

УДК 504.054

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ  
ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСА**

**Николай Викторович Бучилин**

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

**Аксеновский Алексей Васильевич**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

noxy2002@mail.ru

**Сергей Юрьевич Щербаков**

кандидат технических наук, доцент

Scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

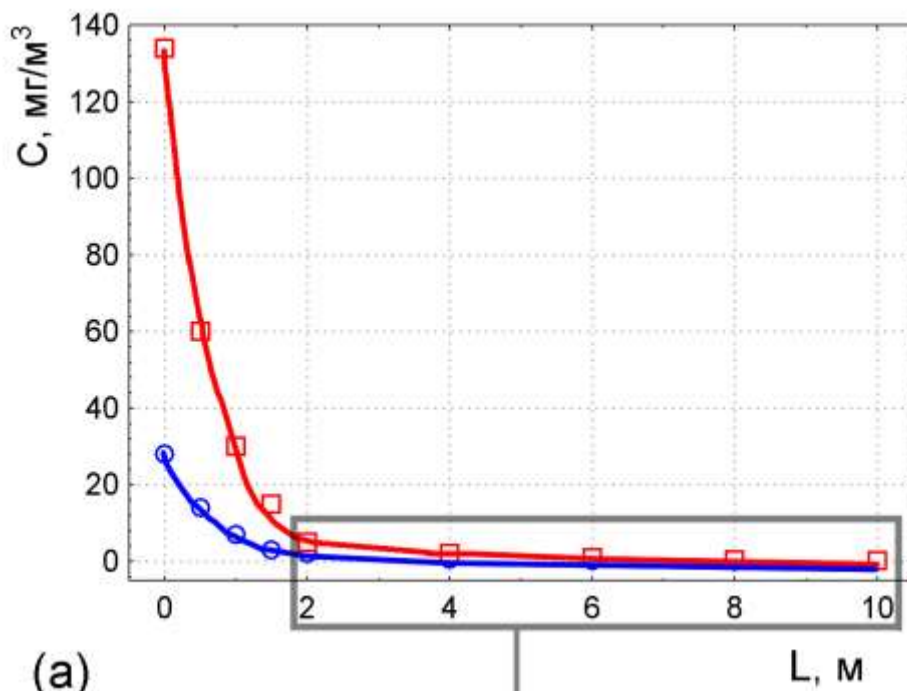
**Аннотация.** Изучение процессов распространения вредных веществ в воздушной среде является актуальной задачей т.к. позволяет прогнозировать их распространение в атмосферном воздухе вблизи населённых пунктов и сельхоз угодий. Настоящая работа посвящена моделированию процессов распространения диоксидов азота и серы в воздухе в результате сжигания азот- и серосодержащих резин и пластиков. В качестве модельного источника распространения диоксидов служило сжигание материалов в лабораторной печи. Показано, что концентрация диоксидов в воздухе на расстоянии 10 м от источника при выбранных условиях сгорания составляет 0,5-4 мг/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** приземная концентрация, моделирование загрязнения, диоксид серы, диоксид азота, неконтролируемое горение, сжигание мусора.

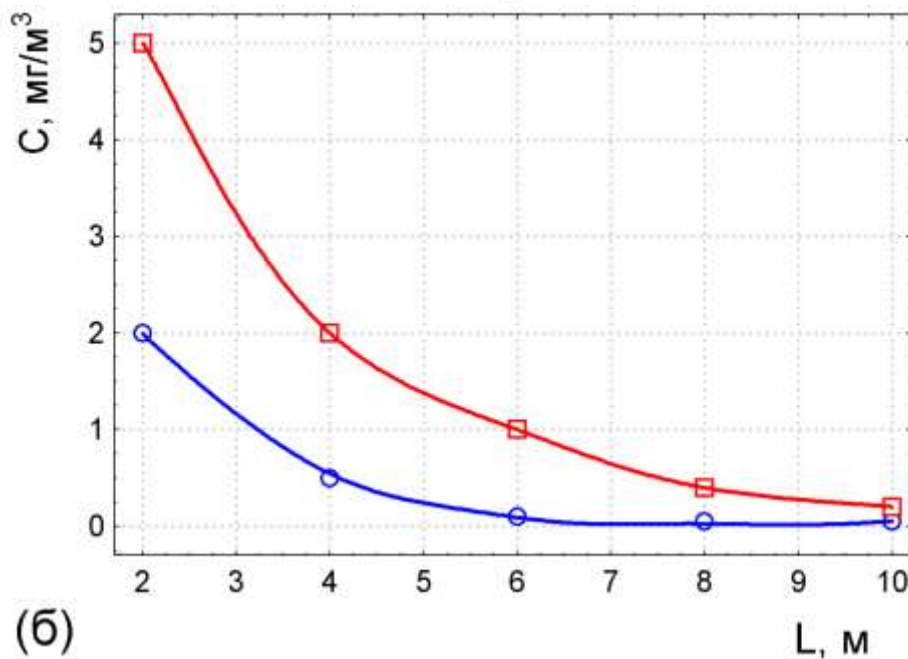
Атмосфера городов и предприятий содержит большое количество пыли и газовых загрязнений. В городах и их окрестностях сосредоточены промышленные предприятия, предприятия топливно-энергетического комплекса, транспортные узлы. Всё это делает атмосферу городов сосредоточением основных экологических проблем. Тем не менее, всё большая часть населения Земли предпочитает жить в городах, следовательно, разработка мероприятий по снижению загрязнений атмосферы городов является актуальной задачей. Для разработки таких мероприятий необходимо иметь информацию об основных закономерностях распространения загрязнений в атмосфере Земли. Эти закономерности определяются метеорологическими условиями и физико-географическими особенностями местности, а также характеристиками источника загрязнений.

Наиболее быстрым и дешёвым способом снижения концентрации вредных веществ является оптимизация технологического режима сжигания отходов на мусоросжигательных заводах, производственных линиях и предприятиях топливно-энергетического комплекса. Для оптимизации управления технологическими процессами применяют математическое моделирование данных процессов с задачей входных и выходных параметров. Одним из выходных параметров работы печей при сжигании топлива и отходов является концентрация вредных веществ в отходящих газах, от которой зависит концентрация этих газов в приземном слое, и, как следствие, загазованность окружающего воздуха [7-8].



Зависимость концентрации атмосферных примесей от расстояния от источника выброса при условии отсутствия конвекции, как правило, является экспоненциальной либо линейной. Экспериментальное исследование таких зависимостей позволит создать математическое описание распространения вредных веществ в атмосфере при сгорании различных видов топлива и отходов. Настоящая работа посвящена определению концентрации диоксида азота и диоксида серы в воздухе в зависимости от расстояния от модельного источника выброса.



(а)



(б)

Рисунок 1 - Экспериментальное определение концентрации газов в воздухе: (а) – на всём интервале расстояний (L) от модельного источника выброса; (б) – в интервале 2-10 метров.  – диоксид серы;  – диоксид азота.

Для создания модельного очага распространения диоксидов азота и серы производили сжигание бытовых полимерных материалов в лабораторной электрической печи, которая установлена в лабораторном помещении со скоростью естественной циркуляции воздуха 0,5 м/с. Сжигаемый полимерный

материал – вулканизированная резина с добавкой полиуретана (5 масс.%), взятая в количестве 100 гр. Электрическая печь – SNOL 3986. Объём камеры печи – 30 литров. Режим сжигания материала: разогрев печи до 900 °С, загрузка материала в горячую печь, выдержка материала в печи в течение 5 минут перед началом проведения замеров, инерционное охлаждение печи. Измерение концентрации диоксидов серы и азота проводили при помощи газоанализатора ОКА-92МТ. Замеры осуществляли на различных расстояниях (L) от корпуса печи на высоте 1,5 метра над уровнем пола. Результаты замеров представлены на рисунке 1.

Исследования показали, что спад концентраций газов в зависимости от удалённости от модельного источника – нелинейный и близкий к экспоненциальному. Порядок величин концентраций в воздухе каждого из оксидов – различный и равен 134 мг/м<sup>3</sup> для диоксида серы и 28 мг/м<sup>3</sup> для диоксида азота непосредственно вблизи очага выброса. Эти данные соответствуют мольному соотношению атомов серы и азота в составе композиции полимеров, которое составляет 5:1. На расстоянии 10 метров от очага концентрации данных диоксидов составляет 2 и 0,5 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Используемая методика определения спада концентраций в зависимости от расстояния от источника выброса является оценочной т.к. не учитывает конвективных потоков атмосферного воздуха, направления ветров и высоты выхлопных труб.

#### **Список литературы:**

1. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 448 с.
2. Коломиец А.А., Манаенков К.А., Найденов А.А. Оценка показателей надежности автотранспортных средств // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 47

3. Щербаков С.Ю., Криволапов И.П., Стрельников Д.И., Коробельников А.П. Характеристика методов проведения анализа риска // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 253.

4. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Кинетика ингибирования процессов горения угля // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3. <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/4940/5019> (электронный журнал) (РИНЦ)

5. Клименко Н.Н., Нистратов А.В., Киселева К.И., Делицын Л.М., Сигаев В.Н. Применение вторичного углеродного волокна для армирования композиционного материала на основе щелочеактивированного доменного шлака // Стекло и керамика. 2020. № 11. С. 28-31.

6. Бучилин Н.В., Никитина В.Ю., Луговой А.А., Варрик Н.М., Бабашов В.Г. Получение высокопористых керамических материалов на основе алюмомагнезиальной шпинели // Стекло и керамика. 2020. № 10. С. 7-14.

7. Картечина Н.В., Макова Н.Е., Шацкий В.А., Дорохова А.М. Информационная модель учета сельскохозяйственной техники // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 40

8. Строкова Я.А., Клименко Н.Н. Комплексная щелочно-щелочноземельная активация гранулированного доменного шлака // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 4. С. 130-132.

**UDC 504.054**

## **MODELING OF THE SPREAD OF POLLUTANTS FORMED AS A RESULT OF THE OPERATION OF EMISSION SOURCES**

**Nikolai V. Buchilin**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

[isk115599@rambler.ru](mailto:isk115599@rambler.ru)

**Alexey V. Axenowskiy**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

noky2002@mail.ru

**Sherbakov Sergey Yurievich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The study of the processes of the spread of harmful substances in the air is an actual task because it allows to predict their spread in the atmospheric air near settlements and agricultural lands. This paper is devoted to modeling the processes of nitrogen and sulfur dioxide distribution in the air as a result of burning nitrogen- and sulfur-containing rubbers and plastics. The combustion of materials in a laboratory furnace served as a model source of the spread of dioxides. It is shown that the concentration of dioxides in the air at a distance of 10 m from the source under selected combustion conditions is 0.5-4 mg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** surface concentration, pollution modeling, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, uncontrolled combustion, garbage incineration.

Статья поступила в редакцию 16.02.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2022; принята к публикации 30.03.2023.

The article was submitted 16.02.2023; approved after reviewing 20.03.2022; accepted for publication 30.03.2023.