

4. Висновки

Синтезована стохастична ієрархічна ситуаційна модель може бути основою для визначення раціонального природокористування для кожного регіону з урахуванням кліматичних умов, специфіки ландшафтів

та техногенного навантаження в регіонах. За її допомогою можна прогнозувати кризисний стан регіонів. Ситуаційна модель може також використовуватись для перевірки допустимості (з точки зору екології) введення нових промислових об'єктів у регіоні та інших технологічних нововведень.

Література

1. Вентцель, Е.С., Теория вероятностей и математическая статистика. [Текст] / Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.- М.: Наука, 1973. - 364 с.
2. Камени, Дж., Конечные цепи Маркова [Текст] / Камени Дж., Снелл Дж. : пер. с англ. - М.: Наука, 1970. - 270 с.
3. Виленкин Н.Я. Комбинаторика [Текст] / Виленкин Н.Я. - М.: Наука, 1969. - 328 с.
4. Бакаев, А.А., Имитационные модели в экономике [Текст] / Бакаев А.А., Костина Н.И., Яровицкий Н.В. - К.: Наукова думка, 1978. - 304 с.

Розроблено методикку оцінки ризику промислових підприємств. Дана методика доповнена розрахунком матеріального збитку від викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин. З використанням методики проведена оцінка небезпеки промислового об'єкту

Ключові слова: оцінка ризику, техногенна безпека, промисловий об'єкт, шкідливі викиди, матеріальний збиток

Разработана методика оценки риска промышленных предприятий. Данная методика дополнена расчётом материального ущерба от выбросов в окружающую среду вредных веществ. С использованием методики проведена оценка опасности промышленного объекта

Ключевые слова: оценка риска, техногенная безопасность, промышленный объект, вредные выбросы, материальный ущерб

We have developed a methodology to assess the risk of industrial enterprises. We supplemented the calculation method of the material damage caused by emissions to the environment of hazardous substances. Using this technique assessed risk of the industrial object

Key words: risk assessment, technogenic safety, industrial facility, emissions, monetary damage

УДК 502.3+504.064

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА С УЧЁТОМ МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА

В.И. Бендюг

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (044) 454-94-01

E-mail: Vladys77@gmail.com

М.Т. Салко*

Контактный тел.: (044) 454-94-01

E-mail: Podarochekster@gmail.com

Т.В. Бойко

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (044) 241-76-12

E-mail: tvbojko@gmail.com

*Кафедра кибернетики химико-технологических процессов

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

Введение

Нами проанализировано состояние проблемы определения техногенного риска промышленных объектов Украины и обнаружено, что на объектах химической опасности, в основном, используют морально устаревшие технологии, оснащённые изношенным

оборудованием. Каждый год во время проверок состояния техногенной безопасности на промышленных объектах фиксируют многочисленные нарушения норм охраны труда, пожарной, экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности. Выявлены случаи проектирования и построения потенциально опасных промышленных объектов без соблюдения

норм по техногенной безопасности. В связи с этим актуальной задачей является определение степени опасности промышленных объектов на этапе проектирования с учётом расположения будущего объекта на выбранной территории. При этом необходимо провести количественную оценку опасности с расчётом уровня техногенного риска и его влияния на составляющие природной окружающей среды, оценить уровень возможного ущерба вследствие возникновения аварии на проектируемом промышленном объекте. Современная концепция оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) предполагает оценку влияния на составляющие: атмосферу, гидросферу, почву, человека (с учётом социальных аспектов) [1].

1. Оценка риска негативного влияния

Оценку риска негативного влияния на природную среду можно проводить как для действующих промышленных объектов, так и для объектов на стадии проектирования для формирования заключения о целесообразности размещения промышленного объекта на данной территории. Оценка потенциальной опасности проектируемого объекта проводится в два этапа. На первом этапе на основе полученного значения уровня опасности проектируемого промышленного объекта принимается решение о приемлемости размещения данного объекта на выбранной территории, доработке проекта (например, усовершенствование системы безопасности, регулирующего оборудования и т.д.), или отклонении данного проекта. На втором этапе на основе полученных значений принимается решение о приемлемости уровня риска по каждому специфическому веществу (показателю) для компонентов окружающей среды.

При расчёте техногенного риска промышленного объекта учитывается множество факторов и особенностей, как производственного процесса, так и внешних природных и техногенных факторов, которые могут повысить уровень риска данного объекта [2]. В качестве показателя опасности промышленного объекта используется индекс относительной опасности.

Величина индекса относительной опасности отдельного источника опасности промышленного предприятия, исчисляется по формуле:

$$D_{RL_i} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n I_j}, \quad (1)$$

где I_j - индекс опасности j -го вида, приведённый к единой безразмерной шкале от 0 до 1.

Приведённые значения индексов опасности рассчитываются по формуле

$$I_j = 1 - \exp(-\exp(-\alpha_j + \beta_j \cdot I'_j)), \quad (2)$$

где I_j - индекс опасности j -го вида, приведённый к единой безразмерной шкале;

α_j , β_j - эмпирические коэффициенты для j -го индекса опасности;

I'_j - индекс опасности j -го вида.

В качестве примера использования методики нами произведён расчёт техногенной опасности тепловой электростанции ТЭЦ-5, расположенной в населённом

пункте Дергачи Харьковской обл., на основе документации по её модернизации [3-4]. На основе рассчитанных индексов опасности был найден обобщённый показатель – индекс относительной опасности для наиболее опасных объектов и сделаны выводы о категории опасности по каждому объекту (табл. 1). Уровень потенциальной опасности промышленного объекта принимается равным уровню наиболее опасного источника, который находится на его территории. Вследствие этого тепловая электростанция ТЭЦ-5 отнесена к объектам со средним уровнем потенциальной опасности.

Таблица 1

Категория опасности объекта

Наименование объекта	Индекс относительной опасности D_{RL_i}	Категория опасности
Котёл ТГМП-344А	0,435	Объект средней опасности
Котёл ПТВ 180	0,359	Мало опасный объект
Насос для перекачивания мазута	0,406	Объект средней опасности
Насос мазутный первого подъёма	0,362	Мало опасный объект
Насос мазутный рециркуляционный	0,405	Объект средней опасности
Насос конденсаторный	0,278	Мало опасный объект
Насос дренажный	0,186	Безопасный объект

Полученные значения индексов опасности на основе разработанной нами методики являются безразмерными индексными показателями и могут применяться для определения уровня опасности как действующих, так и проектируемых объектов, а также для сравнительной оценки уровня опасности аналогичных промышленных объектов. Данные индексные показатели могут служить руководством к формированию выводов о целесообразности размещения оцениваемого промышленного объекта на указанной территории. На основе анализа рассчитанных составляющих индексов опасности можно определить факторы, вносящие наибольший негативный эффект в уровень конечной опасности объекта. Данная оценка является относительной оценкой опасности промышленного объекта.

2. Оценка материального ущерба от сверхнормативных выбросов

Для формирования абсолютной оценки в широком распространённой системе координат – денежном эквиваленте, в качестве развития нашей методики предлагается дополнить нашу методику материальной составляющей убытков от сверхнормативных выбросов вредных веществ в окружающую среду рассматриваемым промышленным объектом. При этом мы рассматриваем усреднённое значение сверхнормативных выбросов опасных веществ в окружающую среду за период времени 1 год. Размер материальных убытков в первую очередь будет зависеть от степени опасности

вредных веществ, которые выбрасываются в окружающую среду, а также от количества данных веществ.

Для определения размера материальных убытков от попадания сверхнормативного количества вредных веществ в атмосферу, предлагается воспользоваться следующей зависимостью [5]:

$$Z_{\text{атм}} = m_i \cdot 1,1\Pi \cdot A_i \cdot K_t \cdot K_{\text{зи}} \cdot K_{\text{инд}}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{атм}}$ – размер компенсации убытков от попадания вредных веществ в атмосферу, грн/год;

m_i – масса i -того загрязняющего вещества, которое выкинуто в атмосферный воздух сверх нормы за рассматриваемый промежуток времени, t (общее количества опасного вещества, которое попало в атмосферу за вычетом предельно допустимого количества);

$1,1\Pi$ – базовая ставка компенсации убытков в долях минимальной заработной платы (Π), на момент расчёта размера потенциальных материальных убытков, за одну тонну условного загрязняющего вещества, грн/т;

A_i – безразмерный показатель относительной опасности i -того загрязняющего вещества;

K_t – коэффициент, который учитывает территориальные социально-экологические особенности;

$K_{\text{зи}}$ – коэффициент, который зависит от уровня загрязнения атмосферного воздуха населённого пункта i -тым загрязняющим веществом;

$K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации, который учитывает инфляционные процессы.

При наличии сбросов вредных веществ промышленным объектом со сточными водами с превышением установленного норматива опасных веществ ПДС, необходимо рассчитывать материальные убытки от попадания вредных веществ в водные ресурсы, в том числе затраты на ликвидацию последствий и очистку водоёма. Для расчёта такого вида убытков предлагается воспользоваться зависимостью [6]:

$$Z_{\text{вод}} = K_{\text{инф}} \cdot K_{\text{кат}} \cdot K_p \cdot \sum_{i=1}^m (M_i \cdot \gamma_i \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{o_i}) \quad (4)$$

где $Z_{\text{вод}}$ – размер компенсации убытков от попадания вредных веществ в водные ресурсы, грн/год;

$K_{\text{инф}}$ – коэффициент инфляции на дату (год) расчётов убытков;

$K_{\text{кат}}$ – коэффициент, который учитывает категорию водного объекта;

K_p – региональный коэффициент дефицитности водных ресурсов;

m – количество загрязняющих веществ;

M_i – сверхнормативная масса сброшенного i -го загрязняющего вещества за рассматриваемый период, t (общее количества опасного вещества, которое попало в водоём, за вычетом предельно допустимого количества);

$K_{\text{н}}$ – коэффициент, который учитывает уменьшение удельных расходов на ликвидацию загрязнения с ростом масштаба загрязнения;

K_{o_i} – коэффициент, который учитывает фактическую степень загрязнённости водного объекта i -ым веществом, или степень поражённости водного объекта, которая зависит как от интенсивности загрязнения, так и от свойства водоёма.

Тогда суммарное количество убытков, нанесённых промышленным объектом окружающей среде можно рассчитать по формуле:

$$Z_{\text{ос}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{атм}_i} + \sum_{j=1}^m Z_{\text{вод}_j} \quad (5)$$

где $Z_{\text{ос}}$ – размер компенсации убытков, нанесённых промышленным объектом окружающей среде в течение рассматриваемого периода, грн/год;

$Z_{\text{атм}_i}$ – размер компенсации убытков от попадания i -го вредного вещества в атмосферу, грн/год;

$Z_{\text{вод}_j}$ – размер компенсации убытков от загрязнения водных ресурсов j -ым вредным веществом, грн/год;

n, m – количество вредных веществ на промышленном объекте, которые загрязняют атмосферу и водные ресурсы соответственно.

Для оценки материального ущерба от выбросов вредных веществ в окружающую среду промышленным объектом в режиме нормальной эксплуатации за рассматриваемый период времени (1 год) рассчитываем индекс материального ущерба промышленного объекта:

$$I'_y = \left(\frac{Z_{\text{ос}}}{1000 \cdot K_{\text{Нmin}} \cdot t} \right) \cdot K_{\text{инф}}, \quad (6)$$

где I'_y – безразмерный индекс материального ущерба нанесённого окружающей среде рассматриваемым промышленным объектом, за определённый период времени (1 год);

$Z_{\text{ос}}$ – размер компенсации убытков, нанесённых промышленным объектом окружающей среде в течение рассматриваемого периода, грн/год;

$K_{\text{Нmin}}$ – коэффициент, равный необлагаемому налогом минимуму в рассматриваемом году, грн;

t – рассматриваемый период времени, мес;

$K_{\text{инф}}$ – коэффициент инфляции за рассматриваемый период.

В соответствии с формулой (2) приведённое к безразмерной шкале с интервалом от 0 до 1 значение индекса материального ущерба можно записать как:

$$I_y = 1 - \exp\left(-\exp\left(-1,52 + 0,02 \cdot I'_y\right)\right), \quad (7)$$

где I'_y – безразмерный индекс материального ущерба промышленного объекта для окружающей среды;

I_y – приведённый индекс материального ущерба промышленного объекта.

При этом значения близкие к 0 соответствуют низкому уровню материального ущерба, наносимого окружающей среде, а значения близкие к 1 – соответствуют очень высокому уровню загрязнения окружающей среды и, соответственно, крайне высокому уровню опасности промышленного объекта.

Т. к. в рамках своей нормативной деятельности объект ТЕЦ-5 осуществляет выбросы вредных веществ только в атмосферу, то возможный ущерб будем рассчитывать от загрязнения атмосферного воздуха. Количественная оценка состояния атмосферного воздуха определяется предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) разных вредных веществ в приземном слое. Существуют два значения ПДК:

максимально разовая (допустимая на протяжении 20 мин) и среднесуточная (допустимая на протяжении 24 ч). Среднесуточные ПДК являются основными, их назначение – не допустить неблагоприятного воздействия на человека длительного действия вредных веществ.

В табл. 2 приведены значения ПДК основных загрязняющих веществ в атмосфере для ТЭЦ-5.

Таблица 2

ПДК основных загрязняющих веществ в атмосфере

№	Название вещества	Предельно-допустимые концентрации	
		Максимально-разовая ПДК, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³
1	Диоксид азота	0,085	0,04
2	Оксид азота	0,6	0,04
3	Окиси серки	0,5	0,05
4	Сажа	0,15	0,05
5	Пыль нетоксичная	0,5	0,15
6	Окись углерода	5	1
7	Пятиокись ванадия	-	0,002
8	Бензапирен	-	0,000001

Фактические выбросы вредных веществ в атмосферу отличаются от теоретических, так как зависят от качества топлива, нагрузки, концентрации окисей азота в дымовых газах, зависящих от типа котла, топки, конструкции и расположения горелки, уровня эксплуатации и т.д.

Данные по выбросам вредных веществ в атмосферу представлены в табл. 3.

Таблица 3

Выбросы вредных веществ

№	Вещество	Класс опасности	Выбросы	
			Т/год	г/с
1	Сернистый ангидрид	3	17727	568
2	Окиси азота	2	3434	110
3	Бензапирен	3	0,0064	0,0002
4	Пятиокись ванадия	3	80	2,56

Пользуясь зависимостью (4), рассчитываем убытки от выбросов перечисленных выше вредных веществ в атмосферу для объекта ТЭЦ-5 по основным загрязнителям атмосферы $Z_{атм,1}$. На основе рассчитанных значений материального ущерба от выбросов в атмосферу основных вредных веществ, находим по формуле (5) суммарное значение материального

ущерба $Z_{ос}$ от деятельности данного промышленного объекта, в течение рассматриваемого периода (1 год). Далее рассчитываем значение индекса материального ущерба I'_y в виде безразмерного показателя по формуле (6). Используя полученное значение индекса I'_y , приводим его к безразмерной шкале в пределах от 0 до 1 по формуле (7) и получаем приведённый индекс материального ущерба I_y . Результаты расчётов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Расчёт материального ущерба

Показатель (вещество)	Значение
Сернистый ангидрид	43395,70 грн
Окиси азота	42776,47 грн
Бензапирен	0 грн
Пятиокись ванадия	6750000,00 грн
$Z_{ос}$	6836172,17 грн
I'_y	35,051
I_y	0,357

Выводы

Дополнение разработанной нами методики материальной составляющей оценки убытков вследствие сверхнормативных выбросов вредных веществ в окружающую среду рассматриваемым промышленным объектом, позволит более полно оценить опасность объекта. В данном случае опасность объекта будет оцениваться по двум составляющим: опасности объекта в режиме нормальной эксплуатации – выбросы вредных веществ в окружающую среду вследствие производственной деятельности рассматриваемого объекта, а также потенциальной опасности объекта в случае возникновения аварии с выбросом опасных веществ в окружающую среду. Это даст возможность принимать адекватные выводы об уровне опасности промышленного объекта. Наличие индексных составляющих оценки потенциальной опасности объекта позволит определить возможные слабые стороны в безопасности объекта с целью его усовершенствования и уменьшения уровня опасности. Оценка опасности в режиме нормальной эксплуатации от выбросов вредных веществ в окружающую среду в виде материального эквивалента, позволит активно использовать систему штрафов и экологических налогов для усовершенствования систем очистки, стимулирования снижения уровня выбросов в окружающую среду и модернизации технологического процесса.

Литература

1. Алымов В.Т. Техногенный риск [Текст] / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Акадмкнига», 2006 – 118 с.
2. Статюха Г.А. Оценка экологической опасности промышленных систем [Текст] / Г.А.Статюха, Т.В. Бойко, В.И. Бендюг // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-22: Сб. трудов XXII Международ. науч. конф.: В10 т. Т. 4. Секция 4, Псков. - 2009. - С. 36-38.

3. Бойко Т.В. Особенности определения техногенного риска на объектах химической технологии при проектировании [Текст] / Т.В. Бойко, В.И. Бендюг, М.В. Назаренко // Сб. трудов XXIV Междунар. науч. конф. Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24 в 10 т. Т. 4 Секция 4 / под. общ. ред. В.С. Балакирева.- Киев: Национ. техн. ун-т Украины «КПИ», 2011. – С. 23-26.
4. Назаренко М.В. Особливості визначення техногенного ризику хіміко – технологічних об'єктів на стадії проектування [Текст] / М.В. Назаренко, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг // Східно-європейський журнал передових технологій, Харків, 2011, №3/11 (51) – С. 13-17.
5. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря [Текст]: Наказ від 10 грудня 2008 року № 639 // Офіційний вісник України. – 2009.– № 5. – 02 лютого. – С. 120, стаття 151, код акту 45574/2009.
6. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів [Текст]: Наказ від 20 липня 2009 року № 389 // Офіційний вісник України. – 2009.– № 63. – 28 серпня. – С. 128, стаття 2242.

У роботі розглянуто структуру і функції підсистеми керування процесом теплопостачання у цех твердих лікарських засобів. Відповідно до запропонованої структури виділений технологічний об'єкт керування, вибрані математичні моделі, розраховані оптимальні налаштування регуляторів

Ключові слова: система керування, математична модель, лікарські засоби

В работе рассмотрена структура и функции подсистемы управления процессом теплоснабжения цеха твердых лекарственных средств. В соответствии с предложенной структурой выделен технологический объект управления, выбраны математические модели, рассчитаны оптимальные настройки регуляторов

Ключевые слова: система управления, математическая модель, лекарственные средства

This paper presents the structure and function of control subsystem of the heat supply process to the solid medicaments department. In accordance with proposed technological control object the mathematical models selected and the optimal parameters of feedback controllers calculated

Keywords: system control, mathematical model, medicaments

УДК 615-65

ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ЦЕХ ТВЕРДИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

О.В. Сангінова

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (044) 454-97-83

E-mail: olga.sanginova@gmail.com

С.М. Брусник*

Контактний тел.: (044) 454-97-83

*Кафедра кібернетики хіміко-технологічний

процесів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, , 03056

Вступ

Фармацевтичні підприємства України виробляють близько 1400 найменувань препаратів у формі таблеток, аерозолів, спреїв, капсул, мазей, порошків, розчинів, супозиторіїв та ін. Серед них тверді лікарські засоби (таблетки) займають близько 38%. На якість таблеток суттєво впливає температура та вологість повітря у цеху. Порушення вимог з вологості та температури призводить до наліпання таблетної маси на деталі апаратів і ускладнень при гранулюванні та кристалізації суміші [1]. Підтримання заданої темпе-

ратури у приміщенні цеху зазвичай здійснюється оператором вручну за показаннями приладів контролю. Автоматизація процесу теплопостачання та створення підсистеми керування дозволить усунути типові недоліки, характерні для ручного способу керування.

Виділення технологічного об'єкту керування та постановка задачі

Підтримання заданої температури у цеху здійснюється за допомогою системи обігріву цеху, схема якої