СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Цыгикало Т.И., Янаева М.В., Цыгикало Д.В., Руденко М.В.** Автоматизация процесса управления экологическим мониторингом строительной площадки // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – № 77.

2. **Голенищев Э.П., Клименко И.В.** Информационное обеспечение систем управления. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 315 с.

3. **Боравская Т.В.** Об экологической ответственности в отношении предупреждения и ликвидации вреда окружающей среде // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2009. – № 3. – С. 22–23.

УДК 502.1: 504

Блащинская Оксана Николаевна,
старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: Lin_oks@mail.ru
Зайцева Надежда Валерьевна,
студентка кафедры «Автоматизация технологических процессов»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: nadezdazajceva29262@gmail.com
Колмогоров Алексей Геннадьевич,
к.т.н., доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: alexey-kol@yandex.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Blaschinskaj O.N., Zaitseva N.V., Kolmogorov A.G.

AUTOMATED SYSTEM FOR RESEARCHING ENVIRONMENTAL POLLUTION PROCESSES

Аннотация. *Представленная статья рассматривает актуальную проблему экологического нормирования и оценки антропогенной нагрузки на городскую среду через призму состояния растительного покрова. В работе подчёркивается важность разработки и применения автоматизированных систем для сбора, обработки и анализа данных о состоянии окружающей среды, в частности концентрации загрязняющих веществ (ЗВ).*

Ключевые слова: *охрана окружающей среды, экологическое нормирование, антропогенная нагрузка, растительный покров, экологическая безопасность, загрязняющие вещества.*

Abstract. *The presented article examines the urgent problem of environmental regulation and assessment of anthropogenic impact on the urban environment through the prism of vegetation cover. The paper emphasizes the importance of developing and applying automated systems for collecting, processing and analyzing data on the state of the environment, in particular, the concentration of pollutants.*

Keywords: *environmental protection, environmental regulation, anthropogenic load, vegetation cover, environmental safety, and pollutants.*

Представление об охране окружающей среды предполагает развитие системы экологического нормирования на основе интегрированных показателей состояния природных объектов [1]. В связи с этим повреждения и стабильность развития растительного покрова дают возможность характеризовать степень антропогенной нагрузки городской среды.

Система экологической безопасности территории опирается на комплексы и средства унифицированного сбора данных, централизованной обработки и многоцелевого использования данных о состоянии наиболее значимых структур и объектов окружающей среды.

Составной частью этих комплексов являются модели, обобщающие картину поступления и рассеяния загрязняющих ве-

ществ, расчёт концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в окружающей среде.

Модели дают возможность рассчитывать конечную концентрацию загрязняющих веществ в заданных точках пространства выброса на высоте 2 м фактически только в горизонтальной плоскости пространства. При этом по отношению к слою растительности, с которой взаимодействуют загрязняющие вещества, например, попавшие в окружающую среду от плоского источника выброса, при моделировании средней концентрации, как правило, исходят из того, что «ветви, листья, хвоя сосны усредняют распределение концентрации в поперечном сечении» [2].

Одной из таких моделей является кинетическая модель. При моделировании изменений концентрации загрязняющего вещества с учётом нахождения в пространстве растительного барьера по кинетической модели применяется подход, с помощью которого учитываются изменения концентрации вещества по вертикали «Z».

В рамках этого подхода исходим из того, что зависимость концентрации газа (nz) от высоты источника выброса (Z) в неизотермических условиях может быть определена по барометрической интегральной формуле зависимости концентрации газа от высоты, которая имеет вид:

$$\ln n_z = \ln n_o - \left(\frac{m \cdot g}{k}\right) \cdot \int_0^{\infty} \frac{dz}{T}, \qquad (1)$$

где n_o – концентрация молекул газа при Z_o равном нулю; g – гравитационная постоянная; k – константа Больцмана; m – масса частиц газа (в расчётах использовали среднюю массу частиц газа (m_{cp}); средняя масса молекулы SO_2 при нормальных условиях составляет $10{,}631 \cdot 10^{-26}$ кг.

Моделирование изменений концентрации загрязняющего вещества с учётом растительного покрова является актуальным при разработке автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) для исследования процесса загрязнения окружающей среды, составная часть – математический расчёт концентрации загрязняющих веществ в окружающей среде.

Целью разработки автоматизированной системы по исследованию загрязнения окружающей среды является создание комплекса программного обеспечения, позволяющего управлять исследованием процессов, связанных с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

Автоматизированная система научных исследований позволит решить следующие задачи:

1. Ввод экспериментальных данных в систему.

2. Вычисление концентрационного поля загрязняющего вещества на основе разработанной математической модели.

3. Формирование рекомендаций по улучшению экологического состояния окружающей среды.

Представим описание интерфейса программы расчёта зависимости изменения концентрации загрязняющего вещества от высоты источника выброса.

Написанный программный код для удобства разделён на два функциональных модуля, модуль дизайна программы и модуль программы расчёта концентрационного поля, каждый из которых выполняет определённую задачу; модули объединяются главным файлом.

Интерфейс программы описывается модулем dizesign.py.

В целях увеличения эффективности в программу был добавлен интуитивно понятный интерфейс. Для добавления интерфейса был написан скрипт, который вынесен в отдельный модуль.

Программа представляет собой окно, содержащее две вкладки. На первой вкладке, которая представлена на рисунке 1, осуществляется ввод параметров для расчёта модели. Параметры вводятся в специальные поля ввода данных «Показатель степени, зависящий от погодных условий». В нижней части имеется кнопка для проведения расчёта «Пересчитать модель», а также для удобства добавлен индикатор расчёта. На второй вкладке, которая представлена на рисунке 2, выводятся данные для расчёта неизотермической барометрической модели.

Интерфейс программы расчёта изменения концентрации загрязняющего вещества с использованием кинетической модели представлен на рисунке 1.

На рисунке 2 показана графическая зависимость концентрации загрязняющего вещества от высоты источника выброса и от температуры окружающей среды, рассчитанная по неизометрической барометрической модели.

Для создания графического интерфейса использовали программу Qt Designer, из созданного интерфейса с помощью скрипта сгенерировали код интерфейса, который представ-лен в файле dizesign.py.

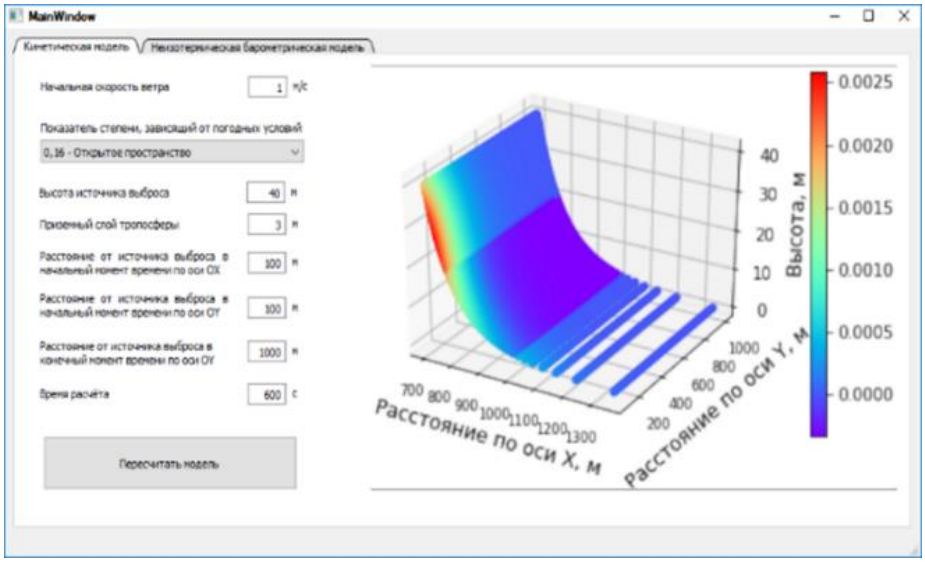

Рисунок 1 – Интерфейс программы расчёта концентрационного поля

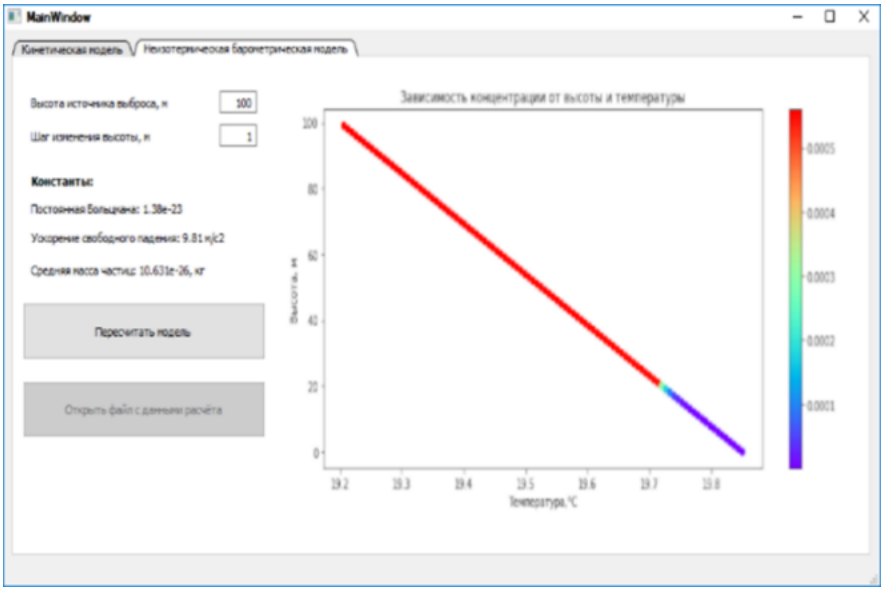

Рисунок 2 – Интерфейс программы расчёта неизотермической барометрической модели

На приведённом рисунке (2) показаны элементы QLineEdit, предназначенные для ввода значений параметров, наименования параметров указаны в элементах QLabel слева, а единицы измерения – в элементах QLabel справа от соответствующего QLineEdit-а. При нажатии кнопки «Перерасчёт модели» считываются новые исходные данные и параметры модели вычисляются заново.

Результат расчёта модели – зависимость концентрации загрязняющего вещества от времени – выводится в виде графика. График строится с использованием библиотеки matplotlib в элементе QtWidgets.

Показатель степени, зависящий от погодных условий, представлен в виде выпадающего списка на рисунке 3.

Выпадающий список служит для выбора коэффициента, определяемого погодными условиями.

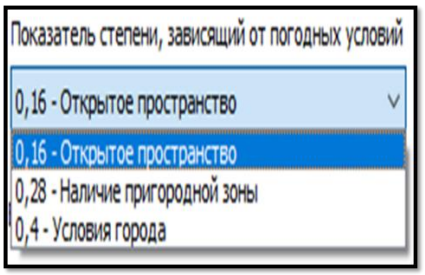

Рисунок 3 – Показатель степени, зависящий от погодных условий

конвертирования полученных результатов в программу MS Excel (при нажатии на кнопку «Открыть файл с данными расчета»). Полученные значения доступны для дальнейшей обработки и оформления средствами данного приложения (рисунок 4).

Процесс оценки показателей окружающей среды весьма проблематичен и вызывает массу затруднений, поэтому целесообразным является применение новых подходов к автоматизации данных процессов.

После расчёта данных по представленной модели становится доступной функция

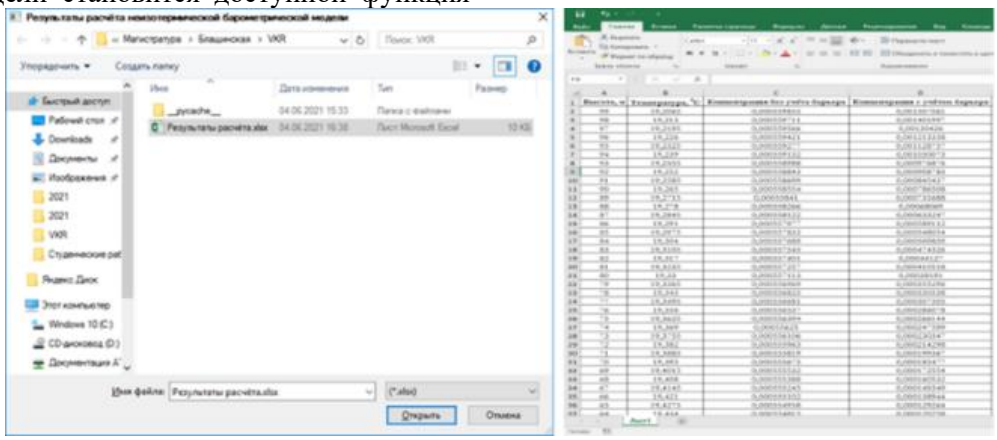

Рисунок 4 – Диалоговое окно открытия файла в Excel с результатами расчётов

В качестве среды разработки для реализации АСНИ (автоматизированная система научных исследований) выбран язык программирования Python, с использованием библиотеки PyQt5, предоставляющей возможность кроссплатформенной разработки различных приложений (настольных, мобильных, веб).

Результаты исследования и расчётов показали, что разработка математической модели, подходящей для того, чтобы учесть барьерную функцию растительности в пространстве выброса загрязняющих веществ, подтвердила наибольшую пригодность для этих целей барометрической неизотермической модели определения концентрации газа.

Для расчёта концентрации загрязняющего вещества была использована барометрическая неизотермическая модель.

На основе кинетической неизотермической барометрической модели разработан алгоритм и программа автоматизированного расчёта изменений концентрации вещества на языке Python 3.0, получены результаты расчёта изменений концентрации загрязнителя с высотой и на отметке предполагаемого нахождения барьера растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дмитриев В.В.** Интегральные оценки состояния сложных систем в природе и обществе // Биосфера. – 2007. – Т. 2, № 4. – С. 507–520.

2. **Добросельский К.Г.** Модель оценки рассеяния газообразных вредных веществ от вертикальных сосредоточенных источников / К.Г. Добросельский // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 1. – С. 25–29.