

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ВЫБРОСОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SKAT

Ушакова А.Д.

*Томский государственный университет,
г. Томск, Российская Федерация
ushakova.ann@inbox.ru*

Приводятся результаты моделирования распространения загрязняющих веществ выбросов нефтехимического предприятия ООО «Газпром Метанол» с использованием программного комплекса SKAT. Рассчитана зона нахождения максимальной приземной концентрации оксида углерода. Проведена оценка воздействия данного предприятия на качество атмосферного воздуха.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, моделирование, рассеивание, атмосферный воздух, защита окружающей среды, предельно-допустимая концентрация.

Введение. Процессы переноса загрязняющих веществ (ЗВ) от промышленных объектов являются существенным фактором, влияющим на социальную обстановку и экологическое состояние регионов мира [1]. Необходимость повышения точности прогнозирования содержания ЗВ в атмосфере определяет актуальность этих исследований [2, 3].

Выбросы ЗВ из труб промышленных объектов при поступлении в атмосферу включаются в многообразные процессы движения атмосферного воздуха, осаждаются на почву, распространяются в гидросфере, загрязняя поверхностные и подземные воды. Для нефтехимических предприятий характерно поступление в атмосферу химических загрязнителей в виде газов и аэрозолей. Основные из них – оксид и диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углеводороды и др.

Для высоких источников ключевыми функциями рассеивания являются: распределение приземных концентраций ЗВ в направлении оси струи выброса, значения максимальной концентрации, расстояния от источника, на котором они достигаются и опасной скорости ветра. Для одного и того же источника эти функции определяются типом устойчивости атмосферы и скоростью ветра.

Материалы и методы исследований. В настоящее время широко используются методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (далее – МРР-2017).

В основе методики МРР-2017 [3] лежат предположения о влиянии на характер и масштабы рассеивания загрязняющих веществ в приземной части атмосферы метеорологических параметров (стратификация атмосферы, скорость и направление ветра, температура воздуха), параметров источника выброса и состава газоаэрозольной смеси.

Методика МРР-2017 рекомендована в настоящее время для проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с целью нормирования и установления ПДВ (предельно допустимых выбросов).

Для расчета рассеивания ЗВ в соответствии с рассмотренной выше методикой использован программный комплекс «СКАТ» [4], который представляет собой приложение, функционирующее в операционной среде MS Windows и совместимых с ними ПЭВМ. В исполняемых модулях комплекса имеется возможность графической интерпретации результатов расчета и импорта последних в MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Для построения графиков были взяты результаты лабораторных измерений массовых выбросов оксида углерода (СО) от ист. 0018 на производстве метанола предприятия ООО «Газпром Метанол», расположенного в г. Томск, Россия (за 2019 г.) [5, 6].

Для расчета в данной программе приняты среднегодовые значения скорости ветра (4 м/с), не учитываются фоновые значения концентраций загрязняющих веществ, температура воздуха принята за 25 °С.

Поскольку высота источника 0018 незначительная (21 м), то при опасной скорости ветра (0,5 м/с) максимальная приземная концентрация оксида углерода находится на расстоянии 65 м от источника загрязнения и достигает чуть больше 0,0001 мг/м³ (рисунок 1). Кроме того, причинами небольшого расстояния нахождения максимальной концентрации вещества являются незначительный диаметр устья источника (0,8 м), невысокая температура (29,4 °С) и скорость газовой смеси (2 м/с).

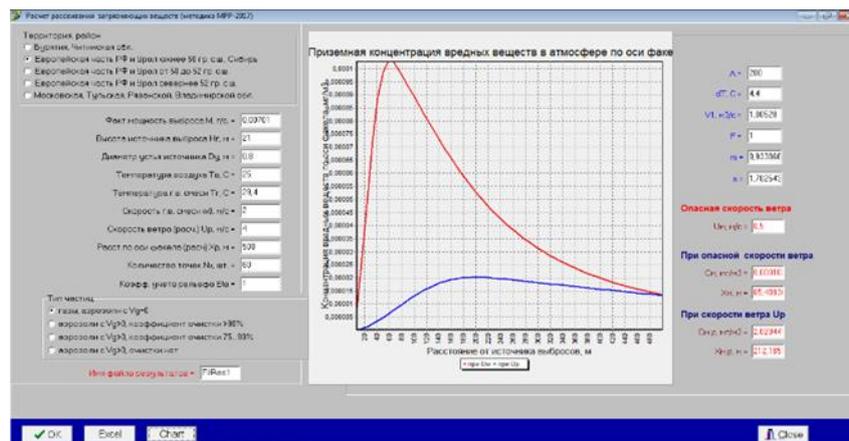
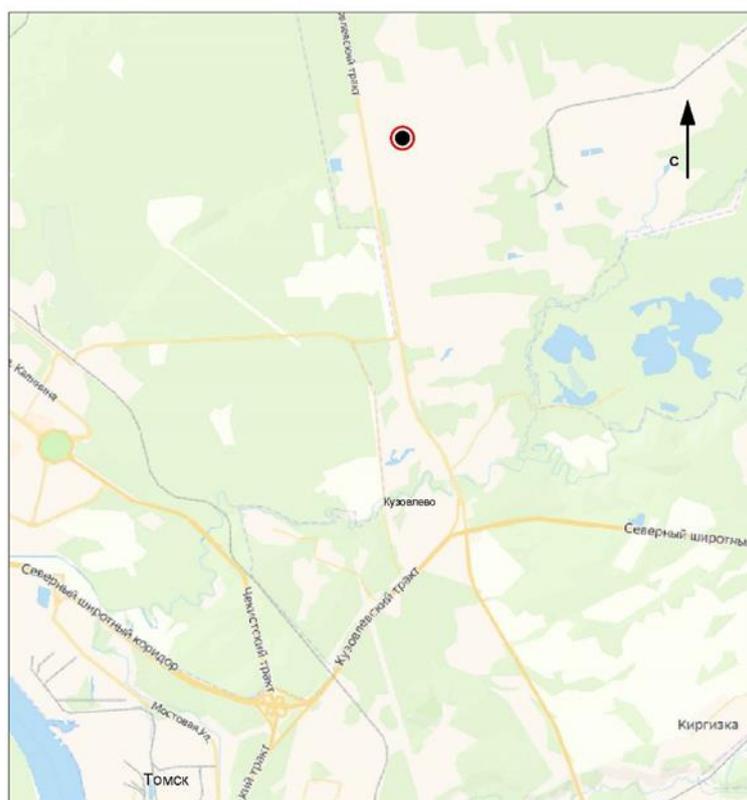


Рисунок 1 – Скриншот главного окна исполняемого модуля «Scat_MRR»
Рассеивание оксида углерода от ист. 0018

Зона максимальной приземной концентрации оксида углерода находится в 65 м от источника. Поэтому населенные пункты не попадают в зону максимальной приземной концентрации оксида углерода (рисунок 2).

Основные и рассчитанные данные источников выбросов загрязняющих веществ представлены в таблицах 1, 2.



Условные обозначения:

- - ООО "Газпром Метанол"
- - Зона максимальной приземной концентрации CO от ист. 0018 (65 м)

Рисунок 2 – Карта-схема района г. Томска с зоной максимальной приземной концентрации CO от ист. 0018 (Основа – Яндекс.Карты). М 1:100000

Таблица 1 – Основные данные источника выброса загрязняющих веществ, 2019 г

Мощность выброса, г/с	Высота, м	Диаметр, м	Температура г.в. смеси, °С	Скорость г.в. смеси, м/с
0,00701	21	0,8	29,4	2

Таблица 2 – Рассчитанные данные источников выбросов загрязняющих веществ, 2019 г

Опасная скорость ветра, U_m , м/с	C_m при U_m , мг/м ³	C_m при U_p , мг/м ³	Расстояние max концентрации, км
0,5	0,0001	2,0294	0,065

Таким образом, рассеивание загрязняющих веществ от точечного источника зависит от параметров источника (высоты, диаметра устья и мощности выброса), газоздушной смеси (скорость выхода, температура) и от метеорологических параметров и особенностей рельефа.

Поскольку $\text{ПДК}_{\text{сс}}(\text{CO}) = 3 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{\text{мр}}(\text{CO}) = 5 \text{ мг/м}^3$ [7], то нормы ПДК не превышены.

Заключение. С целью повышения точности прогнозирования поведения выброса от нефтехимических предприятий в атмосфере применен программный комплекс для расчета рассеивания примесей в приземном слое атмосферы по методике МРР-2017. С использованием программного комплекса «СКАТ» выполнены исследования поведения концентраций оксида углерода в приземном слое атмосферы в условиях г. Томска для предприятия «Газпром Метанол».

Проведены расчеты максимальных концентраций оксида углерода при среднегодовой скорости ветра. Расчет максимальной зоны влияния источника показывает, что она меньше, чем расстояние до ближайших населенных пунктов. Из результатов расчетных исследований видно, что основными определяющими факторами рассеивания загрязняющих веществ являются метеорологические параметры, параметры источника и газовой смеси.

Экологическая обстановка на территории предприятия в целом благоприятная, т.к. максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ не превышают санитарно-гигиенические нормативы.

Библиографические ссылки

1. Wark, K., Warner, C.F., Davis, W.T. Air Pollution. Its Origin and Control. 3rd ed. – Menlo Park: Addison Wesley Longman Inc., 1998. – 573 p.
2. Положение о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население. Утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 июня 2010 г. № 465. – М.: Ростехнадзор, 2010. – 111 с.
3. Методы расчетов рассеивания вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. Приказом Минприроды России от 06.06.2017 г. № 273. – М.: Ростехнадзор, 2017. – 110 с.
4. Моделирование распространения в атмосфере загрязняющих веществ выбросов электростанций на базе программного комплекса «СКАТ» / А.М. Антонова, А.В. Воробьев, В.А. Воробьев [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 6. – С. 174-186.
5. Проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу для ООО «Сибметакхим» / «ЦЛАТИ по Томской области» ФГБУ «ЦЛАТИ по СФО». – Томск, 2016. – 291 с.
6. Программа производственного экологического контроля ООО «Сибметакхим» / ООО «Сибметакхим»; сост. Е.А. Денисова. – Томск, 2018. – 34 с.
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм «СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Консультант Плюс: справочно-правовая система.