

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ТЕХНОПРИРОДНИХ СИСТЕМ

В. Старчак, доктор технічних наук, професор,
Г. Мачульський, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Чернігівській національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка,
С. Цибуля, кандидат технічних наук, доцент, декан,
Чернігівський національний технологічний університет,
О. Мачульський, заступник директора,
Інститут управління якістю, м. Чернігів

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

В. Старчак, доктор технических наук, профессор,
Г. Мачульский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Черниговский национальный педагогический университет им. Т.Г. Шевченко,
С. Цибуля, кандидат технических наук, доцент, декан,
Черниговский национальный технологический университет,
О. Мачульский, заместитель директора,
Институт управления качеством, г. Чернигов

ESTIMATION OF TECHNOGENOUS INFLUENCE ON TECHNONATURAL SYSTEMS ECOLOGICAL SAFETY

V. Starchak, Doctor of Technical Sciences, Professor,
G. Machulski, Candidate of Agricultural Sciences, Docent,
ChNEU,
S. Tcibula, Candidate of Technical Sciences, Docent, Decan,
O. Machulski, Deputy Director,
Institute of Quality Management, Chernigiv

У статті запропоновано комплексну інтегральну оцінку техногенного впливу на екостан техноприродних систем (ТПС) і рівень їхньої екологічної безпеки. Показано, що екологічна ситуація та ризик техногенних аварій безпосередньо пов'язані з техногенним екодеструктивним впливом інгредієнтного, енергетичного забруднення на експлуатаційну надійність та екологічну безпеку інженерних наземних, підземних, підводних споруд. Це обумовлює нагальність уніфікованого оцінювання техногенного впливу на екостан ТПС та інноваційних заходів екологічного забезпечення технологічними, організаційно-технічними методами захисту довкілля як ефективними чинниками екологізації економіки.

Відомо, що руйнація інженерних споруд у забрудненому доквіллі обумовлює великі еколого-економічні збитки за рахунок втраченого, недовиробленого продукту та компенсаційних втрат з ліквідації наслідків техногенних аварій: порушення природних ландшафтів, накопичення важких металів

(супертоксиантів ХХІ ст.) та інших поллютантів у ґрунті, водоймах, атмосфері, біоті [1—8].

Так, у роботах [1—3] звертається увага на забруднення всіх складових біосфери речовинним забрудненням неорганічної та органічної природи. У [3] наведено інтегральну оцінку забруднення атмосферного

повітря, водойм, ґрунту, але відсутня оцінка впливу техногенного інгредієнтного забруднення на технічні споруди. У [4], окрім впливу інгредієнтного забруднення, розглядається вплив енергетичного (акустичного) забруднення. У [5] звертається увага на дію техногенного забруднення як екодеструктивних факторів, що можуть призвести до техногенних аварій, але відсутня інтегральна оцінка впливу інгредієнтного та енергетичного забруднення на експлуатаційну надійність та екологічну безпеку інженерних споруд. Автори [6] увели поняття щодо концепції шкодочинності в екології, за впливом інгредієнтного забруднення на водну біоту. У [7, 8] показано шляхи підвищення експлуатаційної надійності інженерних споруд, але не розглядаються екологічні проблеми їх захисту. Автори [9] розглядають екологічні проблеми корозії металів, але в роботі теж відсутня інтегральна оцінка дії техногенного забруднення на екологічну безпеку магістральних трубопроводів. У роботах [10—12] автори розглядають вплив техногенного забруднення на екологічну безпеку ТПС і наводять результат на основі інгредієнтних складових. Автори [13—16] вказують на вплив техногенного забруднення атмосфери на населення, розглядають основи екологічної безпеки, наукові принципи екологічної експертизи, пропонують визначати якість води індексом забруднення ($I_{ЗВ}$) та наводять 7 класів якості води. У [17] автор приділяє увагу галузевому техногенному забрудненню (інгредієнтному та енергетичному), але інтегральна оцінка його також відсутня. У роботі [18] наведено фізико-хімічні основи техногенної безпеки експлуатації металоконструкцій в екологічно-небезпечних виробничих середовищах з різним рН. У [19] розглядається загальна характеристика конструкційних матеріалів сучасної техніки, різновиди її руйнування, методи захисту та засоби підвищення екологічної безпеки експлуатації технічних споруд; еколого-корозійний моніторинг, корозійно-механічні руйнування як основна причина техногенних аварій, екологічних катастроф та їх запобігання. У [20—24] наведено нормативні документи, стандарти щодо техногенного забруднення атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунту; корозійної тривкості металів та енергетичного забруднення (вібрації, електромагнітних полів, радіації).

Отже, техногенне забруднення призводить не лише до захворювання рослин, тварин, людини, але й до пришвидшення руйнації високовартісних інженерних споруд [7, 8, 11, 12, 18, 23].

Тому набуває важливого значення уніфікована інтегральна оцінка техногенного впливу на екостан ТПС, що дає можливість об'єктивно визначити рівень екологічної небезпеки та її зниження ефективним захистом навколишнього середовища, з упровадженням інноваційних технологій.

Мета статті — розробити уніфіковану інтегральну оцінку техногенного впливу на ТПС для комплексного екоупезпечення як біотичної, так і абіотичної складових довкілля, враховуючи техногенну безпеку високовартісних інженерних споруд.

Основна частина

Для виконання поставленої мети роботи доцільно було використати розроблені моделі екостану ТПС та екобезпеки інженерних споруд з удосконаленням методів підвищення експлуатаційної та екологічної надійності споруд та збільшення дієвості контролю засобів захисту довкілля за інтегральними показниками технічної, екологічної та економічної ефективності [25—29].

На розвиток наукових робіт, виконаних раніше [2, 3, 8, 11, 12], проведено уніфікацію інтегральної оцінки техногенного впливу на ТПС, у балах, за сумарним показником екобезпеки I_H на основі вже 10 сумарних показників небезпеки техногенного забруднення у балах (замість 4—5 [8, 11, 12]):

1. Атмосферного повітря — K_a (за I_{3A} — індексом забруднення атмосфери) [13—15, 20].
 2. Ґрунту — K_r (за сумарним показником забруднення — Z_c [21]).
 3. Водойм — K_b (за I_{3B} [16, 22]).
 4. Акумуляції техногенного забруднення рослинністю — K_p (за K_{ac} [1—3, 6]).
 5. Небезпеки здоров'ю людини — K_3 (за ступенем ризику [14, 15]).
 6. Тривкості конструкційних матеріалів (КМ) у забрудненому середовищі — K_{KM} (за групами тривкості 1...6 та 10-бальною шкалою [19, 23]).
 7. Витривалості КМ (за показниками техногенного впливу на малоциклову втому (МЦВ) — основну причину техногенних аварій металоконструкцій — $K_{MЦВ}$ (за β_c^N або β_H^N [9, 10, 18]), відносно циклів N до руйнування КМ на повітрі та у забрудненому середовищі.
 8. Електромагнітних полів (ЕМП) — $K_{ЕМП}$ [17, 24], з урахуванням E, H, σ .
 9. Акустичного забруднення — вібрації — K_v [17, 25], за рівнем в частках $L_{Vдоп}$.
 10. Радіоактивного забруднення (РЗ) — $K_{РЗ}$ [17, 24, 25], за рівнем у частках питомої активності $A_{доп}$.
- Визначення комплексної оцінки екостану ТПС здійснювали за I_H (табл. 2):

$$I_H = K_a + K_r + K_b + K_p + K_3 + K_{KM} + K_{MЦВ} + K_{ЕМП} + K_v + K_{РЗ}. \quad (1)$$

Підвищення якості контролю техногенного впливу на екобезпеку ТПС продемонстровано у роботі на прикладі екобезпечної об'єкта — трубопроводного транспорту, із залученням технологічних методів захисту довкілля (прямих, непрямих) — удосконаленням виробничих процесів; організаційно-технічних — зменшенням техногенного забруднення синергічними

Таблиця 1. Уніфікована інтегральна бальна оцінка впливу техногенного забруднення на екостан ТПС

Оцінка в умовних балах складових I_H						
1. Атмосферне повітря (K_a)						
Допустиме	Середнє	Високе	Дуже високе	Надзвичайно високе		
1—2	3—5	6—8	9	10		
2. Ґрунт (K_r)						
Допустимий	Помірно допустимий	Небезпечний		Надзвичайно небезпечний		
1—3	4—6	7—9		10		
3. Водойма (K_b)						
Дуже чиста	Чиста	Помірно забруднена	Забруднена	Брудна	Дуже брудна	Надзвичайно брудна
1—2	3—4	5	6	7—8	9	10
4. Рослинність (K_p)						
Допустима	Помірно допустима	Небезпечна		Надзвичайно небезпечна		
1—3	4—6	7—9		10		
5. Здоров'я людини (ризик) (K_3)						
Малий	Середній	Високий		Дуже високий		
1—3	4—5	6—8		9—10		
6. Тривкість КМ (K_{KM})						
Цілоком тривкі	Дуже тривкі	Тривкі	Понижено тривкі	Малотривкі	Нетривкі	
1	2—3	4—5	6—7	8—9	10	
7. Витривалість КМ (за β_c^N) ($K_{MЦВ}$)						
Допустима	Помірно допустима	Напружена	Небезпечна		Надзвичайно небезпечна	
1—2	3—4	5—6	7—8		9—10	
8. ЕМП ($K_{EMП}$)						
Допустима	Помірно допустима	Напружене	Небезпечне		Надзвичайно небезпечне	
1—2	3—4	5—6	7—8		9—10	
9. Вібрація (K_v)						
Допустима	Помірно допустима	Напружена	Небезпечна		Надзвичайно небезпечна	
1—2	3—4	5—7	8—9		10	
10. Радіація (K_{P3})						
Дуже низька	Низька	Помірна	Допустима		Небезпечна	
1—2	3—4	5—7	8—9		10	

Таблиця 2. Шкала комплексної оцінки екостану техноприродних систем за I_H

I_H	0—10	11—20	21—31	32—43	44—55	56—66	67—77	78—89	90—100	>100
Бал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Екостан	Сприятливий	Нормальний	Задовільний	Напружений	Складний	Незадовільний	Критичний	Передкризовий	Кризовий	Катастрофічний

Таблиця 3. Уніфікована комплексна оцінка екостану ТПС із трубопровідним транспортом

Основні складові I_H	Без захисту, бал	Із захистом, бал
1. K_a	5	2
2. K_r	7	5
3. K_b	8	4
4. K_p	5	2
5. K_3	6	2
6. K_{KM}	7	4
7. $K_{MЦВ}$	5	2
8. $K_{EMП}$	4	2
9. K_v	3	2
10. K_{D3}	4	2
I_H	54	27
Бал	5	3
Екостан	Складний	Задовільний

захисними композиціями з утилізацією відходів фізико-хімічними методами (адсорбцією, іонним обміном) і хімічними — металохелатуванням тощо [10—12, 18, 25—29]. Синергічні захисні композиції — багатокомпонентні системи на вторинній сировині з утилізацією відходів виробництва, споживання, що містять протикорозійні угруповання, з добавками синергістів — полідентатних лігандів, з декількома активними реакційними центрами (похідними імідазолу, тіазолу), що забезпечують у комплексі внутрішньомолекулярний та міжмолекулярний синергізм захисної дії.

Експериментальні дані (табл. 3) опрацювали методами математичної статистики, з визначенням стандартної похибки S , яка становить за $n = 6, t = 2,75$ й довірчої імовірності 0,95: $S = + 5...10$ %. Визначали також коефіцієнт кореляції регресійним аналізом, за методом найменших квадратів. Малоімовірні дані відкидали із урахуванням Q -критерію.

Із табл. 1 видно, що досліджений ґрунт характеризується як небезпечний [16], III категорії ($Z_c = 42$), поверхневі води (р. Білоус) — брудні, V клас небезпеки [17, 18], $I_{3В} = 5,99$. Це значне інгредієнтне забруднення разом із незначним енергетичним (помірно допустимим, низьким за радіаційним забрудненням) обумовлюють суттєві втрати трубної сталі 20 — 4 група тривкості (понижено тривкі) — 7 бал [19], високий ризик захворювань населення (6 бал) та техногенних аварій ($K_{MЦВ} = 5$, напружений стан). Сумарний показник екологічної небезпеки $I_H = 54$ (бал 5), що вказує на складний екостан ТПС з трубопровідним транспортом і потребує захисту від техногенного забруднення. Використання синергічних захисних композицій на вторинній сировині, з утилізацією регіональних відходів [7, 8, 11, 22, 25—29], знижує екобезпеку техногенного забруднення в 1,4—4 рази (за бальною оцінкою) — табл. 2, 3: забруднення повітря стає допустимим

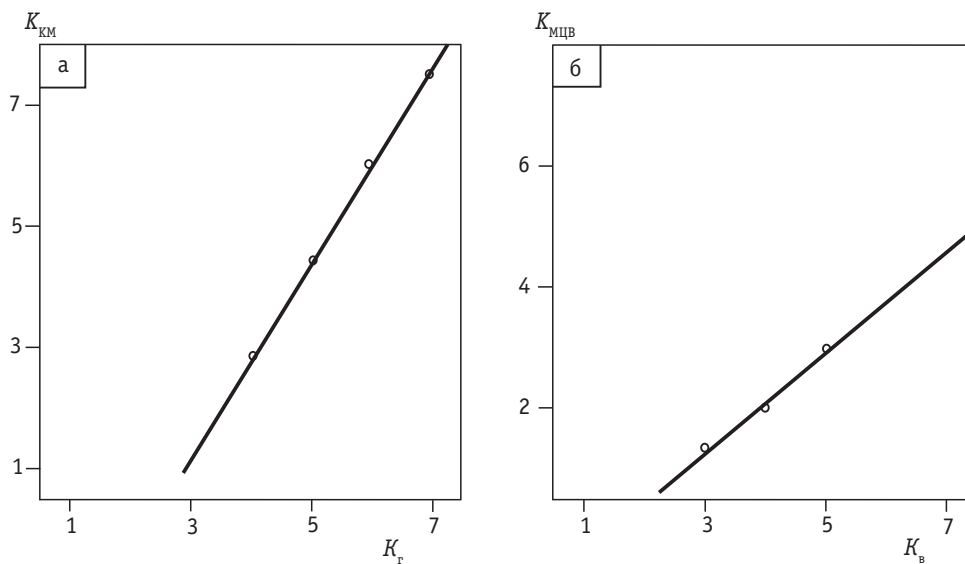


Рис. 1. Кореляційні залежності; а) $K_{KM} = f(K_r)$; б) $K_{MЦВ} = f(K_b, \text{бал})$; $r = 0,94$

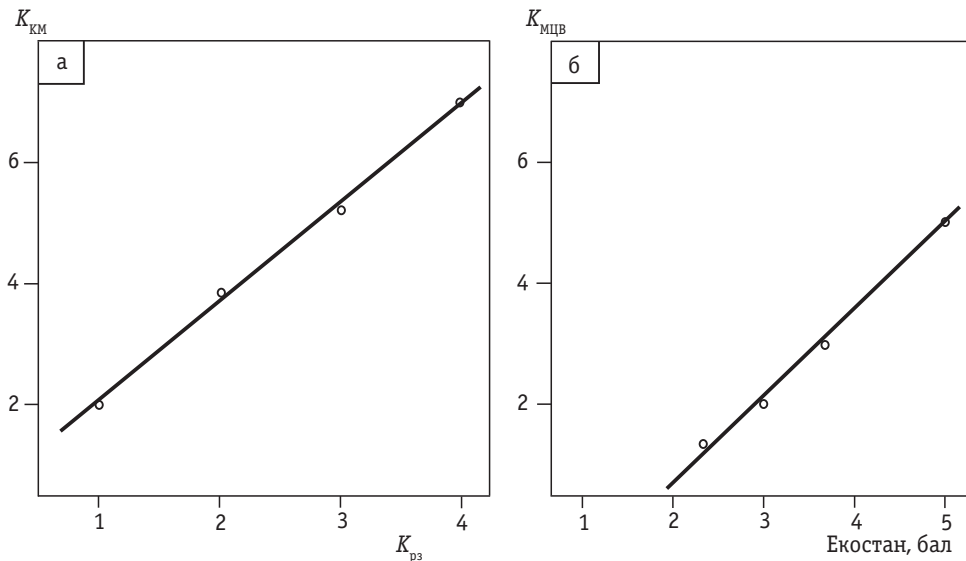


Рис. 2. Кореляційні залежності; а) $K_{км} = f(K_{рз})$; б) $K_{мцв} = f(K_{Екостан}, \text{бал})$; $r = 0,93$

(2 бал), ґрунт — помірно-допустимим (II категорія небезпеки за $Z_c = 21$), 5 бал. Вода з V категорії якості стає II категорії (4 бал) — чистою; акумуляція техногенного забруднення у рослинах — допустимою (2 бал). Ризик щодо здоров'я населення знижується до малого (бал 2), енергетичне забруднення — до допустимого та дуже низького (за радіаційного забруднення). У результаті значно зменшуються втрати металу (сталь 20 стає тривкою, бал 4), ризик техногенних аварій за витривалістю трубопровідного транспорту (він стає допустимим, бал 2). Сумарний показник небезпеки I_H знижується удвічі. Екостан характеризується як задовільний (бал 3).

Спостерігаються кореляційні залежності (рис. 1, 2):

$$K_{км} = f(K_r, K_{рз}), \quad (2)$$

$$K_{мцв} = f(K_v, \text{екостан, бал}). \quad (3)$$

Звертає на себе увагу, що навіть низьке радіаційне забруднення ґрунту (значно менше за допустиме) обумовлює підвищену його агресивність щодо КМ інженерних споруд та експлуатаційну екобезпеку [25].

ВИСНОВКИ

Розроблено уніфіковану бальну комплексну інтегральну оцінку техногенного впливу на екостан ТПС на прикладі трубопровідного транспорту. Показано, що зі збільшенням техногенного забруднення (інгредієнтного, енергетичного) зростає сумарний показник екобезпеки I_H , що підвищує ризик захворювань населення, техногенних аварій, екодеструктивного впливу на всі складові довкілля. Ефективним захистом довілля можна забезпечити оптимізацію екологічної ситуації, екобезпеку та експлуатаційну надійність інженерних споруд екобезпечних об'єктів та попередити значні екоекономічні збитки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища / За ред. О.І. Бондаря, Г.І. Рудька. — К.: ЕКМО, 2004. — 423 с.
2. Рудько Г.І., Гошовський С.В. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методологічні основи). — К.: Нічлава, 2006. — 464 с.
3. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення. — К.: Маклаут, 2008. — 320 с.
4. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. — Х.: ХНУ ім. В. Каразіна, 2008. — 436 с.
5. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. — Суми: Університет. книга, 2002. — 346 с.
6. Гандзюра В.П., Грубінко В.В. Концепція шкочочинності в екології. — К.-Тернопіль: ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2008. — 144 с.
7. Сучасне матеріалознавство XXI ст. / Відп. редактор акад. НАНУ І.К. Походня — К.: Наук. думка, 1998. — 658 с.
8. Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій / Під ред. акад. В.В. Панасюка. — Львів: Каменяр, 1999. — Т. 1. — 352 с., Т. 2. — 346 с., Т. 3. — 286 с.
9. Сидоренко С.Н., Черных Н.А. Коррозия металлов и вопросы экологической безопасности магистральных трубопроводов. — М.: РУДН, 2002. — 83 с.
10. Охорона техноприродних екосистем від техногенного забруднення / В.Г. Старчак, І.П. Крайнов, С.Д. Цибуля та ін. // Фальцфейнівські читання. — Херсон: МОНУ, ХДУ, Ін-т природознавства, 2009. — С. 339—342.
11. Старчак В.Г., Цибуля С.Д., Буяльська Н.П., Пушкарьова І.Д. Інтегральна оцінка в аналізі та управлінні

- регіональною екологічною безпекою // Екологічна безпека. — 2010. — № 2 (10). — С. 7—11.
12. Підвищення техногенно-екологічної безпеки техноприродних систем Чернігівщини / В.Г. Старчак, І.Д. Пушкарьова, С.Д. Цибуля та ін. // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях. — К.: УИЦ НТТ, 2010. — С. 365—367.
 13. Коніцула Т.Я., Горлицький Б.О., Ясулайтис А.І. Аналіз впливу забруднення атмосферного повітря на населення Шевченківського р-ну м. Києва // Екологія та БЖД. — 2004. — № 4. — С. 70—76.
 14. Боков В.А., Луцук А.В. Основы экологической безопасности. — Симферополь: Сонат, 1998. — 224 с.
 15. Кораблєва А.И., Чесанов Л.Г., Савин Л.С. Введение в экологическую экспертизу. — Днепропетровск: Полиграфист, 2000. — 145 с.
 16. Хільчевський В.К. Водопостачання та водовідведення. Гідрологічні аспекти. — К.: ВЦ «КУ», 1999. — 319 с.
 17. Охрана окружающей среды / Под ред. С.В. Белова — М.: ИНФРА, 2006. — 425 с.
 18. Фізико-хімічні основи техногенної безпеки експлуатації металоконструкцій в екологічно-небезпечних середовищах // Звіт про д/б НДР, №ДР 0102U000702. — Чернігів: Чернігівський державний технологічний університет, 2006. — 151 с.
 19. Старчак В.Г., Бондар О.І. Екологічна безпека конструкційних матеріалів. Методичний посібник з лабораторного практикуму. — К.: ДЕІ, 2008. — 40 с.
 20. ДСП-201-97. Атмосферне повітря населених міст (забруднення хімічними та біологічними речовинами); СанПіН 3086-84 (з доповненнями 1988-1994); РД 52.4.186-89. Контроль загрязнення атмосфери; ДСТУ ISO 4219:2004; ДСТУ ISO 9359-2003 Якість повітря; ДСТУ ISO 14644-1:2004. Класифікація чистоти повітря.
 21. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Охорона ґрунту; СанПіН 17.2.2.6-98; ДСТУ ISO 10381-1:2004; ISO 15799:2005. Екотоксикологічна характеристика ґрунтів.
 22. СанПіН 4630-88 (поверхневі води); ДСанПіН 2.2.4-003-98 (питне водопостачання); ДСанПіН 2.2.4.036-99. Гігієнічні вимоги до якості води господарсько-питного водокористування.
 23. ГОСТ 13819. Десятибальна шкала корозійної тривкості металів.
 24. ДСТУ 2300-93; ДСН 3.3.6.039-2001. — Вібрація; СанПіН 12.1.006-94; ДСП №173-1996 — Електромагнітні поля; НРБ-76/87; НРБУ-97/Д-2000, ОСП РБУ №54, 2005 — Радіаційна безпека.
 25. Старчак В.Г., Цибуля С.Д. Противокоррозионная защита как эффективный фактор предотвращения экодеструктивного техногенного влияния на природную среду // Энерготехнологии и ресурсосбережение. — 2012. — № 6. — С. 35—39.
 26. Старчак В.Г., Цибуля С.Д., Пушкарьова І.Д., Мачульський Г.М. Утилізація промислових відходів у захисних композиціях // Екологія—2011. — Вінниця: ВНТУ, 2011. — С. 604—606.
 27. Цибуля С.Д. Об использовании научного потенциала для повышения эффективности трубопроводного транспорта // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях. — К.: УИЦ НТТ, 2012. — С. 269—272.
 28. Цибуля С.Д. Комплексне забезпечення екологічної безпеки трубопровідного транспорту // Фіз.-хім. механіка матер. — 2012. — Спецвип. № 9. — Т. 2. — С. 767—772.
 29. Старчак В.Г., Цибуля С.Д., Пушкарьова І.Д., Мачульський Г.М. Композиція для зменшення забруднення ґрунту важкими металами як небезпечними екологічно-корозійними агентами // Патент України № 66437. — 2012. — Бюл. № 1. — 8 с. ■

НОВИНИ ISO

ISO оголошує конкурс для молодих фахівців з країн, що розвиваються

Ви молоді, живете в країні, що розвивається, у вас є історія стосовно стандартів та стало розвинуто енергетику. У цьому випадку ви відповідаєте вимогам учасників конкурсу творів, що проводить ISO/DIN! Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) оголошує конкурс 2014 року для молодих фахівців з країн, що розвиваються. Конкурс відкритий для будь-яких фахівців віком до 35-ти років.

Конкурс спонсорує Німецький інститут стандартів (DIN) і він покликаний надати шанс таким фахівцям. Для перемоги учасникам потрібно:

- Написати есе англійською мовою на тему «Сталий розвиток енергетики. Як стандарти можуть допомогти у вирішенні цього завдання?»;
- Записати 2-хвилинний відеоролик, у якому викласти ключові моменти простими словами та

оригінальним способом, легким для розуміння широкою аудиторією.

Ваше завдання — подати персональний аналіз ролі стандартизації у просуванні ідеї сталого розвитку енергетики та сформулювати оригінальні ідеї, які могли б бути реалізовані у вашій країні.

Переможець отримає запрошення провести тижень у Берліні (Німеччина) з оплатою всіх витрат, де зможе пройти навчання і ознайомитися з численним спектром управлінської діяльності у галузі стандартизації під керівництвом DIN, національної організації зі стандартизації з багатолітньою історією успіху, відвідати Центральний секретаріат ISO у Женеві.

Чекаємо на ваші історії. Додаткову інформацію щодо участі ви можете знайти у файлі формату pdf ISO/DIN essay contest for young professionals in developing countries (англ. мовою). ■