

ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ И ВЫМЫВАНИЯ ПРИМЕСЕЙ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА САРАНСКА

В статье предложен метод оценки качества атмосферы промышленного города и его изменений в различных метеоусловиях.

Экологическое состояние многих территорий России на современном этапе ее развития оценивается как кризисное [1]. В этом отношении Республика Мордовия не является исключением, воздух здесь загрязнен примесями, содержание которых может достигать величин, соизмеримых с экологическим бедствием. Так, среднее значение суммарного индекса загрязнения атмосферы в городе Саранске свыше 8, что характеризует атмосферу как сильно загрязненную, причем свое наибольшее значение индекс принимает летом, наименьшее – зимой. Ранжирование территориально-производственного комплекса Мордовии по категории опасности источников загрязнения атмосферного воздуха показало, что наиболее мощные источники выбросов в атмосферу расположены в г. Саранске. Из промышленных предприятий наибольшую опасность для атмосферного воздуха по КОП в г. Саранске представляют Саранская ТЭЦ-2 ОАО «Мордовэнерго» и автотранспорт. Ранжирование основных загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями, по КОВ показало, что наиболее значимы для г. Саранска оксид ванадия и оксид азота (IV). Еще большее усугубление ситуации вызывается отсутствием системного подхода к разработке мероприятий по усовершенствованию, обновлению и дополнению систем очистки воздуха на источниках выбросов. Таким образом, качество атмосферы является неудовлетворительным, а в каждом ТПК имеется свое приоритетное вещество, находящееся в определенном состоянии.

Ранее проведенные нами исследования позволяют утверждать, что вредные вещества, попадая в атмосферу, подвергаются физико-химическим превращениям, рассеиваются или вымываются из нее осадками [6, 7]. При постоянном режиме выбросов вредных веществ колебания уровней загрязнения атмосферного воздуха наблюдаются под влиянием условий переноса и рассеяния примесей в атмосфере [4, 5]. Поэтому снижение концентраций примесей в конкретном районе города или в городе в целом зависит от определенных сочетаний

метеорологических параметров. Чем точнее установлено это сочетание, тем с большей надежностью будет осуществляться прогноз возможного накопления примесей в атмосфере [3, 4]. Так как формирование уровня загрязнения атмосферы примесями в значительной степени связано с условиями вертикального и горизонтального переноса и рассеяния примесей, качество атмосферы города может быть представлено в виде функции скоростей воздушных потоков [4, 5].

В случае выпадения осадков в системе «атмосфера – территория» в расчет следует включить дополнительный фактор – количество осадков в виде дождя и снега. При моделировании системы «атмосфера – территория – выпадающие осадки» основными элементами модели нами были приняты следующие ее объекты: генератор (источник) примесей, приземный слой атмосферы высотой 50–100 м (среда) и осадки.

Количество примеси, вымываемой осадками из приземного слоя атмосферы, следует оценивать через критерий качества атмосферы ($K_{атм}$) [5], который через категорию опасности предприятия включает в себя количество выбросов от источника, скорость ветра и его направление, интенсивность атмосферных осадков, токсичность примеси и класс ее опасности, а через категорию опасности территории – емкость среды по примеси. При наличии направленного воздушного потока форма облака с загрязняющими веществами принимает более сложный вид, а территория, над которой оно расположится, рассчитывается исходя из геометрических соображений [5]. Определение критерия качества атмосферы проводили по формуле [4]

$$K_{атм} = \frac{КОП}{КОТ}, \quad (1)$$

где $КОТ$ – категория опасности территории, м³/с.

Расчет качества атмосферы территории проводится через категорию опасности территории $КОТ$ с учетом или без учета выпадения осадков.

Для случая конвективной диффузии уравнение для КОТ может быть записано в виде [5]

$$KOT = \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_c \cdot C_i}{t \cdot ПДК_i} \right)^\alpha \quad (2)$$

Если же записать правую часть уравнения (2) через произведение комплексного индекса загрязнения атмосферы ($ИЗА_n$) на объемную скорость рассеивания примеси (q), то получим

$$KOT = \sum_{i=1}^n q^{\alpha_i} \cdot ИЗА_n \quad (3)$$

В категорию опасности территории заложен определенный экологический смысл – это емкость приземного слоя атмосферы данной территории по примесям и рассчитанная с учетом кинетики диффузии [4, 5]. Уравнение (3) можно рассматривать как уравнение экологического состояния атмосферного воздуха, записанное с учетом экологических характеристик среды. Причем комплексный индекс загрязнения атмосферы можно записать через индексы для индивидуальных веществ-загрязнителей

$$\begin{aligned} ИЗА_n &= ИЗА_{CH_2O} + ИЗА_{NO_2} + ИЗА_{SO_2} + ИЗА_{эзв.в} = \\ &= \left(\frac{C^{прив}}{ПДК_{SO_2}} \right)_{CH_2O} + \left(\frac{C^{прив}}{ПДК_{SO_2}} \right)_{NO_2} + \\ &+ \left(\frac{C^{прив}}{ПДК_{SO_2}} \right)_{SO_2} + \left(\frac{C^{прив}}{ПДК_{SO_2}} \right)_{эзв.в}, \quad (4) \end{aligned}$$

где $ИЗА_{CH_2O}$, $ИЗА_{NO_2}$, $ИЗА_{SO_2}$, $ИЗА_{эзв.в}$ – среднемесячные значения индексов веществ-загрязнителей для данного сезона года.

Из определения категории опасности территории следует, что изменение емкости приземного слоя атмосферы территории возможно двумя путями:

- через увеличение во времени объема среды, в которой распределяется примесь (рассеивание);
- через изменение приведенной концентрации примеси.

Причем, если считать, что уравнение (3) является уравнением экологического состояния атмосферы ($ИЗА_n$ зависит от парциальных давлений каждой примеси, а q функционально связано с объемом газовой системы), то изменения в системе можно рассмотреть в качестве изотермического процесса, то есть отвечающего условию постоянства суммарного и парциальных давлений (а значит, $C_{прив} = const, ИЗА = const$). Следовательно, каж-

дому состоянию системы отвечает только одно значение категории опасности территории, а значит и одно значение критерия качества атмосферы. Этот факт можно использовать для оценки и прогноза качества атмосферы территории в различных метеорологических ситуациях. Если использовать требования, предъявляемые к качеству территории в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», то территорию по качеству атмосферного воздуха можно отранжировать следующим образом [4]. Здесь интересно рассмотреть четыре экологических состояния системы:

– первое, когда приведенная концентрация примеси (среднесуточная, среднемесячная, среднегодовая) меньше или равна среднесуточной ПДК. В этом случае атмосфера территории должна считаться напряженной, а условие равенства КОП и КОТ может служить характеристикой перехода от процесса рассеивания примеси к ее накоплению у источника;

– второе, когда приведенная концентрация примеси меньше или равна пяти предельно допустимым концентрациям по диоксиду серы. В этом случае атмосфера территории считается критически нагруженной;

– третье, когда приведенная концентрация примеси меньше или равна семи с половиной среднесуточным предельно допустимым концентрациям по диоксиду серы. В этом случае состояние территории по качеству атмосферы определяется как зона чрезвычайной экологической ситуации;

– четвертое, когда приведенная концентрация примеси выше семи с половиной среднесуточных предельно допустимых концентраций по диоксиду серы. В этом случае территория по качеству атмосферы характеризуется как зона экологического бедствия.

Каждое из этих состояний является граничным случаем при определении критерия качества атмосферы территории (таблица 1) [5].

Таблица 1. Значения критерия качества атмосферы для территории, прилегающей к источнику

Характеристика территории	Величина критерия качества атмосферы	
	минимальная	максимальная
1. Условно чистая	-	<0,3
2. Напряженная	0,3	1
3. Критически нагруженная	1	4
4. Зона ЧЭС	4	8
5. ЗЭБ	>8	-

Для данной работы представляет интерес рассмотрение способов управления емкостью среды по примеси через категорию опасности территории. Выражение (2) для расчета величины категории опасности территории можно представить через полный поток вещества:

$$KOT = \sum \left(\frac{J_{полн}}{ПДК} \right)^\alpha, \quad (5)$$

где $J_{полн}$ – полный поток вещества.

Сначала рассмотрим полный поток вещества как функцию всех возможных механизмов распределения примеси, имеющих место при выпадении атмосферных осадков. Для характеристики состояния системы на территории предприятия или на прилегающей к предприятию территории используем закон сохранения количества вещества

$$J_{полн} = J_{мол} + J_{конв} + J_{вымыв} \quad (6)$$

Уравнение (6) количественно описывает поток вещества, формирующегося в процессе накопления, рассеивания и вымывания примесей в воздушной среде.

В случае, когда нет ветра ($v_g \rightarrow 0$) и осадков ($I \rightarrow 0$) либо последние слабо выражены, полный поток вещества лимитируется молекулярной диффузией ($C_0 > C_{равн}$):

$$J_{полн} = J_{молек} = -k_d \text{ grad } C^i, \quad (7)$$

где k_d – коэффициент диффузии.

Вторым граничным условием может быть условие, когда концентрация примеси у источника и вдали от него будет оставаться практически одинаковой ($C = C_{равн} = const$), а уравнение (6) примет вид

$$J_{полн} = J_{конв} = C_{равн}^i \cdot q \quad (8)$$

То есть полный поток примеси в этом случае лимитируется конвекцией.

Третьим граничным условием следует считать такое условие, при котором примесь выводится из атмосферы осадками и поэтому ее концентрация вдали от источника выбросов стремится к заданной концентрации (фоновой или ПДК) ($C \gg C_{равн}$). В системе «атмосфера – территория» возникает ограничение в перераспределении примеси, а уравнение (6) примет вид:

$$J_{полн} = J_{вымыв} = \Delta C^i \cdot q, \quad (9)$$

где ΔC^i – снижение концентрации примеси в атмосфере в процессе выпадения осадков.

Таким образом, моделирование поведения примеси в атмосфере сводится к рассмотрению каждого из трех выделенных граничных состояний атмосферы: молекулярной и конвективной диффузии и процессу выпадения осадков.

В случае, когда в г. Саранске стоит ясная погода, прогноз качества атмосферного воздуха следует проводить с учетом механизмов рассеивания примеси в атмосфере (уравнения (1) – (5)). При этом изменение категории опасности территории происходит за счет изменения объема среды во времени при постоянстве концентрации примеси в ней (уравнение (2)). Приведенные рассуждения позволяют оценить качество атмосферы г. Саранска по следующей схеме.

Для конвективной диффузии объемную скорость воздушной среды, в которой рассеивается примесь, рассчитывали по формуле [20]

$$KOT = q^\alpha = \left(\frac{V_c}{t} \right)^\alpha = \left(\left[0,5 \pi R_r^2 + (2R_r + v_d t) \cdot v_g t \right] \cdot \frac{h_g}{t} \right)^\alpha, \quad (10)$$

где R_r – радиус города;

v_d – скорость диффузии;

t – время протекания процесса;

v_g – скорость ветра, м/с;

h_g – высота приземного слоя атмосферы;

α – степень, соответствующая классу опасности примесей, присутствующих в атмосфере города.

Так как наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит оксид азота (IV), расчет будем вести по этой примеси, принимая $\alpha = 1,3$.

Как видно из формулы (10), категория опасности территории зависит от скоростей ветра и молекулярной диффузии. Поэтому имеет смысл графически представить зависимость $KOT - v_g$. Для этой цели примем значения исходных величин, характерные для г.Саранска:

$$R_r = 6 \cdot 10^3 \text{ м},$$

$$v_d = 0,1 \text{ м/с}, t = 1,1 \cdot 10^4 \text{ с}, h_g = 50 \text{ м}.$$

Категория опасности территории для случая, когда скорость ветра равна 1 м/с, будет определяться по формуле (11) и равна

$$KOT = \left(\frac{\left[3,14 \cdot (6 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,5 + (2 \cdot 6 \cdot 10^3 + 0,1 \cdot 1,1 \cdot 10^4) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 10^4 \right] \cdot 20}{1,1 \cdot 10^4} \right)^{1,3} = 5,8 \cdot 10^7 \text{ (м}^3/\text{с)}$$

Таким же образом рассчитывается категория опасности территории примесей для других скоростей ветра (рисунок 1), возможных для региона Мордовии. При увеличении скорости ветра от 0 до 10 м/с объемная скорость рассеивания примеси также возрастает с $5,8 \cdot 10^7$ до $7,6 \cdot 10^8$ ($м^3 / с$) и описывается уравнением прямой

$$KOT = 0,78v_e - 0,47. \quad (11)$$

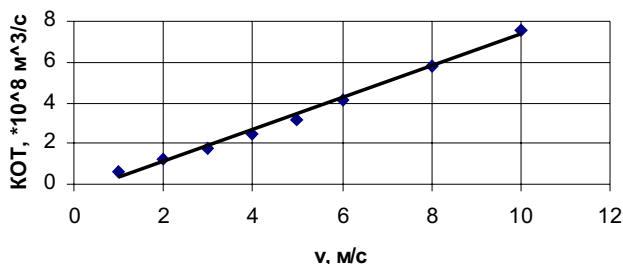


Рисунок 1. Зависимость категории опасности территории от скорости ветра (г. Саранск)

Для случая молекулярной диффузии категория опасности территории в воздушной среде рассчитывается по формуле

$$KOT = q^\alpha = (V_c / t)^\alpha = (\pi(R_z + v_0 t)^2 \cdot h_e / t)^\alpha. \quad (5.12)$$

В этом случае категория опасности территории определяется продолжительностью штиля (t) и строится зависимость $KOT - t$. Параметры города в расчете принимаются аналогичными первому расчету. Для штиля, продолжающегося в течение суток, с шагом в 3 часа рассчитывается категория опасности территории (рисунок 2), которая описывается уравнением

$$KOT = 7,3 \cdot t^{-0,6}. \quad (5.13)$$

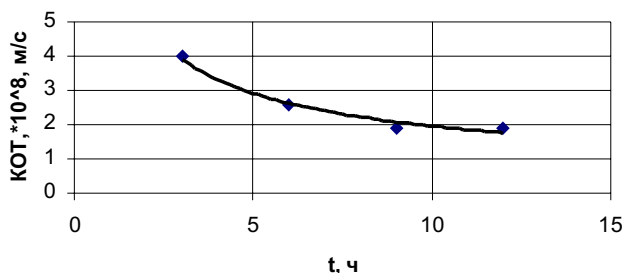


Рисунок 2. Зависимость категории опасности территории от продолжительности штиля (г. Саранск)

Полученная зависимость показывает, что с увеличением времени установления штиля в атмосфере наблюдается уменьшение категории опасности территории. Для города Саранска она способна снижаться более чем в 2 раза.

Следующим этапом оценки качества атмосферного воздуха является нахождение зависимос-

ти критерия качества атмосферы от метеофакторов (скорости ветра или продолжительности штиля). В рассматриваемой нами экологической ситуации приведенный индекс загрязнения атмосферы равен единице (стандартное экологическое состояние системы), а значения категории опасности территории системы определяются по формулам (10), (12). Полученная зависимость критерия качества атмосферы от категории опасности территории описывается уравнением, аналогичным уравнению (13)

$$K_a = 30,1 \cdot KOT^{-1,0} \quad (14)$$

и представлена на рисунке 3.

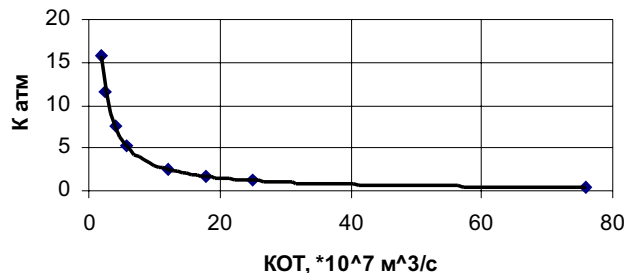


Рисунок 3. Зависимость критерия качества атмосферы от категории опасности территории (г. Саранск)

Зависимость $K_{атм} - KOT$ показывает, что для значений категории опасности территории, меньших $1,0 \cdot 10^8 м^3 / с$, в атмосфере г. Саранска накопление примеси превалирует над рассеиванием, и, наоборот, для значений, больших $1,0 \cdot 10^8 м^3 / с$, в атмосфере преобладают процессы рассеивания.

Выявленные закономерности рассеивания примеси для стандартного экологического состояния системы «атмосфера – территориально-производственный комплекс» позволяют отразить графически зависимость критерия качества атмосферы города от метеорологических параметров. Это позволяет рассчитать в конечном итоге среднее значение критерия качества атмосферы как для различных сезонов года, так и для года в целом.

Построение графической зависимости критерия качества атмосферы от метеопараметров осуществлялось по следующей схеме: сначала для данной метеорологической ситуации по соответствующим графическим зависимостям, представленным на рисунках 1 – 2 определялось значение категории опасности территории (KOT), затем с помощью графика (рисунок 3) или эмпирического уравнения (14) находилось значение критерия качества атмосферы. Для случая конвективной диффузии зависимость критерия качества атмосферы от скорости ветра графически представлена на рисунке 4 и описывается уравнением

$$K_a = 5,5 \cdot v_e^{-1,1}. \quad (15)$$

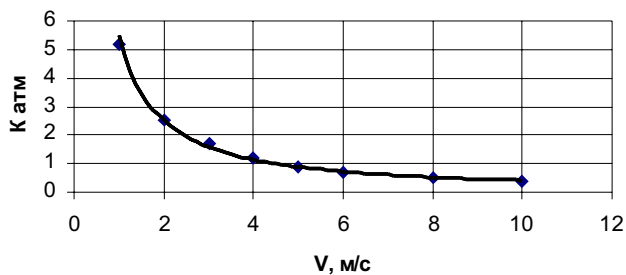


Рисунок 4. Зависимость критерия качества атмосферы от скорости ветра для случая конвективной диффузии (г. Саранск)

Для случая молекулярной диффузии зависимость критерия качества атмосферы от времени установления штиля графически представлена на рисунке 5 и описывается уравнением

$$K_a = 6,5 \ln(t) + 0,4. \quad (16)$$

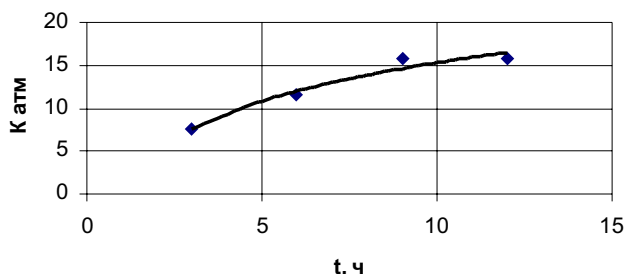


Рисунок 5. Зависимость критерия качества атмосферы от времени установления штиля для случая молекулярной диффузии (г. Саранск)

Полученные графические зависимости критерия качества атмосферы от метеорологических параметров позволяют провести анализ условий, при которых идет накопление или рассеивание примесей в атмосферном воздухе города Саранска. Так, из рисунка 4 следует, что в процессе рассеивания примеси по механизму конвективной диффузии при скорости ветра, меньшей 2,3 м/с, в атмосфере преобладает накопление примеси, а при скорости ветра, большей 2,3 м/с, наоборот, превалирует рассеивание примеси. Если полученные данные соотнести с таблицей 1, то получим, что условно чистая атмосфера на территории города Саранска вообще не создается. При скорости ветра, большей 5 м/с, возникает напряженная ситуация. Для того, чтобы создалась атмосфера с критической нагрузкой, необходимы скорости ветра от 4 до 2 м/с. Чрезвычайная экологическая ситуация создается при скорости ветра, равной 1 м/с и штиле продолжительностью 3 часа, а ситуация, соответствующая экологическому бедствию, формируется лишь при продолжительности штиля, большей 3 часов, вероятность ситуации составляет 3%.

При рассеивании примеси по механизму молекулярной диффузии критическое время установления равновесия в системе составляет около 8 часов. Однако рассеивание примеси в атмосфере уже не происходит, можно говорить лишь о ее накоплении. Через 8 часов после установления штиля критерий качества атмосферы уже не изменяется, а в атмосфере города устанавливается динамическое равновесие. Полученные данные говорят о том, что при штиле продолжительностью более 3 часов в атмосфере г. Саранска создается экологическая ситуация, по качеству атмосферного воздуха отвечающая экологическому бедствию.

Таким образом, по предложенной схеме можно не только анализировать, но и прогнозировать качество атмосферы г. Саранска.

Проведем теперь прогноз качества атмосферы в г. Саранске при выпадении осадков. Учитывая, что в г. Саранске до 150 дней в году выпадают осадки, возникает необходимость в прогнозной оценке влияния осадков на качество атмосферного воздуха в городе.

Нами проведена прогнозная оценка качества атмосферного воздуха в г. Саранске для случая выпадения осадков в виде дождя и снега с интенсивностью от 0,5 до 10 мм/час. Время выпадения осадков принято равным 20 минутам и более, то есть система должна прийти в состояние равновесия.

Ранее выявленные закономерности вымывания примесей из атмосферы позволяют представить нам поток примеси, вымываемой осадками, через характеристики атмосферных осадков. Потенциал атмосферы к самоочищению осадками можно рассматривать как совокупность явлений, в результате которых за время выпадения осадков происходит снижение концентрации накапливаемой примеси до возможного предела концентрации ($C_0 \gg C_{фон}$).

$$J_{\text{вымыв}} = q \cdot (C_0^i - C_t^i) = q \cdot \Delta C^i. \quad (17)$$

При этом снижение концентрации примеси в атмосфере можно представить через коэффициенты вымывания i -ой примеси. В результате получим, что

$$\Delta C^{прис} = \sum_{i=1}^n \eta^i \cdot C_0^{прис}. \quad (18)$$

Согласно (18) выражение для потока вымываемой из атмосферы примеси переписывается в виде

$$J^{прис} = q_{кр}^\alpha \cdot \sum_{i=1}^n \eta_i \cdot C_0^{прис}, \quad (19)$$

где $q_{кр}$ – объемная скорость, вычисляемая как частное от деления объема среды на критическое время выпадения осадков.

Совокупность уравнения (19) и полученных ранее графических зависимостей показывает, что поток вещества в атмосферном воздухе при выпадении осадков интенсивностью более определенного значения (в нашей работе интенсивностью более 2 мм/час) должен лимитироваться процессом вымывания.

Категория опасности территории после выпадения осадков может быть представлена следующим образом

$$KOT = q_{кр}^\alpha \cdot \sum_{i=1}^n \Delta IZA^i = \left(\frac{V_c}{t_{кр}} \right)^\alpha \cdot \sum_{i=1}^n (\eta^i \cdot IZA_0^i), \quad (20)$$

где ΔIZA^i – изменение индивидуального индекса загрязнения атмосферного воздуха в результате выпадения осадков.

Таким образом, категория опасности территории является произведением объемной скорости вымывания примеси в соответствующей степени на изменение суммарного индекса загрязнения атмосферы. Оба множителя, как видно из формулы (20), являются функциями интенсивности осадков. Поэтому для нахождения критического значения интенсивности осадков необходимо построить график в координатах $KOT - I$. Для этого воспользуемся полученными ранее закономерностями вымывания, взяв эмпирические коэффициенты зависимости $t_{кр}$ от I и зависимости η от I . Пример расчета KOT для среднегодового значения IZA в случае, когда интенсивность осадков равна 2 мм/час, будет следующим:

$$KOT = \left(\frac{\pi \cdot R_T^2 \cdot h_e}{t_{кр}} \right)^\alpha \cdot (\eta(CH_2O) \cdot IZA(CH_2O) + \eta(взв.в.) \cdot IZA(взв.в.) + \eta(NO_2) \cdot IZA(NO_2)) =$$

$$= \left(\frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^3)^2 \cdot 20}{0,23 \cdot 3,6 \cdot 10^3} \right)^{1,3} \cdot (0,03 \cdot 2 \cdot 4,4 + 0,19 \cdot 2 \cdot 1,6 + 0,07 \cdot 2 \cdot 1,1) = 4,2 \cdot 10^8 (M^3 / c)$$

Полученная при различных значениях интенсивностей категория опасности территории сведена в таблицу 2 и представлена графически на рисунке 6.

Таблица 2. Зависимость категории опасности территории от интенсивности осадков

$I, мм/час$	0	2	4	6
$KOT, M^3 / c$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$	$4,3 \cdot 10^9$
$I, мм/час$	8	10	12	
$KOT, M^3 / c$	$4,6 \cdot 10^9$	$4,6 \cdot 10^9$	$4,6 \cdot 10^9$	

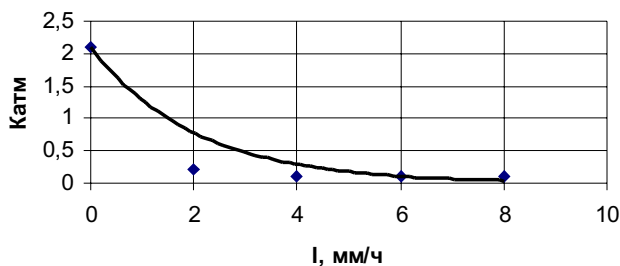


Рисунок 6. Зависимость критерия качества атмосферы от интенсивности осадков.

Категория опасности территории при интенсивности осадков, равной 0 (нулевая точка), рассчитывалась по граничному значению рассеивания примесей для молекулярной диффузии, когда система находится в состоянии равновесия (в соответствии с рисунком 5):

$$KOT = \left(\frac{V_c}{t_{кр}} \right)^\alpha \cdot IZA =$$

$$= \left(\frac{3,9 \cdot 10^9}{2,8 \cdot 10^4} \right)^{1,3} \cdot 8,7 = 4,3 \cdot 10^7 (M^3 / c).$$

Полученная зависимость показывает, что с увеличением интенсивности осадков в 6 раз значение категории опасности территории возрастет в 3 раза.

Теперь рассмотрим изменения критерия качества атмосферы при изменении интенсивности осадков. Для этого категорию опасности города (за исключением ТЭЦ) разделим на полученную категорию опасности территории (таблица 2). Значения критерия представим графически (рисунок 6).

Полученная зависимость использовалась для нахождения критического значения интенсивности выпадения осадков, а также для описания зависимости эмпирическим уравнением

$$K_a = K_a^0 \cdot e^{-0,5I}. \quad (21)$$

Так, из рисунка 6 следует, что критическое значение интенсивности осадков находится в пределах 2 ÷ 3 мм/час. То есть при интенсивности, большей 3 мм/час, критерий качества атмосферы не зависит от интенсивности выпадения осадков и в атмосфере преобладают процессы вымывания. Уравнение (21) может быть использовано для определения критерия качества атмосферы после выпадения осадков.

Полученный по аналогичному алгоритму, но уже для среднесезонных значений индекса загрязнения атмосферы и метеорологических параметров

критерий качества атмосферы позволяет характеризовать изменение качества атмосферы промышленного города в различные сезоны года после выпадения осадков. При этом внесем в рассмотрение изменение качества атмосферы как в точке, так и на территории в целом, то есть как индекса загрязнения атмосферы, так и критерия качества атмосферы. При этом за определяющий принимается конвективный механизм рассеивания, а критерий качества атмосферы до выпадения осадков находился графически (рисунок 4) по среднесезонной скорости ветра. Критерий качества атмосферы после выпадения осадков рассчитывается по зависимости (21), причем значение интенсивности осадков принято среднесезонным, а нулевым значением критерия качества атмосферы служит его значение до выпадения осадков. Суммарный индекс загрязнения атмосферы после выпадения осадков рассчитывается путем суммирования произведений индекса загрязнения атмосферы каждого из четырех приоритетных веществ – загрязнителей на соответствующий коэффициент вымывания. Внимание акцентировано на изменении критерия качества атмосферы, полученного в результате выпадения единичных осадков со среднесезонной интенсивностью, а вклад атмосферных осадков в изменение среднесезонно-

го критерия качества атмосферы будет учтен в следующем параграфе.

Таким образом, осадки способствуют очищению атмосферы города от примесей, что сказывается на величинах критерия качества атмосферы, причем вклад осадков в очищение атмосферы растет пропорционально их интенсивности. Прогнозную оценку качества атмосферы можно провести согласно следующему алгоритму:

– через ожидаемую интенсивность осадков рассчитать категорию опасности территории;

– используя постоянную величину категории опасности города, рассчитать критерий качества атмосферы;

– по величине критерия качества атмосферного воздуха сделать выводы о качестве атмосферного воздуха;

– по качеству атмосферы наметить необходимый комплекс мероприятий по снижению выбросов в атмосферный воздух г. Саранска.

Следовательно, согласно предложенной схеме для метеорологических ситуаций с осадками можно не только анализировать, но и прогнозировать качество атмосферы в г. Саранске или другом промышленном центре.

Список использованной литературы:

1. Вигдорович В.И. Химия и экология атмосферы. – Тамбов: Изд-во ТГУ им. Державина, 1998.-156 с.
2. Егоров В.Д. Численное моделирование распространения и влияния примесей в задачах окружающей среды. Дисс. на соиск. уч. ст. к.ф.-м.н. – М., 1988.
3. Селегей Т.С. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. – М.: Наука, 1990. – №2. – С. 132 – 137.
4. Цыцур А.А., Боев В.М., Куксанов В.Ф., Старокожева Е.А. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов Оренбургской области. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 1999. – 168 с.
5. Борисова Л.Б. Исследование закономерностей формирования примесей в атмосфере промышленных городов и разработка решений по управлению ее качеством (на примере Оренбургской области). – Автореф. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Оренбург, 2000. – 21 с.
6. Макаров Е.Т., Тамошина О.А. Влияние природных факторов на процесс самоочищения атмосферы //Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности / Труды четвертой Всероссийской научн.-практ. конф. с междунар. участием. – Санкт-Петербург, 1999. – С. 551.
7. Макаров Е.Т., Тамошина О.А. Концентрация загрязняющих веществ в осадках как функция от их количественной характеристики // Актуальные вопросы естественных и технических наук / Межвузовский сборник научных трудов. – Саранск, 2000. – С. 166–167.