СТАЛІ АВТОМАТИЗОВАНІ ВИРОБНИЧІ КОМПЛЕКСИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Хіміко-технологічний факультет

СТАЛІ АВТОМАТИЗОВАНІ ВИРОБНИЧІ КОМПЛЕКСИ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

для студентів спеціальності
151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Затверджено засіданням каф. кібернетики ХТП НТУУ «КПІ»,
протокол № 4 від 16.11.2016 р.

Київ – 2016

СТАЛІ АВТОМАТИЗОВАНІ ВИРОБНИЧІ КОМПЛЕКСИ: МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ для студентів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронний ресурс] / [уклад. Бендюг В. І., Бойко Т. В.]. – К: 2016. – 38 с. Систем. вимоги: Intel Core 2; 1 Gb RAM; Windows 7; Adobe Acrobat – Назва з екрану.

Затверджено методичною радою хіміко-технологічного факультету НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», протокол №___ від «___» _____ 2016 р.

Електронне навчальне видання

СТАЛІ АВТОМАТИЗОВАНІ ВИРОБНИЧІ КОМПЛЕКСИ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

для студентів спеціальності 151
151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Укладачі: Бендюг Владислав Іванович, канд. техн. наук, доцент
Бойко Тетяна Владиславівна, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний
редактор Б. М. Комариста, канд. техн. наук, ст. викл.

Зміст

Лабораторна робота № 2 5

2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 5

2.1 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ 5

2.1.1 Поняття екологічної безпеки 5

2.1.2 Методологія оцінки безпечності промислових об’єктів 11

2.1.3 Структура програмно-обчислювального комплексу ASSA 15

2.1.4 Інтерфейс програмно-обчислювального комплексу ASSA 19

2.1.5 Опис потенційно небезпечного об’єкту 24

2.2 ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ 29

2.3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ 30

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО РОБОТИ № 2 32

ДОДАТОК 2.А 34

Перевірочний лист джерела небезпеки 34

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2 37

Лабораторна робота № 2

2 ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ТЕМА: Оцінка потенційного ризику промислових об’єктів з використанням індексного підходу

МЕТА: Провести оцінку потенційного ризику від виникнення надзвичайних ситуацій на промислових об’єктах, в обігу чи у використанні на яких знаходяться небезпечні речовини у граничних кількостях.

2.1 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1.1 Поняття екологічної безпеки

На більшій частині території України проявляються надзвичайні ситуації - техногенного або природного походження, спровоковані антропогенною діяльністю на потенційно небезпечних об'єктах. Такі об'єкти є потенційними джерелами надзвичайних ситуацій.

До потенційно-небезпечних об’єктів в першу чергу відносяться:

- хімічно небезпечні об’єкти;
- вибухові та пожежо-небезпечні об’єкти;
- радіаційно-небезпечні об’єкти;
- гідродинамічнонебезпечні об’єкти.

В Україні налічується 24,4 тисячі потенційно небезпечних об'єктів, із яких 6,5 тисячі відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки. Особливе занепокоєння викликають 1211 об'єктів промисловості, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності більше 805 тис. тонн небезпечних хімічних речовин. Усього у зонах можливого хімічного зараження цих об'єктів проживає близько 12 млн. осіб.

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.

Атомні електростанції. Як показала аварія в 1986 р. на Чорнобильській АЕС, можуть бути особливо екологічно небезпечними з надзвичайно важкими наслідками для життя і здоров’я людей, тваринного і рослинного світу, всього навколишнього середовища. На атомних електростанціях утворюються специфічні скидні води, забруднені радіоактивними речовинами..

Водосховища. Вони віднесені до екологічно небезпечних у зв'язку з великим об'ємом, значним перепадом рівнів між верхнім і нижнім б'єфами, що при катастрофах може викликати затоплення земель і населених пунктів. У період повені можуть виникати значні підтоплення, а період льодоставу – придуха, а в період льодоходу можливі затори з негативними наслідками. У період спрацювання рівнів водосховищ можливі негативні екологічні наслідки для рибного господарства та тваринництва і рослинного світу (висихання мілководень, придавлення риби льодом, пошкодження гнізд птахів тощо). Водосховища можуть стати також акумуляторами забруднень при аваріях, як це було на Київському та Дністровському водосховищах.

Нафтопродукто-, газо-, аміако- і хлоропроводи. В Україні є розгалужена мережа нафто-, нафтопродукто- і газопроводів. Нафтопродукти, що потрапляють у водойми, не тільки забруднюють їх, а й викликають зупинення водозаборів для населення та об'єктів народного господарства. Через це експлуатація всіх нафтопродуктопроводів потребує посиленого контролю з боку державних природоохоронних органів.

Аварії на *газо-, аміако-, і хлоропроводах* можуть викликати значне забруднення навколишнього природного середовища, отруєння людей і тварин, пошкодження і знищення рослинності.

Підприємства, що використовують хлор. Вони віднесені до екологічно небезпечних тому, що вони пов'язані зі зберіганням особливо небезпечної отруйної речовини - хлору. Під час промислової аварії можуть бути надзвичайно важкі наслідки, пов'язані з людьми і матеріальними втратами. Такі підприємства, як правило, належать до першого ступеня небезпечності.

Підприємства металургійної промисловості. Вони забруднюють атмосферу і водойми викидами і скидами забруднених речовин. У повітря потрапляють окиси азоту, вуглецю, сірчаного ангідриду, пилу та інші шкідливі речовини. Вода, що використовується для охолодження, забруднюється механічними завислими речовинами, розчинниками, гідроокисами кальцію, нафтопродуктами, сульфатами, хлоридами, вуглеводами, фенолами, аміаком, ціанідами, тощо. На цих підприємствах, як правило, є накопичувачі, в яких концентруються значні об'єми відходів виробництва і забруднених стічних вод. Аварії на підприємствах можуть призвести до людських і матеріальних втрат, завдати шкоди навколишньому середовищу в регіональному масштабі.

Підприємства хімічної та нафтопереробної промисловості. Ці підприємства пов'язані з виробництвом фосфору, фосфорної кислоти, добрив, карбіду кальцію, соди, бікарбонату кальцію, кислот та переробкою нафти. Об'єкти екологічно небезпечні, тому що забруднюють повітря хлором, хлористим воднем, вінілхлоридом, сірчаним

ангідридом, сірководнем, оксидами азоту, аміаком, фосгеном, сірковуглецем, формальдегідом тощо. Аварії на таких виробництвах можуть викликати надзвичайні ситуації регіонального масштабу з великою шкодою навколишньому природному середовищу, людськими та матеріальними втратами.

Підприємства водопровідно-каналізаційного господарства. До екологічно небезпечних об'єктів відносять, як правило, очисні споруди великих міст, де не забезпечується ефективна очистка стічних вод і у водойми скидається значна кількість забруднюючих речовин: органічних, нафтопродуктів, азоту амонійного, нітратів, фосфору. Ці викиди можуть призвести до виходу з ладу водозаборів для господарсько-питних потреб та завдати значних збитків екосистемам водойм.

Підприємства енергетики. До екологічно небезпечних вони віднесені як інтенсивні забруднювачі повітря сірчаним ангідридом, окислами вуглецю й азоту, пилом, сажею тощо. Під час спалювання палива утворюються продукти згоряння (сажа, діоксин вуглецю, оксиди азоту й сірки тощо), які через димарі викидаються в атмосферу. Стічні води можуть бути забруднені нафтопродуктами, завислими речовинами, солями. Значної шкоди природному середовищу завдає теплове забруднення.

Гірничо-збагачувальні підприємства. Значна частина таких підприємств віднесена до категорії екологічно небезпечних, оскільки вони мають у своєму складі сховища, в яких у значних об'ємах (16 - 400 млн. куб. м) накопичуються шлами, що містять залізо, марганець, титан, уран. Пошкодження захисних сховищ, або їхнє переповнення можуть призвести до важких наслідків, пов'язаних не тільки з забрудненням навколишнього природного середовища, а й зі значними матеріальними витратами.

Підприємства вугільнодобувної промисловості. Багато з цих підприємств можна віднести до екологічно небезпечних через те, що вони мають накопичувачі, де проходять відстій (механічна очистка) від домішок води шахтного водовідливу, які мають високу мінералізацію (1 - 9 г/л), кислу реакцію та забруднені завислими речовинами.

Полігони твердих побутових відходів є екологічно небезпечними, тому що внаслідок фільтрації можуть бути значним осередком забруднення підземних водоносних джерел токсичними речовинами.

Проблема збалансування економіки та екології, особливо щодо техногенно-небезпечних виробництв, зводиться до необхідності екологічного поліпшення всіх видів природокористування за умови самозабезпечення їхнього відтворення. Важливою

складовою такої оптимізації є забезпечення екологічної безпеки проживання населення в регіоні.

Екологічна безпека – це такий стан та умови навколишнього природного середовища, при якому забезпечується екологічна рівновага та гарантується захист навколишнього середовища: біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери, космосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей.

Згідно ст. 50 закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» екологічна безпека — це такий стан навколишнього середовища, коли гарантується запобігання погіршення екологічної ситуації та здоров'я людини.

Це сукупність дій, станів і процесів, що прямо або побічно не приводять до життєво важливих втрат (або загроз таких втрат), що наносяться природному середовищу, окремим людям і людству; комплекс станів, явищ і дій, що забезпечує екологічний баланс на Землі і в будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технологічно і політично готове (може без серйозних втрат адаптуватися) людство.

Екологічна безпека визначається по відношенню до територій держави, регіону, адміністративних областей і районів, населених пунктів (міст і сіл) або до народногосподарських об'єктів — нафтогазопромислових районів, промвузлів, заводів, фабрик і інших об'єктів промисловості, транспорту, енергетики, хімії, гірництва, зв'язку тощо.

Екологічна безпека ґрунтується на:

- усвідомленні того, що людство — невід'ємна частина природи, повністю залежна від навколишнього його середовища;
- визнанні обмеженості і конечності природно-ресурсного (екологічного) потенціалу Землі і окремих її регіонів, необхідності його якісної та кількісної інвентаризації;
- неможливості штучного розширення природно-ресурсного (екологічного) потенціалу понад природно-системні обмеження;
- визначенні допустимого максимуму вилучення природних ресурсів і зміни екосистем як середовища життя;
- необхідності вироблення превентивних екологічних заборон задовго до економічного вичерпання природних ресурсів або їх непрямого руйнування;
- обов'язковості створення соціально-економічного механізму гомеостазу в системі «людина — природа» типу «природа — товар — гроші— природа» (аналогічно механізму «товар — гроші — товар»);

- нагальній і обов'язковій необхідності регулювання чисельності людей, їх тиску на природне середовище на локальному, регіональному та глобальному рівнях;
- прийнятності тільки «екологосумісних» технологій і техніки в усіх галузях господарювання;
- переході до ресурсоощадних технологій і мініатюризації виробництв, до безпечних для природи і людей господарських прийомів;
- визнанні закону оптимальності, а в господарюванні — принципу розумної достатності у використанні способів отримання життєвих благ в просторових і часових конкретних рамках (обмеження по факторах екологічного, соціального і економічного ризику);
- розумінні, що без адекватного середовища життя (цілісності екосистем) неможливе збереження нічого живого, в тому числі його видів (включаючи людину) і природних систем більш низького рівня ієрархії.

Надзвичайна ситуація (НС) — порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єктах або територіях, спричинене аварією, катастрофою, епідемією, стихійним лихом, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат.

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на території України і здійснювати негативний вплив на функціонування об'єктів економіки та життєдіяльність населення, поділяються за такими основними ознаками:

- за галузевою ознакою;
- за масштабами можливих наслідків.

Постанова Кабінету України від 15 липня 1998. N 1099 (1099-98-п) «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій», яка виділила чотири класи надзвичайних ситуацій, втратила чинність. Постановою КМУ від 24 березня 2004 р. N 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» не передбачено класифікації надзвичайних ситуацій за джерелами їх виникнення. Вказана Постанова виділяє як основну підставу класифікації — обсяг заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру — це наслідок транспортних аварій, катастроф, пожеж, неспровокованих вибухів чи їх загроза, аварій з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптового руйнування споруд та будівель, аварій на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічних аварій на греблях, дамбах тощо.

Залежно від територіального поширення, обсягів, заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють *4 рівні надзвичайних ситуацій* — загальнодержавний, регіональний, місцевий та об'єктовий.

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня — це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох та більше областей (Автономної республіки Крим, міст Києва та Севастополя) або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області (Автономної республіки Крим, міст Києва та Севастополя), але не менше 1% обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня — це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення), Автономної республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше 1% обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація місцевого рівня — це надзвичайна ситуація, 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 об'єкта. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно-небезпечних об'єктів.

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня — це надзвичайна ситуація, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті, її наслідки не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

Загальні ознаки НС:

- наявність або загроза загибелі людей
- значне погіршення умов життєдіяльності
- істотне погіршення стану здоров'я людей
- заподіяння економічних збитків

2.1.2 Методологія оцінки безпечності промислових об’єктів

Розрахунок потенційного ризику промислових об’єктів будемо проводити із використанням безрозмірних індексних оцінок.

Індексні методи на відміну від інших досить зручні у використанні, вони менш критичні до недостатньої кількості і нечіткості вихідних даних, більш прості з математичної точки зору, їх можна використовувати як для оцінки небезпеки частих, так і досить рідких подій, якими є надзвичайні ситуації на промислових підприємствах з тяжкими наслідками. Оцінка потенційного ризику складається з кількох безрозмірних індексних показників.

Початковими індексними показниками в даній методиці оцінки є індекс ризику й індекс потенційної шкоди.

Індекс ризику функціонування джерела небезпеки на промисловому підприємстві є комбінованим показником, який враховує гарантований термін експлуатації обладнання, працюючого в небезпечних операціях, а також ендогенні і екзогенні фактори, які істотно впливають на його безпечність. Під *екзогенним фактором* мається на увазі фактор (параметр стану), здатний, під дією природних або техногенних процесів, не пов'язаних з діяльністю даного підприємства (виробничим циклом даного джерела небезпеки), прийняти значення, яке суттєво впливає на безпечність підприємства. До *ендогенних* відносяться фактори (параметри стану), що характеризують технологічний процес, його устаткування та якість обслуговування, зміна яких здатна суттєво вплинути на безпечність промислового підприємства.

Приведене значення індексу ризику одного джерела небезпеки розраховується за формулою:

$$I_{RS_i} = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1{,}782 + 5{,}646 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\frac{J_{GR_i} / \left(1 - J_{SP_i}\right)}{\prod_{k=1}^{m_{EN}} J_{EN_k} \cdot \left[\sum_{j=1}^{m_{XG}} \left(1 - J_{XG_j}\right)\right] / m_{XG}^2}\right]\right)\right), \quad (2.1)$$

де J_{GR_i} – індекс позагарантійної небезпеки i-го джерела небезпеки; J_{EN_k} – індекс безпеки k-го внутрішнього фактору; J_{XG_j} – індекс небезпеки j-го зовнішнього фактору; J_{SP_i} – індекс урахування специфіки промислового майданчика i-го джерела небезпеки; m_{EN} – кількість внутрішніх факторів, що істотно впливають на безпеку $(k = 1, \ldots, m_{EN})$; m_{XG} – кількість зовнішніх факторів, що істотно впливають на безпеку.

Основну небезпеку спричиняє наявність на промислових підприємствах різних токсичних, вибухових чи пожежонебезпечних речовин. Для врахування можливих шкідливих наслідків в залежності від кількості потенційно небезпечної речовини на об’єкті як показник безпечності промислового підприємства застосовано *індекс потенційної шкоди*. Основою оцінки потенційної шкоди є граничні норми зберігання небезпечних речовин (сполук) і максимальні кількості небезпечних речовин, які можуть знаходитися на підприємстві фактично (2.2).

$$I_{PT_i} = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1{,}994 + 2{,}47 \cdot \left(\left[\sum_{j=1}^{n}\left(Q_{AM_j} / Q_{BN_j}\right)\right] \Big/ n\right)\right)\right), \qquad (2.2)$$

де Q_{AM_j} – максимальна сумарна кількість небезпечної речовини, *кг*; Q_{BN_j} – гранична кількість небезпечної речовини, *кг*; n – число небезпечних речовин різного типу, що використовуються на даному потенційно небезпечному об’єкті.

Наступними індексними показниками є індекси пожежовибухонебезпечності та токсичної небезпечності.

Включення індексів пожежовибухонебезпечності і токсичної небезпеки дозволяє більш широко охопити фактори, що впливають на ступінь потенційної небезпеки промислового об'єкта, а також побічно оцінити масштаби можливих наслідків аварій за участю пожежонебезпечних, вибухонебезпечних і сильнодіючих отруйних речовин. Коефіцієнти, що входять до складу індексів небезпеки, відбивають різні аспекти вибухової, пожежної й токсичної небезпеки, що дозволяє намітити дійові заходи щодо зниження рівня небезпеки і зменшення матеріальних витрат на ліквідацію наслідків можливих аварій.

Приведене значення індексу пожежовибухонебезпечності дозволяє врахувати небезпеку від наявності на досліджуваному об’єкті пожежонебезпечних та вибухонебезпечних речовин:

$$I_{EX_i} = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1{,}994 + 2{,}47 \cdot 10^{-2} \cdot \left[K_{EN} \cdot K_{MT} \cdot K_{FL} \cdot K_{TR} \cdot K_{TC}\right]\right)\right), \qquad (2.3)$$

де K_{EN} – коефіцієнт вибухонебезпеки речовин; K_{MT} – матеріальний коефіцієнт небезпеки; K_{FL} – коефіцієнт небезпеки запалення; K_{TR} – коефіцієнт небезпеки теплового випромінювання; K_{TC} – коефіцієнт врахування небезпеки технологічних параметрів процесу.

Наявність хімічних речовин на промисловому об'єкті потребує обов'язкового врахування токсичної небезпеки, зв'язаної з впливом хімічного забруднення на навколишнє середовище. Для врахування небезпеки зараження навколишнього

середовища сильнодіючими отруйними речовинами застосовується індекс токсичної небезпечності I'_{TX_i}, приведене значення якого обчислюється за формулою:

$$I_{TX_i} = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1{,}994 + 1{,}647 \cdot 10^{-2} \cdot \left[K_{TX} \cdot K_{CA} \cdot K_{DR} \cdot K_{TC}\right]\right)\right), \qquad (2.4)$$

де K_{TX} – коефіцієнт токсичної небезпеки речовини; K_{CA} – коефіцієнт, що враховує розміри зони зараження токсичною речовиною; K_{DR} – коефіцієнт тривалості вражаючого дії токсичної речовини; K_{TC} – коефіцієнт, що враховує небезпеку технологічних параметрів процесу.

Для можливості віднесення потенційно небезпечного об’єкту до певної категорії небезпеки з урахуванням індексів пожежовибухонебезпечності I'_{EX_i}, токсичної небезпечності I'_{TX_i}, а також індексів ризику I'_{RS_i} і індексу потенційної шкоди I'_{PT_i}, використовується узагальнюючий показник безпечності промислового підприємства у вигляді індексу відносної небезпечності D_{RL}.

$$D_{RL} = \max_{i=1,n}(D_{RL_i}) \qquad (2.5)$$

де D_{RL_i} – індекс відносної небезпечності *i*-го джерела небезпеки; *n* – кількість джерел небезпеки промислового підприємства.

Для розрахунку індексу відносної небезпечності *i*-го джерела небезпеки промислового підприємства D_{RL_i} використовується узагальнена функцієя бажаності Харингтона:

$$D_{RL_i} = \sqrt[4]{I_{PT_i} \cdot I_{RS_i} \cdot I_{EX_i} \cdot I_{TX_i}}, \qquad (2.6)$$

де I_{PT_i} – приведене значення індексу потенційної шкоди; I_{RS_i} – приведене значення індексу ризику; I_{EX_i} – приведене значення індексу пожежовибухонебезпечності; I_{TX_i} – приведене значення індексу токсичної небезпечності.

На основі розрахованих індексів відносної небезпечності промисловий об’єкт відноситься до певної категорії небезпеки за табл. 2.1.

Для визначення шкідливого впливу промислового об'єкту при виникненні аварії з урахуванням особливостей регіону розташування призначений індекс регіональної небезпечності.

$$R_{DG} = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1{,}994 + 0{,}494 \cdot \left(D_{RL} \cdot \sum_{i=1}^{l} r_{RF_i}\right)\right)\right); \qquad (2.7)$$

де r_{RF_i} – коефіцієнт урахування місцевих особливостей; l – кількість регіональних факторів, що враховуються.

Таблиця 2.1

Категорія небезпеки

Значення індексу відносної небезпечності D_{RL}	***Номер категорії***	***Найменування категорії небезпеки***
$0{,}00 < D_{RL} \le 0{,}20$	1	Безпечні підприємства
$0{,}20 < D_{RL} \le 0{,}37$	2	Малонебезпечні підприємства
$0{,}37 < D_{RL} \le 0{,}63$	3	Підприємства середньої небезпеки
$0{,}63 < D_{RL} \le 0{,}80$	4	Небезпечні підприємства
$0{,}80 < D_{RL} \le 1{,}00$	5	Особливо небезпечні підприємства

Індекс регіональної небезпечності є комплексною оцінкою і визначає доцільність розміщення потенційно небезпечного об’єкту на обраному промисловому майданчику у зв'язку з можливими наслідками (економічними, екологічними, соціальними та ін.) *надзвичайних ситуацій* на промислових підприємствах. Класифікація промислових підприємств за можливим масштабом надзвичайної ситуації у відповідності із цим показником здійснюється з використанням табл. 2.2.

Схематичне зображення методології оцінки безпечності промислових підприємств наведене на рис. 2.1.

Таблиця 2.2

Ранжирування промислових підприємств за масштабом небезпеки

Значення індексу регіональної небезпечності R_{DG}	***Масштаб небезпеки підприємства***
$R_{DG} \le 0{,}20$	Об’єктовий
$0{,}20 < R_{DG} \le 0{,}50$	Місцевий
$0{,}50 < R_{DG} \le 0{,}80$	Регіональний
$R_{DG} > 0{,}80$	Загальнодержавний

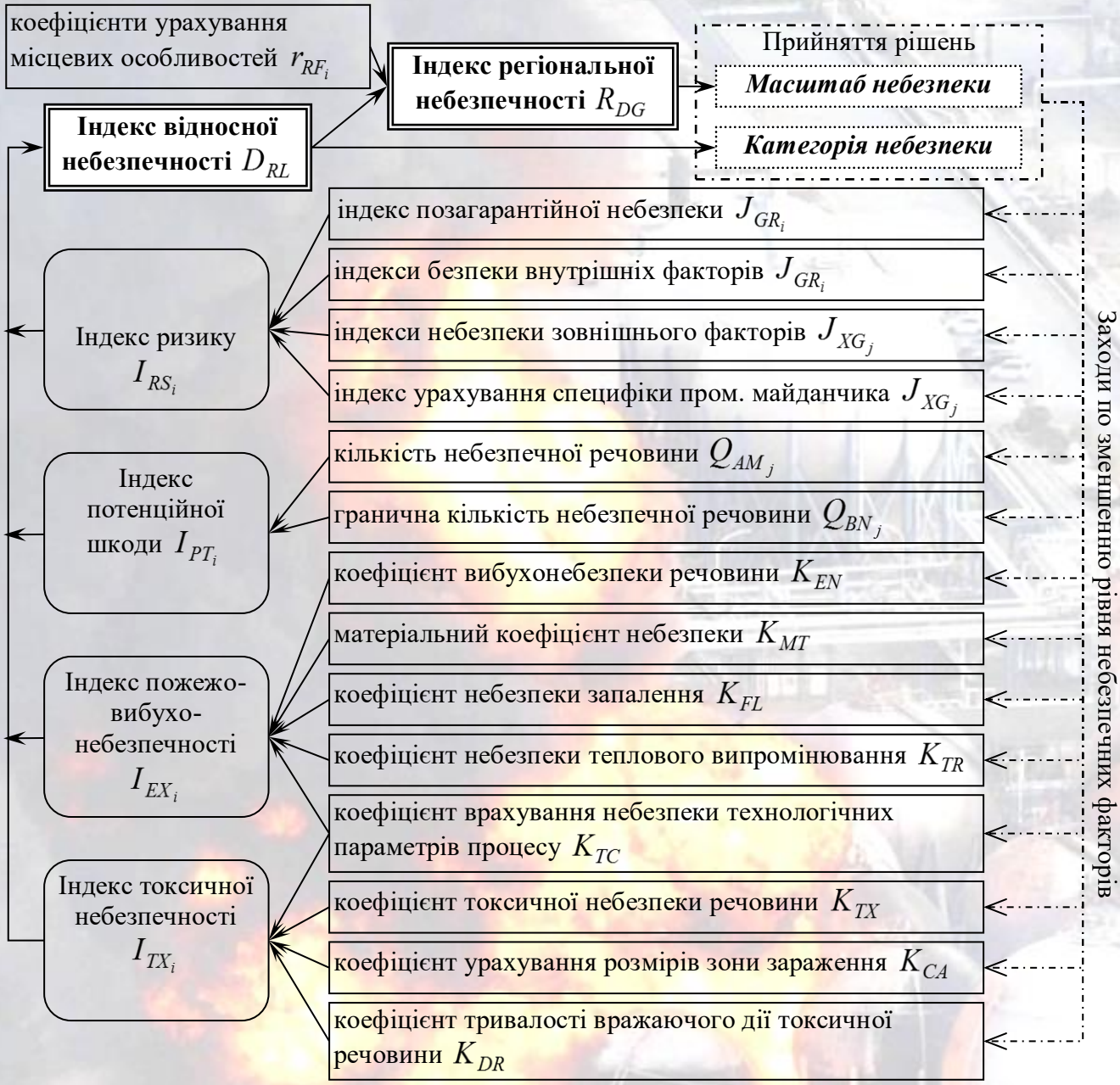


Рис. 2.1. Структурна схема методології оцінки безпечності промислових об’єктів

2.1.3 Структура програмно-обчислювального комплексу ASSA

Розрахунок безпечності промислових об’єктів будемо проводити з використанням програмного комплексу ASSA (Автоматизована система оцінки безпечності промислових підприємств, Automated System Safety Assessment Of Industrial Enterprises) який, автоматизує роботу з банками даних, видає результати розрахунку ризику у вигляді інформативного звіту, з можливістю виведення його на друкувальний пристрій чи збереження. Це полегшує контроль і відстеження зміни рівня безпеки підприємства в часі з уживанням відповідних заходів, спрямованих на зниження рівня небезпеки до прийнятного значення.

Програмно-обчислювальний комплекс містить базу даних з п’яти таблиць. Таблиця даних, що має назву «Регіон», використовується при розрахунку індексу

ризику I'_{RS_i}. Ця таблиця налічує 1119 записів і 17 полів. Таблиця, яка носить назву «Речовина», використовується для розрахунку індексу потенційної шкоди I'_{PT_i}, індексу пожежовибухонебезпечності I'_{EX_i}, індексу токсичної небезпечності I'_{TX_i} та деяких інших допоміжних величин. Дана таблиця даних складається з 395 записів і 14 полів. Таблиця «Категорія речовин» призначена для вибору категорії до якої відноситься речовина, якщо її немає в таблиці даних «Речовина». Ця таблиця використовується при розрахунках індексу потенційної шкоди I'_{PT_i}. Таблиця даних, що має назву «Глибина зони зараження», призначена для вибору глибини зони зараження сильнодіючими отруйними речовинами. В останню таблицю «Звіт» заносяться результати розрахунків, виконаних за допомогою програмного комплексу.

Програмно-обчислювальний комплекс максимально полегшує роботу користувача (посадової особи, інспектора, що контролює рівень небезпеки об'єкта, підприємства) з методологією оцінки ризику, вимагаючи лише наявність вихідних даних по об'єкту, дає можливість широкого впровадження методології оцінки безпечності, не вимагає спеціальних знань від користувача як про проблему оцінки безпечності, так і про роботу програмного комплексу (за умови, що в користувача маються початкові навички роботи з комп'ютером).

Методологія оцінки техногенного ризику потребує наступної інформації, яка зібрана у базі даних:

- географічно-кліматичні особливості регіонів України;
- шкідливі речовини з необхідними для розрахунків значеннями фізико-хімічних властивостей;
- категорії небезпеки речовин, для вибору категорії речовини чи сполуки, що не ввійшла до переліку шкідливих речовин;
- значення глибини зони зараження в залежності від еквівалентної кількості сильнодіючих отруйних речовин і швидкості вітру.

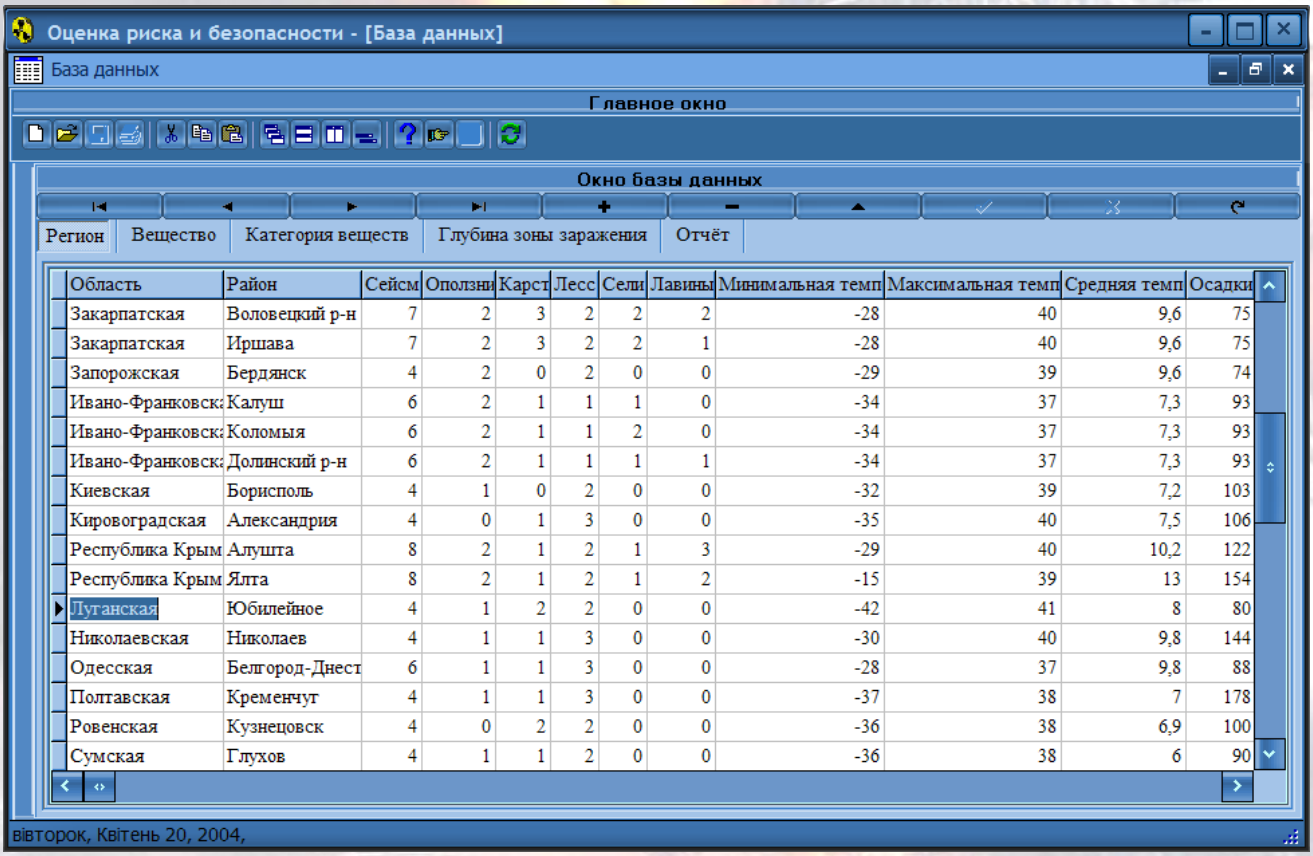
З метою полегшення роботи з базою даних, для можливості перегляду, зміни даних та доповнення бази даних до складу програмного комплексу ASSA включена система керування базою даних (СКБД).

Інтерфейс СКБД складається з *Вікна Бази Даних* (рис. 2.2), яке призначене для перегляду, редагування і додавання записів у базу даних. Виклик *Вікна Бази Даних* виконується шляхом вибору пункту *База даних* меню *Сервіс Головного Вікна* програми, або вибором пункту *База даних* у *Контекстному Меню*.

У залежності від права доступу *Вікно Бази Даних* може знаходитися у двох режимах:

- режим редагування, у якому доступна зміна, додавання і видалення записів бази даних;
- стандартний режим, у якому доступний тільки перегляд записів бази даних.

У режимі редагування можливо як редагування окремих записів бази даних, так і додавання нових записів або видалення вже існуючих. У стандартному режимі роботи з програмою передбачений лише режим перегляду вже існуючих записів і недоступні функції редагування бази даних. Редагування баз даних повинне здійснюватися кваліфікованим оператором по роботі з базами даних щоб уникнути введення помилкової інформації або ушкодження вже існуючих записів.



Область	Район	Сейсм	Оползни	Карст	Лесс	Сели	Лавины	Минимальная темп	Максимальная темп	Средняя темп	Осадки
Закарпатская	Воловецкий р-н	7	2	3	2	2	2	-28	40	9,6	75
Закарпатская	Иршава	7	2	3	2	2	1	-28	40	9,6	75
Запорожская	Бердянск	4	2	0	2	0	0	-29	39	9,6	74
Ивано-Франковска	Калуш	6	2	1	1	1	0	-34	37	7,3	93
Ивано-Франковска	Коломыя	6	2	1	1	2	0	-34	37	7,3	93
Ивано-Франковска	Долинский р-н	6	2	1	1	1	1	-34	37	7,3	93
Киевская	Борисполь	4	1	0	2	0	0	-32	39	7,2	103
Кировоградская	Александрия	4	0	1	3	0	0	-35	40	7,5	106
Республика Крым	Алушта	8	2	1	2	1	3	-29	40	10,2	122
Республика Крым	Ялта	8	2	1	2	1	2	-15	39	13	154
Луганская	Юбилейное	4	1	2	2	0	0	-42	41	8	80
Николаевская	Николаев	4	1	1	3	0	0	-30	40	9,8	144
Одесская	Белгород-Днест	6	1	1	3	0	0	-28	37	9,8	88
Полтавская	Кременчуг	4	1	1	3	0	0	-37	38	7	178
Ровенская	Кузнецовск	4	0	2	2	0	0	-36	38	6,9	100
Сумская	Глухов	4	1	1	2	0	0	-36	38	6	90

Рис. 2.2. Інтерфейс системи керування базою даних

Таблиця даних «Регіон», використовується при розрахунку індексу ризику для знаходження індексу безпеки k-го внутрішнього фактору J_{EN_k} та індексу небезпеки j-го зовнішнього фактору J_{XG_j}, та при розрахунку індексу регіональної небезпечності R_{DG} для вибору коефіцієнтів урахування місцевих особливостей r_{RF_i}. Таблиця бази даних «Регіон» містить наступну інформацію по районах та населених пунктах України:

- область, в якій розташований потенційно небезпечний об’єкт (ПНО);

- район чи населений пункт у якому розташований ПНО;
- значення сейсмічності;
- коефіцієнт, що враховує зсуви;
- коефіцієнт урахування карсту;
- коефіцієнт, що враховує лес;
- коефіцієнт урахування селенебезпеки;
- коефіцієнт, що враховує небезпеку лавин;
- значення мінімальної, максимальної та середньої температури;
- середню кількість опадів за рік;
- середню швидкість вітру за рік;
- водний басейн до якого належить район чи населений пункт;
- чисельність населення в населених пунктах України.

Ця таблиця бази даних налічує 1119 записів і 17 полів. Вікно таблиці бази даних «Регіон» зображене на рис. 2.2.

Таблиця бази даних, яка носить назву «Речовина», використовується для розрахунку індексу потенційної шкоди I'_{PT_i}, індексу пожежовибухонебезпечності I'_{EX_i}, індексу токсичної небезпечності I'_{TX_i} та деяких інших допоміжних величин і містить наступну інформацію для присутніх небезпечних речовин:

- молекулярна маса речовини, *кг/кмоль*;
- гранична кількість речовини, *т*;
- гранична токсодоза, *(мг·хв)/л*;
- летальна доза ЛД50, *мг/кг*;
- гранично допустима концентрація, *мг/м*^{3};
- температура кипіння речовини, *°С*;
- температура плавлення речовини, *°С*;
- питома теплота випаровування рідини, *кДж/кг*;
- питома теплоємність рідини, *кДж/(кг·К)*;
- питома теплота згоряння речовини, *кДж/кг*;
- допоміжні коефіцієнти для урахування токсичності речовини.

Таблиця бази даних «Категорія речовин» призначена для вибору категорії до якої відноситься речовина, якщо її немає в таблиці «Речовина». Ця таблиця бази даних використовується при розрахунках індексу потенційної шкоди I'_{PT_i} та містить наступну інформацію:

- категорія речовини;
- гранична кількість речовини для кожної категорії, *т*.

Таблиця бази даних, що має назву «Глибина зони зараження», призначена для вибору глибини зони зараження сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР) в залежності від значення:

- еквівалентної кількості сильнодіючих отруйних речовин, *т*;
- швидкості вітру, *м/с*.

У даному випадку під *еквівалентною кількістю СДОР* розуміють таку кількість хлору, масштаб зараження якою еквівалентний масштабу зараження кількістю СДОР, що перейшла в первинну хмару. *Первинна хмара*, у свою чергу, утворюється в результаті миттєвого переходу в атмосферу частини СДОР з ємності при її руйнуванні.

В останню таблицю бази даних «Звіт» заносяться результати розрахунків виконаних за допомогою програмного комплексу та використанням даних, які містяться в перелічених вище таблицях.

Система керування базою даних дозволяє налагодити зручну й швидку взаємодію між програмним комплексом оцінки техногенного ризику та базою даних, що містить необхідну для розрахунків інформацію. За допомогою СКБД користувач може переглядати інформацію в базі даних, редагувати її, змінювати, видаляти чи доповнювати. Детальна інформація по розрахунках техногенного ризику ПНО також кожного разу заноситься до бази даних, що полегшує моніторинг екологічної небезпечності об’єкту, який розглядається, чи сукупності небезпечних об’єктів регіону.

2.1.4 Інтерфейс програмно-обчислювального комплексу ASSA

Інтерфейс автоматизованої системи оцінки безпечності промислових підприємств складається з *Головного Вікна* і п’яти дочірніх вікон. Дочірні вікна відкриваються всередині *Головного Вікна*, що спрощує навігацію між вікнами і об’єднує інтерфейс програми в єдину цілісну структуру. Застосування багатодокументного інтерфейсу дозволяє після кожного обчислення створювати звіт у новому *Вікні Звіту*, при цьому вікна звітів після попередніх розрахунках не закриваються і інформація в них не зникає. Користувач має можливість одночасно переглядати звіти кількох об’єктів, порівнювати їх, зберігати потрібні чи відкривати вже існуючі звіти оцінки безпечності, які були створені програмним комплексом і збережені раніше.

Для запобігання плутанини при розрахунках у *Головному Вікні* програми одночасно можна відкрити тільки одне *Робоче Вікно* й одне *Вікно Бази Даних*. *Головне Вікно* програми з відкритим у ньому *Робочім Вікном* зображене на рис. 2.3.

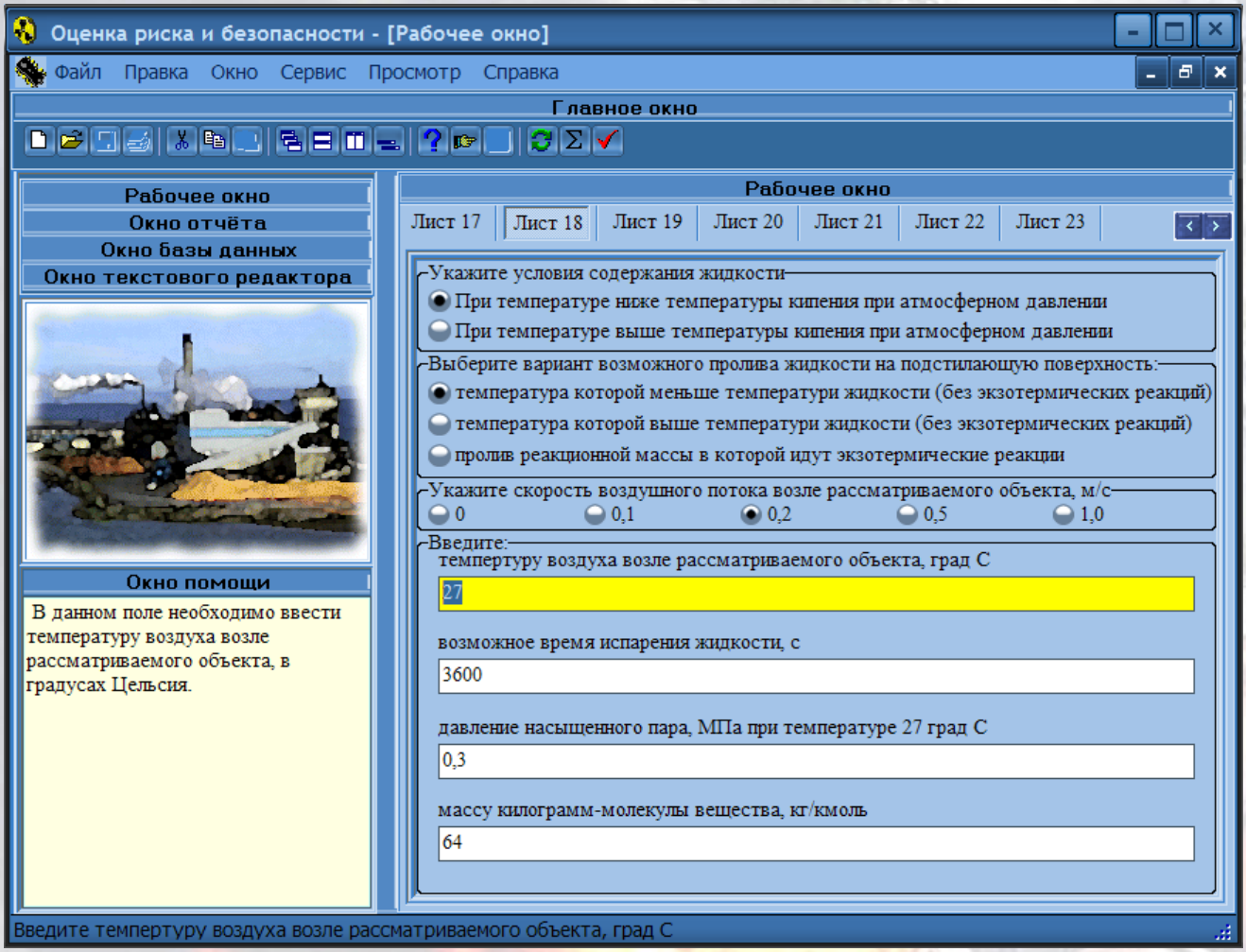


Рис. 2.3. *Головне Вікно* програми з відкритим у ньому *Робочим Вікном*

Крім перерахованих вище вікон програмний комплекс включає велику кількість модальних вікон, що виводять різні повідомлення інформативного характеру, а також допоміжних діалогових вікон.

Головне Вікно програми складається з робочої області, в якій відкриваються дочірні вікна, *Вікна Допомоги,* в якому відображаються підказки для активного в даний момент елементу інтерфейсу, кнопок навігації між основними вікнами програми (вони розташовані над *Вікном Допомоги*), *Головного Меню*, *Панелі Керування*, *Контекстного Меню* та *Статусного Рядка*, який розташований уздовж нижньої частини *Головного Вікна* і призначений для виводу підказок та іншої допоміжної інформації протягом роботи програми.

Головне Меню програми призначене для виклику всіх можливих подій та функцій, які передбачені в програмі, і вміщує наступні вкладки:

- *Файл* – призначена для відкриття, створення, закриття та друку файлів звіту по оцінці безпечності та інших файлів, а також для виходу з програми;
- *Редагування* – призначена для виконання операцій редагування тексту;

- *Вікно* – призначена для керування дочірніми вікнами програми, а також для навігації між відкритими вікнами;
- *Сервіс* – призначена для відкриття дочірніх вікон програми, зміни шрифту та кольору, зміни пароля входу в програму, запуску тестового приклада та перезапуску програми перед обчисленням безпечності нового об’єкту;
- *Перегляд* – призначена для навігації між вкладками дочірніх вікон, зміни масштабу зображення звіту у *Вікні Звіту* та експорту звіту до *Текстового Редактора* чи до Microsoft Word;
- *Довідка* – призначена для отримання довідки по роботі програми, керування *Вікном Довідки*, виводу інформації про програму.

Контекстне Меню та *Панель керування* містять найбільш часто вживані функції *Головного Меню* програми для їх швидкого виклику.

Робоче Вікно реалізоване у виді вікна з вкладками (рис. 2.3). Кожна вкладка *Робочого Вікна* містить різні елементи, призначені для введення вихідних даних, які необхідні для оцінки безпечності об'єкта, що розглядається. Введення вихідних даних відбувається під безпосереднім керуванням програми в суворо визначеному порядку. Користувач не може перейти на наступну вкладку *Робочого Вікна* для подальшого введення даних доки не будуть уведені всі необхідні вихідні дані на поточній вкладці. При введенні даних здійснюється контроль введеної інформації на наявність помилок, у випадку виникнення яких виводиться вікно з повідомлення про допущену помилку. Це зменшує ймовірність помилок у процесі обчислення за рахунок відсутності необхідних даних чи неприпустимих значень даних. Поля, що не потребують обов'язкового введення даних, можуть бути пропущені. Для систематизації необхідних вихідних даних для проведення розрахунку, необхідно заповнити *Перевірочні листи джерела небезпеки* (Додаток 2.А).

При запуску програми в *Робочому Вікні* знаходяться тільки дві початкові вкладки. У ході введення нові вкладки з'являються у визначеній послідовності допоки всі необхідні дані не будуть уведені. Після цього можна запустити обчислювальний процес натисканням відповідної кнопки на *Панелі Керування Головного Вікна*.

Після запуску обчислювального процесу формується звіт по роботі програми, що передається у *Вікно Звіту* (рис. 2.4).

Вікно Звіту призначене для створення звіту у форматі *.qrp (quick report). Даний формат дозволяє створювати й зберігати файл звіту, але подальше редагування файлу звіту неможливе. У зв'язку з цим *Вікно Звіту* містить тільки область для перегляду звіту і не містить інших елементів. Звіт також можна роздрукувати при наявності друкуючого пристрою. Основними функціями *Вікна Звіту* є перегляд звіту перед друком,

збереження файлу звіту, а також перегляд уже існуючих звітів у форматі *.qrp, тому що перегляд файлів даного формату в розповсюджених текстових редакторах неможливий.

Для редагування звіту чи перетворення його в розповсюджені текстові формати *.rtf (rich text files) і *.txt (text files) призначене *Вікно Текстового Редактора*.

За замовчуванням звіт створюється у *Вікні Звіту*, але вибравши відповідні пункти в *Головному Меню*, звіт можна відправити у *Вікно Текстового Редактора* чи до зовнішнього текстового редактору Microsoft Word. *Вікно Текстового Редактора* містить убудований текстовий редактор, який крім файлу звіту може зберігати, створювати, редагувати, відкривати будь-які файли у форматі *.rtf чи *.txt. Вбудований текстовий редактор містить *Панель Керування Текстового Редактора* і має мінімальний набір стандартних функцій, які дозволяють працювати в програмі з текстовими файлами зазначених форматів без використання зовнішніх редакторів.

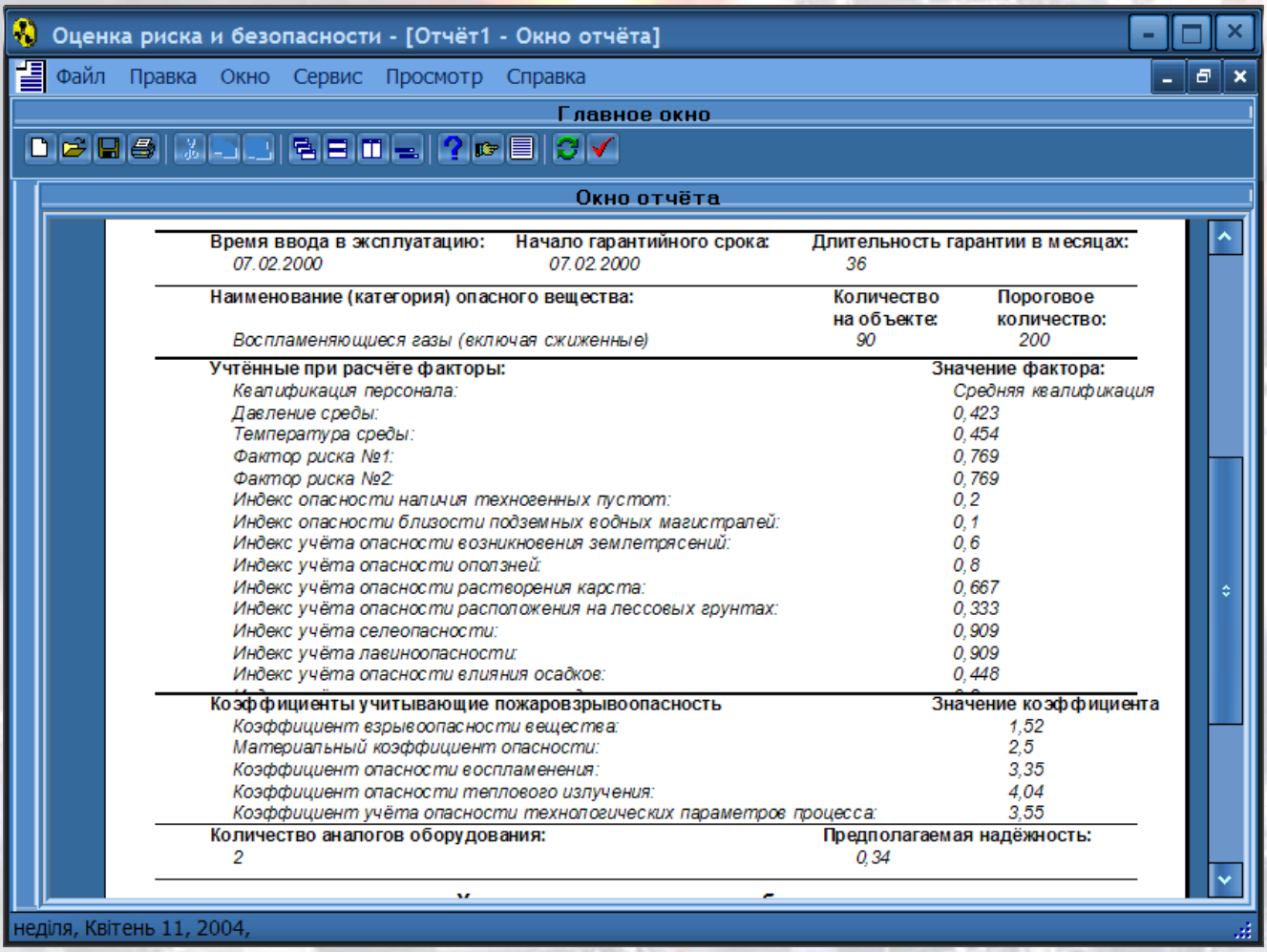


Рис. 2.4. *Вікно Звіту*

Окрім формування звіту, результати розрахунків безпечності промислового об’єкту заносяться до таблиці «Звіт» бази даних. Це дозволяє відстежити та порівняти рівень небезпеки різних об’єктів чи регіонів, у яких розташовані небезпечні об’єкти, а також простежити зміну рівня небезпеки конкретного об’єкту в часі.

Таблицю бази даних з результатами розрахунку основних індексних показників ризику потенційно небезпечного об’єкту можна використовувати для побудови полів ризику різних регіонів України з використанням геоінформаційних систем (ГІС).

Геоінформаційні технології надають необхідний інструментарій для проведення оцінки техногенних загроз, та дозволяють автоматизувати найбільш трудомісткі етапи вирішення завдань прогнозованого оцінювання техногенних небезпек і уявити можливі втрати від їхнього прояву. Вони сприяють суттєвому зменшенню часу на отримання, пошук, аналіз та відповідну візуалізацію, у вигляді картографічної інформації, для підтримки прийняття управлінських рішень щодо запобігання негативним наслідкам техногенних надзвичайних ситуацій. Оперативність виконання прогнозових розрахунків і формування відповідних карт розподілу ризику дають можливість дослідити різні варіанти рішень по запобіганню негативних наслідків при виникненні НС та зменшенню рівня небезпеки промислового об’єкту. У відповідності з цим, більш оперативно й обґрунтовано визначається пріоритетність, необхідний склад, обсяг і послідовність реалізації, а також соціально-економічна ефективність заходів по запобіганню та мінімізації наслідків НС.

Одним з найбільш важливих застосувань геоінформаційних технологій в Україні на урядовому рівні є створення Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій (УІАС НС). Дана система створена для підвищення ефективності міжвідомчої інформаційної взаємодії для підтримки прийняття управлінських рішень з використанням комп’ютерних засобів моделювання та геопросторового аналізу процесів виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій.

Позитивний досвід створення першочергових підсистем УІАС НС підтвердив ефективність системної інформатизації в області природно-техногенної безпеки та виявив перспективні напрямки методичного і програмно-технічного розвитку й розширення даної системи. Це обґрунтовує актуальність і реальну можливість побудови інформаційно-аналітичної підсистеми оцінки техногенної безпечності промислових підприємств з використанням геоінформаційних технологій та створеної методології оцінки рівня техногенного ризику потенційно небезпечних промислових об’єктів.

Програмний комплекс ASSA призначений для виявлення промислових об’єктів підвищеної небезпеки серед ПНО та їх ранжирування за категоріям небезпеки згідно п'ятиступеневої шкали: безпечний об’єкт, малонебезпечний об’єкт, об’єкт середньої

небезпечності, небезпечний об’єкт, особливо небезпечний об’єкт. При визначенні категорії небезпеки враховуються фактори техногенного та природного походження, які суттєво впливають на безпечність підприємства. Програмний комплекс ASSA дозволяє при потребі розширювати перелік цих факторів, що надає йому більшої гнучкості. Застосування даного програмного комплексу значно спрощує задачу визначення безпечності підприємства і не потребує спеціальних знань у галузі оцінки безпечності промислових підприємств від користувача.

2.1.5 Опис потенційно небезпечного об’єкту

Для розрахунку техногенної безпеки промислових підприємств на основі наведеної вище методології із використанням програмно-обчислювального комплексу ASSA розглянем середньотемпературний і низькотемпературний конвертори, задіяні в процесі конверсії оксиду вуглецю при виробництві синтез-газу (азотно-воднева суміш) для одержання аміаку та склади для збереження аміаку під тиском на підприємстві «Азот».

Конверсія окису вуглецю з водяною парою проходить у два ступені: I ступінь – на середньотемпературному залізохромовому каталізаторі, II ступінь – на низькотемпературному мідьвмісному каталізаторі за реакцією:

$$CO + H_2O \Leftrightarrow CO_2 + H_2. \qquad (2.8)$$

В агрегатах аміаку газ після казана-утилізатора і підігрівача азотно-водневої суміші конверсії метану при 486 °*С* надходить в охолоджувач газу II ступеню *1* (рис. 2.4), де охолоджується до 375 °*С*, проходить зволожувач перед середньотемпературною конверсією *2* і з відношенням пара/газ = 0,565 надходить у конвертор *9* оксиду вуглецю I ступеню. На середньотемпературному каталізаторі при об'ємній швидкості 2010 *год*$^{-1}$ вміст оксиду вуглецю знижується з 11–12 % (*об.*) на вході до 3,5 % (*об.*). Далі конвертована парогазова суміш при 436 °*С* надходить в охолоджувач газу III ступеню *8* і охолоджується до 310 °*С*. Охолоджувачі газу II і III ступенів є казанами-утилізаторами з природною циркуляцією, виробляють пару тиском 3,3 *МПа*, мають загальний сепаратор пари.

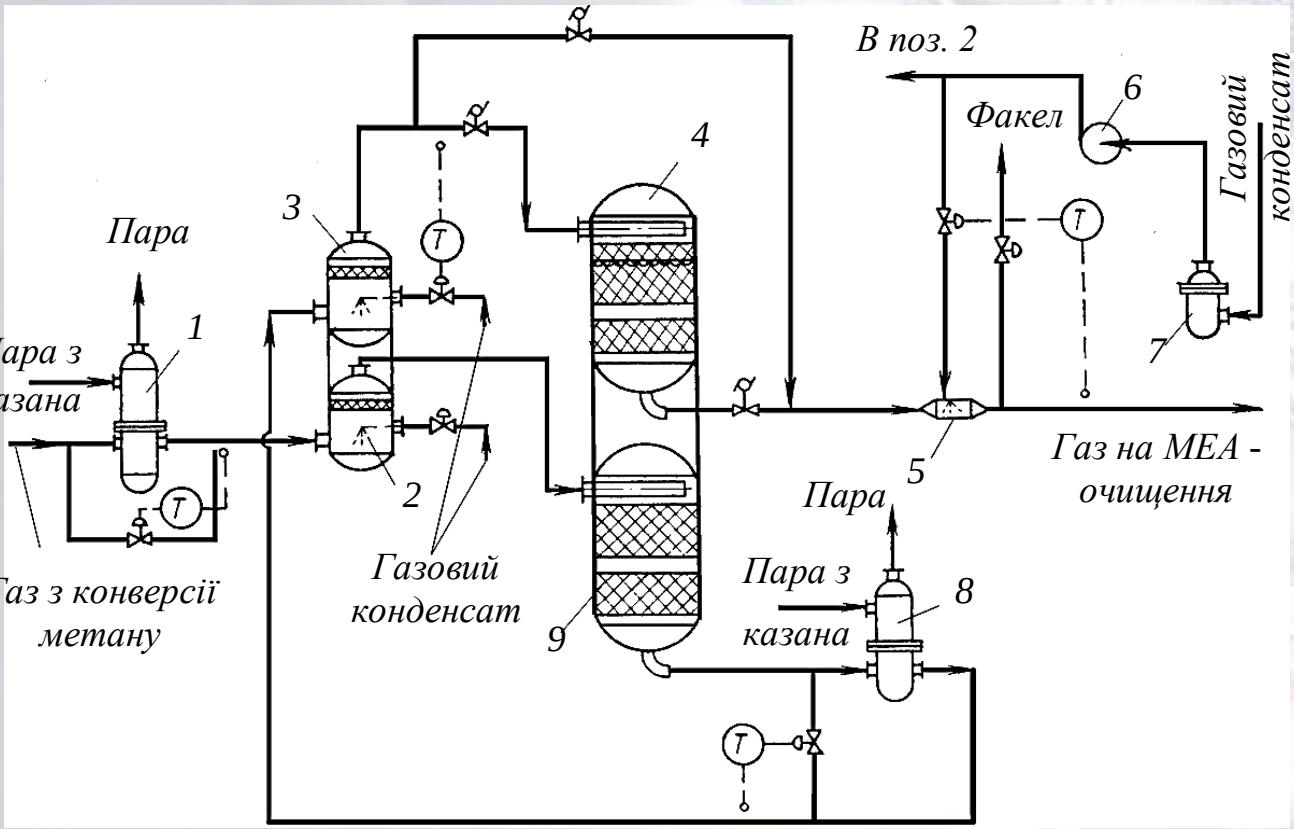


Рис. 2.4. Схема конверсії оксиду вуглецю під тиском 3,0 *МПа* в агрегатах потужністю 600 *т* на добу NH_3 АМ-600:

1 – охолоджувач газу II ступеню; *2* – зволожувач перед середньотемпературною конверсією; *3* – зволожувач перед низькотемпературною конверсією; *4* – конвертор *CO* II ступеню; *5* – вузол охолодження конвертованого газу; *6* – відцентровий насос конденсату на упорскування; *7* – фільтр газового конденсату; *8* – охолоджувач газу III ступеню; *9* – конвертор *CO* I ступеню.

З охолоджувача III ступеню парогазова суміш надходить у зволожувач перед низькотемпературною конверсією *3*, де додатково насичується водяними парами до відношення пара/газ = 0,630 і охолоджується до 237 °*C* у результаті упорскування газового конденсату. Після зволожувача газ надходить у конвертор *4* оксиду вуглецю другого ступеню, де на низькотемпературному каталізаторі при об'ємній швидкості 2030 *год*$^{-1}$ відбувається більш глибока конверсія оксиду вуглецю з водяною парою до залишкового вмісту *3* у конвертованому газі не більш 0,4 %.

Технічні характеристики апаратів конверсії окису вуглецю наведені в табл. 2.3.

Температуру конвертованої парогазової суміші перед конверторами регулюють перепуском частини газу по байпасу повз охолоджувачі газу II і III ступенів і упорскуванням газового конденсату в зволожувачі.

Конвертований газ з конвертора *4* оксиду вуглецю II ступеню при температурі 249 °*C* проходить вузол охолодження конвертованого газу *5*, де в результаті упорскування газового конденсату насосами *6* охолоджується до 174 °*C* і надходить на використання

тепла в кип'ятильники моноетаноламінового розчину. Перед насосами *6* газовий конденсат очищають від каталізаторного пилу у фільтрі *7*.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики апаратів конверсії *CO*

Найменування, заводський №	***Етап процесу***	***Технічна характеристика***
середньотемпературний конвертор *R-102 A*	конверсія окису вуглецю	вертикальний циліндричний апарат
		висота H=12,500 *м*
		діаметр d=3,200 *м*
		об'єм V=80 $м^3$
		матеріал – сталь вуглецева
		робочій тиск P_p=3,2 *МПа*
		робоча температура T_p=436 °*C*
низькотемпературний конвертор *R-102 B*	конверсія окису вуглецю	вертикальний циліндричний апарат
		висота H=12,500 *м*
		діаметр d=3,200 *м*
		об'єм V=80 $м^3$
		матеріал – сталь вуглецева
		робочій тиск P_p=3,0 *МПа*
		робоча температура T_p=249 °*C*

Небезпеку в апаратах конверсії *CO* спричиняє азотно-воднева суміш, яка знаходиться під тиском при підвищеній температурі.

Склади аміаку призначені для збереження рідкого аміаку і видачі його споживачам. У спорудах складів аміаку не відбуваються ніякі хімічні перетворення. Всі технологічні операції, які пов'язані з оберненням рідкого та газоподібного аміаку – чисто фізичні процеси.

Як допоміжна сировина використовується азот та стиснене повітря – для продувок трубопроводів і сховищ аміаку, та технічна вода – для зрошувальної системи складських споруд. До емісій з складських споруд можна віднести короткочасні витоки газоподібного аміаку із сальникових ущільнювачів запірної арматури.

До відхідних продуктів можна віднести:

- Газоподібний аміак який витискується з сховища (при його спорожнюванні) і із залізничних цистерн при їх наливі. Він відводиться по колектору газоподібного аміаку у відділення приготування аміачної води;

- Некондиційний рідкий аміак (забруднений мастилом), у кількості 10-12 *т* на місяць. Він збирається в окреме сховище складу №2 і, по мірі накопичення, у газоподібному стані спрямовується у відділення приготування аміачної води.

У процесі виробництва використовується електрична та теплова енергія. Електроенергія використовується для роботи електроприводів запірної арматури і забезпечення роботи контрольно-вимірювальних пристроїв. Теплова енергія використовується для підігріву та випаровування рідкого аміаку з метою підтримання тиску в колекторах газоподібного аміаку в межах 1,6 *МПа*.

Склад аміаку №2 знаходиться в центральній частині підприємства, з правого боку від центрального автошляху. На кожному сховищі встановлені прилади визначення рівня рідкого аміаку і тиску в сховищі. Датчики виведені на щит керування. Туди ж виведена звукова і світлова сигналізація верхнього рівня рідкого аміаку в сховищі та перевищення тиску в сховищі понад 1,6 *МПа*. Кожне сховище оснащене двома запобіжними клапанами (один робочий, один резервний), які спрацьовують при тиску 1,84 *МПа*. Газоподібний аміак від запобіжних клапанів відводиться на установку приготування аміачної води.

Склад обладнаний запірною арматурою з ручним приводом. Всі сховища поєднані приходним та витратним колекторами рідкого і газоподібного аміаку. На лініях з'єднання встановлена запірна арматура, керування якою виведене на щит керування, при цьому запірна арматура сховищ на лініях рідкого та газоподібного аміаку відкрита.

Для зручності керування всі сховища складу об'єднані в чотири групи, по чотири сховища в кожній. Приходні та витратні колектори рідкого і газоподібного аміаку розділені запірною арматурою на ділянки. Кожне сховище групи приєднане до відповідної ділянки приходних та витратних колекторів.

Робочі сховища системою відповідних трубопроводів з'єднані з аварійними сховищами, одне з яких установлене на тій самій геодезичній відмітці, що й робочі сховища, інше аварійне сховище розташоване нижче робочих сховищ. Рідкий аміак з робочого сховища в аварійне може бути витиснутий за рахунок внутрішнього тиску в робочому сховищі, або здренований у заглиблене аварійне сховище через нижню систему трубопроводів. Технічні характеристики споруд і обладнання наведені в табл. 2.4.

При спорожнюванні сховища відкриваються вентилі на приходному колекторі газоподібного аміаку, тиск в якому підтримується автоматично та становить 1,6 *МПа* і за рахунок цього тиску піднімається тиск у сховищі до 1,5 *МПа*. Після підняття тиску у сховищі, відкривається вентиль на витратному колекторі рідкого аміаку і рідкий аміак для видачі цехам-споживачам передається на естакаду наливу залізничних цистерн.

Тиск у приходному колекторі газоподібного аміаку підтримується за рахунок підігріву аміаку в трьох сховищах, у яких аміак набирається тільки для підігріву та випаровування. Підігрів аміаку здійснюється парою, яка подається в теплообмінники, що розташовані всередині цих сховищ.

Таблиця 2.4

Технічні характеристики споруд і обладнання складу рідкого аміаку №2

Найменування, заводський №	***Етап процесу***	***Технічна характеристика***
Будівля щитової складу *К 503*	Керування складами	Одноповерхове, розмір (58×6×4,35) *м*, без підвалу, стіни цегляні, дах односхилий; покрівля рулонна на бітумній мастиці по шару пінобетону; перекриття, віконні та дверні блоки дерев'яні; підлога – плитка по бетону; комунікації – телефонний зв'язок
Сховище рідкого аміаку	Збереження і видача зрідженого під тиском аміаку	Кількість сховищ – 16
		Кількість рідкого аміаку у сховищі – 47 *т*
		Робочій тиск – 1,5 *МПа*
		Розташування – 4 групи по 4 сховища в групі
		Матеріал – вуглецева сталь
Піддон	–	Залізобетонний піддон розмірами (44×37×1) *м*, товщина стін і днища 0,2 *м*, ухил днища 1 %, 2 лотки шириною 0,6 *м* для збору і відведення дощової води і витоків
Аварійні сховища	–	Кількість – 2

Склад рідкого аміаку №3 знаходиться на відстані близько 50 *м* західніше складу №2. Сховища складу аміаку №3 оснащені аналогічним обладнанням і запірною арматурою, що й склад №2. Запірна арматура керується дистанційно за допомогою електроприводів. Технічні характеристики споруд і обладнання складу наведені в табл. 2.5. Склад рідкого аміаку №3 використовується тільки для збереження рідкого аміаку. Зв'язок з споживачами і спорудами по завантаженню рідкого аміаку здійснюється через склад аміаку №2.

Небезпеку на складах аміаку несе наявність великих кількостей токсичної речовини (аміаку), що зберігається під підвищеним тиском.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики споруд і обладнання складу рідкого аміаку №3

Найменування	***Етап процесу***	***Технічна характеристика***
Захисний навіс	Захист арматури з електроприводами від атмосферних опадів	Каркас – металевий, розміри (48×6×5,8) *м*, покрівля – азбестоцементні листи
Сховище аміаку	Збереження зрідженого під тиском аміаку	Горизонтальна циліндрична посудина
		Матеріал – вуглецева сталь
		Кількість рідкого аміаку у сховищі – 95 *т*
		Робочий тиск – 1,5 *МПа*
		Кількість сховищ – 8
		Розташування – 2 групи по 4 сховища в кожній
Піддон	–	Матеріал – залізобетон, розміри (55×25,6×1,5) *м*, товщина стін 0,2 *м*, ухил днища 1,5 %, 2 лотки шириною 0,6 *м* для збору і відведення дощової води і витоків
Аварійне сховище	–	Кількість – 2

2.2 ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Перед початком виконання першої роботи необхідно у вказаному викладачем місці створити на жорсткому диску комп’ютера папку з назвою своєї групи. В цю папку потрібно зберігати всі файли з результатами виконання лабораторних робіт.

Включіть комп’ютер і запустіть програму ASSA вказаним викладачем способом. В ході виконання роботи потрібно виконати наступні дії.

1. Ознайомитися із темою і метою роботи. Вивчити основні теоретичні положення.
2. Отримати індивідуальне завдання і вказівки від викладача.
3. Систематизувати та проаналізувати всі необхідні вихідні дані, які потрібні для розрахунку небезпечності промислового об’єкту.
4. Заповнити перевірочний лист джерела небезпеки.
5. Провести розрахунки безпечності потенційно небезпечного об’єкту.
6. Отримати результати та проаналізувати рівень небезпечності об’єкту і виявити найбільш небезпечні фактори.
7. Представити результати роботи на комп’ютері викладачу.

8. Сформувати звіт за результатами розрахунку програмного комплексу ASSA та додати його до протоколу лабораторної роботи.
9. Перейти до оформлення звіту.

2.3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

В звіті послідовно надайте: № і назву лабораторної роботи, тему, мету, хід виконання роботи, додайте заповнений перевірочний лист джерела небезпеки, а також розраховані показники небезпеки потененційно небезпечного об’єкту. Зробіть висновки щодо небезпечності розглянутого потенційно небезпечного об’єкту.

Приклад результатів оцінки безпечності середньотемпературного конвертора, які отримані з використанням програмно-обчислювального комплексу ASSA наведені на рис. 2.5.

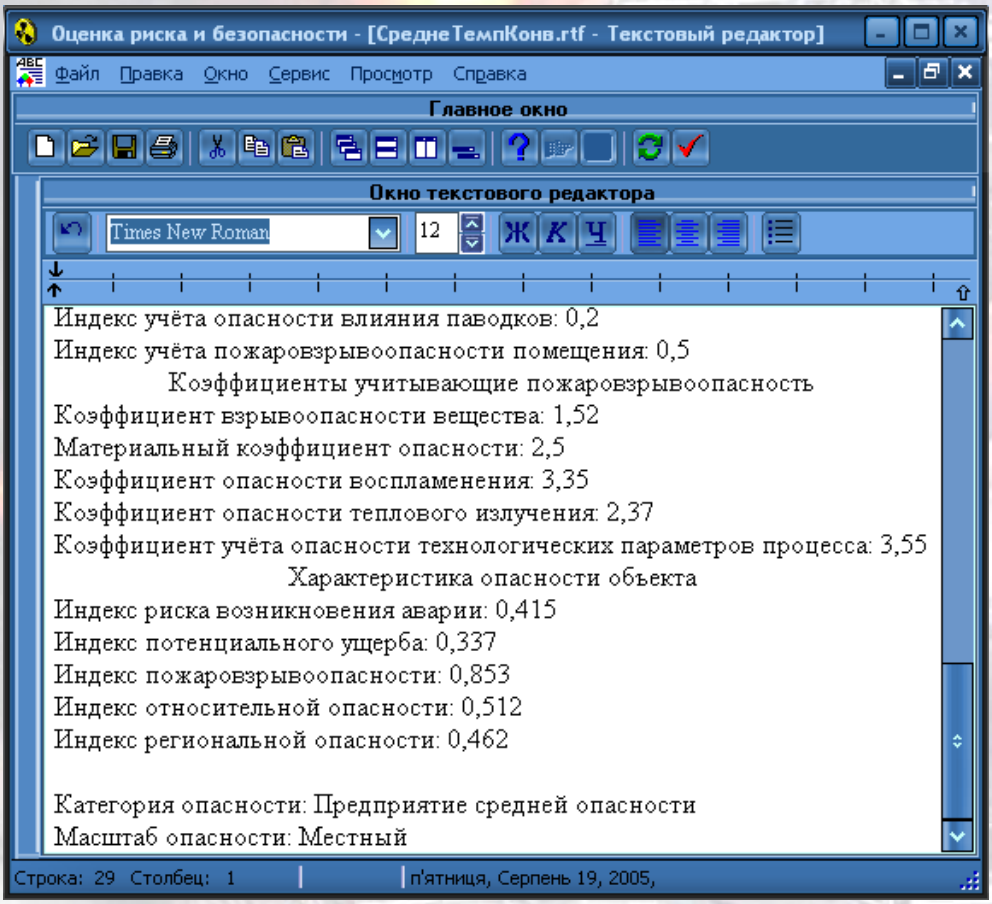


Рис. 2.5. *Вікно Текстового Редактора* з результатами розрахунку

Зведені індексні показники небезпечності зібрані в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Результати оцінки безпеки середньотемпературного конвертора

Показник	***Значення***
Реквізити підприємства	
Найменування автономного об'єкту	середньотемпературний конвертор
Найменування підприємства	Рівне «Азот»
Час уведення об'єкта в експлуатацію	07.02.1977
Початок гарантійного строку	07.07.2001
Тривалість гарантії, *міс.*	60
Передбачувана надійність	0,435
Кваліфікація персоналу	середня
Небезпечна речовина	
Найменування (категорія) небезпечної речовини	займисті гази (включаючи зріджені)
Кількість небезпечної речовини на об'єкті, *т*	89,6
Гранична кількість небезпечної речовини, *т*	200
Індекси небезпеки ендогенних факторів	
Тиск середовища	0,423
Температура середовища	0,454
Індекси небезпеки екзогенних факторів	
Індекс небезпеки виникнення землетрусів	0,5
Індекс небезпеки розчинення карсту	0,8
Індекс небезпеки розташування на лесових ґрунтах	0,5
Індекс небезпеки вибухопожежонебезпечних приміщень	0,9
Коефіцієнти що враховують пожежовибухонебезпеку	
Коефіцієнт вибухонебезпеки речовини	1,52
Матеріальний коефіцієнт небезпеки	2,5
Коефіцієнт небезпеки запалення	3,35
Коефіцієнт небезпеки теплового випромінювання	2,37
Коефіцієнт небезпеки технологічних параметрів	3,55
Характеристика безпеки об'єкта	
Індекс ризику виникнення аварії	0,415
Індекс потенційної шкоди	0,337

Показник	*Значення*
Індекс пожежовибухонебезпечності	0,853
Індекс відносної небезпечності	0,512
Індекс регіональної небезпечності	0,462
Категорія небезпеки	***середньої небезпечності***
Масштаб небезпеки	***місцевий***

Згідно з отриманими результатами розрахунків, досліджуваний потенційно небезпечний промисловий об’єкта - середньотемпературний конвертор, віднесений до об’єктів середньої небезпечності за категорією небезпеки, та до місцевого рівня небезпеки – за масштабом небезпечності.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО РОБОТИ № 2

1) Що таке потенційно небезпечний об'єкт?
2) Які об’єкти можна віднести до потенційно небезпечних?
3) В чому полягають особливості використання індексних методів оцінки потенційного ризику?
4) Що таке екологічна безпека?
5) На чому ґрунтується екологічна безпека?
6) Що таке надзвичайна ситуація?
7) Які бувають надзвичайні ситуації?
8) Назвіть загальні ознаки надзвичайної ситуації.
9) Що таке надзвичайна ситуація техногенного характеру?
10) Що таке ендогенні фактори?
11) Що таке екзогенні фактори?
12) Для чого призначений індекс ризику джерела небезпеки?
13) Для чого призначений індекс потенційної шкоди джерела небезпеки?
14) Що враховує індекс пожежовибухонебезпечності при оцінки потенційної небезпеки промислового об’єкту?
15) Що враховує індекс токсичної небезпечності при оцінки потенційної небезпеки промислового об’єкту?
16) Для чого використовується індекс відносної небезпечності джерела небезпеки?
17) Для чого призначений індекс регіональної небезпечності?
18) Опишіть структуру програмно-обчислювального комплексу ASSA.
19) Яка інформація зберігається в таблиці «Регіон» бази даних?

20) Яка інформація зберігається в таблицях «Речовина» та «Категорія речовин» бази даних?
21) Опишіть інтерфейс програмно-обчислювального комплексу ASSA.
22) Охарактеризуйте потенційно небезпечний об’єкт, для якого проводилась оцінка рівня небезпечності.
23) Що таке перевірочний лист джерела небезпеки та з чого він складається?

ДОДАТОК 2.А

Перевірочний лист джерела небезпеки

Найменування об'єкта інспекції _____ Дата _____

Найменування автономного підрозділу _____

Найменування підприємства _____

Найменування міністерства (відомства) _____

Адреса (місце) розташування об'єкта _____

Час уведення об'єкта в експлуатацію _____

Дата встановлення останнього гарантійного строку _____

Тривалість останнього гарантійного строку _____

Тип устаткування що розглядається _____

Небезпечна речовина (суміш) _____ кількість _____

Можливі екстремальні значення технологічних параметрів об'єкта:

- ☐ тиск _____
- ☐ температура _____
- ☐ вібрація (безпечний і максимальний рівень) _____
- ☐ концентрація (безпечний і максимальний рівень) _____
- ☐ навантаження (безпечний і максимальний рівень) _____

інші параметри (безпечне й найгірше значення):

- ☐ _____
- ☐ _____
- ☐ _____
- ☐ _____

Характеристика майданчика об'єкта й устаткування:

Об'єкт розташований:

- ☐ на відкритому повітрі;
- ☐ у приміщенні
  - вказати поверх _____

Об'єкт установлений:

- ☐ на рівні підлоги (ґрунту);
- ☐ на підставі (фундаменті)
  - указати висоту основи _____;
- ☐ підвішений
  - указати висоту підвіски _____;
- ☐ заглиблений у ґрунт
  - указати рівень _____.

Стан устаткування:

- ☐ задовільний;
- ☐ незадовільний;
  - встановлений строк гарантії _____

Категорія приміщення по пожежовибухонебезпечності:

- ☐ А (вибухопожежонебезпечні);
- ☐ Б (вибухопожежонебезпечні);
- ☐ В (пожежонебезпечні);
- ☐ Г;

☐ Д.

Максимальний лінійний розмір джерела небезпеки _____

Відстань до найближчого будівельного майданчика (до 30 *м*) _____

Відстань до найближчих транспортних шляхів (вузлів):

☐ аеропорт _____

☐ ж/д _____

☐ автодорога _____

☐ продуктопроводи з горючими речовинами _____

діаметр _____

☐ підземні водопроводи _____

☐ ЛЕП _____ напруга _____

☐ піднімальні крани _____

☐ наявність техногенних порожнеч під підставою _____ на відстані _____

Характеристика місця розташування небезпечного об'єкта.

Об'єкт розташований:

☐ безпосередньо в зазначеному населеному пункті;

☐ на відстані від границі менш радіуса окружності, що обгинає населений пункт;

☐ на відстані від границі менше трьох радіусів окружності, що обгинає населений пункт;

☐ на більшій відстані від границі найближчого населеного пункту.

Регіон розташування об'єкта:

☐ джерело небезпеки розташоване в заповідній зоні або не далі, чим на відстані від границі менше радіуса її окружності;

☐ джерело небезпеки розташоване в курортній зоні або не далі, чим на відстані 10 кілометрів від її границі;

☐ джерело небезпеки розташоване в інших місцях;

☐ джерело небезпеки розташоване поблизу границі сусідньої держави

- відстань до границі сусідньої держави (до 150 *км*) _____

Кваліфікація персоналу:

☐ висока;

☐ середня;

☐ низька.

Аналоги устаткування:

1) кількість аварій на аналогу _____ дата уведення в експлуатацію _____
2) кількість аварій на аналогу _____ дата уведення в експлуатацію _____
3) кількість аварій на аналогу _____ дата уведення в експлуатацію _____
4) кількість аварій на аналогу _____ дата уведення в експлуатацію _____

Агрегатний стан небезпечної речовини:

☐ конденсовані небезпечні речовини;

☐ стиснені гази;

- тиск в устаткуванні, *Мпа* _____
- температура в устаткуванні, *К* _____
- вільний обсяг устаткування, $м^3$ _____
- маса кілограм-молекули речовини, *кг/кмоль* _____

☐ рідини:

- укажіть можливий варіант витоку рідини:

  ○ витік в піддон або обвалування;

  ○ вільний витік.
- укажіть:

- обсяг рідини, *м*^{3} _____
- вільний обсяг піддона, *м*^{3} _____

▪ укажіть умови збереження рідини:

○ при температурі нижче температури кипіння при атм. тиску;

◆ виберіть варіант можливого витоку рідини на поверхню, що підстилає:

◇ температура поверхні менше температури рідини (без екзотермічних реакцій);

▲ швидкість повітряного потоку біля розглянутого об'єкта, м/с: △ 0; △ 0,1; △ 0,2; △ 0,5; △ 1.

▲ укажіть температуру повітря біля розглянутого об'єкта, °*С* _____

▲ укажіть можливий час випару рідини, *с* _____

▲ укажіть тиск насиченої пари над поверхнею рідини, *МПа* _____

▲ уведіть масу кілограм-молекули речовини _____

◇ температура поверхні вище температури рідини (без екзотермічних реакцій);

▲ укажіть температуру поверхні на яку може пролитися рідина, °*С* ___

▲ укажіть температуру рідини, °*С* _____

▲ укажіть можливий час випару рідини, *с* _____

▲ укажіть питому теплоту випару рідини, *кДж/кг* _____

▲ укажіть теплопровідність матеріалу поверхні, кДж/с*м*град _____

▲ укажіть питому теплоємність матеріалу поверхні, *кДж/кг***град* _____

▲ укажіть щільність матеріалу поверхні, *кг/м*^{3} _____

◇ виток реакційної маси в якій ідуть екзотермічні реакції.

▲ укажіть швидкість теплоприпливу за рахунок теплового ефекту екзотермічних реакції *кДж/с* _____

▲ укажіть час протягом якого можуть протікати екзотермічні реакції, *с* _____

▲ укажіть питому теплоту випару рідини, *кДж/кг* _____

○ при температурі вище температури кипіння при атм. тиску:

◆ укажіть температуру рідини, °*С* _____

◆ укажіть можливий час випару рідини, *с* _____

◆ укажіть питому теплоту випару рідини, *кДж/кг* _____

Виберіть вид небезпеки речовини:

☐ речовина є пожежо або вибухонебезпечним:

▪ укажіть величину діапазону вибуху, *%* _____

▪ укажіть нижню межу вибуху речовини, *%* _____

▪ укажіть щільність пари стосовно повітря _____

▪ укажіть мінімальну енергію запалювання речовини, *мДж* _____

▪ укажіть температуру спалаху речовини, °*С* _____

▪ укажіть швидкість поширення детонації речовини, км/с _____

▪ укажіть чутливість до удару (*Р*=10 *кг*, *Н*=0,5 *м*), *%* вибухів _____

▪ укажіть чутливість до тертя, тиску тертя, *кгс/см*^{2} _____

☐ речовина є токсично небезпечною.

▪ укажіть розрахункове значення ГДК, *мг/м*^{3} _____

Прізвище, посада _____

і підпис інспектора _____

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2

Варіанти завдань до виконання лабораторної роботи наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Вихідні дані для оцінки потенційної небезпеки об’єкту

№	Підприємство	Потенційно небезпечний об'єкт	Тиск, Мпа	Температура, градусів Цельсія	Дата встановлення гарантії	Тривалість гарантії, міс.	Рівень кваліфікації персоналу	Небезпечна речовина	Кількість небезпечної
1	ПАТ “Концерн Стирол” (Горлівка)	Середньо-температурний конвертор	3,3	436	30.08.09	60	Високий	Займисті гази	80
2	ПАТ "Сєвєродонецьке об'єднання АЗОТ" (Сєвєродонецьк)	Низько-температурний конвертор	3	252	20.03.06	60	Низький	Займисті гази	90
3	ПАТ "Азот" (Черкаси)	Склад рідкого аміаку №2	1,5	80	15.04.07	36	Середній	Аміак	752
4	ПАТ «Рівнеазот» (Рівне)	Склад рідкого аміаку №3	1,6	60	10.01.12	60	Середній	Аміак	760
5	ВО "Азот" (Кам'янське)	Середньо-температурний конвертор	3,2	486	01.10.13	96	Високий	Займисті гази	70
6	ПАТ “Концерн Стирол” (Горлівка)	Низько-температурний конвертор	3,1	249	01.09.11	36	Низький	Займисті гази	100
7	ПАТ "Сєвєродонецьке об'єднання АЗОТ" (Сєвєродонецьк)	Склад рідкого аміаку №2	1,7	50	30.08.05	120	Високий	Аміак	832
8	ПАТ "Азот" (Черкаси)	Склад рідкого аміаку №3	1,4	70	30.05.14	60	Низький	Аміак	448
9	ПАТ «Рівнеазот» (Рівне)	Середньо-температурний конвертор	3	455	30.08.09	60	Середній	Займисті гази	95
10	ВО "Азот" (Кам'янське)	Низько-температурний конвертор	3,2	255	20.03.08	60	Середній	Займисті гази	85
11	ПАТ “Концерн Стирол” (Горлівка)	Склад рідкого аміаку №2	1,5	75	15.04.07	36	Високий	Аміак	1024

№	Підприємство	Потенційно небезпечний об'єкт	Тиск, Мпа	Температура, градусів Цельсія	Дата встановлення гарантії	Тривалість гарантії, міс.	Рівень кваліфікації персоналу	Небезпечна речовина	Кількість небезпечної
12	ПАТ "Сєвєродонецьке об'єднання АЗОТ" (Сєвєродонецьк)	Склад рідкого аміаку №3	1,6	65	10.01.12	60	Низький	Аміак	784
13	ПАТ "Азот" (Черкаси)	Середньо-температурний конвертор	3,4	475	01.10.10	96	Високий	Займисті гази	110
14	ПАТ «Рівнеазот» (Рівне)	Низько-температурний конвертор	3,3	245	01.09.01	36	Низький	Займисті гази	95
15	ПАТ “Концерн Стирол” (Горлівка)	Середньо-температурний конвертор	2,9	447	30.08.02	60	Високий	Займисті гази	85