

УДК 681.518

М. І. Сичов, к.х.н., Л. В. Коломієць, д.т.н., О. М. Поторак, В. О. Жиленков

*Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса***ТЕХНОГЕННІ КАТАСТРОФИ, ЇХ ПЕРЕДБАЧЕННЯ, ЗАПОБІГАННЯ ТА УНИКНЕННЯ**

В статті розглянуті основні види та причини виникнення техногенних катастроф, як надзвичайно масштабних аварій. Однією з найбільш значимих причин вважається «людський фактор». Показано, що в Україні, в умовах виникнення різного виду техногенних катастроф, потрібні фахівці, які за профілем своєї роботи мали б можливість їм запобігати. Таких фахівців потрібно вже сьогодні готувати для підприємств, на яких вони зможуть працювати в системі забезпечення техногенної безпеки.

Ключові слова: техногенні катастрофи, аварії, людський фактор, фахівці, передбачення, запобігання катастроф, моніторинг об'єктів, професійна підготовка.

Постановка проблеми в загальному вигляді полягає у розгляді видів та аналізу причин техногенних катастроф для створення систем моніторингу та запобігання їх. Стрімкий розвиток земної цивілізації вражає кожного, хто в будь-який спосіб і на яку б глибину уяви занурився в міркування щодо ходу цього процесу та його значення для людства. Якої б галузі людського буття та зайнятості кожного з жителів Землі ми не торкнулися, повсюди є результати небувалого прогресу. Особливих масштабів стрімкість розвитку людства набула в останню третину ХХ-го сторіччя і ця стрімкість з кожним роком набуває значних розмірів. Поряд з природними катаклізмами зростає кількість та масштабність техногенних катастроф, що впливають на людство вже в планетарному масштабі. Безумовно, що збільшення масштабів різноманітних промислових виробництв, їх небезпека тільки загострює складність середовища проживання людини. Але й тут є певна байдужість політиків, олігархічних кіл щодо згубних наслідків різного виду катастроф, кризових явищ та залежності здоров'я і життя людей від них. Особливо негативними є наслідки від локальних воєнних конфліктів, ареною для яких стала й стара Європа.

Аналіз досліджень та публікацій щодо техногенних катастроф. Техногенна катастрофа – це крупна аварія на техногенному об'єкті, що призводить до масової загибелі людей та масштабних порушень екологічної рівноваги у біосфері. Техногенні катастрофи є випадковими і відрізняються за проявом та змістом від природних. Однак, природні катастрофи можуть викликати або ж спровокувати техногенні, тому важливо передбачати техногенні аварії в районах, де є висока ймовірність негативного впливу природи та осередки такого впливу (вулканічна діяльність, цунамі, складні ураганні прояви погодних умов та інше). Всі види катастроф класифікують як надзвичайну ситуацію. Такі катастрофи є наслід-

ком технологічного прогресу, який здійснює бажання людини мати владу над середовищем проживання або ж протистояти його проявам проти людини. Здебільш ці катастрофи викликаються, зазвичай, збоями в роботі складних систем, їх відмовами, несправностями та неочікуваними наслідками їх штатного функціонування. Будь-які системи створюються та існують для потреб людини, для реалізації та досягнення поставлених цілей, що мають локальне або ж регіональне значення. Будь-які складні системи сьогодення (енергетичні, логістичні, природньо-екологічні або ж космічні) створюються за участю та взаємодією безлічі елементів та інших зовнішніх систем, де задіяні люди або ж створені ними технології. Тому в появі аварій та катастроф все більшу роль починає відігравати людський фактор, що проявляється в прорахунках, помилках персоналу, нехтування набутим досвідом та можливим впливом сторонніх явищ, відсутністю служб та персоналу з прогнозу і передбачення аварій і катастрофічних явищ. Поява складних і потужних технічних систем підвищує ризик людських, матеріальних та екологічних втрат [1–3].

Згідно міжнародної класифікації, виділяють такі основні типи технологічних катастроф: надзвичайні прояви на промислових об'єктах (витоки хімічних та токсичних речовин, аварії та пожежі і вибухи паливно-мастильних матеріалів, аварії систем газопостачання та електроенергетики, вибухи речовин військового призначення, зараження при аваріях на АЕС, руйнування об'єктів, що викликані іншими причинами), транспортні (аварії літальних та космічних апаратів, на морських та річкових суднах, на автошляхах, залізничному та міському транспорті, інші) і змішані, які проходять на інших об'єктах та в селітебних зонах. Всі вказані види катастроф можуть проходити при участі аномальних природних явищ, що можуть спровокувати або ж посилити дію техногенних катастроф [4].

За останні роки в Україні виникло близько 500 надзвичайних ситуацій техногенного походження з яких більшість відноситься до індустріально розвинутих регіонів Півдня та Сходу держави. Причинами таких аварій є безвідповідальне відношення проектувальників, будівельників та керівників підприємств до вимог техніки безпеки і стану виробництва, де є значні вибухонебезпечні та легкозаймисті ділянки, погані знання про властивості і природу, окремі прояви і реакції хімічних речовин, стихійні явища, що призводять до поломок енергетичних та комунальних систем, виробничих будівель та об'єктів виробництва, машин і механізмів, порушення правил зберігання та обороту різних небезпечних речовин. Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають в основному на потенційно небезпечних об'єктах, до яких відносяться хімічні виробництва, ядерні установки АЕС, склади та сховища пально-мастильних матеріалів, зброї, боєприпасів, електростанції, енергетичні мережі та гідродинамічні об'єкти.

Особливо можна виділити транспортні катастрофи, насамперед, морські та річні, повітряні. Кожна техногенна катастрофа по-своєму унікальна. Однак, є і загальні причини, які стоять за негараздами такого роду. Американський вчений Лі Девіс, автор довідника «Рукотворні катастрофи» наводить їх в такому порядку: «...дурість, безвідповідальність і жадібність...» [5]. Девіс вважає, що так званий «людський фактор» є причиною більшості техногенних катастроф і створює обставини, багато з яких призвели до значних людських і матеріальних втрат.

Найбільшим у світі катаклізмом такого роду став вибух ємкості з хімікатами в індійському місті Бхопал, на заводі з виробництва добрив американської хімічної корпорації «Union Carbide» 3 грудня 1984 р. Трагедія в Бхопалі призвела до отруєння та смерті багатьох тисяч персоналу і робітників та населення міста. Аварія сталася через відсутність дійового контролю за станом ємностей з реагентами і порушення правил техніки безпеки, непрофесійного ставлення керівництва заводу, інженерно-технічного персоналу та медичної служби до своїх обов'язків, зношене і застаріле обладнання.

Всі ці причини ніби акумулювали вказані принципи Лі Девіса. З катастроф ядерних об'єктів найбільші впливові на екологію і соціально значимі – це аварія на Чорнобильській АЕС у 1986 р., аварія на російському радіохімічному комбінаті «Маяк» у 1957 р., аварія на АЕС «Фукусіма» в Японії у 2011 році. Вплив «людського фактору», (фактору Лі Девіса) приводить і до значних аварій на магістральних енергетичних мережах (ЛЕП та газопроводи).

Всі ці фактори згубності для людей звичай-

но не є випадковими або хаотичними. Є закономірності, що приховані підчас за вдаваним благополуччям окремих регіонів або країн та їх верств населення. Звичайно, що такі питання є предметом розгляду ряду вчених, політиків, що приймають рішення на кшталт Кіотського протоколу. Деякі вважають це виходом з ситуації, що з кожним роком заганяє нас в обмежені рішення, приймаючи їх за панацею від всіх бід. Досить помилковим вважати і те, що рішення всіх проблем, починаючи з Чорнобильської катастрофи і Фукусіми і до появи майже щорічно небачених раніше захворювань, які викликають ураганний летальний кінець, може бути вирішено за рахунок так званої екології. Відомо, що екологія, перш за все, займається внутрішньовидовими і міжвидовими відносинами і це має відношення, перш за все, в біологічному сенсі. У більшості випадків говорячи про екологію, треба розуміти взаємовідношення людини і середовища її місце проживання, андроекологію, екологію всередині біосфери, в центрі якої є людина. Але, на жаль, про це забувають різні вчені, політики і практики, які застосовують цей термін до організації технологій, про вплив на середовище різного виду шкідливих викидів виробництв та про необхідність їх зменшення і тому подібне. На сьогодні поняття «екологія» вихолощене по суті при розгляді місця та значення людини, як біологічної та соціальної ланки в складній системі глобалізованих відносин, їх особливостей і зростання масштабності. Кожне технічне досягнення людства достеменно має дві особливості: вирішення якоїсь проблеми та появи нових. Найбільш важливими факторами дестабілізації середовища життя людини стають техногенні аварії і природні катастрофи. Багато з них тісно пов'язані між собою та мають глобально-екологічний характер та вплив. Прикладом є особливо значимі аварії на АЕС, ГЕС у кінці ХХ-го століття та на початку ХХІ, у місцях зберігання значної кількості паливно-мастильних матеріалів (нафтобази) та боєприпасів. Відомі техногенні аварії, що виникали в Україні, у нашого найближчого сусіда – Росії та в інших країнах в кінці ХХ-го століття і на початку ХХІ пов'язані, перш за все, з ростом частки використаних пожежно-вибухово-хімічно небезпечних технологій та з людським фактором.

Ціль статті показати, що можливість виникнення техногенних катастроф напряму пов'язана зі складністю та надійністю систем, якими є об'єкти і виробництва, їхня функціональна направленість та людський фактор.

Чим складніша система, тим більше в ній елементів, тим більш складні зв'язки і тим більшу потенційну небезпеку вона в собі містить. Втрата надійності у функціонуванні складних

технічних систем може мати негативні глобальні наслідки для земної цивілізації (аварії на АЕС, великих хімічних комбінатах). Розбалансованість економіки, роботи контролюючих органів, корупція, бездіяльність органів влади та правоохоронних структур, погіршення якості підготовки відповідних кадрів та їх знань тільки підвищує рівень небезпеки техногенних катастроф, породжує потенційні джерела значних виробничих аварій і катастроф. Величезне значення має так званий «людський фактор», коли обслуговуючий персонал своїм низьким потенціалом діяльності та відповідності, непрофесійними діями, недбалістю або неправомірною винагородою приводить підприємство або його частину у потенційно небезпечний стан. Праця людини в сучасному виробництві являє процес її взаємодії з виробничим середовищем і сукупністю технічних засобів, які мають визначену функцію, надійність та регламент використання і діяльності. В системі «людина – середовище – машина» проходить мобілізація психологічних і фізіологічних функцій людини, при цьому витрачається нервова і м'язова енергія. Велика швидкість технологічних процесів потребує надійної реакції людини-оператора на зовнішні подразники, в залежності від отриманої інформації, потребують від людини виключної уваги до одержаних сигналів. На виробництві повинна діяти не тільки система забезпечення якості продукції, але й підкріплена вимогами менеджменту безпеки, що органічно влітаються в систему якості. Технологічні аварії і катастрофи часто виникають і внаслідок таких бажань, що йдуть в розріз з інструкціями, технологічним регламентом та внаслідок бажання одержати якісну або кількісну продукцію любою ціною і доволі часто – за вимогами керівництва підприємства. Тому важливо встановити основні принципи безпекової діяльності підприємства в розробці новітнього менеджменту якості.

При цьому, орієнтуючими принципами повинні бути: урахування людського фактору; принцип нормування; системний підхід та моделювання діяльності підприємств у динамічному режимі.

Принципи управління повинні стимулювати відповідальність та високий професіоналізм персоналу, використання сучасних методів і технічних засобів в зонуванні території по рівнях безпеки, моніторинги і контролі так званих «критичних точок» виробництва, неперервного контролю дії персоналу в таких точках при виконанні робіт.

Основна частина статті полягає у виборі основних принципів та методів аналізу безпечного стану складних систем, що мають потенціали загрози виникнення катастроф, створення менеджменту безаварійної діяльності за участю

підготовлених фахівців.

Технічні принципи мають на меті використання конкретних технічних рішень і відповідних знарядь і пристроїв, системних елементів на локальних ділянках і в цілому на підприємстві.

Аналіз публікацій і даних щодо виникнення аварій та техногенних аварій різного масштабу показує, що основоположними є аналіз надійності елементів систем, особливо складних і таких, в яких значну роль відіграє людський фактор, їх безпека, як окремих елементів, так і системи в цілому і досягнення мінімального ризику в роботі системи, взаємодія системи з навколишнім середовищем, особливості системи, взаємодія системи з навколишнім середовищем, особливо в умовах ризику прояву природних катаклізмів.

Безпека є однією з найбільш соціально-значимих характеристик діяльності підприємства, пов'язаних з ризиком, тому є необхідність вивчення умов виникнення шкоди, розробки і реалізації заходів по її мінімізації. Близькою за постановкою та змістом є «...задача розрахунку **надійності**, як властивості об'єкту виконувати і зберігати у часі задані йому функції у заданих режимах в умовах експлуатації та при взаємодії цього об'єкту з іншими в середині технічної системи, а також з навколишнім середовищем...» [8]. Ця властивість визначає ефективність функціонування технічної системи у часі через свої показники.

Аналіз надійності, розгляд наслідків аварій, надає можливість оцінки ризику.

Теорія надійності – один з важливих розділів прикладної математики. Одним з основних в теорії надійності є поняття відмови – втрати працездатності системи. В теорії розробляються методи виявлення передвідмовних станів та проводиться аналіз здатності системи зберігати властивості і функції в умовах нормальної експлуатації. Ситуації, які порушують надійність виробів системи, розглядаються як випадкові, тому особливе місце при оцінці надійності систем займають методи теорії вірогідності і математичної статистики. З математичної точки зору оцінювання надійності та безпеки може бути здійснено за допомогою доволі складного математичного апарату. Для спрощення використовують принципи теорії безпеки і розглядаються всі випадки, які приводять систему в небезпечний стан [8, 12].

Практично реальним та доступним шляхом є проектування та прогноз стану системи за допомогою моделювання, яке здійснюється на ЕОМ з відповідним математичним забезпеченням і такий шлях є достатньо перспективним. Створенні на основі логіко-ймовірної теорії методи являються найбільш привабливими для практичного здійснення, вони виключно чіткі, однозначні і

придатні для аналізу впливу будь-якого елементу на безпеку всієї системи. Це методи розрахунку показників безпеки системи, при яких сценарій поведінки системи (сценарій аварії) описується засобами математичної логіки, а оцінка її безпеки виконується за допомогою теорії ймовірності. Програють всі можливі варіанти розвитку аварійної ситуації на математичних моделях. Щоб досягнути можливості перегляду тих ситуацій, які можуть призвести систему в небезпечний стан в першу чергу необхідно провести системний аналіз об'єкту, що досліджується, в ході якого потрібно:

- повністю конкретизувати і чітко уявити суть небезпечного стану системи;
- визначити розумні рамки об'єкту: провести зонування об'єкту та визначити критичні точки небезпек
- застосувати строгу логіку перебору ситуацій при складанні сценарію розвитку негативних явищ.

Фундаментальним поняттям в теорії безпеки є поняття аварійної ситуації (стану) системи і відповідної логічної функції безпеки системи. По аналогії з теорією надійності, де основним поняттям є відмова і все починається з поняття працездатності системи, в теорії безпеки знадобиться в кожному конкретному випадку надати аналітичний опис цього небезпечного стану системи в значних масштабах. Такий небезпечний стан у фізичних і математичних моделях називається негативним випадком. Відрізняють два типи підходу щодо аналізу можливої аварії [8–11]:

Перший підхід являє собою аналіз аварії «з кінця на початок», коли аналізується небезпечний стан системи і створена логічна функція, аргументами якої є явища, що будуть початковими і присутні у сценарії.

За допомогою **другого підходу** «з початку в кінець» вирішується задача пошуку шляхів переходу системи в небезпечний стан і розглядається поява ключового для нас первинного явища, яке виводить систему з рівноваги. Такий аналіз безпеки має виявити сценарій критичного функціонування системи, появу негативного явища, яке може призвести до катастрофи. Для вивчення ризику найбільш важливою є стадія передумовного аналізу небезпек: неконтрольовані витоки токсичних та займистих речовин; вивільнення високих енергій; критичний стан вибухонебезпечних речовин (фактори миттєвої дії). Потім визначаються частини системи (підсистем), які можуть викликати такі небезпечні стани (хімічні реактори, ємності та склади, енергетичні установки, інше), організація і контроль робочого процесу, впливи людського фактору. Після визначення потенційних небезпек проводиться якісна

оцінка потенційних наслідків від рівня безпечно-го стану і до катастрофічного. Такий попередній аналіз виконується на першому етапі розробки та експлуатації системи.

Висновки

Для України, що має складні проблеми з енергетичним забезпеченням, наявністю значної кількості ядерних реакторів і небезпечних підприємств в дії, складний соціально-економічний стан, відсутність національної програми безпечності підприємств та стану навколишнього середовища вкрай важливо мати надійну систему заходів по запобіганню аварій і техногенних катастроф. Це може бути досягнуто тільки при існуванні програми аналізу роботи всіх потенційно небезпечних підприємств, вироблення наукової бази запобіганню техногенних катастроф на основі світового та власного досвіду, наукових розробок і відповідних технічних кадрів, їх підготовки і роботи на кожному з таких підприємств [13]. Нам потрібна підготовка спеціалістів в області прогнозування та запобігання техногенних катастроф, яка б ґрунтувалась на спеціальних математичних, науково-технічних та інформаційних дисциплін, моделювання та логічного аналізу, психології, в тому з використанням досвіду безпеки середовища життєдіяльності людей. Аналізуючи такі процеси, виділяючи в них першостатейні і головні, передбачуючи наслідки від їх здійснення людьми з індивідуальними особливостями і цілями, розглядаючи ці процеси методами системного аналізу, моделювання та прогнозування, можна уникати негативних і катастрофічних наслідків. Важливо знати стійкість і надійність системи кожного процесу. Майбутні фахівці, яких вкрай важливо готувати вже зараз або ж ще вчора, повинні мати знання не тільки з багатьох «обов'язкових» дисциплін. Ці фахівці повинні володіти знаннями із спеціальних розділів математики, теорії інформації і ймовірності, теорію надійності та її прикладні аспекти; вони повинні знати теорію кризових явищ і катастроф, теорію хаосу, евристичний і логічний аналіз. Звичайно, такі фахівці повинні опанувати знаннями соціології, спеціальних розділів економіки, наприклад теорії економічного обміну, психології, теорії ігор, самоорганізації систем, методами системного аналізу. І все це повинно розглядатися в інтегральній сукупності з головним чинником – людиною, центром всіх процесів, їх розробки, організації і здійснення. Важливими для них буде опанування знаннями основних хімічних та промислових технологій, їх безпеки, «більових» точок типових підприємств, основних технічних засобів виявлення та передбачення критичних точок в будь-яких процесах і системах та прийняття рішень по їх запобіганню, а не ліквідацію негативних наслідків, що дуже дорого коштує і

може бути безповоротно негативним. Необхідним інструментом повинна бути підготовка таких спеціалістів на базі розробки навчальних програм, які на сьогодні поки ще відсутні в Україні, але існують в інших країнах.

Список використаних джерел

1. Техногенная катастрофа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru.wikipedia.org>.
2. Техногенные аварии и природные катастрофы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tcoteco.ru/>.
3. Техногенные катастрофы в истории человечества. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehno-science.ru/>.
4. Безопасность жизнедеятельности. Техногенные катастрофы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uchil.net/?cm=158862>.
5. Ли Дэвис. Справочник рукотворных катастроф. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: tehnosciense.ru/history-2309.html.
6. Стеблюк М. И. Чрезвычайные ситуации техногенного характера: аварии и катастрофы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.uchebniki-online.com/index/htm>.
7. Павлов А. И. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности. Человек и среда обитания. [Электронный ресурс]. – Режим до-

ступа: <http://www.uristinfo.net/>.

8. Горопашная А. В. Методы анализа безопасности сложных технических систем.: дис. ... канд. физ.-матем. наук.: 05.13.01 / А. В. Горопашная: Санкт-Петербургский гос. унив. – 2009. – 109 с.

9. Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие для изучения дисциплины «Надежность систем управления» / В. Н. Шкляр. – Томск: Изд-во Томского политехн. унив-та, 2009. – 126 с.

10. Основные понятия теории надежности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obzh.ru/nad/index.html>.

11. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. – 276 с.

12. Расчет надежности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru.wikipedia.org/wiki/>.

13. Системы выявления чрезвычайных ситуаций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.txptrt112.com.ua/biblsoteka>.

Надійшла до редакції 06.11.2017

Рецензент: д.т.н., доц. Боряк К. Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

М. И. Сычев, к.х.н., Л. В. Коломиец, д.т.н., А. М. Поторак, В. А. Жиленков

ТЕХНОГЕННЫЕ КАТАСТРОФЫ, ИХ ПРЕДСКАЗАНИЕ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ИЗБЕЖАНИЕ

В статье рассмотрены основные виды и причины возникновения техногенных катастроф, как чрезвычайно масштабных аварий. Одной из наиболее значимых причин считается «человеческий фактор». Показано, что в Украине в условиях возникновения различного вида техногенных катастроф необходимы специалисты, которые по профилю своей работы имели бы возможность их предотвращать. Таких специалистов необходимо уже сегодня готовить для предприятий, на которых они смогут работать в системе обеспечения техногенной безопасности.

Ключевые слова: техногенные катастрофы, аварии, человеческий фактор, специалисты, предвидение и предотвращение катастроф, мониторинг объектов, профессиональная подготовка.

M. I. Sychev, PhD, L. V. Kolomiyets, DSc, A. M. Potorak, V. O. Zhylenkov

TECHNOGENIC CATASTROPHES, THEIR PREDICTION, PREVENTION AND AVOIDANCE

Main types and causes of man-made disasters as large-scale accidents are examined in the article. One of the most significant reasons is considered to be the “human factor”. It is shown that Ukraine needs specialists who according to the field of their work would be able to prevent various types of man-made disasters. It is necessary to train such specialists for the enterprises on which they would work to provide technogenic security.

Keywords: man-made disasters, human factor, specialists, prediction, disaster prevention, object monitoring, professional training.