

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2018-22(1)-42

УДК: 614.718:636.4:351.777

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ СВИНАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

Турос О.І., Слауценко Є.Г., Петросян А.А., Моргульова В.В.

ДУ "Інститут громадського здоров'я НАМН України ім. О.М. Марзєєва" (вул. Попудренко, 50, м. Київ, Україна, 02094)

Відповідальний за листування:
e-mail: eturos@gmail.com

Статтю отримано 25 грудня 2017 р.; прийнято до друку 16 лютого 2018 р.

Анотація. Основною проблемою свинарських господарств України є невідповідність їх потужності до фактичних розмірів санітарно-захисних зон, що зумовлює ризик негативного впливу від запахового забруднення на здоров'я населення, що мешкає в населених пунктах поблизу. Мета проведеного дослідження полягала у комплексній оцінці забруднення атмосферного повітря викидами від комплексів з розведення свиней, що містять частинки пилу та хімічні речовини з вираженими запаховими властивостями. Дослідження проводились у період з 2012 по 2015 рр. і охоплювали діяльність 14 сучасних свинокомплексів середньої та високої потужності. В ході дослідження проведено натурні вимірювання забруднення атмосферного повітря та розглянуто матеріали санітарно-епідеміологічної експертизи зазначених підприємств. У рамках пілотного проекту проведено опитування місцевого населення та розраховано математичну модель концентрацій досліджуваних хімічних речовин у приземному шарі атмосфери, виходячи з даних про пороги сприйняття запаху для цих речовин. Встановлено розбіжність між існуючими розмірами охоронних зон свинокомплексів та їх виробничими потужностями, при цьому перевищення концентрацій досліджуваних речовин у повітрі виявлено не було. З 126 респондентів 72% скаржаться на періодичне погіршення стану свого здоров'я, яке вони пов'язують із діяльністю свинокомплексу. При математичному моделюванні з усередненням в 24 годин виявлено перевищення порогу запаху сірководню (2,8 рази) і метилмеркаптану (у 2,6 рази). Зроблено висновки щодо перспективності методу математичного моделювання розподілу хімічних речовин у атмосферному повітрі з урахуванням їх порогу запаху.

Ключові слова: атмосферне повітря, свинокомплекси, хімічні речовини, натурні вимірювання, запахове забруднення, математичне моделювання.

Вступ

Розвиток вітчизняного свинарства на початку 2000-х років, обумовив суттєве збільшення кількості агропромислових комплексів з розведення свиней на території України. Це в свою чергу, призвело до зростання їх кількості та потужності [6].

Відповідно до класифікації Міністерства агропромислової політики та продовольства України до свинарських товарних комплексів (свинокомплексів) з закінченим виробничим циклом відносять підприємства з річною потужністю від 1 тис. до 54 тис. голів тварин. При цьому, свинокомплексам з річною потужністю від 24 до 54 тис. голів на рік належить найбільша частка у загальному забрудненні атмосферного повітря [1, 6].

На сьогодні, основною проблемою та особливістю сучасного свинарства є розміщення сучасних свинокомплексів на територіях колишніх товарних ферм у реконструйованих будівельних об'єктах колишніх підприємств колективного господарства. Це створює ситуацію, при якій відбувається: зміщення фактичних розмірів санітарно-захисних зон (СЗЗ) свинокомплексів до меж житлової забудови; подальше недотриманням їх нормативних розмірів [2-6] та виникнення потенційних ризиків для здоров'я експонованого населення.

Особливе місце на виробничих майданчиках функціонування свинокомплексів, посідають об'єкти зі зберігання відходів життєдіяльності свиней - гноєсхови-

ща, що є основними джерелами забруднення атмосферного повітря викидами хімічних речовин, які володіють вираженими запаховими властивостями [8].

Питання негативного впливу запахового забруднення на здоров'я людини можна розглядати своєрідним фактором ризику, оскільки навіть за відсутності перевищень допустимого рівня хімічних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, відмічаються та частішають кількість скарг з боку населення, яке проживає у населених пунктах поблизу діючих свинокомплексів [3, 4, 7].

Метою дослідження є комплексна оцінка забруднення атмосферного повітря на межі найближчої житлової забудови викидами пилу НДЗС та хімічними забруднюючими речовинами з вираженими запаховими властивостями - аміаку, сірководню, метилмеркаптану, диметиламіну.

Матеріали та методи

До дослідження було включено 14 сучасних свинокомплексів середньої (від 11 до 24 тис. голів/рік) та високої (до 54 тис. голів/рік) потужності, розташованих у 10 областях України, що попередньо пройшли гігієнічну оцінку даних проектної документації з метою обґрунтування розмірів СЗЗ, та опрацьовано матеріали санітарно-епідеміологічної експертизи даних об'єктів.

Проведено інструментальні дослідження забруднен-

ня атмосферного повітря за допомогою мобільної медико-екологічної лабораторії (оснащеної комплексом газових аналізаторів Horiba APSA-370, APSA-370T) та селективних, стандартизованих в Україні аналітичних методів визначення. Визначення рівнів (концентрацій) досліджуваних речовин в атмосферному повітрі було проведено у період з 2012 по 2015 рр. (всього 210 досліджень) на межі СЗЗ відібраних свиногокомплексів та найближчої житлової забудови.

Проведено анкетування населення (126 опитаних осіб), яке проживає на межі СЗЗ та поблизу одного з досліджуваних свиногокомплексів.

Додатково, з метою підвищення валідності та порівняння отриманих результатів, було проведено математичне моделювання концентрацій досліджуваних хімічних речовин в приземному шарі атмосфери, виходячи з даних про поріг запахового сприйняття для даних речовин. Визначення усереднених концентрацій було здійснено за допомогою використання математичного комплексу Aermod View v.8.8.9 (ліцензія

ISCAY0002896), рекомендованим до використання BOO3 та Агентством США з охорони довкілля.

Результати. Обговорення

За результатами гігієнічного аналізу проектної документації та звітів санітарно-епідеміологічної експертизи досліджуваних свиногокомплексів, встановлено невідповідність наявних розмірів СЗЗ до їх виробничої потужності. Так, серед підприємств високої потужності найбільшу потужність та розмір СЗЗ має свиногокомплекс на 54 тис. голів/рік при фактичній СЗЗ 860 м; найменші значення - свиногокомплекс на 32 тис. голів/рік - фактична СЗЗ становила 710 м. Серед підприємств середньої потужності найбільші значення у свиногокомплексу потужністю 12,2 тис. голів на рік при фактичній СЗЗ 360 м; найменші - свиногокомплекс з потужністю 11 тис. голів на рік при фактичній СЗЗ 200 м. За результатами проведених натурних вимірювань виявлено відсутність перевищень ГДК_{м.р.} та ГДК_{с.д.} для усіх досліджуваних речовин в атмосферному повітрі на межі СЗЗ та житлової забудови.

Таблиця 1. Концентрації хімічних забруднюючих речовин з вираженими запаховими властивостями в атмосферному повітрі (мг/м³) від свиногокомплексів високої потужності.

№ з/п	Хімічна забруднююча речовина з вираженими запаховими властивостями	Концентрація (мін -макс М ± m), мг/м ³ на відстані від джерела забруднення			Діючі в Україні нормативи, мг/м ³	
		500	1500	2000	ГДК _{м.р.}	ГДК _{с.д.}
1.	Аміак	<u>1.8-2.3</u> 2,05±0,24	<u>0.067-0.16</u> 0,11±0,04	<u>0.009-0.045</u> 0,03±0.015	0,2	0,04
2.	пил НДЗС	<u>0.13-0.6</u> 0,36±0,18	<u>0.09-0.2</u> 0,14±0,07	<u>0.067-0.072</u> 0,07±0,01	0,5	0,15
3.	Сірководень	<u>0.007-0.082</u> 0,044±0,03	<u>0.0063-0.014</u> 0,01±0,004	<u>0.005-0.0075</u> 0,006±0,0015	0,008	-
4.	Метилмеркаптан	<u>0.00016-0.0002</u> 0,00018±0,00005	<u>0.0013-0.00017</u> 0,00015±0,00006	<u>0.00008-0.0001</u> 0,000045±0,000006	0,0001	-
5.	Диметиламін	<u>0.0025-0.003</u> 0,0027±0,0009	<u>0.0009-0.0025</u> 0,0017±0,0008	<u>0.00047-0.0011</u> 0,0008±0,00005	0,005	0,005

Таблиця 2. Концентрації хімічних забруднюючих речовин з вираженими запаховими властивостями в атмосферному повітрі (мг/м³) від свиногокомплексів середньої потужності.

№ з/п	Хімічна забруднююча речовина з вираженими запаховими властивостями	Концентрація (мін -макс М ± m), мг/м ³ на відстані від джерела забруднення			Діючі в Україні нормативи, мг/м ³	
		500	1500	2000	ГДК _{м.р.}	ГДК _{с.д.}
1.	Аміак	<u>3.44-9.2</u> 6,35±1,8	<u>0.12-4.5</u> 2,31±6,4	<u>0.18-0.2</u> 0,19±0,1	0,2	0,04
2.	пил НДЗС	<u>0.88-1.22</u> 1,05±0,12	<u>0.075-0.6</u> 0,34±0,31	<u>0.13-0.46</u> 0,38±0,22	0,5	0,15
3.	Сірководень	<u>0.023-0.086</u> 0,054±0,026	<u>0.007-0.22</u> 0,11±0,09	<u>0.0056-0.0093</u> 0,008±0,0005	0,008	-
4.	Метилмеркаптан	<u>0.006-0.0095</u> 0,007±0,0022	<u>0.00016-0.006</u> 0,003±0,0014	<u>0.000077-0.0001</u> 0,00088±0,000055	0,0001	-
5.	Диметиламін	<u>0.0064-0.012</u> 0,009±0,005	<u>0.002-0.0055</u> 0,0037±0,0028	<u>0.0025-0.003</u> 0,0027±0,0009	0,005	0,005

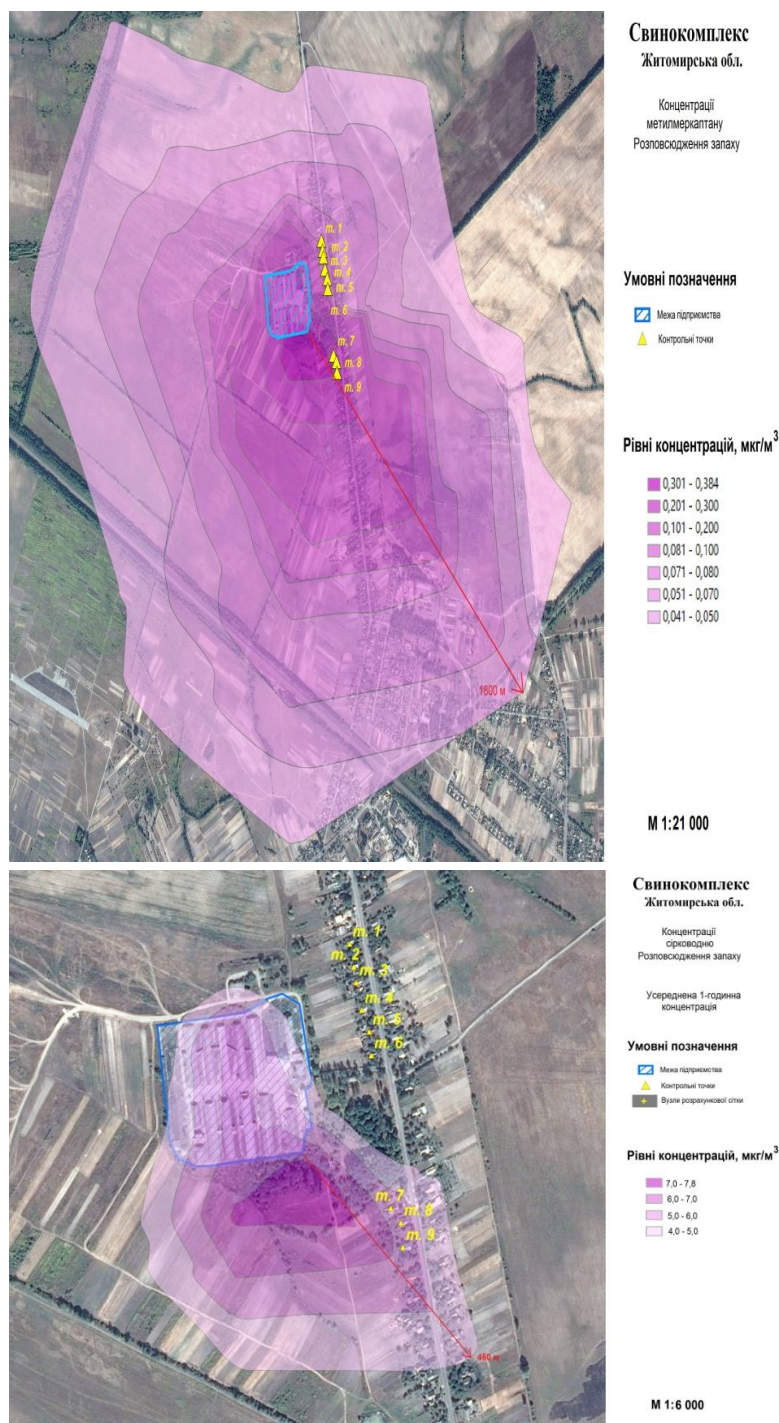


Рис. 1. Результати математичного моделювання рівнів запаху для сірководню (ліворуч) та метилмеркаптану (праворуч) з усередненням в 24-години.

дови населених пунктів (табл. 1 та 2).

Відповідно до результатів проведеного анкетування населення, яке постійно проживає в населеному пункті на межі фактичної СЗЗ діючого свинокомплексу, встановлено, що з 126 опитаних 72% мають скарги на періодичне погіршення стану здоров'я, які вони

пов'язують з діяльністю зазначеного вище підприємства. Серед них скарги на періодичне запаморочення та головний біль мають 42%, на періодичне підвищення артеріального тиску - 31%, нудоту та блювання - 12%, появу кашлю та чхання - 4%, подразнення слизових оболонок очей - 2%. Вищесказане, обумовило проведення додаткових досліджень щодо визначення та оцінки можливого впливу діяльності свинокомплексів на здоров'я населення.

Останнім часом, наукова світова спільнота на підставі виконання двох міжнародних проектів:

1) обґрунтування даних щодо впливу забруднення повітря на здоров'я для перегляду європейських нормативів (проект REVINAAR);

2) оцінка ризиків для здоров'я від забруднення повітря в Європі (проект HRAPIE), дійшла до висновків щодо переваг використання математичного моделювання розсіювання хімічних речовин в приземному шарі атмосфери від викидів промислових об'єктів.

Отримані висновки були включені у вигляді змін до Директиви 2008/50/ЄС "Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи". Доведено, що проведені розрахунки дозволяють не тільки оцінити гострий та хронічний вплив на здоров'я населення пріоритетованих полутантів, але й визначити рівні ризику при надходженні хімічних речовин до організму людини.

Таким чином, для моделювання (поширення) усереднених концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери був використаний програмний комплекс ISC-AERMOD, до модулів якого введено метеорологічні дані, рельєф місцевості, параметри джерел та характеристики викидів, характеристика землекористування тощо. Територіальні особливості розташування промислових об'єктів та сільбищних територій були внесені та геокодовані за допомогою даних дистанційного зондування Землі та редактора карт ArcMap геоінформаційного пакету ArcGIS. В результаті було отримано усереднені 1-годинні, 24-годинні та річні концентрації досліджуваних хімічних речовин в приземному шарі атмосфери, які були порівняні з вітчизняними (ГДКм.р. та ГДКс.д.) та міжнародними (RfCacute та RfCchron) нормативами якості атмосферного повітря. Перевищень не визначено для жодної з досліджуваних хімічних сполук. Рівні ризику знаходяться на допустимому рівні для експонованого на-

селення.

Проте, при порівнянні усереднених концентрацій із нормативними значеннями порогу запахів для досліджуваних величин, було виявлено перевищення порогу запахів для сірководню (в 2,8 разів) та метилмеркаптону (в 2,6 рази) з усередненням в 24 години (рис.1). Усереднення таких же розрахунків за 1 рік перевищення не виявило.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Проведені дослідження дозволили комплексно оцінити вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення від викидів свинокомплексів та зробити попередні висновки, що потребують подальших досліджень та розробки методичних рекомендацій. Так, встановлено, що при проведенні санітарно-епідеміологічної експертизи проектної (дозвільної) документації, відсутні перевищення нормативних показників якості повітря за даними проведених натурних досліджень для досліджуваних хімічних забруднюючих речовин з вираженими запаховими властивостями.

2. Визначено, що незважаючи на відповідність документів дозвільного характеру вимогам чинного санітарного законодавства України, надходять численні скарги від населення з приводу функціонування тваринницьких комплексів.

ринницьких комплексів.

3. Виявлено, що за результатами опитування населення у 72% опитаних спостерігаються скарги на періодичне погіршення самопочуття, пов'язане з діяльністю свинокомплексів.

4. Розраховано рівні усереднених концентрацій розсіювання досліджуваних хімічних речовин в приземному шарі атмосферного повітря та встановлено відсутність перевищень гігієнічних нормативів. Встановлено, що ризики для здоров'я експонованого населення знаходяться на допустимому рівні.

5. Визначено перевищення порогу запахів для сірководню (в 2,8 рази) та метилмеркаптону (в 2,6 рази) при оцінках впливу добової експозиції (період усереднення 24 години), що доводить про чутливість представлено у дослідженнях підходу при обґрунтуванні та встановленні розмірів СЗЗ.

Аналізуючи вищевикладене, зважаючи на зручність проведення математичного моделювання забруднення атмосферного повітря з урахуванням рівнів порогів запаху для досліджуваних хімічних речовин, його інформативність та економічну вигідність у порівнянні з проведенням натурних досліджень забруднення атмосферного повітря, використання даного підходу є перспективним для подальшого вдосконалення та впровадження у практику служб громадського здоров'я.

Список посилань

1. ВНТП-АПК-02.05. Мінагрополітики України. (2005). Сви́нарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). Київ.
2. МОЗ України. (1997). Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами): ДСП-201-97. - Київ.
3. Слаутенко, Є. Г. (2017). Гігієнічне значення забруднення повітря викидами сірководню зі свинарських комплексів високої потужності. *Довкілля та здоров'я*, 3 (83), 46-49.
4. Слаутенко, Є. Г. (2018). Нові інструменти оцінки небезпеки для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря свинокомплексами. *Медичні перспективи*, 1, 96-97.
5. Турос, О. І. (2007). *Можливості використання методології оцінки ризику в попереджувальному та поточному санітарному нагляді*. Планування та забудова населених місць: актуальні санітарно-гігієнічні та екологічні проблеми і шляхи їх вирішення, Матеріали наук.-практ. конф. Київ., 25-26.
6. Шкуро, В. В., Фещенко, К. Д., Махнюк, В. М. & Могильний, С. М. (2009). Сучасні гігієнічні аспекти функціонування тваринницьких комплексів в Україні. *Гігієна населених місць*, 53, 37-46.
7. *A Review of the reference dose and reference concentration process*. EPA/630/P-02/002F, December 2002 Final Report. (2002). Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/rfd-final.pdf>.
8. Nicolai, R. & Pohl, S. (2005). *Understanding livestock odors*. Cooperative Extension Service Fact Sheet FS 925-A. South Dakota State University, Brookings, SD. Retrieved from <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/FS925-A.pdf>.

References

1. VNTP-APK-02.05. Minahropolityky Ukrainy. (2005). Svynarski pidpriemstva (kompleksy, fermi, mali fermi). [VNTP-APK-02.05. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. (2005). Pig farms (complexes, farms, small farms)]. .Kyiv - Kiev.
2. MOZ Ukrainy. (1997). Derzhavni sanitarni pravyla okhorony atmosfernoho povitria naselenykh mist (vid zabrudnennia khimichnymy ta biolohichnymy rehovynamy): DSP -201-97. [Ministry of Health of Ukraine. (1997). State sanitary rules for the protection of atmospheric air of populated areas (from pollution by chemical and biological substances): - 201-97. Kyiv - Kiev.
3. Slautenko, Ye. H. (2017). Hihienichne znachennia zabrudnennia povitria vykydamy sirkovodniu zi svynarskykh kompleksiv vysokoi potuzhnosti. [Hygienic significance of air pollution by hydrogen sulfide emissions from pig-breeding complexes of high power]. *Dovkillia ta zdorovia - Environment and health*, 3 (83), 46-49.
4. Slautenko, Ye. H. (2018). Novi instrumenty otsinky nebezpeky dlia zdorovia naselennia vid zabrudnennia atmosfernoho povitria svynokompleksamy. [New tools for assessing the health risks of the population from atmospheric air pollution by pig farms]. *Medychni perspektivy - Medical perspectives*, 1, 96-97.
5. Turous, O. I. (2007). *Mozhlyvosti vykorystannia metodolohii otsinky ryzyku v poperedzhuvalnomu ta potochnomu sanitarnomu nahliadi*. Planuvannia ta zabudova naselenykh mist: aktualni sanitarno-hihienichni ta ekolohichni problemy i shliakhy yikh vyrishennia, Materialy nauk.-prakt. conf. [Possibilities of using the methodology of risk assessment in preventive and ongoing sanitary supervision. Planning and development of populated areas: actual sanitary and hygienic and environmental problems and ways of their solution, Materials of sciences. conf.]. Kyiv - Kiev, 25-26.

6. Shkuro, V. V., Feshchenko, K. D. Makhniuk, V. M. & Mohylnyi, S. M. (2009). Suchasni hiiienichni aspekty funktsionuvannya tvarynnytskykh kompleksiv v Ukraini. [Modern hygienic aspects of the functioning of livestock complexes in Ukraine]. *Hiiienika naselenykh mist - Hygiene of populated places*, 53, 37-46.
7. A Review of the reference dose and reference concentration process. EPA/630/P-02/002F, December 2002 Final Report. (2002). Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/rfd-final.pdf>.
8. Nicolai, R. & Pohl, S. (2005). *Understanding livestock odors*. Cooperative Extension Service Fact Sheet FS 925-A. South Dakota State University, Brookings, SD. Retrieved from <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/FS925-A.pdf>.

Турос Е.І., Слаутенко Е.Г., Петросян А.А., Моргулева В.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРЕДПРИЯТИЯМИ СВИНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Основной проблемой свиноводческих хозяйств Украины является несоответствие их мощности фактическим размерам санитарно-защитных зон, что приводит к риску негативного влияния запахового загрязнения на здоровье населения, проживающего в населенных пунктах поблизости. Цель проведенного исследования заключалась в комплексной оценке загрязнения атмосферного воздуха выбросами от комплексов по разведению свиней, содержащих частицы пыли и химические вещества с выраженными запаховыми свойствами. Исследования проводились в период с 2012 по 2015 гг. и охватывали деятельность 14 современных свинокомплексов средней и высокой мощности. В ходе исследования проведены натурные измерения загрязнения атмосферного воздуха и рассмотрены материалы санитарно-эпидемиологической экспертизы указанных предприятий. В рамках пилотного проекта проведен опрос местного населения и рассчитана математическая модель концентраций исследуемых химических веществ в приземном слое атмосферы, исходя из данных о пороги восприятия запаха для этих веществ. Установлено расхождение между существующими размерами охранных зон свинокомплексов и их производственными мощностями, при этом превышение концентраций исследуемых веществ в воздухе обнаружено не было. Из 126 респондентов 72% жалуются на периодическое ухудшение состояния своего здоровья, которое они связывают с деятельностью свинокомплекса. При математическом моделировании с усреднением в 24 часов обнаружено превышение порога запаха сероводорода (2,8 раза) и метилмеркаптана (в 2,6 раза). Сделаны выводы о перспективности метода математического моделирования распределения химических веществ в атмосферном воздухе с учетом их порога запаха.

Ключевые слова: атмосферный воздух, свинокомплексы, химические вещества, натурные измерения, запаховое загрязнение, математическое моделирование.

Turos O.I., Slautenko Ye.G., Petrosian A.A., Morguleva V.V.

MODERN POSSIBILITIES OF AIR POLLUTION ESTIMATION BY PIG INDUSTRY ENTERPRISES

Annotation. The main problem of pig farms in Ukraine is the mismatch of their capacity to the actual size of the sanitary protection zones, which leads to the risk of negative influence of odor pollution on the health of the population living in nearby settlements. The purpose of the study was to comprehensively assess the pollution of ambient air by emissions from pig breeding complexes containing dust particles and chemicals with pronounced odor properties. The research was conducted between 2012 and 2015 and covered the activities of 14 modern medium and high capacity pig farms. In the course of the study, natural measurements of ambient air pollution were carried out and materials of sanitary and epidemiological examination of these enterprises were examined. Within the framework of the pilot project, a survey of the local population was carried out and a mathematical model of the concentrations of the investigated chemical substances in the surface layer of the atmosphere was calculated, based on data on the odor threshold for these substances. The discrepancy between the existing dimensions of the protection zones of pig complexes and their production capacities was established, while the concentrations of the investigated substances in the air were not exceeded. Out of 126 respondents, 72% complain of a periodic deterioration in their health, which they associate with the pig complex. At mathematical modeling with averaging in 24 hours the excess of a threshold of a smell of hydrogen sulphide (2,8 times) and methylmercaptan (in 2,6 times) is found out. Conclusions are made about the prospects of the method of mathematical modeling of the distribution of chemical substances in ambient air, taking into account their odor threshold.

Keywords: ambient air, pig complexes, chemicals, field measurements, odor pollution, mathematical modeling.
