
Землю) брав участь у проходженні практики у Туреччині. Студенти та випускники спеціальностей кафедри 5 листопада 2021 року долучились до акції «Зелена країна», висаджуючи ліс у Микулинецькому лісництві.

БАРНА І. М., к. геогр. н., доцент
ГРАБАР Л. Р., магістрантка спеціальності
«Науки про Землю»

ДИНАМІКА МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
СТІЙКОСТІ АТМОСФЕРИ У М. ТЕРНОПОЛІ ВПРОДОВЖ
2010-2020 рр.

Атмосферне повітря є одним із компонентів довкілля. Його значення виявляється винятковим для організмів, які прийнято називати аеробами. Залежність їхнього метаболізму від доступу достатньої кількості кисню надає атмосфері ознак детермінантності. Відтак, значення атмосфери для переважної частини живого на Землі є виключно важливим, оскільки вона є джерелом кисню, необхідного для життя організму. У процесі антропогенезу, виходячи за рамки лише біологічного існування, людина залишається і сьогодні залежною від навколишнього середовища. Так чи інакше, для людини атмосфера, як і для більшості видів, визначає рівень життєздатності.

З таких причин споживане повітря повинно відповідати вимогам людського організму, тому об'єктивною є необхідність підтримання оптимального складу атмосфери. Враховуючи зростання антропогенного навантаження на довкілля загалом, і атмосферу зокрема, обрана тема дослідження набуває особливої актуальності, з'ясовуючи потенційні можливості атмосферного повітря протистояти зовнішнім впливам і самоочищатись.

Сьогодні вражаюче часто б'є рекорди, які ставлять людство у позицію вибору: або продовжувати експлуатувати природне середовище на основі сформованих традицій, або радикально змінювати способи природокористування, щоб знівелювати наслідки антропоцентризму. Розширення спектру потреб, які людина намагається задовольнити призводить до наростання екологічних кризових явищ та процесів.

Як наслідок, наприкінці ХХ ст. прогресивно налаштована частина соціуму продукує концепцію сталого розвитку, позаяк екологічні наслідки попередніх періодів антропогенезу виявились значимішими у порівнянні з намаганнями їх подолати. 1992 року в Ріо-де-Жанейро на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку вперше озвучені тези концепції, які обґрунтовували узгоджений розгляд проблем стану природного середовища та соціально-економічного розвитку [10,11]. Кінцевий результат такого підходу передбачає встановлення динамічної рівноваги між антропогенним навантаженням на природне середовище та його здатністю до самовідновлення шляхом визначення порогових значень потенціалу стійкості.

Більшість фахівців у галузі природокористування, ландшафтознавців, географів сходяться на думці, що стійкість – здатність геосистем активно зберігати свою структуру і характер функціонування у просторі та часі при дії змінних умов зовнішнього середовища [3,5].

Встановлення суті поняття «стійкість системи» розкриває механізми її формування та функціонування, а тому враховуючи наслідки впливу на природні системи господарської діяльності, необхідним стає оцінити потенційні можливості системи протидіяти зовнішнім впливам, тобто оцінити потенціал стійкості природних систем. Серед численних визначень найбільш вдалими, з нашої точки зору, є запропоноване М. Гродзинським: «стійкість – здатність при дії зовнішнього фактора перебувати в задній області станів та повертатись до неї за рахунок інертності та відновлюваності» [5].

Вчені зауважують про необхідність розрізняти стійкість природних систем і стійкість інтегральних природно-техногенних чи техногенних модифікованих систем. Зважаючи на об'єкт дослідження наша увага цілковито зосереджена на природних системах, до яких відносять і атмосферне повітря. При цьому стійкість природних систем – це здатність зберігати набуті нею структуру та характер функціонування під впливом зовнішніх чинників. Оскільки зовнішні впливи можуть мати різну природу, у тому числі антропогенну, тому прийнято розрізняти природну стійкість системи та стійкість до

різноманітних антропогенних впливів. Стосовно атмосферного повітря, то його функціонування як природної системи є наслідком реалізації: 1. природної стійкості системи; 2. стійкості системи до різноманітних антропогенних впливів.

Стійкість реалізується через зміну станів геосистеми у відповідь на зовнішні впливи. У своїй роботі потенціал стійкості природної системи такої, якою є атмосферне повітря, нами оцінено як її здатність протистояти антропогенним впливам у разі їх виникнення або самовідновлюватися у випадку антропогенного навантаження. Враховуючи вище зазначене, доцільним є використовувати не поняття стійкості, а потенціал стійкості, тобто характеристики його величини.

Потрапляння в атмосферу властивих чи невластивих її хімічному складу речовин внаслідок емісій забруднюючих речовин розбалансовує природний склад атмосфери [5], функціональні співвідношення її природних компонентів. Послаблення таких змін в газовому складі атмосфери відбувається за рахунок горизонтального переміщення повітряних мас – вітру [5,11]. З іншого боку, саморегуляція та самоочищення атмосфери реалізується завдяки випаданню опадів, коли домішки виводяться за межі системи [6,12].

Урахування згаданих чинників стійкості атмосфери обумовило спроби вчених кількісно оцінити стійкість атмосфери [2,3,4,12]. Найбільш вдалим виявилось рішення В. А. Барановського, який врахував геофізичні умови території у запропонованому показнику метеорологічного потенціалу атмосфери (МПА), що визначається за формулою:

$$K_{\text{ма}} = P_{\text{ш}} + P_{\text{т}}/P_{\text{о}} + P_{\text{в}},$$

де $P_{\text{ш}}$ – повторюваність днів із швидкістю вітру 0-1 м/с; $P_{\text{т}}$ повторюваність днів із туманами; $P_{\text{о}}$ повторюваність днів із опадами 5 мм і більше; $P_{\text{в}}$ повторюваність днів із швидкістю вітру 6 м/с і більше [2].

Якщо обчислений $K_{\text{ма}} > 1$, то переважання безвітряної погоди і туманів сприяють накопиченню шкідливих речовин. Результат обрахунків $K_{\text{ма}}$ менший 1 отримуємо при переважанні днів з опадами і вітром швидкістю 6 м/с і більше, що уможливує самоочищення атмосфери.

Показник коефіцієнту метеорологічного потенціалу стійкості атмосфери $K_{\text{мпа}}$ у 2010 р. вказує на переважання процесів самоочищення, зокрема, за рахунок горизонтального перенесення домішок під час вітряної погоди. Здатність атмосфери до самоочищення за даними 2010 р. коливалась за місяцями з показниками 0,38-1,11, забезпечуючи середньорічний показник на рівні 0,62. З іншого боку, таке значення $K_{\text{мпа}}$ обумовлене значною часткою днів з швидкістю вітру 0-1 м/с. Найкраща ситуація щодо метеорологічного потенціалу стійкості атмосфери у 2010 році спостерігалась у березні й квітні ($K_{\text{мпа}} = 0,38$), незначно гірша – у травні ($K_{\text{мпа}} = 0,40$) з показниками меншими за середньорічний (рис. 1). Близьким до середнього значення за рік $K_{\text{мпа}}$ спостерігався в липні та жовтні. Найкритичніша ситуація у 2010 р. спостерігалась у листопаді, головним чином внаслідок безвітряної та туманної погоди з незначними опадами.

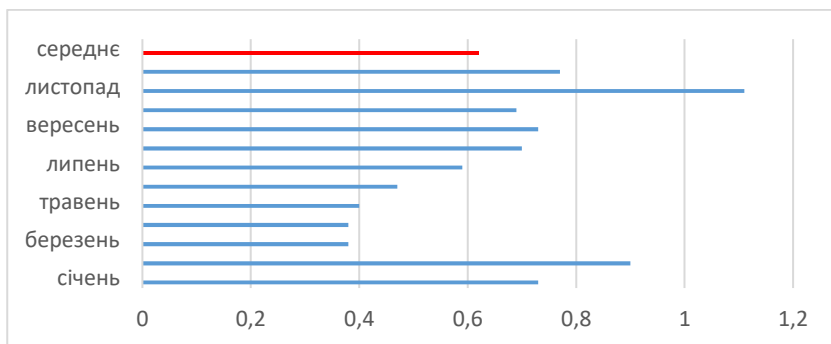


Рис. 1. Коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери у 2010 р. [7, 8].

$K_{\text{мпа}}$ у 2013 р., подібно як і в 2010 р., вказує на переважання процесів самоочищення, зокрема за рахунок горизонтального перенесення домішок під час вітряної погоди на тлі значного скорочення днів з туманами. Здатність атмосфери до самоочищення за даними 2013 р. коливалась за місяцями з показниками 0,05-1,19, забезпечуючи середньорічний показник на рівні 0,31, що у 2 рази менше 2010 р. Така тенденція значень $K_{\text{мпа}}$ за період 2010-2013 рр. вказує на зростання

потенціалу стійкості атмосфери, обумовлене значною часткою днів з швидкістю вітру понад 6 м/с. Найкраща ситуація щодо потенціалу стійкості атмосфери у 2013 році спостерігалась у березні й травні ($K_{\text{мпа}} = 0,09$ і $0,05$), з показниками меншими за середньорічний (рис. 2).

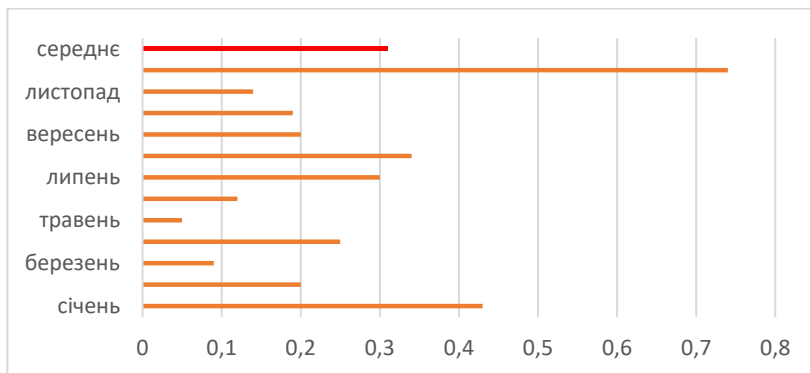


Рис. 2. Коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери у 2013 р. [7, 8].

Проте у порівнянні з 2010 р., у 2013 р. $K_{\text{мпа}}$ варіював із більш широким діапазон значень: 0,05-1,19 проти 0,38-1,11. Таким чином, 2013 р. виявився таким, коли $K_{\text{мпа}}$ різко змінювався від здатності протистояти зовнішнім впливам до значної втрати такої здатності. Близьким до середнього значення за рік $K_{\text{мпа}}$ спостерігався в липні та серпні. Найкритичніша ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2013 р. спостерігалась у жовтні, головним чином внаслідок безвітряної та туманної погоди з незначними опадами.

У 2016 р. показник $K_{\text{мпа}}$ у порівнянні з 2013 р. значно зріс з 0,31 до 0,71. Де-факто він наблизився до показника 2010 р., що вказує на переважання процесів самоочищення, зокрема за рахунок горизонтального перенесення домішок під час вітряної погоди. Потенціал стійкості атмосфери у 2016 р. коливався за місяцями з показниками 0,23-1,28, забезпечуючи середньорічний показник на рівні 0,71. Таке значення $K_{\text{мпа}}$, з іншого боку, обумовлене значним зростанням повторюваності днів з туманами і часткою днів з швидкістю вітру 0-1 м/с. На противагу 2010, 2013 рр., у 2016 р. вперше нами зафіксоване

перевищення 1,0 у 3 місяцях – січні, серпні і вересні. Два останні місяці завдячують $K_{\text{мпа}}$ на рівні 1,23 та 1,28 високій частці туманів на фоні безвітряної посушливої погоди. Показники $K_{\text{мпа}}$, які у 2016 р. наблизились до 1,0 чи перевищили її, сигналізують про негативний вплив антропогенного навантаження і нездатність чи низьку здатність атмосфери позбутись домішок. Відтак, найкраща ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2016 році спостерігалась у грудні й квітні (рис. 3).

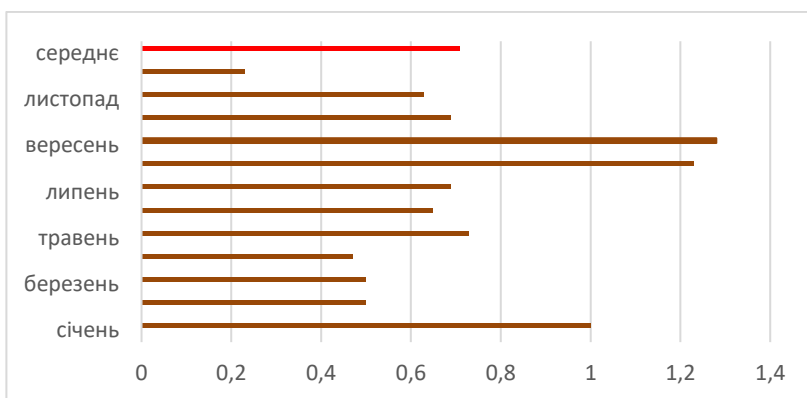


Рис. 3. Коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери у 2016 р. [7, 8].

У 2017 р. середній за рік показник $K_{\text{мпа}}$ рівний 0,80, що більше, ніж у попередні роки з 2010 по 2016р. Оскільки це все ще менше одиниці, то це вказує на переважання процесів самоочищення, зокрема за рахунок горизонтального перенесення домішок під час вітряної погоди. Поряд з цим, ще одним фактором зменшення потенціалу стійкості атмосфери за період 2010-2017 рр. стало зростання повторюваності туманів на території м. Тернополя майже в 2 рази в порівнянні з 2010 р. Здатність атмосфери протистояти антропогенному забрудненню за даними 2017 р. коливалась за місяцями з показниками 0,28-1,30, забезпечуючи середньорічний показник на рівні 0,80. З іншого боку, таке значення $K_{\text{мпа}}$ обумовлене значною часткою днів з швидкістю вітру 0-1 м/с у порівнянні з часткою днів з

опадами 5 мм і більше. Найкритичніша ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2017 р. спостерігалась у січні та листопаді, головним чином внаслідок туманної погоди з незначними опадами. Найкраща ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2017 році спостерігалась у березні й квітні (рис. 4).

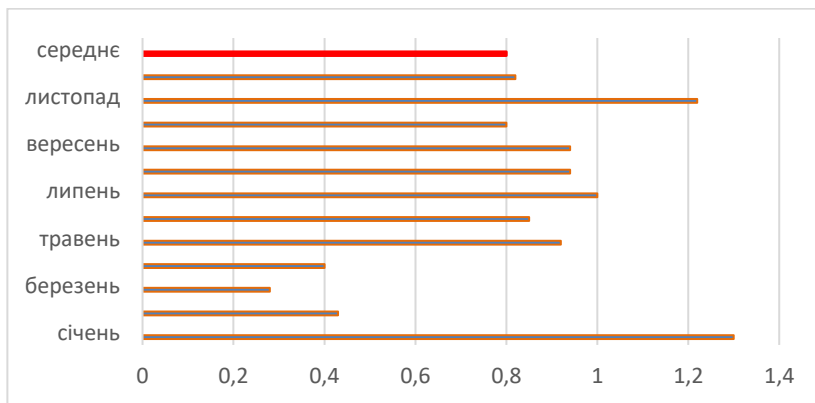


Рис. 4. Коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери у 2017р. [7, 8].

У 2020 р. середній за рік показник $K_{\text{мпа}}$ дорівнює 0,85 і незначною мірою є більшим, ніж у 2017 р., що вказує на переважання процесів самоочищення, зокрема за рахунок горизонтального перенесення домішок під час вітряної погоди. Проте таке зростання $K_{\text{мпа}}$ засвідчує факт значної втрати атмосферою здатності до самоочищення. Найкритичніша ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2020 р. спостерігалась у жовтні та листопаді, зумовлена безвітряною та туманною погодою. У порівнянні з 2017 р., у 2020 р. $K_{\text{мпа}}$ варіював із незначним діапазоном значень: 0,28-1,30 проти 0,25-1,75. Найкраща ситуація щодо $K_{\text{мпа}}$ у 2020 році спостерігалась у лютому та квітні (рис. 5).

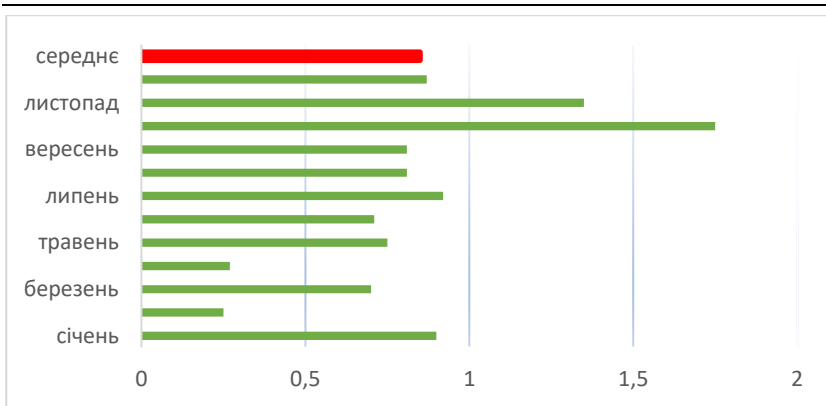


Рис. 5. Коефіцієнт метеорологічного потенціалу стійкості атмосфери у 2020 р. [7, 8].

Загальна тенденція зміни $K_{mпа}$ впродовж 2010-2020 років є невітнішою, оскільки поступово наближається до одиниці, що свідчить про загрозу значного ослаблення потенційних можливостей атмосфери перевести забруднюючі речовини у менш концентрований стан чи взагалі вивести за межі (рис. 6).

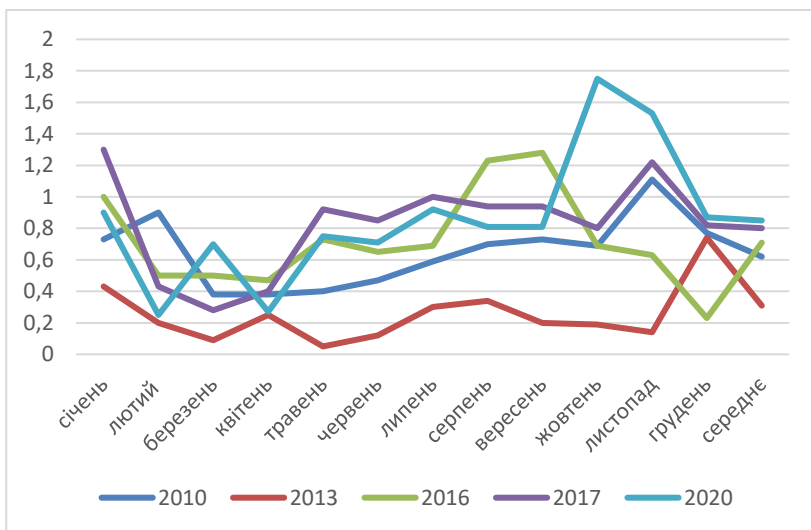


Рис. 6. Динаміка $K_{mпа}$ за період 2010-2020 рр. [7, 8].

Згідно вище зазначеного, здатність атмосфери підтримувати хімічний склад в нормі значно зменшилась, що у розрізі показника $K_{\text{мпа}}$ за період 2010-2020 рр. виявилось у зростанні з 0,62 до 0,85, головним чином за рахунок: зменшення показника повторюваності днів з опадами 5 мм і більше з 74 днів до 23 або на 68%; зменшення показника повторюваності днів з швидкістю вітру 6 м/с з 207 до 137 або на 33%; зменшення показника повторюваності днів з швидкістю вітру 0-1 м/с з 126 днів до 44 або на 65%; збільшення показника повторюваності днів з туманами з 48 днів до 93 днів або на 69%.

Серед місяців найбільш сприятливою метеорологічною ситуацією за період 2010-2020 рр. виділялись лютий, березень, квітень, травень, причому найчастіше – березень.

Зважаючи на зазначене у розлогій роботі Краковської С., Гнатюк Н. та Шпиталь Т., потенціал стійкості атмосфери згідно прогнозів змін клімату залежатиме від річної кількості опадів, яка до кінця ХХІ ст. лише зростатиме, виказуючи чіткий сезонний характер з максимумом у липні (до 100 мм опадів) та мінімумом жовтні-листопаді [9]. Беручи до уваги прогнози про потенційно можливу відносну вологість повітря на рівні 78 % [9] здатність атмосфери самоочищатись буде значною за рахунок випадання опадів.

Згідно бачення В. Балабух з Українського гідрометеорологічного інституту, тенденції зміни клімату ймовірно визначатимуться наступними показниками: зростання повторюваності та інтенсивності конвективних явищ погоди, зливова складова опадів; повторюваність та інтенсивність сильних снігопадів ($\geq 7\text{мм}/12\text{год}$); зменшення як середньої, так і максимальної швидкості вітру протягом усього року; зменшення числа днів з туманом; до середини ХХІ ст. у теплий період можливе посилення швидкості вітру, а в холодний період – його послаблення, особливо у січні, лютому та жовтні [1].

На основі прогнозів кліматичних змін, запропонованих В. Балабух, потенціал стійкості атмосфери визначатиметься:

1. на рівні показника днів з опадами 5 мм і більше P_0 : ці зміни призведуть до зменшення здатності атмосфери систематично (рівномірно в часі) протистояти забрудненню через зростання зливових опадів – дощів та снігопадів;

2. на рівні показника повторюваності днів з туманом P_T через його зменшення підсилення процесів розсіювання домішок;

3. на рівні показників повторюваності днів з швидкістю вітру 0-1 м/с $P_{ш}$ та більше 6 м/с $P_в$ – почастішання вітряних днів збільшить можливість розсіювання домішок в теплу пору року.

Враховуючи тенденції очікуваних змін метеорологічних показників на рівні регіонального клімату, метеорологічний потенціал стійкості атмосфери у межах м. Тернополя виказуватиме чіткий сезонний характер, досягаючи максимальних значень розсіювання домішок у теплу пору року, коли прогнозують посилення швидкості вітру та зростання кількості опадів.

Література:

1. Балабух В. О. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини ХХІ ст. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія*. 2014. № 1. С. 43-54.

2. Барановський В. А. Картографування стійкості геосистем – новий напрям тематичного картографування. *Проблеми безперервної геогр. освіти і картографії* : зб. наук. праць. Київ : ЗАТ «Інститут передових технологій», 2005. Вип. 5. С. 10 -15.

3. Гончаренко Н. Н. Оценка потенциала загрязнения атмосферы для крупных центров Украины. *Метеорология, климатология та гідрологія*. 2004. Вип.48. С.159-164.

4. Гончаренко Н.Н., Степаненко С.Н. Анализ подходов к расчету потенциала загрязнения атмосферного воздуха для условий Украины : тези доповідей ІV наукової конференції молодих вчених. Одеса : ТЕС. 2004. С.160-161.

5. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ : Ліцей, 1995. 233 с.

6. Івус Г.П., Маргазінова В.Ф. Короткий огляд метеорологічних досліджень в кінці ХХ – початку ХХІ століття в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 91. С.19-25.

7. Календар погоди за 2010-2020 pp. URL: <http://www.gismeteo.ua>

8. Календар погоди за 2010-2020 pp. URL: <https://rp5.ua/archive>

9. Краковська С., Гнатюк Н., Шпиталь Т. Можливі сценарії кліматичних умов у Тернопільській області впродовж XXI ст. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія..* 2014. № 1. С. 55–67.

10. Маренко А. Н., Семенова А. П., Козленко Т. В. О характеристике условий рассеяния примесей по данным о турбулентном обмене на территории Украины. *Тр. УкрНИГМИ.* 1991. Вып. 241. С. 24–33.

11. Мітрясова О.П. Хімічні основи екології. Київ – Ірпінь : Перун, 1999. 192 с.

12. Степаненко С.Н., Овчинникова Н.Б., Волошин В.Г., Гончаренко Н.Н. Метеорологический фактор разбавления примеси как показатель потенциала загрязнения атмосферы. *Український гідрометеорологічний журнал.* 2007. Вип.2. С.5-15.

ЧЕБОЛДА І. Ю., к. геогр. н., доцент

НАПРЯМКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ТЗОВ «ПИВОВАРНЯ «ОПІЛЛЯ» В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Для споживачів із України та Європейського союзу вагомою є іміджева складова виробництва продукції, в тому числі його екологічність. Як свідчить досвід, економічні втрати, зумовлені екологічними ризиками та впливами на довкілля у різних країнах Європи становлять, приблизно 3-5% від ВВП. Відповідно, запобігати формуванню екологічних збитків найкраще через запровадження систем управління, які б не потребували складного адміністрування та організації контролю, та несли б у своїй основі індивідуально мотивовану ініціативну діяльність суб'єктів господарювання, спрямовану на досягнення конкретних екологічних цілей і завдань. Останнім часом багато українських науковців присвячують свої дослідження цій