростанціях. При правильному застосуванні вона гарантує, що жодна одинична помилка людини чи механічна відмова не веде до збитку для населення, і навіть

комбінації відмов, що є малоімовірним, не приводять взагалі чи приводять до малого збитку. Глибоко ешелонований захист допомагає забезпечити здійснення трьох основних функцій безпеки (управління потужністю, охолодження палива й утримання радіоактивного матеріалу) і запобігти виносу радіоактивних матеріалів до людини чи в навколишнє середовище. На атомній електростанції принцип глибоко ешелонованого захисту реалізується, у першу чергу, шляхом створення серії бар'єрів, яким у принципі ніколи ніщо не повинно загрожувати, і які, у свою чергу, мають бути порушені, перш ніж може бути нанесений збиток людині і навколишньому середовищу. Це фізичні бар'єри, що забезпечують можливість послідовного утримання радіоактивного матеріалу. Ці бар'єри можуть служити цілям експлуатації і безпеки, чи тільки цілям безпеки. Робота на потужності дозволяється у тому випадку, якщо цій багато бар'єрній системі нічого не загрожує, якщо вона здатна функціонувати відповідно до проекту і у відповідності зі своєю метою — запобігти вихід радіоактивного матеріалу з будь-якої причини як усередині станції, так і за її межі чи обмежити його вихід значеннями, істотно меншими припустимих.

Надійність фізичних бар'єрів підвищується у результаті послідовного застосування до них концепції глибоко ешелонованого захисту, що веде до захисту кожного з них за допомогою серії додаткових заходів. Кожен фізичний бар'єр проектується консервативно²¹, його якість перевіряється, щоб забезпечити підтримку запасів надійності, його стан контролюється, контролюються і перевіряються всі процеси, що можуть на нього вплинути при експлуатації. Діють аспекти глибоко ешелонованого захисту, що пов'язані з діяльністю людини і спрямовані на захист цілісності цих бар'єрів, наприклад, забезпечення якості, адміністративний контроль, аналізи безпеки, незалежне регулювання, експлуатаційні межі, атестація і підготовка персоналу і культура безпеки. Проектні рішення як по звичайних системах станції, так і по інженерно-технічних системах безпеки сприяють запобіганню непередбаченим відхиленням та збурюванням, що загрожують

цілісності фізичних бар'єрів; запобіганню порушенням бар'єру, якщо виникла така загроза; і запобіганню порушенню послідовного ряду бар'єрів. Проектувальники систем безпеки забезпечують, щоб різні системи безпеки, що захищають фізичні бар'єри на шляху виходу радіоактивного матеріалу, були, наскільки це доцільно, функціонально незалежні при аварійних умовах.

У відповідності із принципом глибоко ешелонованого захисту при нормальній роботі станції на потужності всі рівні захисту завжди працездатні. В інших умовах також є відповідні рівні захисту. При відсутності одного з рівнів ешелонованого захисту наявність інших рівнів захисту ніколи не є підставою для продовження експлуатації. Важкі аварії в минулому були результатом множинних відмов, як помилок людини, так і відмов устаткування, через недоліки у деяких рівнях ешелонованого захисту, які не повинні допускатися.

Конструкція систем відповідно до принципу глибоко ешелонованого захисту включає управління, що використовує зворотній зв'язок, який забезпечує нечутливість до таких відмов, які у протилежному випадку могли б привести до переростання помилок чи аномальних умов в аварії. Це управління захищає фізичні бар'єри шляхом підтримки робочих параметрів станції в чітко визначеному діапазоні, у якому ці бар'єри не піддаються загрозі. Воно запобігає "порогові" ефекти, які можуть привести до того, що невеликі відхилення, не припустимі по проекту, швидко переростуть у аномальний стан станції і викличуть руйнування.

Кваліфіковане спорудження бар'єрів та їхніх захисних заходів у сполученні зі зворотнім зв'язком для підтримки експлуатаційних параметрів у оптимальних діапазонах забезпечує безперебійну, стабільну роботу з виробництва необхідної електроенергії. Це свідчить про успішну реалізацію першого елементу глибоко ешелонованого захисту, а саме забезпечення такої експлуатації, при якій не потрібно чи потрібно в малому ступені функціонування систем безпеки. Ця багато бар'єрна система захищає людину і навколишнє середовище у широкому діапазоні аномальних умов. Як

останній елемент глибоко ешелонованого захисту передбачаються заплановані заздалегідь контрзаходи, спрямовані на унеможливлення викиду радіоактивного матеріалу зі станції.

Сучасна теорія захисних бар'єрів розроблена для атомних станцій. Але вона добре відома з давнини. Наприклад, для захисту міста споруджувались високі та міцні стіни, викопувались глибокі рви, які наповнювалися водою та інше. Все це було потрібно для захисту і безпеки жителів міста. В багатоповерхових будинках сучасних міст, кожна квартира має один або більш замків, крім того більшість мешканців встановлюють додаткові двері на декілька квартира, а в останні роки додатково до цього на двері

(в кожному під'їзді встановлюється додатковий кодовий замок та створюється додаткова охорона — робоче місце консьєржки. Все це фізичні бар'єри. Можливе наведення чисельних прикладів й інших бар'єрів: адміністративних, законодавчих, освітніх, кваліфікаційних, психологічних і таке інше, тобто всюди де йдеться про захист та безпеку, існують бар'єри. Освітні бар'єри, наприклад, захищають людину від небезпеки некваліфікованого лікування, навчання, некваліфікованої юридичної допомоги, тому що професії лікаря, вчителя або юриста вимагають попередньої фахової освіти. Автори проводять роботу щодо внесення до класифікатора професій професії "спеціаліст з забезпечення безпеки", тому що цього вимагає час, занадто велику ціну сплачує суспільство при рішенні питань безпеки нефахово спеціалістами інших галузей.

Питання до семінарських занять

- 1. Суть захисних бар'єрів.*
- 2. Наведіть приклади захисних бар'єрів*
- 3. Концепція глибоко ешелонованого захисту.*
- 4. Реалізація глибоко ешелонованого захисту.*
- 5. Суть конструкції систем відповідно до глибоко ешелонованого захисту.*
- 6. Останній елемент глибоко ешелонованого захисту.*

14.ЯКІСТЬ ЯК КАТЕГОРІЯ БЕЗПЕКИ

Якість продукції (робіт, послуг) та матеріалів є важливою категорією безпеки. Якість забезпечується міжнародними стандартами якості серії ISO 9000, ISO 14000 та інші.. Якість у галузі небезпечних технологій регулюються окремим законодавством, стандартами та міжнародними нормами [66-71]. Тому питання якості об'єктів підвищеної небезпеки, потенційно небезпечних об'єктів та атомних станцій розглянемо окремо. У галузях, що до них не відносяться, питання якості й безпеки як наслідків невідповідної якості, вирішуються впровадженням систем якості, стандартизації, у тому числі міжнародної стандартизації та сертифікації продукції та систем якості.

Відносини, що пов'язані з діяльністю у сфері стандартизації та застосування її результатів, регулюються законодавством, яке поширюється на суб'єкти господарювання незалежно від форми власності та видів діяльності, органи державної влади, а також на відповідні громадські організації.

14.1. Основні терміни якості

Система якості — сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів організаційної структури, визначених механізмів! відповідальності, повноважень та процедур організації, а також процесів та ресурсів, які забезпечують здійснення загального управління якістю та її відповідністю встановленим вимогам.

Система управління якістю — сукупність органів і об'єктів управління, що взаємодіють за допомогою матеріально-технічних і інформаційних засобів під час управління якістю продукції.

Система управління довкіллям — сукупність організаційної структури, діяльності та відповідних ресурсів і методів для формування, здійснення, аналізу і актуалізації екологічної політики.

Стандарт — документ, що встановлює для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються

діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості у певній галузі, розроблений у встановленому порядку на основі консенсусу.

Міжнародний та регіональний стандарти — стандарти, прийняті відповідно міжнародним та регіональним органом стандартизації.

Національні стандарти — державні стандарти України, прийняті центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації та доступні для широкого кола користувачів.

Нормативний документ — документ, який встановлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів.

Технічні умови — документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Технічний регламент — нормативно-правовий акт, прийнятий органом державної влади, що встановлює технічні вимоги до продукції, процесів чи послуг безпосередньо або через посилання на стандарти чи відтворює їх зміст.

Стандартизація — діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усуненню бар'єрів у торгівлі й сприянню науково-технічному співробітництву.

Міжнародна стандартизація — стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів усіх країн.

Орган стандартизації — орган, що займається стандартизацією, визнаний на національному, регіональному чи міжнародному рівні,

основними функціями якого є розроблення, схвалення й затвердження стандартів.

Сертифікація — процедура, за допомогою якої визнаний у встановленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу встановленим законодавством вимогам.

Декларування відповідності — процедура, за допомогою якої виробник або уповноважена ним особа (далі — виробник) під свою повну відповідальність документально засвідчує, що продукція відповідає встановленим законодавством вимогам.

14.2. Стандартизація та сертифікація

Метою стандартизації в Україні є забезпечення безпеки для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна та охорони довкілля, створення умов для раціонального використання усіх видів національних ресурсів та відповідності об'єктів стандартизації своєму призначенню, сприяння усуненню технічних бар'єрів у торгівлі.

Державна політика у сфері стандартизації базується на таких принципах:

- забезпечення участі фізичних і юридичних осіб у розробленні стандартів та вільного вибору ними видів стандартів при виробництві чи постачанні продукції, якщо інше не передбачено законодавством;
- відкритості та прозорості процедур розроблення й прийняття стандартів з урахуванням інтересів усіх зацікавлених сторін,
- підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників;
- доступності стандартів та інформації щодо них для користувачів;
- відповідності стандартів законодавству;
- адаптації до сучасних досягнень науки й техніки з урахуванням стану національної економіки;

- пріоритетності прямого впровадження в Україні міжнародних та регіональних стандартів;
- дотримання міжнародних та європейських правил і процедур стандартизації;
- участі у міжнародній (регіональній) стандартизації. Крім стандартів параметри якості продукції можуть бути записані у технічних умовах (ТУ) та технічних регламентах (ТР). Потрібно зауважити, що останні в галузях небезпечних технологій мають інший зміст і призначення. У деяких випадках законодавством встановлюються необхідність підтвердження відповідності у законодавче регульованій сфері.

Процедура підтвердження відповідності у законодавче регульованій сфері для окремих видів продукції, яка може становити небезпеку для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна та охорони довкілля, запроваджується технічними регламентами з підтвердження відповідності. Із введенням у дію технічних регламентів з підтвердження відповідності спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності офіційно публікує перелік національних стандартів, добровільне застосування яких може сприйматись як доказ відповідності продукції вимогам технічних регламентів. Виробник чи постачальник також має право підтвердити відповідність продукції вимогам технічних регламентів іншими, ніж відповідність стандартам, шляхами, передбаченими цими регламентами.

Сертифікована або стандартизована продукція розуміється споживачем більш якісною та безпечною з цілої низки причин, зокрема:

- виключається загроза здоров'ю тому, що відповідність стандартам передбачає проходження до виробництва стадії вивчення дії продукції, її впливу на живий організм та довкілля;
- умови збереження та терміни, що вказані на упаковці також підтверджують відповідальність та якість;

- технологічні процеси, контроль яких виконується повсякчасно, гарантують повтор якості.

14.3. Якість - категорія безпеки ПНО

Беручи до уваги постійне зростання вимог до забезпечення безпеки високотехнологічних підприємств, зокрема, у галузі використання ядерної енергії та радіаційної безпеки, адміністрація підприємства заявляє про свою прихильність до забезпечення якості як чинника, який гарантує ефективне виконання основних функцій та головних завдань.

Рішення про розробку і впровадження системи якості як невід'ємної частини виробничого процесу приймається, виходячи з важливості та необхідності створення умов, які будуть гарантувати ефективне здійснення співробітниками підприємства своїх функцій.

Система якості розроблена на основі моделі ДСТУ І8О 9001-95 „Системи якості. Модель забезпечення якості у процесі проектування, розроблення, виробництва, монтажу та обслуговування" і направлена на:

- забезпечення чіткого виконання вимог чинного законодавства, норм, правил та стандартів з ядерної та радіаційної безпеки;
- формування довіри населення та міжнародного суспільства до робіт з оцінки ядерної та радіаційної безпеки, які проводяться в Україні;
- підвищення ефективності робіт, які виконує підприємство за рахунок раціонального використання наявних ресурсів.

Першочерговими завданнями у галузі забезпечення якості адміністрація підприємства вважає:

- розробку та впровадження внутрішніх стандартів у реальні процеси управління підприємством;
- підвищення ефективності та якості робіт, які виконуються, та послуг, які надаються, за рахунок оптимізації розподілу функцій та відповідальності співробітників підприємства;
- формування культури якості, отже і розуміння співробітниками їх ролі у досягненні необхідної якості робіт;

- систематичну оцінку та аналіз власної діяльності, спрямовану на виявлення та усунення недоліків;

- підготовку та навчання персоналу, підвищення кваліфікації співробітників;

- оптимізацію витрат на виконання робіт та надання послуг при дотриманні належного рівня їх якості.

Адміністрація підприємства повинна бути впевнена, що реалізація заявленої політики у галузі забезпечення якості вплине як на підвищення ефективності діяльності підприємства, так і сприяє підвищенню безпеки ядерно та радіаційно небезпечних підприємств усієї галузі.

14.3.1. Програма забезпечення якості.

Забезпечення якості на АЕС розглянемо на прикладі галузі промисловості виробництва устаткування АЕС.

У положеннях по забезпеченню якості на АЕС (випуск № 50-С-ЗА серії видань МАГАТЕ з безпеки) було зосереджено на необхідність підготовки й здійснення ефективних програм забезпечення якості при виробництві устаткування АЕС, важливого для безпеки. Під час обговорення вимог, пропонованих до забезпечення якості, визнається той факт, що у забезпеченні якості бере участь велике число виробників усілякого по складності і розмірам устаткування. Якість продукції має значення незалежно від того, чи є виріб великим корпусом реактора, електронним діодом або простим утримуючим затиском. Складність програми забезпечення якості в значній мірі міняється відповідно до характеру виготовленого устаткування. Найбільш важливим чинником, який необхідно враховувати при визначенні обсягу робіт із забезпечення якості, є вплив на безпеку будь-якої помилки при експлуатації або неправильному спрацьовуванні або відмові будь-якого вузла. До інших чинників, які варто враховувати в програмі, можна віднести такі:

- складність або унікальність устаткування;

- ступінь стандартизації устаткування;

— необхідність встановлення особливого контролю, адміністративних заходів і технічного нагляду за технологічними процесами, виробничими методами й устаткуванням;

— ступінь, у якій може бути підтверджена відповідність устаткування вимогам проекту шляхом проведення перевірок й іспитів;

- дані про зміну якості устаткування в часі;

— доступність устаткування для технічного обслуговування, інспекції при експлуатації і можливості його заміни після I установки на станції (до уваги повинні прийматися як фізичні⁸ особливості устаткування, так і умови навколишнього середовища).

У спеціальних керівництвах з безпеки викладені вимоги і рекомендації, що відносяться до розробки і здійснення програми забезпечення якості, для тих організацій, що беруть участь у виготовленні устаткування, що впливає на безпеку атомних електростанцій. До функцій виробника, пов'язаних із забезпеченням якості, можуть відноситися такі види діяльності, як проектування, закупівля, виготовлення, користування, транспортування, збереження, очищення, інспектування, іспит, внесення змін, ремонт і обслуговування. Перед керівництвом, що доповнює звіт положень, не ставилася мета викласти правила забезпечення якості при проектуванні устаткування. Виробники-проектувальники повинні дотримуватись вимог і рекомендацій, що містяться у керівництві із забезпечення якості при проектуванні атомних електростанцій (випуск № 50-8Сг-А6 серії видань МАГАТЕ по безпеці).

Відповідальність

Кожна організація, що бере участь у виготовленні устаткування, що впливає на безпеку атомних електростанцій, повинна відповідати за розробку і здійснення програми забезпечення якості, рівень якого має відповідати важливості виготовленого устаткування щодо безпеки. Така програма повинна розроблятися на самому ранньому етапі відповідно графіку

виконання робіт. Додаткова інформація про програми забезпечення якості приведена у вимогах і рекомендаціях керівництва з підготовки програми забезпечення якості для атомних електростанцій (випуск № 80-80-3A1 серії видань МАГАТЕ з безпеки).

Ця відповідальність повинна передбачатися або у вимогах регулюючого органу, або в контрактних угодах з замовником устаткування, що впливає на безпеку атомної електростанції. Обов'язки по контролю за ефективністю виконання загальної програми забезпечення якості станції залишаються за відповідальною організацією (тобто за організацією, що в цілому відповідає за АЕС) без збитку для зобов'язань виробника і юридичних вимог, покладених на нього.

Загальні положення

Звід положень по забезпеченню якості на АЕС (випуск № 50-C-C}A серії видань МАГАТЕ по безпеці) установлює загальну структуру організації забезпечення якості. Додаткова інформація з даного питання приведена в керівництві з організації забезпечення якості для атомних електростанцій (випуск № 50-8CГ-3A7). Підрозділ організації-виробника, що відповідає за питання забезпечення якості, має займатися питаннями ефективного виконання програми забезпечення якості, а також перевірки за допомогою проведення інспекцій і ревізій того, що робота виконана правильно, відповідно до документації і заздалегідь складеним інструкціям. Особи, що виконують ці обов'язки, не повинні нести пряму відповідальність за виробництво і зобов'язані доповідати у рамках організації-виробника на тому рівні, що не приймає особистої участі у вичерпному розгляді кошторисних витрат, графіка і виконання робіт, щоб забезпечити незалежне й об'єктивне здійснення програми забезпечення якості.

Виробничі обов'язки

Необхідно визначити такі обов'язки, як закупівля, планування, виробництво і контроль готової продукції, що проводяться організацією-

виробником, і встановити їхній зв'язок з обов'язками, пов'язаними із забезпеченням якості.

Кваліфікація і підготовка персоналу

Особи, зайняті на виробництві, а також особи, які інспектують або іншим способом перевіряють це виробництво, включаючи тих, хто здійснює ревізію програм забезпечення якості, повинні мати відповідну кваліфікацію. Якщо формальні вимоги до кваліфікації персоналу є обов'язковими, то ці вимоги повинні бути визначені й викладені документами, що фіксують вимоги проведення переатестації персоналу протягом відповідного терміну для підтримки ним відповідного професійного рівня. Результати атестації і рівень підготовки підтверджуються документом, наприклад, посвідченням. Додаткова інформація про кваліфікацію персоналу, що відповідає за забезпечення якості, приведена в керівництві з організації забезпечення якості для атомних електростанцій (випуск № 50-80-О.А7 серії видань МАГАТЕ по безпеці).

Підготовка персоналу

Необхідно розробити, документально викласти і здійснювати в необхідному обсязі програму підготовки персоналу. Ця програма повинна забезпечувати підготовку персоналу, для того, щоб він міг одержати і підтримувати професійний рівень, необхідний для виконання поставлених перед ним задач. Персонал має вчитися досконало виконувати технологічні процеси, наприклад, зварювання, термообробка, методи неруйнівного контролю та інші., бути ознайомленим з виготовленим устаткуванням, з вимогами і методиками програми забезпечення якості.

Питання для семінарських занять

- 1. Нормативна база регулювання якості небезпечних технологій.*
- 2. Мета стандартизації та сертифікації.*
- 3. Спрямування моделі якості.*
- 4. Програма забезпечення якості.*
- 5. Відповідальність за реалізацію програм забезпечення безпеки.*

6. Розкрити роль стандартизації, метрології та сертифікації продукції для забезпечення безпеки життєдіяльності.

7. Вимоги до кваліфікації і підготовки персоналу ПНО.

15. КУЛЬТУРА БЕЗПЕКИ

Матеріали цього розділу приводяться на основі чинних міжнародних і національних документів.

15.1. Культура безпеки — базисний принцип безпеки

Згідно з основним національним стандартом з безпеки [77]: “Культура безпеки це набір характеристик, особливостей діяльності організацій та поведінки окремих осіб, які встановлюють, що проблема безпеки АС є такою, що має вищий пріоритет; їй приділяється увага, визначена їх значущістю”. Таке визначення і термін уперше було використано міжнародною консультативною групою з ядерної безпеки МАГАТЕ [78] при детальному аналізі причин аварії на ЧАЕС.

Принцип, відповідно до якого всі особи й організації, причетні до ядерної енергетики, керуються у своїх діях і взаєминах встановленою культурою безпеки з часу виходу ІНСАГ-3, є одним з основних принципів забезпечення безпеки АС. Визначення "культура безпеки" відноситься до загального поняття прихильності й особистої відповідальності усіх осіб, які займаються будь-якою діяльністю, що впливає на безпеку АЕС. Проте, започаткування необхідної уваги до питань безпеки знаходиться у компетенції старшого керівництва усіх організацій, що приймають участь. Встановлюється і реалізується політика, що забезпечує здійснення правильної практики. Встановлюються чіткі межі відповідальності і лінії зв'язку; розробляються обґрунтовані керівництва, забезпечується строге виконання цих керівництв; проводиться внутрішня експертиза діяльності, пов'язаної з безпекою; при підготовці і навчанні персоналу, насамперед, підкреслюються причини встановлення прийнятої практики забезпечення безпеки, а також наслідки для безпеки недоліків у виконанні персональних функціональних обов'язків. Ці питання особливо важливі для експлуатуючих організацій і персоналу, що безпосередньо займається експлуатацією АЕС. Для останнього на всіх рівнях підкреслюється значення індивідуальних

обов'язків з розуміння і знання АС і устаткування; особливо підкреслюються причини встановлення меж безпеки і наслідки їх порушень. Необхідно створювати атмосферу відкритості, що забезпечує вільну передачу персоналом інформації, яка відноситься до безпеки станції; особливо варто заохочувати визнання помилок у роботі, якщо вони зроблені. У такий спосіб досягається загальна психологічна налаштованість на безпеку, що припускає самокритичність і самоперевірку, виключає благодушність і передбачає розвиток відчуття персональної відповідальності і загального саморегулювання у питаннях безпеки. Формування культури безпеки створюються системою технічних і організаційних заходів, що складаються з 5 рівнів глибоко ешелонованого захисту. Культура безпеки, згідно національного стандарту [77], відноситься до рівня 1 — створення умов, які запобігають порушенням нормальної експлуатації. Це означає: у всіх осіб і організацій, зайнятих у атомній енергетиці, повинна формуватися культура безпеки шляхом проведення необхідного *підбору, навчання і підготовки персоналу* у кожній сфері діяльності, що впливає на безпеку; встановлення і суворе дотримання дисципліни при чіткому розподілі персональної відповідальності керівників і виконавців; розробки й суворого дотримання інструкцій по виконанню робіт і їх періодичне оновлення з урахуванням накопиченого досвіду. Усі особи, які зайняті у діяльності, що впливає на безпеку, повинні знати про характер і ступінь впливу їх діяльності на безпеку. Вони повинні повністю усвідомлювати наслідки, до яких може призвести недотримання або нечітке виконання чинних інструкцій, норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки. Аварія на ЧАЕС у 1986 року продемонструвала можливі наслідки неадекватного глибоко ешелонованого захисту і важливість таких організаційних питань, як необхідність наявності ефективного режиму регулювання і культури безпеки. Вона також привернула увагу до середньо- і довгострокового забруднення у результаті радіоактивних викидів і до ролі аварійного планування за межами площадки АЕС. Для ефективної реалізації глибоко ешелонованого захисту до всіх

заходів на рівнях 1-5 застосовуються основні попередні вимоги. Цими попередніми вимогами, що взаємозалежні і виконуються у рамках політики безпечного проектування й експлуатації, є відповідний консерватизм, забезпечення якості і культура безпеки.

Отже, необхідно, щоб організації й окремі особи, які виконують роботи, що можуть впливати на кожний з рівнів безпеки, виявляли прихильність забезпеченню надійної культури безпеки. Експлуатуюча організація й урядова організація, а також організації, що беруть участь у проектуванні, виготовленні, будівництві, технічному обслуговуванні, іспитах і контролі у процесі експлуатації, а також у аварійних втручаннях, повинні забезпечити виконання відповідних попередніх вимог і використання відповідних методів. Культура безпеки визначається всебічною підготовкою ретельно підбраного експлуатаційного персоналу, чиє поведження відповідає зразковій культурі безпеки.

15.2. Управління і культура безпеки

Хоча помилки людини мають потенціал створення загрози для захисту, дії людини вкрай важливі для безпечної експлуатації, а професіоналізм і культура безпеки дозволяють персоналу робити свій внесок у забезпечення надійної експлуатації, виявлення і запобігання аномалій на ранній стадії. Більш того, при наявності достатнього часу і відповідної інформації людина може конструктивно реагувати у таких ситуаціях, які не можуть бути цілком передбачені у планах і тому не можуть контролюватися діями автоматичних засобів. Однак для успішних дій людини потрібен високий рівень кваліфікації і професійної підготовки, включаючи навчання на тренажерах, у широкому діапазоні експлуатаційних ситуацій.

Культура безпеки широко застосовується в усіх галузях, пов'язаних із глибоко ешелонованим захистом і особливо важлива для експлуатаційної безпеки. Одним з найбільш важливих уроків тяжких аварій є те, що необхідно сприяти розвитку критичного підходу і прагненню до більш

глибокого розуміння питань захисту і безпеки, не допускати почуття заспокоєності, для того щоб:

а) були встановлені політика і процедури, у яких першочергова увага приділяється питанням захисту і безпеки персоналу і населення;

б) проблеми, що впливають на захист і безпеку, негайно виявлялися і виправлялися в порядку, встановлюваному на основі ступеню їхньої важливості;

в) була чітко визначена відповідальність кожного, включаючи керівників старшої ланки, за забезпечення захисту і безпеки, щоб увесь персонал пройшов відповідну професійну підготовку і мав кваліфікацію;

г) були встановлені чіткі розмежування повноважень у відношенні прийняття рішень з питань захисту і безпеки;

д) були встановлені організаційні структури і лінії зв'язку, що забезпечують відповідний потік інформації з питань захисту і безпеки на різних рівнях у експлуатуючій організації і між ними;

е) організація виявляла реальну прихильність підвищенню культури безпеки, залучаючи до участі в цьому процесі персонал на всіх рівнях.

Безпосередня відповідальність за безпеку станції завжди лежить на адміністративному керівництві станції. Експлуатуюча організація делегує керівництву станції усі необхідні повноваження для забезпечення безпечної експлуатації. Керівництво станції забезпечує безпечну експлуатацію установки і, зокрема, її експлуатацію відповідно до експлуатаційних меж і умов. Старші керівники експлуатуючої організації несуть основну відповідальність за сприяння розвитку культури безпеки і розгляд виконання задач керівництвом станції і показників роботи самої станції з огляду безпеки.

Експлуатуюча організація створює детальну структуру з описом технічних і управлінських функцій на різних рівнях ієрархії із встановленням чітко визначеної звітності щодо виконання різних задач. Крім того, робоча організація визначає засоби внутрішнього обміну інформацією і зворотного

зв'язку, а також взаємини з компаніями-субпідрядниками. Чітко встановлюється порядок використання технічної підтримки для усіх режимів експлуатації. Визначаються процеси виявлення, проведення заглибленого аналізу і вживання корегуючих заходів у випадку виникнення будь-яких відхилень і подій. Забезпечуються необхідні фінансові і людські ресурси, у тому числі ресурси для проведення наукових досліджень і для інженерно-технічної підтримки.

На випадок аварійних режимів організаційна структура може бути змінена таким чином, щоб забезпечити операторам додаткову підтримку й оперативні інструкції. У рамках цієї організаційної структури періодично проводяться тренування для відпрацьовування методів управління аварійними станами.

Перераховані вимоги і правила встановлюються документами системи якості. Хоча спочатку термін культура безпеки відносився тільки до АС, як найбільш небезпечного ПНО, незабаром його дія як одного з основних принципів безпеки була поширена на радіоактивні відходи і на джерела іонізуючого випромінювання. У зв'язку зі збільшенням НС техногенного і природного характеру на Україні, впровадження РОП як основного принципу управління безпекою, нагальною необхідністю є вивчення матеріалів і впровадження принципів культури безпеки на всіх ПНО.

15.2.1. Події, пов'язані з культурою безпеки

Як уже відзначалося в інших розділах, з'ясування причин надзвичайних ситуацій і правильна розробка коригувальних заходів є необхідною умовою попередження НС. Документи, регулюючі розслідування й оцінку подій, зокрема [24], передбачають додатковий облік подій, пов'язаних з порушеннями культури безпеки. Міжнародна консультативна група з ядерної безпеки в документі № 75-Щ8АО-4 (серія видань МАГАТЕ з безпеки) відзначила той вплив, що "культура безпеки" робить на безпечну експлуатацію атомної станції, на здатність запобігати людські помилки і можливість набувати досвід з позитивних дій людини. Висока культура

безпеки допомагає попередити інциденти, а з іншого боку, її відсутність чи недостатність можуть привести до того, що оператори будуть діяти не так, як передбачено проектом. Тому культуру безпеки потрібно розглядати, як складову частину глибоко ешелонованого захисту. Результатом недостатньої культури безпеки можуть бути відмови з загальної причини. Отже, недолік у культурі безпеки може бути основою для підвищення рівня класифікації події на один ступінь²². Не варто розглядати конкретну помилку людини чи недолік як систематичне порушення культури безпеки; проте, це може бути показником, що вказує на недолік у загальній культурі безпеки. Перелік показників (індикаторів) культури безпеки приведений у доповненні до документу № 75-Ш8АО-4 (серія видань МАГАТЕ з безпеки). Прикладами таких показників можуть бути:

- необґрунтоване порушення експлуатаційних меж і умов чи невинуватене порушення процедури (регламенту)²³,
- недолік у процесі забезпечення якості,
- нагромадження людських помилок,
- недотримання належного контролю за радіоактивними матеріалами, включаючи викиди у навколишнє середовище чи порушення у системах дозиметричного контролю,
- повторення події, що свідчить про те, що не враховані уроки і не прийняті коригуючі заходи після попередньої подібної події.

Якщо готовність систем безпеки укладається в рамки експлуатаційних меж і умов, але станція знаходиться у зниженому стосовно рівня безпеки стані готовності довше припустимого часу (встановленого у технологічному регламенті), подію теж варто класифікувати за більшим рівнем через порушення технологічного регламенту.

При готовності системи згідно ЕМУ нижче припустимої навіть протягом обмеженого часу, але оператор привів установку у безпечний стан відповідно до технологічного регламенту, подію варто класифікувати як звичайну, тобто не підвищувати рівень через порушення технологічного

регламенту. Потрібно також враховувати час, протягом якого готовність функції безпеки була менше, ніж вимагають ЕМУ.

Питання до семінарських занять

- 1. Визначення поняття "культура безпеки".*
- 2. Суть культури безпеки.*
- 3. Місце застосування культури безпеки.*
- 4. Взаємозв'язок управління і культури безпеки.*

16. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Аварія на об'єкті підвищеної небезпеки (далі — аварія) — небезпечна подія техногенного характеру, що виникла внаслідок змін під час експлуатації об'єкта підвищеної небезпеки (наднормативний викид небезпечних речовин, пожежа, вибух тощо) і яка спричинила загибель людей чи створює загрозу життю і здоров'ю людей та довкіллю на його території і/або за його межами

Безпека

Стан захищеності особи та суспільства від ризику зазнати шкоди.

Безпека — приємлемий рівень ризику.

Безпека життєдіяльності

Характеристика стану людини, що відображує збалансованість чинників ризику життю і здоров'ю людини з його можливостями запобігати дії цих чинників.

Безпека життя і діяльності людини

Сукупність безпеки оточуючого середовища, яке не завдає шкоди людині в процесі її діяльності та здатності людини уникати факторів, які завдають шкоду її здоров'ю.

Безпосередня причина випадку - це явище, процес, подія або стан, що обумовили порушення нормального проходження технологічного процесу.

Випадок визначається як подія, що пов'язана з використанням техніки, яка має місце з моменту, коли будь-яка особа стає елементом системи "людина-техніка-середовище" і при цьому отримує ушкодження із смертельним наслідком або значне тілесне ушкодження, і/або ушкоджується техніка чи відбувається руйнування її конструкції.

Декларація безпеки — документ, який визначає комплекс заходів, що вживаються суб'єктом господарської діяльності з метою запобігання аваріям, а також забезпечення готовності до локалізації, ліквідації аварій та їх наслідків.

Джерело надзвичайної ситуації Небезпечне природне явище або подія техногенного походження, поширення інфекційних хвороб людей, тварин і рослин, а також застосування сучасних засобів ураження, внаслідок чого виникла чи може виникнути надзвичайна ситуація

Екосистема — поняття, введене А. Тенслі, що позначає відносно стійку систему динамічної рівноваги, у якій організми і неорганічні фактори є повноправними компонентами. Екосистема являє собою спільно функціонуючі на даній ділянці організми (біотичне співтовариство), взаємодіючі з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко визначені біотичні структури і кругообіг речовин між живою і неживою частинами. Надалі поняття трансформувалося багатьма авторами, і у своїй функціональній частині близько поняттю біогеоценозу, але позбавлено географічності останнього, і отже, розміри екосистеми не визначаються заздалегідь заданим правилом. Екосистеми можуть бути різних порядків: від самих дрібних до дуже великих, аж до біосфери. Екосистема — широке поняття й у цьому змісті близько до поняття комплекс природний, геосистема, але більш біологічне, оскільки центральною концепцією екосистеми є уявлення про ланцюги харчування і трофічні рівні.

Ергатична система

Система "людина-техніка-середовище", в якій, людина є провідним функціональним складовим.

Життєдіяльність людини

Прояв взаємодії людини з оточуючим світом в процесі праці, біосоціальної діяльності, а також відпочинку.

Здоров'я

Стан фізичного та психічного благополуччя людини, в тому числі відсутність хвороб і фізичних вад.

Небезпечний чинник

Будь-який хімічний, фізичний, біологічний чинник, речовина, матеріал або продукт, що впливає або за певних умов може негативно

впливати на здоров'я людини.

Небезпечний виробничий чинник -- чинник, вплив якого на працівників в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового погіршення здоров'я або смерті.

Нещасний випадок

Непередбачений збіг обставин і умов, за яких заподіяна шкода здоров'ю, або настала смерть людини.

Нормальна експлуатація

Робота підприємства в експлуатаційних режимах, передбачених установленим регламентом підприємств.

Об'єкт підвищеної небезпеки — об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативне встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Потенційно небезпечний об'єкт

Будь-яке джерело потенційної шкоди життєво важливим інтересам людини.

Потенційно небезпечний об'єкт — об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії

Прийнятний ризик

Ризик, який не перевищує на території об'єкта і/або за її межами гранично допустимого рівня.

Ризик — імовірність людських і матеріальних втрат або пошкоджень.

Ризик — змінна, що характеризує безпеку; чисельна і визначається як добуток імовірності небажаної (негативної) події на збиток, що вона може принести, виходячи з того, що імовірність величина безрозмірна, одиниця виміру ризику і потенційного збитку повинна бути однієї і тією ж.

Ризик промислового підприємства

Імовірність реалізації потенційної небезпеки, що ініціюється промисловим підприємством, та (або) негативних наслідків цієї реалізації підприємств.

Система "людина-техніка-середовище"

Система, що містить складники, які взаємодіють між собою технічні засоби діяльності і середовище, в якому реалізується діяльність людини.

Соціоекологія

Наука, що вивчає закономірності взаємодії людського суспільства з оточуючим природним та соціально-культурним середовищем і розробляє наукові принципи гармонізації цієї взаємодії.

Соціоекологічна безпека

Характеристика стану природного та соціально-культурного середовища, що відображує збалансованість чинників ризику життю і здоров'ю людини, функціонуванню об'єктів та територій з можливостями запобігання, реагування та ліквідації дії цих чинників.

Управління ризиком

Процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику.

Цивільний захист [убезпечення] населення

Система заходів, які реалізуються органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами та засобами підприємств, установ, організацій (незалежно від форм власності), добровільними формуваннями, що забезпечують розробку та дотримання правових норм, міжнародних, державних, галузевих та відомчих вимог і

правил, а також виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних.

Шкідливе діяння

Несприятлива для організму людини дія чинників навколишнього середовища.

Шкідливий (виробничий) чинник — виробничий чинник, вплив якого за певних умов може призвести до захворювання, зниження працездатності (або) негативного впливу на здоров'я нащадків.

Примітка. В залежності від кількісної характеристики (рівня, концентрації тощо) і тривалості впливу шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.