
Информационные системы и модели

УДК 622.411.51

Оценка концентрации пыли в воздухе в зоне животноводческого комплекса

Денисов Д.А., Булкин В.В.

В статье рассматриваются результаты анализа содержания пыли в зоне расположения животноводческого комплекса. Рассмотрены основные источники пыли, её состав и размерные характеристики, включая частицы PM_{2.5} и PM₁₀, которые представляют наибольшую опасность, влияние пыли на качество воздуха в помещениях животноводческих комплексов и его последствия для здоровья животных, окружающей среды и человека. Проведены измерения концентрации пыли в ключевых точках животноводческого комплекса с использованием пылеанализатора ТС-8100. Представлены результаты измерений для различных зон: в помещении (коровнике), на улице, в зоне хранения кормов и рядом с навозохранилищем. Выявлено превышение установленных норм в ряде случаев, что указывает на необходимость улучшения условий содержания животных. Предложено для снижения концентрации пыли в коровнике применить современную систему очистки воздуха.

Ключевые слова: пыль, PM_{2.5} и PM₁₀, датчик пыли ТС-8100, нормы содержания пыли, животноводческий комплекс.

Введение

Качество воздуха в животноводческих комплексах играет ключевую роль для обеспечения здоровья животных, сохранения окружающей среды и безопасности труда сотрудников. Однако интенсивное производство, связанное с содержанием крупного рогатого скота, сопровождается образованием большого количества пыли, включающей органические и неорганические компоненты. Наибольшую опасность представляют мелкодисперсные частицы, способные проникать глубоко в дыхательные пути животных и человека, вызывая хронические заболевания, снижение продуктивности и ухудшение экологической ситуации.

Большинство сельскохозяйственных животных значительную часть времени находятся в ограниченном пространстве. Качество воздуха в помещениях для содержания животных играет ключевую роль в поддержании их здоровья и продуктивности. На фермах пыль является распространённым загрязнителем воздуха. Этот фактор особенно важен для животноводческих комплексов с крупным рогатым скотом, так как регулярное вдыхание

пыли может привести к развитию респираторных и других заболеваний, снижая при этом продуктивность животных.

Влияние пыли на животных может проявляться через заболевания дыхательных путей, снижение активности, стресс и агрессивное поведение [1]. В окружающей среде пыль проявляется через загрязнение воздуха, что влияет на флору и фауну, повреждение экосистем, например, через замедление фотосинтеза в растениях, кислотные дожди [2,3].

Влияние пыли на человека приводит к заболеваниям дыхательной системы, повышение риска сердечно-сосудистых заболеваний, обострение аллергий и раздражений, затруднение дыхания, снижение работоспособности т.д.

Современные исследования подчеркивают необходимость мониторинга воздушной среды в таких комплексах, но данные о пылевом загрязнении в различных зонах хозяйства зачастую недостаточны. Это затрудняет разработку эффективных мер по минимизации загрязнения и улучшению условий содержания животных.

Целью данной работы является анализ уровня пылевого загрязнения в одном из животноводческих комплексов о. Муром, а

также сравнительный анализ полученных результатов с нормативами допустимого содержания пыли.

Классификация пыли

Один из показателей загрязнённости воздуха — наличие и состав тонкодисперсных частиц PM2.5 и PM10 [2].

Аббревиатурой PM (particulate matter — твёрдые частицы) обозначают частицы, которые находятся в воздухе во взвешенном состоянии. Это смесь мелких твёрдых частиц пыли, золы, сажи, дыма, а также соединений минерального или органического происхождения [4].

Дисперсная воздушная среда, которая состоит из взвешенных твёрдых или жидких частиц, называется аэрозолем. Поэтому для обозначения частиц PM используют также определение тонкодисперсные или аэрозольные.

Среди частиц PM выделяют PM10, PM2.5, PM1 и PM0.1, они отличаются размером:

PM10 — относительно крупные частицы размером 10 мкм (микрометров) и менее. То есть PM10 имеют размер не более 0,01 мм. В эту категорию входит относительно крупная пыль, споры плесени, пыльца.

PM2.5 — мельчайшие, тонкодисперсные частицы размером 2,5 мкм (0,0025 мм) и менее, например, это мелкие частички пыли. По

данным ВОЗ, на большинстве территорий Европы PM2.5 составляют 50–70% от частиц PM10.

PM1 — частицы размером 1 мкм (0,001 мм) и менее, например, бактерии, вирусы, дым от лесных пожаров.

PM0.1 — ультрадисперсные частицы размером 0,1 мкм и менее, например, мельчайший вулканический пепел, аэрозоли в океанском тумане.

Таким образом, частицы PM10 включают в себя все частицы размером менее 10 мкм, в том числе и PM2.5, PM1 и PM0.1. Тем временем частицы PM2.5 объединяют в себе частицы размером менее 2,5 мкм, поэтому в эту категорию также входят PM1 и PM0.1.

Ещё один показатель — концентрация пыли (N/L). Это параметр, который указывает на количество частиц пыли в определенном объеме воздуха. В данном контексте N обозначает количество частиц пыли, а L — это единица объема воздуха, в котором эти частицы находятся. Этот показатель используется для оценки загрязненности воздуха пылью и для определения уровня загрязнения в различных помещениях, таких как производственные, складские помещения или в окружающей среде. Чем выше значение N/L, тем более загрязнен воздух.

Нормы содержания пыли на территории животноводческих комплексов определены

Таблица 1 – Нормы содержания пыли в животноводческих комплексах

Место измерения	N/L, частиц/л	2,5 мкм, частиц/мл	10 мкм, частиц/мл	PM2.5, (мг/м³)	PM10 мг/м³	Влажность, %	Температура, °C
В помещении (коровник)	≤ 50000	≤ 100	≤ 10	≤ 30	≤ 40	50-60	12-18
На улице рядом с коровником	≤ 25000	≤ 90	≤ 5	≤ 10	≤ 15	70-80	-2-10
На территории хранения кормов	≤ 60000	≤ 70	≤ 10	≤ 10	≤ 10	40-50	12-18
На территории навозохранилищ	≤ 40000	≤ 50	≤ 5	≤ 5	≤ 5	70-80	-2-5

ветеринарными правилами содержания крупного рогатого скота (представлены в таблице 1) [5,6].

Измерения концентрации пыли

Для проведения измерений были определены четыре зоны: в помещении (коровник), на улице рядом с коровником, на территории хранения кормов, на территории навозохранилищ. Измерения проводились дважды, с разницей в 1,5 часа.

Для проведения измерений использовался датчик пыли НТ-НЗ810. Устройство для определения качества воздуха в режиме реального времени со встроенной функцией измерения температуры и влажности. Измеряет концентрацию взвешенных частиц размером 0,3; 2,5; 10 мкм и способен оповещать пользователя звуковым сигналом при их высокой концентрации в атмосфере. Оснащён цветным дисплеем, встроенной памятью и позволяет записывать результаты замеров в автоматическом режиме с различными интервалами времени. Записанные измерения можно экспортировать на ПК в удобном формате pdf. Питание датчика может осуществляться как от встроенного аккумулятора, так и от сети электропитания.

Результаты измерений представлены в таблице 2.

Заключение

Полученные данные показывают, что наибольшие значения пыли были зафиксированы в коровниках, где концентрация частиц пыли (N/L) варьировалась от 63564 до 65348, что превышает уровень допустимых значений. Это связано с процессами кормления и движением животных, что способствует образованию мелкодисперсной пыли (PM2.5 и PM10). Влияние пыли в этих помещениях может быть серьезным для здоровья животных, вызывая заболевания дыхательных путей и снижение продуктивности.

На улице комплекса концентрация пыли значительно ниже (от 30579 до 32568), что связано с более открытой средой и снижением пыли за счет ветровых потоков. Однако и эти значения выше допустимых. Тем не менее, на территории хранения кормов и рядом с навозохранилищем, где обрабатываются органические вещества, пыль также достигает высоких уровней (от 57823 до 58932 на территории хранения кормов и от 23485 до 26871 рядом с навозохранилищем), хотя и не превышает предельных значений.

В помещении коровника отмечается наличие превышения допустимых концентраций частиц 2.5 μm и 10 μm .

Влажность воздуха в местах с высокой концентрацией пыли (коровник и хранилище кормов) варьируется от 40% до 79%, что определяется состоянием атмосферы. В данном

Таблица 2 - Результаты измерения содержания пыли

Место измерения	N/L, частиц/л	2.5 μm , частиц/мл	10 μm , частиц/мл	PM2.5, (мг/м ³)	PM10 мг/м ³	Влажность, %	Температура, °C
В помещении (коровник)	65348	121	6	31	41	51,2	14,1
	63564	98	5	19	22	53,5	14,3
На улице рядом с коровником	32568	99	4	9	12	79,6	0,5
	30579	87	0	5	6	81,9	0,7
На территории хранения кормов	58932	65	12	6	12	40,1	15,1
	57823	71	6	6	6	40,5	15,0
На территории навозохранилищ	23485	32	0	2	3	78,7	1,2
	26871	41	3	7	6	80,6	1,4

случает эти значения в целом не выходят за пределы допустимых диапазонов.

Очевидно, что для минимизации воздействия пыли необходимо внедрять системы пылеподавления и улучшать вентиляцию в помещениях для содержания животных.

Литература

1. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. - Москва, 1999 / КонсультантПлюс. - Режим доступа: https://www.ecoindustry.ru/i/ndocs/6388/sbornik_udelnykh_pokazateley_obrazovania_otkhodov_proizvodstv.pdf.

2. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов / Гигиена и санитария, 2019, 98(2). С.142-147.

3. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ / КонсультантПлюс. - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.

4. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ / КонсультантПлюс. - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/.

5. Приказ Министерства сельского хозяйства от 13 декабря 2016 г. № 551 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания крупного рогатого скота в целях его воспроизводства, выращивания и реализации» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71533566/> (Дата обращения 22.11.2024).

6. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Утверждены Распоряжением Правительства России от 08 июля 2015 г. №1316-р -Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71026758/>.

Поступила 14 августа 2024 г.

The article presents the concept of a Telegram bot designed to reduce risks at railroad crossings and increase technosphere safety. The main task of the bot is to minimize human errors and prevent emergencies. The bot provides users with background information on the rules of behavior at crossings, explains the operation of alarms and road signs, and also gives instructions in case of emergencies, such as a stuck car on the tracks or a barrier malfunction. The interactive tools of the bot, including tests and quizzes, allow users to test their knowledge, and the feedback system provides an opportunity for prompt notification of problems. The technical implementation is based on the Python programming language and SQLite databases, which ensures stable operation and scalability of the system. The final version of the project can be implemented within the framework of government safety improvement programs, educational initiatives or corporate training, as well as adapted for other transport infrastructure facilities.

Key words: Telegram bot, railway crossing, Python programming language, security.

Денисов Дмитрий Андреевич - студент кафедры «Техносферная безопасность», Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых,

E-mail: dimadenisov2018@mail.ru.

Булкин Владислав Венедиктович - профессор кафедры «Техносферная безопасность», Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых,

E-mail: vvbulkin@mail.ru.

Адрес: 602264, Муром, ул. Орловская, д. 23.