

Д. В. Андрусяк, аспірант

e-mail: katrodi@yandex.ru

*Інститут агроекології і природокористування НААН України
вул. Метрологічна, 12, Київ, 03143, Україна*

Т. В. Душанова, ст. викладач

e-mail: dushanovatv@gmail.com

*Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка*

вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна

ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ПОКАЗНИКОМ ЗАПАХОВОЇ СТРЕСОРНОСТІ НА ПРИКЛАДІ НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

Присутність неприємного або нехарактерного запаху створює перепони в реалізації туристичної діяльності, піддає стресам людей, тварин та рослин, що проживають на території Національного природного парку «Подільські Товтри». В статті розглянуто причини та наслідки негативного впливу запаху на живі організми. Запропоновано експрес-метод оцінки запахової стресорності для природних та антропогенних екосистем Національного природного парку «Подільські Товтри». Пропонований метод дозволяє характеризувати запах за 6-ти індикаторним шкалами, а також отримати інтегральну кількісну і якісну оцінку, що відображають свідоме і несвідоме переживання людиною впливу хімічних речовин-одорантів.

Ключові слова: *екологічний моніторинг, органолептичний метод, запах.*

Постановка проблеми, актуальність. Органолептична оцінка несе у собі не тільки інформаційне навантаження, а є свого роду першим допоміжним кроком до вивчення хімічного складу атмосферного повітря. Перевищення за органолептичними показниками – сигнал до наявності певних екотоксикантів. Присутність неприємного запаху, або загалом запаху, нехарактерного для певної місцевості, чинить перепони в реалізації туристичної діяльності, піддає стресам людей, тварин та рослин, що проживають на даній території.

Люди сприймають нехарактерні запахи як загрозу їх здоров'ю, що є відносно сильним предиктором подразнення (роздратування). Непередбачуваність порушень у здоров'ї у разі присутності протягом тривалого часу, нездатність захистити себе, породжують напруженість та тривогу, що приводить до протестів.

Якщо мова йде про індивідуальну речовину, контроль за її впливом здійснюється через встановлення її концентрації та наступним порівнянням з ГДК. Однак, у більшості випадків, запах формується не окремою речовиною, а складною сумішшю речовин, у якій виділити окремі компоненти не є легким завданням, подекуди неможливим. Ще одна проблема, що є характерною для речовин з виразним запахом – прояв навіть при концентраціях,

що не перевищують ГДК. Тому, у разі, коли запах формується не індивідуальною речовиною, а сумішшю пахучих речовин невідомого складу, бажано здійснювати контроль запаху як результату взаємного внеску усіх компонентів газової суміші.

Однак, слід врахувати ряд труднощів, що перешкоджають введенню даного показника-індикатора забруднення повітря. Мова йде про технічні та економічні труднощі, пов'язані з вимірюванням та оцінкою запаху. В умовах сучасної економічної кризи масові інструментальні вимірювання є, практично, недосяжними. Розв'язати дану проблему можна запровадивши метод оцінки запахового навантаження без використання технічних засобів.

В Україні відсутня система нормування та контролю запаху в атмосферному повітрі. Тоді як закордоном, скарги населення на неприємний запах змушують місцеві органи влади проводити всі необхідні заходи і, зокрема, проводити дослідження рівнів запаху від промислових та сільськогосподарських підприємств, окремих господарств та джерел [1]. За відсутності нормативної бази щодо запаху вимірювання рівня запахового навантаження не мають розвитку, не мають інструментальної бази, мають обмежену сферу застосування і не дозволяють природоохоронним органам впливати на підприємства і вимагати проведення заходів щодо зниження викидів пахучих речовин.

Мета роботи – розробка та апробація експрес-метода оцінки запахового навантаження на певні природні та антропогенні екосистеми.

Аналіз досліджень та публікацій за темою. Нюх дозволяє людям виявити присутність деяких хімічних речовин в атмосферному повітрі. Їх запах пов'язаний зі сприйняттям ризику [2]. Як правило, він є маркером для конкретної ситуації або діяльності. Завдяки своїй природі, нюх є інструментом тестування в різних областях, таких як харчова безпека або виявлення хвороб в медицині. Все частіше запах розглядається з точки зору захисту навколишнього середовища [3].

Близькість промислових підприємств і фермерських господарств, дуже часто є джерелом неприємних запахів в житлових або ландшафтно-рекреаційних зонах. Крім того, запахи впливають на якість життя і здоров'я, запах може призвести до фізіологічних проблем (проблеми з диханням, нудота, головний біль) і психологічних стресів [2].

У зв'язку з негативним впливом запаху можна розрізнити дві ситуації. Перша ситуація передбачає, що індивід має повну свободу вибору дій, може впливати на своє середовище існування, вільно покидати зони забрудненого повітряного середовища. Друга – коли у індивіда є обмежений вибір дій, внаслідок чого він змушений максимально адаптуватися до даної ситуації. Другий випадок – це ситуації, в яких перебувають люди, прив'язані тим, чи іншим чином до місця проживання або праці, а також представники рослинного і тваринного світу. Чи є важливою для них оцінка запахового забруднення природних територій розглянемо на прикладах.

Рослини здатні виявляти молекули хімічних речовин-одорантов, що має важливе значення для стратегій виживання, наприклад: для приваблення птахів і бджіл, віддякування шкідників [3].

Експериментальне дослідження, проведене М.А. Тарасовим, показало, що порушення запахових сигнальних функцій викликає у піддослідних щурів стрес, який тягне за собою зміну їх поведінкових реакцій і основних популяційних характеристик [4]. Порушення клітинних поділів як наслідок стрес-реакції у тварин: приклад будинкової миші (*Mus musculus* L.) [4].

Основними неспецифічними проявами стрес-реакції у вищих тварин на рівні організму) вважають пригнічення імунітету і репродукції. Виявлення неспецифічних внутрішньоклітинних реакцій у відповідь на різні зовнішні впливи породило поняття «стрес» на клітинному, і навіть на геномному рівні.

Механізму формування постстресорних розладів поведінки і психіки присвячена робота Дюжікової (Дюжікова та ін., 2015) [5]. Автори дослідження вважають, що епігенетичні зміни і дестабілізація геному клітин-мішеней у тварин, індуковані різними стресорами, є невід'ємною ознакою «загального адаптаційного синдрому», тобто стресу [5].

Стрес стає хронічним, якщо вплив, що викликає стрес (стресор), проводиться в неконтрольованих умовах. Неконтрольованим є будь-який вплив, якщо виконується хоча б одна з таких умов: 1) організм не може пристосуватися до стресору; 2) рослина, тварина або людина не може уникнути або позбутися від стресора; 3) неможливо передбачити появу стресора. Неконтрольований стрес викликає численні хворобливі зміни в організмі. Стан тварин, підданих неконтрольованого стресу, названо вивченої безпорадністю, розглядається як одна з моделей депресивних розладів [6].

Вивчена безпорадність формується у тварин з активною стратегією поведінки. У тварин з пасивної стратегією поведінки відзначається підвищена тривога, активація гіпофізарно-адренкортикальної системи і ряд інших фізіологічних змін, але вивченої безпорадності не було виявлено [6].

Отже, проблема виявлення та усунення неприємних запахів є надзвичайно важливою. Для будь-якого Національного природного парку особливо.

Згідно Проекту організації території національного природного парку «Подільські Товтри», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів проведено функціональне зонування території Парку (261316 га) з виділенням господарської зони (77,5 га), зони стаціонарної рекреації (35,30 га), зони регульованої рекреації (решта території). У межах господарської зони проводиться господарська діяльність, знаходяться населені пункти, об'єкти комунального призначення парку, а також землі інших землевласників та землекористувачів, включені до складу парку. Зона стаціонарної рекреації призначена для розміщення готелів, мотелів, кемпінгів, інших об'єктів обслуговування відвідувачів парку. У межах зони регульованої рекреації проводяться короткостроковий відпочинок та оздоровлення населення.

На усій території парку заборонена діяльність, яка може негативно вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони, призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища та зниження рекреаційної цінності території національного природного парку. Разом з тим, неодноразово піднімалось питання про розповсюдження запахів на прилеглі селитебні території, від бардополів спиртового заводу, цехів з виробництва виробів з пластичних мас, скидів стічних вод, стихійних сміттєзвалищ тощо.

Проблема у тому, що ці негативні впливи не отримали відповідної оцінки через брак методики, що дозволяла би дати комплексну характеристику негативному впливу запаху, оцінити розповсюдження запаху на території населених пунктів та природних екосистем.

Методи дослідження. Кількісне визначення запаху здійснюють за допомогою ольфактометрії, що являє собою метод вимірювання запаху за ступенем його впливу на людину. Процедура кількісного визначення запаху детально прописана в Європейському стандарті по запахам EN 13725-2003 [7].

Хоча цей метод відносно недорогий, він має недолік, який полягає в тому, що зразки слід відправляти до лабораторії й аналізувати у найкоротші терміни. Ще один важливий момент – при дослідженні методом ольфактометрії присутність та інтенсивність запаху оцінюється групою спеціально підготовлених експертів з урахуванням впливу на їх органи нюху.

Більш доступними, на нашу думку, є методи активного залучення громадян. Ці методи враховують думку спільноти, що проживає (перебуває) на тій, чи іншій досліджуваній території. Думка може проявлятися через активну дію (участь в опитуванні) і пасивно (аналіз скарг). Використання опитувань є економічно виправданим способом оцінки запаху. Цей метод має недолік, що полягає в тому, що він не описує покомпонентно кількісно та якісно джерела запаху, однак закладає основи для оцінки дискомфорту, викликаного запахами (кінцева мета практично будь-яких вимірювань запаху полягає у визначенні ступеня дискомфорту, викликаного запахом). Дискомфорт від запаху виникає, коли людина (тварина, рослина), сприймає запах як небажаний або неприємний, тобто негативно оцінює його.

Для оцінки впливу по запаху або ступеня дискомфорту використовується протокол, відомий своєю аббревіатурою FIDOL, параметрами якого є частота, інтенсивність, тривалість, час настання і місце розташування. Наприклад, навіть приємний запах може викликати дискомфорт, якщо його вплив занадто частий.

Основні результати та їх аналіз. Вирішити проблему вже найближчим часом можна якщо брати за основу експрес-оцінку (бальну оцінку), реалізовану за допомогою індивідуального чи групового сенсорного аналізу.

Пропонований нами експрес-метод оцінки запаху – нескладний у виконанні метод органолептичного аналізу, що дозволяє отримати якісні описи та кількісний вимір інтенсивності окремих

властивостей виробничих одорантів з використанням вербально-рейтингових шкал.

Інтенсивність параметрів запахів характеризується за 7-ти бальною шкалою від 0 (включно) до 6. За основу методу виявлення рівня стресорності (дискомфорту) взято метод оцінки больового синдрому за допомогою багатомірного вербально-колірного больового тесту. За основу методу оцінки взято 7 бальну шкалу у відповідності до класів шкідливості умов праці (4 класи) та їх 7 ступенів (табл. 1).

Таблиця 1

Ступені негативного впливу хімічних факторів виробничого середовища (оцінка за бальною шкалою)

Умови перебування людини в межах виробничого середовища						
оптимальні	допустимі	Шкідливі				небезпечні
		1-го ступеня	2-го ступеня	3-го ступеня	4-го ступеня	
0 балів	1 балів	2 балів	3 балів	4 балів	5 балів	6 балів

При контролі за дотриманням нормативу запаху на основі натурних досліджень моніторинг впливу запаху здійснюється спеціально навченими інспекторами, які оцінюють інтенсивність запаху органолептичними способами безпосередньо в повітрі населених місць, прилеглих до підприємства. Оцінку інтенсивності проводять відповідно до [8] за п'ятибальною шкалою (аналогічно питній воді).

Пропонований метод дозволяє характеризувати запах за 6-ти індикаторним шкалам (кількість шкал можна розширювати), а також отримати інтегральну кількісну (в балах / відсотках) і якісну оцінки, що відображають свідоме і несвідоме переживання людиною впливу хімічних речовин-одорантів.

Індикаторні шкали зображуються у вигляді діаграми з сіткою рівнів, позначених цифрами від 0 до 6 (рис. 1). За основу було взято метод оцінки больового синдрому за допомогою багатомірного вербально-колірного больового тесту [9].

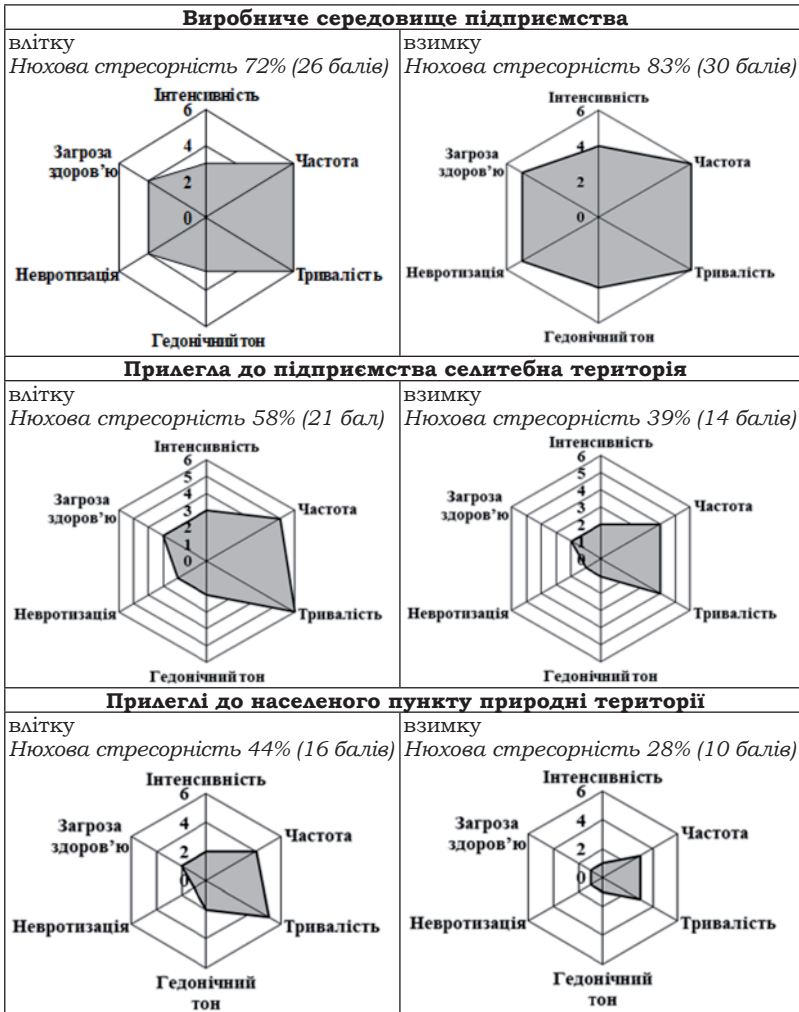
Інтенсивність запаху співвідноситься зі сприйняття сили запаху. Наприклад, запах, який в принципі не вважається неприємним, але який сприймається з високою інтенсивністю, може викликати роздратування, хоча частота, з якою він проявляється, незначна.

Частота як характеристика регулярно повторюваних впливів. Тривалість – це час, протягом якого визначається запах, тобто, як довго концентрація запаху підтримується вище порога виявлення. Гедонічний тон – гедонічний тон емоцій, тобто відчуття, яке ми переживаємо (в даному випадку неприємне відчуття). Невротизація – це стан емоційної нестабільності, який може призвести до неврозу і невротичної тенденції в поведінці. Невротизація формується на основі наступних чинників-передумов: емоційного – схильність до тривожності і легкої збудливості; адаптаційного – поганих пристосувальних властивостей. Рівень загрози – рівень ймовірної небезпеки.

Приклад оформлення протоколу дослідження запаху показано у табл. 2 та 3.

Таблиця 2

Графічний аналіз нюхової стресорності



Використання даного методу, на нашу думку, має деякі переваги перед інструментальними, оскільки одночасно в рамках одного виміру людина не тільки сприймає безліч органолептичних властивостей, але і проводить їх аналіз. Кількісна оцінка усередині кожної шкали, дозволяє отримати додаткову уточнену інформацію через дроблення балів, наприклад: 2,5 балів (табл. 2). Нюхова стресорність розраховується як відсоток суми фактично набраних балів від максимально можливої суми балів (36 балів).

Оцінка запаху ділянки пресування виробів з пластичних мас

1. Нюхова стресорність за вербально-рейтинговими шкалами (середня протягом року)		
<i>Шкала</i>	<i>Опис</i>	<i>Оцінка, бали</i>
інтенсивність	дуже сильний / сильний	4,5
частота	постійний	6
тривалість	більше 80% робочої зміни	6
гедонічний тон	дуже неприємний	3,5
невротизація	підвищена / висока	4,5
загроза здоров'ю	реально висока	4,5
<i>Нюхова стресорність: 29 балів або 81%</i>		
2. Інші характеристики запаху та реакції на них		
Опис запаху	фенольний, формальдегідний, чадний, сечовини	
Реакції організму	головокружіння, нудота, втома до кінця зміни	

Висновки. Використання даного методу попередньої експрес-оцінки, на нашу думку, має переваги перед інструментальним, так як дозволяє провести дослідження запахового навантаження (нюхової стресорності, дискомфорту) одночасно в рамках одного виміру людиною без спеціальної підготовки.

Кількісна оцінка усередині кожної шкали, дозволяє отримати додаткову уточнену інформацію через дроблення балів. Нюхова стресорність розраховується як відношення суми фактично набраних балів до максимально можливої суми балів, вираженої у відсотках.

Список використаних джерел:

1. Brancher M. A review of odour impact criteria in selected countries around the world / M. Brancher, D. Griffiths, H. de Melo Lisboa // *Chemosphere*. – 2017. – P. 1531-1566.
2. Букреев Н.С. Современные исследования сферы обоняния и запахов / Н.С. Букреев // *Ученые записки Российского государственного социального университета*. – 2016. – Т. 15. – № 2. – С. 14.
3. Tronson D. Odor effect on animals and plants / D. Tronson. – *Molecules*, 2001. – P. 104-116.
4. Геворкян В.С. Современные исследования воздействия различных стресс-факторов на крыс и мышей [Электронный ресурс] / В.С. Геворкян, И.С. Геворкян // Альманах «Пространство и время». – 2017. – Т. 15. – Вып. 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennyye-issledovaniya-vozdeystviya-razlichnyh-stress-faktorov-na-krys-i-myshey>.
5. Дюжикова Н.А. Эпигенетические механизмы формирования постстрессорных состояний / Н.А. Дюжикова, Е.Б. Скоморохова, А.И. Вайдо // *Успехи физиологических наук*. – 2015. – Т. 45. – №1. – С. 47-74.
6. Жуков Д.А. Активная стратегия поведения – фактор риска выученной беспомощности в результате неконтролируемого стресса / Д.А. Жуков. – СПб. : Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, Издательство «ЛЕМА», 2017. – С. 122-240.
7. Brancher M. Odor measurements according to EN 13725: A statistical analysis of variance components / M. Brancher, D. Griffiths, D. Franco, H. de Melo Lisboa // *Atmospheric Environment*. – 2014. – №86. – P. 9-15.
8. Brattoli M. Odour Detection Methods: Olfactometry and Chemical Sensors / M. Brattoli, G. de Gennaro, V. de Pinto, A. Lioiote, S. Lovasci, M. Penza. – Basel, 2011. – P. 5290-5322.

9. Адашинская Г.А. Многомерный вербально-цветовой болевой тест / Г.А. Адашинская, Е.Е. Мейзеров // Журнал «Боль». – 2005. – №1 (6). – С. 26-33.

References:

1. Brancher M. A review of odour impact criteria in selected countries around the world / M. Brancher, D. Griffiths, H. de Melo Lisboa // *Chemosphere*. – 2017. – P. 1531-1566.
2. Bukreev N.S. Modern studies of the olfaction sphere and odor / N.S. Bukreev // *Scientific notes of the Russian State Social University*. – 2016. – Vol. 15. – №2. – P. 14.
3. Tronson D. Odor effect on animals and plants / D. Tronson // *Molecules*. – 2001. – P. 104-116.
4. Gevorkian V.S. Modern studies of the effects of various stress factors in rats and mice / V.S. Gevorkian, I.S. Gevorkian // *Almanac Space and Time*. – 2017. – Vol. 1. – Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennye-issledovaniya-vozdeystviya-razlichnyh-stress-faktorov-na-krysi-i-myshey>.
5. Djuzhikova, N.A., Skomorohova, E.B., Vajdo, A.I. Epigenetic mechanisms of post-stress state formation / N.A. Djuzhikova, E.B. Skomorohova, A.I. Vajdo // *Advances in Physiological Sciences*. – 2015. – P. 47-74.
6. Zhukov D.A. Active behavior strategy is a risk factor for learned helplessness as a result of uncontrolled stress / D.A. Zhukov. – SPb. : *In-t fiziologii im. I.P. Pavlova RAN, Izdatel'stvo «LEMA»*, 2017. – P. 122-240.
7. Brancher M. Odor measurements according to EN 13725: A statistical analysis of variance components / M. Brancher, D. Griffiths, D. Franco, H. de Melo Lisboa // *Atmospheric Environment*. – 2014. – №86. – P. 9-15.
8. Brattoli M. Odour Detection Methods: Olfactometry and Chemical Sensors Sensors / M. Brattoli, G. de Gennaro, V. de Pinto, A. Liotile, S. Lovascio, M. Penza. – Basel, 2011. – P. 5290-5322.
9. Adashinskaja G.A. Multivariate verbal color pain test / G.A. Adashinskaja, E.E. Meizerov // *Journal «Pain»*. – 2005. – №1 (6). – P. 26-33.

D. V. Andrusyak, *Postgraduate Student*
e-mail: kampodi@andex.ru

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS of Ukraine
Metrological str., 12, Kiev, 03143, Ukraine

T. V. Dushanova, *Senior Instructor*
e-mail: dushanovatv@gmail.com

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University
Ohiienko str., 61, Kamianets-Podilskyi, 32300, Ukraine

QUALITY ASSESSMENT OF AIR ENVIRONMENT ACCORDING TO THE INDEX OF ODOR STRESS ON THE EXAMPLE OF NNP «PODILSKY TOVTRY»

Purpose. *Organoleptic odor assessment carries not only information load, but is a kind of first auxiliary step to studying the chemical composition of atmospheric air. The increase of organoleptic indicators is a signal about the presence of certain ecotoxicants. The presence of an unpleasant odor, or generally an odor uncharacteristic of the locality, impedes the implementation of tourism activities, exposes people, animals and plants living in the area to stress. It is important to evaluate the level of odor load, olfactory stress (discomfort). The purpose of the work is to develop and approve an express method of preliminary assessment of odor load on certain natural and anthropogenic ecosystems of the Podilsky Tovtry National Nature Park.* **Methodology.** *Preliminary express assessment (scoring) is realized by individual or group sensory analysis. The intensity of odor parameters is characterized by a 7-point*

scale from 0 (inclusive) to 6. The method of assessing the level of stress (discomfort) is based on the method of evaluation of pain syndrome using a multidimensional verbal-color pain test. The assessment method is based on a 7-point scale in accordance with the hazard classes of working conditions (4 classes) and their degrees (7 degrees). **Results.** The use of this method, in our opinion, has some advantages over the instrumental, because at the same time within one dimension, a person not only perceives many organoleptic properties, but also conducts their analysis. The quantification within each scale allows you to obtain additional information by splitting the points, for example: 2.5 points. Olfactory stress is calculated as a percentage of the sum of points actually earned from the maximum possible amount of points (36 points). **Originality and practical value.** The proposed express method of odor assessment is a simple method of organoleptic analysis, which allows to obtain in field conditions the characteristics of the levels of exposure to odor caused by natural and anthropogenic chemical pollutants of the air environment using verbal rating scales. The method can be used to characterize odors in enclosed manufacturing facilities, in enterprise, natural and residential areas. **Conclusion.** The use of this method of preliminary rapid assessment, in our opinion, has advantages over instrumental, as it allows to carry out the study of odor load (olfactory stress, discomfort) at the same time within one dimension by a person without special training. The quantification gives the opportunity to obtain further clarified information within each scale by splitting the points. Olfactory stress is calculated as the ratio of the amount of points actually scored to the maximum possible amount of points, expressed as a percentage.

Key words: ecological monitoring, organoleptic method, odor.

Д. В. Андрусак, аспирант
e-mail: kampodii@andex.ru

Институт агроэкологии и природопользования НААН Украины
ул. Метрологическая, 12, Киев, 03143, Украина

Т. В. Душанова, ст. преподаватель
e-mail: dushanovatv@gmail.com

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко
ул. Огиенко, 61, г. Каменец-Подольский, 32300, Украина

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЗАПАХОВОЙ СТРЕССОРНОСТИ НА ПРИМЕРЕ НПП «ПОДОЛЬСКИЕ ТОВТРЫ»

Присутствие неприятного или нехарактерного запаха создает препятствия в реализации туристической деятельности, подвергает стрессам людей, животных и растения, проживающих на территории Национального природного парка «Подольские Товтры». В статье рассмотрены причины и последствия негативного воздействия запаха на живые организмы. Предложено экспресс-метод оценки запаховой стрессорности для природных и антропогенных экосистем Национального природного парка «Подольские Товтры». Предлагаемый метод позволяет характеризовать запах по 6-ти индикаторным шкалам, а также получить интегральную количественную и качественную оценки, отражающие сознательное и бессознательное переживание человеком воздействию химических веществ-одорантов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, органолептический метод, запах.

Отримано: 17.10.2019