

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ОДИНОЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ

Методические указания  
к лабораторной работе № 1

САМАРА 2004

Составитель Г.Ф. Несолонов

УДК 551.510.04

Исследование влияния выбросов одиночного промышленного источника на атмосферный воздух в приземном слое: Метод. указания к лаб. раб. №1/Самар. гос. аэрокосм. ун-т.; Сост. Г.Ф. Несолонов. Самара, 2004. – 52 с.

Рассматриваются вопросы прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе действующего источника в зависимости от характеристик одиночного источника выбросов, направленности факельной зоны и параметров метеорологических условий.

Методическое руководство способствует выработке навыков экологического менеджмента при принятии определенных решений, связанных с загрязнением воздушного бассейна.

Методические указания помогут студентам всех форм обучения и всех специальностей использовать полученные навыки в освоении дисциплины «Экология», а также раздела экологическая безопасность в дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Печатаются по решению реакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета.

Рецензент В. Н. Вякин

## *Лабораторная работа №1*

**Цель работы:** 1. Ознакомление с некоторыми правовыми и теоретическими основами, определяющими условия защиты атмосферного воздуха от загрязняющих факторов.

2. Прогнозирование приземной концентрации в подфакельной зоне одиночного промышленного источника выбросов по результатам исследования изменений характеристик одиночного источника выбросов и состояния метеорологических условий в месте его действия.

3. Формирование обоснованных предложений по условиям функционирования разрабатываемого или действующего источника промышленных выбросов.

4. Использование полученных результатов при выполнении последующих работ, составляющих единый цикл по изучению способов и методов снижения негативного воздействия одиночного промышленного источника на загрязнение атмосферного воздуха.

\* \* \*

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды (ОС), неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Однако человек использует его нерационально в результате неразумного загрязнения воздушного бассейна промышленными выбросами, выбросами всевозможных транспортных средств в результате значительных испарений при заправке техники рабочими жидкостями. Поэтому особенно острое значение приобретает проблема не только очистки выбросов, но и охраны атмосферного воздуха как одного из компонентов природной среды.

О важности проблемы охраны воздушного бассейна в России сказано в Законе РФ «Об охране окружающей среды» [1]. Особое внимание уделено необходимости выполнения экологических требований при эксплуатации предприятий, сооружений, иных объектов, а также при иной деятельности.

Эти требования можно выполнить на основе внедрения и более эффективного использования природоохранных мероприятий, среди которых важнейшая роль принадлежит мерам по предупреждению загрязнения атмосферы, так как хорошо известно, что практически любые нарушения чистоты и качества атмосферного воздуха обязательно влияют на качество двух других основных компонентов природы – воду и землю. Из этого следует, что мероприятия по охране чистоты воздушного бассейна должны одновременно обеспечить как сохранение здоровья и трудоспособности населения страны, так и сохранение растительного и животного мира. Следовательно, охрана ОС от вредного биологического воздействия требует комплексного подхода к решению задач по предупреждению загрязнения атмосферы от воздействия выбросов не только промышленных предприятий.

Уровень загрязнения воздушного бассейна в крупных городах по ряду ингредиентов в 1,1...2,5 раза превышает средний по России [2].

Из промышленных выбросов основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются низкие технологические и вентиляционные выбросы (фонари цехов, трубы вентиляционных установок и др.) непрерывного действия, составляющие от 80 до 85% от общего количества выбросов. Чрезвычайно важной особенностью таких выбросов, с точки зрения загрязнения атмосферы, является то обстоятельство, что максимальные концентрации вредных веществ (ВВ) создаются непосредственно вблизи от мест их возникновения, а не на пятнадцатикратном от высоты труб расстоянии, что характерно для высоких источников.

Из сказанного следует, что неблагоприятное воздействие промышленных выбросов в атмосферу сказывается на качестве ОС и здоровье человека и, прежде всего, а к тому же в наиболее тяжелых формах, проявляется на промышленных площадках и прилегающих к ним территориях. Именно на этих территориях создаются наиболее высокие концентрации ВВ в атмосферном воздухе, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) порой в 2...5, а то и более раз, и именно на этих территориях их основная масса аккумулируется почвой и поверхностью водоемов. В связи с этим особо остро стоит проблема предотвращения загрязнения атмосферы городов, где сосредоточено 40 и более процентов населения и 90% промышленности. А к таким городам можно с успехом отнести Самару, Тольятти, Новокуйбышевск Самарской области, расположенные вблизи реки Волга.

Осуществление мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения воздуха в городах до нормативных показателей, нередко требует длительного времени. Поэтому большое значение отводится умению прогнозирования уровня загрязнения воздушной среды от источников выбросов про-

мышленных предприятий и способности обеспечения чистоты и качественных параметров атмосферы, в том числе и в периоды неблагоприятных метеорологических условий. Все это может содействовать реальному улучшению состояния воздушного бассейна в городах.

Кратковременное снижение выбросов в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) должно осуществляться в соответствии с методическими указаниями РД 52.04.52 – 85 [3].

## **1. ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ, РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР, ПОЧВУ И ВОДОЕМЫ**

Промышленные выбросы в атмосферу распространяются на значительные расстояния, загрязняя приземный слой как на промышленных площадках, так и на прилегающих селитебных территориях (основная часть города, предназначенная для строительства жилых домов и общественных зданий).

Основное влияние на уровень загрязнения воздуха оказывают организованные и неорганизованные технологические выбросы.

ГОСТ 12.1.004-76 [4] допускает предельное загрязнение воздушной среды вентиляционными системами, не превышающее значение ПДК. Однако на многих предприятиях указанные выше требования не соблюдаются, и загрязненность воздуха порой превышает не только ПДК, но и нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в несколько раз.

Систематическое или периодическое наличие в атмосферном воздухе населенных пунктов ВВ в концентрациях, превышающих нормируемые величины, приводит к различного рода заболеваниям, даже раковым, а также распространению среди наиболее «отзывчивой» на воздействие ВВ части населения токсикомании, усугубляет течение сердечно-сосудистых заболеваний, способствует возникновению и развитию заболеваний дыхательной и нервной систем человека.

К тому же трагедия заключается в том, что под воздействием загрязняющих веществ (ЗВ) в первую очередь страдают дети. Это подтверждается результатами двухлетних медицинских обследований, проведенных специалистами Калифорнийского университета. Выявлено, что вред, наносимый загрязнением воздуха здоровью детей, в шесть раз превышает вред, наносимый здоровью взрослых [5]. Рекомендуется рассматривать детей при опасном уровне загрязнения воздуха как наиболее чувствительную группу населения. И трагедия, произошедшая в Черновцах в 1986 г., этот вывод только под-

твердила. На увеличение выбросов в первую очередь отреагировали дети. У детей, живших в центре города, полностью или частично стали выпадать волосы (это заболевание называется «алопеция») [6].

Важным показателем качества окружающей воздушной среды является состояние здоровья населения страны, особенно учитывая то обстоятельство, что ныне, как отмечают медицинские специалисты, до 80% заболеваний прямо или косвенно связано с факторами внешней среды.

Загрязнение атмосферы оказывает также непосредственное влияние на фасады зданий, автомобили, декоративные украшения, памятники, одежду и т.д. Так, по сведениям лаборатории экономики Сумского филиала ХПГИ, в Волынской области с наиболее чистым воздухом покраска автомобилей производится один раз в два года, а в районах Донбасса, где атмосферный воздух очень загрязнен, — два раза в год.

Выбросы токсичных веществ (сернистого и серного ангидрида, сероводорода, аммиака, пыли) приводят к уменьшению срока носки одежды (на 5%), необходимости частой ее стирки (что требует капитальных дополнительных вложений на строительство новых бытовых предприятий), уменьшению прозрачности стекол в зданиях (что вызывает повышенный расход электроэнергии). Так, проведенные исследования показали, что для города с населением 112 тыс. человек дополнительные затраты на эксплуатацию жилых и общественных зданий составляют более 35%, на бытовые мероприятия — 18%, на озеленение — 14%, на уборку территории в связи с пылевыми выбросами — 15%. Все это приводит к росту расходов, связанных с увеличением потребляемой воды, на 10%.

Таким образом, чтобы снизить отрицательное воздействие выбросов токсичных веществ на качество ОС и здоровье человека, необходимы мероприятия по охране атмосферного воздуха.

Охрана атмосферного воздуха включает мероприятия как правового, так и технологического, экономического, биотехнического характера.

### **1.1. Факторы среды. Воздействие**

В соответствии с законом «Об охране окружающей среды» ОС — совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

С другой стороны, с точки зрения биологических видов и экологических систем (ЭС) эту среду можно рассматривать как совокупность факторов, прямо или косвенно влияющих на состояние, развитие, возможности выживания и размножения организмов.

Человек научился видоизменять окружающую его среду, а его производственная деятельность и стремление к повышению уровня цивилизации своей жизни породила и антропогенные изменения его среды обитания.

Практически человек стал жить в искусственно создаваемой им среде обитания, постоянно видоизменяя ее. С точки зрения сохранения ЭС обычно рассматривается два понятия изменения среды: необратимое и обратимое [7].

**Необратимое изменение среды** выражается переменой в средообразующих компонентах или их сочетаниях, которые нельзя компенсировать в ходе природных восстановительных процессов (в том числе естественной сукцессии).

Примером таких изменений служат эволюционные изменения, ведущие к смене геологических эпох с вымиранием многих прежде господствовавших групп растений и животных. Необратимое изменение среды может возникать в результате антропогенных и антропоических воздействий.

**Изменение среды обратимое** – перемены в средообразующих компонентах или их сочетаниях, имеющие колебательный характер с восстановлением прежних условий жизни (например, смена сезонов или сукцессии).

Строго говоря, полной обратимости быть не может, так как на колебательные процессы накладывается ход эволюционного развития – необратимый процесс. Кроме того, на эти же процессы накладываются изменяющиеся со временем как естественные, так и антропогенные факторы, определяющие понятие ОС.

Здесь под **фактором** понимается движущая сила процессов или условие, влияющее на них, существенное обстоятельство в каком-либо процессе либо явлении [8].

Под **экологическим фактором (ЭФ)** следует понимать любое условие, влияющее на состояние, развитие, возможности выживания и размножения организмов.

В качестве факторов могут выступать такие явные условия, как температура, давление, освещенность и др., а также не столь заметные, такие как информация, зачастую сильно влияющая на реакцию организмов и, таким образом, опосредованно (косвенно) оказывающая воздействие на многие жизненно важные процессы.

В зависимости от классификационного параметра обычно вводится следующая классификация ЭФ:

- ♦ По отношению к жизни – *абиотические* и *биотические*.
- ♦ Происхождению – *природные* и *антропогенные*.

♦ *Времени воздействия – эволюционные*, но не вызвавшие эволюционных изменений. В этом классе факторы действуют в период, предшествующий эволюции вида, в ходе которого выработался конкретный тип взаимоотношений вида со средой.

♦ *Виду воздействия – загрязняющие и не загрязняющие среду обитания.*

♦ *Субъекту воздействия – гидросфера, атмосфера, литосфера, флора, фауна, человек и т.д.*

♦ *Степени воздействия:*

- мутагенные (влияющие на чистоту мутаций),
- канцерогенные (вызывающие образование опухолей соматических (сома – тело) тканей организма),
- тератогенные (приводящие к нарушениям индивидуального развития – уродства),
- беспокоящие (факторы, не оказывающие на организм непосредственно глубокого физико-химического воздействия, но вызывающие психологическую или подспудно физиологическую реакцию (стресс – фобию)),
- летальный,
- экстремальный,
- лимитирующий (ограничивающий) и т.д.

♦ *Объекту воздействия – индивидуальный и групповой.*

**Абиотические факторы** представляют собой совокупность физико-химических условий среды: газовый состав воздуха, химизм воды и грунтов, температура, давление, влажность, плотность и подвижность среды, ее электрическое состояние, механический состав, геоморфологические особенности, радиационные условия и т.д. - и представляют собой условие или совокупность условий неорганического мира.

**Биотические факторы** относятся к факторам, источником которых служит опосредованное воздействие живого на среду. Кроме того, биотические факторы включают в себя взаимоотношения с другими организмами, в том числе и своего вида.

Антропогенный фактор косвенно обязан своим происхождением деятельности (планируемой или случайной, настоящей и прошлой) человека. К антропогенным факторам относят воздействия, оказываемые на природу деятельностью человека: промышленностью, транспортом, сельским и коммунальным хозяйством, рекреацией (отдыхом людей) и т.д.

Оригинальную классификацию ЭФ среды предложил российский ученый А. С. Мончадский. В качестве классификационного параметра он использовал характер воздействия факторов во времени. При этом выделилось две группы факторов: стабильные и нестабильные (изменяющиеся).

Группа **стабильных факторов** представлена факторами, не меняющимися в течение длительного времени. Например, автотрассы, работающие и функционирующие автохозяйства и различные сервисные предприятия.

**Изменяющиеся факторы** представлены двумя видами факторов:

1. **Ненаправленно изменяющиеся факторы**, которые, в свою очередь, подразделяются:

а) на изменяющиеся закономерно периодически вследствие движения планет Солнечной системы;

б) изменяющиеся без строгой периодичности (осадки, подвижность среды и др.).

2. **Направленно-изменяющиеся факторы** в течение определенного периода времени под действием других факторов, например похолодания или потепления климата, сукцессионных изменений, усиливающегося химического, теплового, акустического и других видов загрязнений.

Ученый Битон и др. предложили классифицировать факторы среды и по критерию исчерпаемости. Согласно этой классификации все факторы делятся на условия и ресурсы.

**Условие** – это изменяющийся во времени и в пространстве абиотический фактор среды обитания. Отличительная особенность условий состоит в том, что в процессе жизнедеятельности они не исчерпываются и ни один организм не в состоянии сделать их недоступными для других организмов. Примерами таких факторов могут служить температура, относительная влажность, соленость, орографические и гидрологические условия и т.д.

**Ресурс** – фактор среды, количественно уменьшающийся в ходе жизнедеятельности организма, что может сделать его менее доступным или недоступным для других организмов. К таким факторам относятся, например, пища, химический состав воздуха, воды, ограниченность ареала и др.

Проводя границы между условиями и ресурсами, следует иметь в виду, что один и тот же фактор в разных условиях для разных организмов может выступать то в одном, то в другом качестве. Так, для растений сухих степей почвенная влага – ресурс, а для обитателей болот – условие.

Условие может видоизменяться в связи с факторами – загрязнителями среды.

**Фактор загрязнения среды** определяет воздействие, которое обусловлено информационным, физическим, химическим или биологическим видами загрязнения окружающего субъект или объект пространства.

Факторы среды воздействуют на организм несколькими путями. Обычно различают прямое, сигнальное и косвенное воздействие внешних факторов.

На факторы прямого воздействия организмы реагируют непосредствен-

но, адекватно характеру конкретного фактора. При этом реакция организма может быть активной и пассивной.

*Пассивное* воздействие основано на физико-химических процессах, общих для живых и неживых объектов, таких как изменение температуры, изменение солености и осмотического давления, изменение пульса при соответствующих изменениях параметров и качества внешней среды.

В ходе эволюции возростала способность организмов к поддержанию гомеостаза внутренней среды (*гомео* (греч.) – постоянный, *стазис* – состояние), т.е. пассивное реагирование заменялось активным.

*Активные* реакции могут быть двоякого рода: физиологические или поведенческие.

К физиологическим реакциям можно отнести потоотделение при перегреве организма, появление «гусиной кожи» при охлаждении, а также интенсификация процессов метаболизма – «сжигание» углеводов, накопленных в печени и подкожной жировой клетчатке.

**Сигнальные** факторы сами по себе могут не иметь большого значения для жизнедеятельности организма, однако они сигнализируют о приближении или действии действительно значимого фактора. По происхождению и механизму действия они делятся на две группы: эволюционные и приобретенные.

Косвенно воздействие внешних факторов проявляется в том, что факторы, сами по себе безразличные или обладающие определенным потенциальным значением для организма (положительным или отрицательным), так действуют на другие компоненты ЭС, что вызывают к действию совершенно другие факторы, воздействие которых на организм неадекватно исходному.

Факторы оказывают на ОС как опосредованное, так и прямое воздействие.

**Опосредованное** воздействие на ОС выражается в непреднамеренном изменении природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственными мероприятиями. Например, образование токсичных веществ при так называемом вторичном загрязнении. Такое воздействие на природу требует тщательного прогнозирования, так как иногда ущерб от него превышает полезный эффект от основного мероприятия.

**Прямое** воздействие на природу заключается в непосредственном, но отнюдь не всегда планируемом и желаемом изменении природы в ходе хозяйственной деятельности.

Воздействие прямое на природу отличают следующие составляющие:

- антропоическая,
- антропогенная,

- аддитивная,
- кумулятивная,
- синергическая.

**Антропическое воздействие** – непосредственное воздействие людей как таковых и всего человечества на процессы в окружающем его мире.

**Антропогенное воздействие** рассматривается в двух вариантах: как влияние, порожденное людьми и их хозяйственной деятельностью, на окружающую человечество среду и как сумма прямых и опосредованных влияний человечества на ОС.

**Аддитивное воздействие** представляет собой совокупное воздействие нескольких загрязнителей как химического, так и физического происхождения.

**Кумулятивное воздействие** описывается тремя определениями.

1. Суммирование всех порций одного фактора с усилением общего влияния, но с сохранением характера воздействия. Так, выбросы ВВ в атмосферу могут вызвать один и тот же характер воздействия, например, аллергию части населения, но общему влиянию подвержены будет большее число людей.

2. Изменение характера воздействия фактора в связи с его качественным изменением вследствие количественного увеличения. Например, увеличение количества или интенсивности выбросов может изменить качественный состав атмосферного воздуха, увеличив тем самым опасность самих выбросов.

3. Усиливающееся воздействие химического вещества или другого действующего агента, связанное с их накоплением в особи, пищевой цепи, ЭС или их совокупностях.

**Синергическое воздействие** представляет собой увеличение (или уменьшение) силы воздействия одного фактора при наличии другого (или других), т.е. комплексное воздействие нескольких факторов, при котором общий эффект оказывается иным, чем при воздействии каждого фактора порознь. Например, понижение сопротивления организма к холоду при нефтяном загрязнении.

## 2. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Правовое поле по охране атмосферного воздуха образуют:

- ♦ Конституция Российской Федерации [9].
- ♦ Законы:
  - «Об охране окружающей среды»;
  - «Об охране атмосферного воздуха» [10];
  - «Об экологической экспертизе» [11],
  - «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [12],
  - «О курении» [13].
- ♦ Основы законодательства РФ «Об охране здоровья» [14].
- ♦ ИСО Р 14000 [15].

В ст. 42 Конституции России провозглашается право каждого на благоприятную ОС, а значит - и на чистый воздух. Этому праву корреспондирует обязанность государства принять достаточные меры для защиты природы, ОС, территорий, людей от вредных воздействий, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера.

Таким образом, именно на государство возлагается функция заботы по охране атмосферного воздуха, включающей разработку, принятие и обеспечение мер по сохранению чистоты и качества воздуха.

Принятый в мае 1999 года закон «Об охране атмосферного воздуха» устанавливает правовые основы его охраны. Этот закон направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную ОС и достоверную информацию о ее состоянии.

### 2.1. Некоторые правовые положения закона «Об охране окружающей среды»

Закон РФ «Об охране окружающей среды» вступил в силу с момента публикации 1 февраля 2002 года.

Рассматриваемый закон в новой редакции устанавливает основополагающие принципы и нормы регулирования экологических отношений в нашей стране. В нем, во-первых, даются основополагающие определения в области ОС, а во-вторых, систематизированы нормы, касающиеся прав граждан на благоприятную ОС.

Закон устанавливает следующие принципы:

- экономическое регулирование охраны ОС;
- государственная экологическая экспертиза;

- деятельность в экологически неблагоприятных зонах и, в случае ЧС, на особо охраняемых природных территориях;
- экологическое воспитание и образование;
- проведение экологического контроля и аудита;
- выполнение экологических научных исследований и др.;
- научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества;
- обеспечение реальных гарантий прав человека на качественную и благоприятную для жизни ОС;
- рациональное использование природных ресурсов (РИПР) с учетом законов природы, потенциальных возможностей ОС;
- необходимость воспроизводства природных ресурсов (ПР) и недопущение необратимых последствий для ОС и здоровья человека;
- соблюдение требований природоохранительного законодательства;
- неотвратимость наступления ответственности за их нарушения;
- гласность в работе и тесная связь с общественными организациями и населением в решении природоохранительных задач;
- международное сотрудничество в области охраны ОС.

В ст. 4 перечислены объекты охраны ОС. К ним отнесен, в частности, атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

К важным объектам защиты отнесены:

- леса и иная растительность,
- животный мир,
- микроорганизмы,
- генетический фонд,
- природные ландшафты.

Защита этих природных систем важна с точки зрения, что любые выбросы в атмосферу переносятся воздушными потоками на большие расстояния и, в конце концов, оседают на эти объекты, изменяя их качественные характеристики.

В соответствии с Законом Правительство РФ устанавливает порядок:

- разработки и утверждения нормативов выбросов и ЗВ в воздушную среду, лимитов использования ПР, к которым можно отнести качество воздушной среды. Причем ЗВ определено законом как вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, нормативы и оказывают негативное воздействие на ОС;

- определения платы и ее предельных размеров за пользование ПР, загрязнение атмосферы, другие виды вредного воздействия.

**Статья 13** закона предусматривает систему государственных мер по обеспечению прав граждан на благоприятную ОС, возмещение в установленном порядке вреда атмосфере, иные методы экономического регулирования по совершенствованию и эффективному осуществлению охраны воздушной среды.

В соответствии с **главой XIV** устанавливаются следующие виды ответственности за нарушение законодательства в области охраны ОС (ст. 75): имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Закон обязывает соблюдать экологические требования при проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений и иных объектов.

**Статья 1** закона определяет задачи природоохранного законодательства как регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью:

- сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека,
- предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной деятельности,
- поддержания и улучшения качества ОС,
- укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущего поколений людей.

В ст. 11 говорится, что каждый гражданин имеет право на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия ОС, вызванного хозяйственной или иной деятельностью, аварий, катастроф, стихийных бедствий. Механизм обеспечения этого права включает планирование и нормирование качества ОС, меры по предотвращению экологически вредной деятельности и улучшению ОС, предупреждение и ликвидацию последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, ЧС и т. д.

Качество атмосферного воздуха характеризуется совокупностью физических, химических и биологических свойств, отражающих степень его соответствия гигиеническим экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

Законом предусмотрено, что гражданин имеет право:

- ♦ Требовать от соответствующих органов:
  - предоставления своевременной и достоверной информации о состоянии ОС, в том числе и воздушной среды;

- отмены решения о размещении, проектировании, строительстве, эксплуатации экологически вредных объектов, ограничении и прекращении деятельности предприятий, оказывающих отрицательное влияние на ОС и здоровье человека.

♦ Ставить вопрос о привлечении к ответственности виновных лиц, предъявлять в суд иски о возмещении вреда, причиненного здоровью и имуществу граждан экологическими правонарушениями.

Рассмотренные статьи закона позволяют констатировать, что он является комплексным не только по содержанию регулируемых отношений, но и по форме правового регулирования. Природоохранные нормы действуют не в одиночку, а в комплексе с нормами других отраслей права - административного, гражданского, уголовного, международного и др.

## **2.2. Нормирование качества окружающей среды**

### **2.2.1. Нормирование и стандарты в природопользовании**

Нормирование и стандартизация являются важнейшим средством обеспечения экологической безопасности. По своей сущности они относятся к административным методам регулирования, но в связи с развитием методов экономики все чаще применяются в тесной взаимосвязи с ними, расширяют диапазон возможностей органов управления и придают необходимую гибкость в достижении целей управления.

В соответствии с природоохранным законодательством РФ качество ОС нормируется с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство ПР в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. Таким образом, цель нормирования - наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы среды, отражающие и воздействие (увеличение концентрации ЗВ, сведение лесов и т.д.), и отклики экосистем (снижение численности популяции, биологического разнообразия, деградация природного объекта).

Разработанные и утвержденные в установленном порядке нормативы выступают в качестве стандартов. Выделяют три основные категории нормативов:

- ♦ Экологические нормативы экосистем.
- ♦ Нормативы качества компонентов ОС.

♦ Нормативы антропогенного воздействия на ОС, включая связанные с ними технические и технологические нормативы.

Принцип антропоцентризма верен и в отношении истории развития нормирования. Значительно ранее прочих были установлены нормативы приемлемых для человека условий среды. Тем самым было положено начало работам в области *санитарно-гигиенического нормирования*. Однако человек – не самый чувствительный из биологических видов и принцип «защитен человек – защищена и экосистема» неверен.

*Экологическое нормирование* предполагает учет допустимой экологической нагрузки на экосистему (ДЭН).

ДЭН – нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния природной системы не превышает естественных изменений качества ОС и не вызывает последствий у живых организмов.

Конкретные параметры экосистем, в том числе и воздушной среды, подлежащие экологическому нормированию, пока обсуждаются и большого значения в управлении природопользованием в настоящее время не имеют.

### *2.2.2. Гигиеническое нормирование качества компонентов окружающей среды*

Как экологическое, так и санитарно-гигиеническое нормирование основано на знании эффектов, оказываемых разнообразными факторами воздействия на живые организмы. Одним из важных понятий является понятие «*вредное вещество*». В зависимости от дозы вредным может оказаться любое вещество. Кроме того, все ксенобиотики (искусственно синтезированные вещества) рассматриваются как вредные.

Установление нормативов качества ОС основывается на концепции пороговости воздействия.

**Порог вредного действия** – это минимальная доза вещества, под влиянием которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая патология.

Нормативы, ограничивающие вредное воздействие, устанавливаются и утверждаются специальными уполномоченными государственными органами и совершенствуются по мере развития соответствующих отраслей знаний.

В основе санитарно-гигиенического нормирования лежат понятия ПДК для веществ и *предельно допустимых уровней* (ПДУ) физических факторов воздействия. Для веществ, о действии которых еще не накоплено достаточно информации, устанавливаются *ориентировочно безопасные уровни воздей-*

ствия (ОБУВ) или временно допустимые концентрации (ВДК) – нормативы, полученные расчетным путем.

**Нормирование качества воздуха.** Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания ВВ как в производственной (ПДК рабочей зоны – ПДК<sub>рз</sub>), так и в селитебной зонах (жилой фонд) населенных пунктов (ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>).

ПДК<sub>рз</sub> - ПДК рабочей зоны - концентрация ВВ в воздухе рабочей зоны при восьми-, семи- и шестичасовой работе (кроме выходных дней) или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч в неделю, эта концентрация не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые могут быть обнаружены современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека, мг/м<sup>3</sup> [16].

ПДК<sub>мр</sub> - ПДК максимально разовая - концентрация ВВ в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 30 мин рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека, мг/м<sup>3</sup>.

ПДК<sub>сс</sub> - ПДК среднесуточная - это концентрация ВВ в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании, мг/м<sup>3</sup>. Именно величина ПДК<sub>сс</sub> может выступать в качестве эталона для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

**ОБУВ ЗВ рабочей зоны** - временно допустимая концентрация ЗВ рабочей зоны (ВДК<sub>рз</sub>), определяемая для различных веществ расчетным путем и действующая в течение двух лет, мг/м<sup>3</sup>.

**ОБУВ ВВ в атмосфере** - временно допустимая концентрация ВВ в атмосфере (ВДКА<sub>в</sub>), размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение трех лет, мг/м<sup>3</sup>.

**Предельно допустимый выброс ЗВ** в атмосферу (ПДВ), кг/сут или г/ч. Этот показатель вводится с целью обеспечения санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем на пять лет.

**Временно согласованный выброс (ВСВ)**, кг/сут или г/ч. Устанавливается в том случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для

источников в рассматриваемом населенном пункте. Срок действия этого норматива не более пяти лет.

В настоящее время для нормирования качества воздуха установлены ПДК более чем для 250 веществ и ОБУВ приблизительно для 400 веществ.

В табл. 2.1 приведены различные виды ПДК и ОБУВ для некоторых ЗВ, присутствующих в выбросах городских котельных станций.

В зависимости от токсичности все химические соединения подразделены на четыре класса опасности. Учет класса опасности дает возможность подходить к обоснованию необходимых воздухоохраных мероприятий дифференцированно.

Таблица 2.1

Нормативные параметры некоторых веществ при выбросе в атмосферу

Вещество	ПДК	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>	ОБУВ	Класс опасности	Константа приведения
	мг/м <sup>3</sup>					
NO <sub>2</sub>	2,0	0,085	0,04	-	2	1,3
NO	-	0,400	0,06	-	3	1,0
CO	20,0	5,000	3,00	-	4	0,9
SO <sub>2</sub>	10,0	0,500	0,05	-	3	1,0
CH <sub>4</sub>	-	-	-	50	-	-
Одорант СПМ	-	-	-	5·10 <sup>-6</sup>	-	-
Бензапирен	2,5·10 <sup>-6</sup>	-	1·10 <sup>-4</sup>	-	1	1,7

### 3. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ОТДЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

#### 3.1. Расчет опасной скорости ветра и максимальной концентрации примеси

Для характеристики состояния атмосферы, при котором могут отмечаться большие концентрации примесей, выделяются нормальные и аномальные метеорологические условия.

При нормальных условиях в случае высоких источников неблагоприятным является наличие сверхадиабатического градиента температуры, когда вследствие развитого турбулентного обмена имеет место интенсивный перенос примесей от источников к земной поверхности, при этом могут создаваться их значительные концентрации.

Степень загрязнения воздуха существенно зависит от скорости ветра. Влияние скорости ветра на загрязнение приземного слоя атмосферы имеет сложный характер, и для каждого источника существует некоторая опасная скорость ветра  $u_m$ , при которой наблюдаются максимальные концентрации примесей.

При определении  $u_m$  в первую очередь следует установить, являются выбросы горячими или холодными [17].

При перегреве усиливается эффективный подъем выбросов. Поэтому чем больше перегрев, тем больше должна быть скорость ветра, при которой у земли формируется максимальная концентрация примеси. Отнесение выбросов к *нагретым* или к *холодным* проводится на основе оценки параметра  $f$ :

$$f = 10^3 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (3.1)$$

где  $\omega_0$  – скорость выхода дымовых газов из устья источника выброса, м/с;

$D$  – диаметр устья источника (трубы), м;

$H$  – высота источника над уровнем земли, м;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха, °С. Температура окружающего воздуха принимается по средней температуре наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца года. В Самаре значение среднемесячной температуры равно 20,7°С для июля месяца [18].

Параметр  $f$  характеризует влияние перегрева поступающих в атмосферу выбросов на начальный подъем факела дыма и на рассеивание примесей.

При  $f \leq 100$  выбросы относят к *нагретым*, при  $f > 100$  (или при  $\Delta T \approx 0$ ) – к *холодным*.

После расчета  $f$  и установления характера выбросов опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с) определяется через параметр  $v_M$  для источников с *горячими* выбросами и через параметр  $v'_M$  для источников с *холодными* выбросами:

$$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \Delta T}{H}}; \quad v'_M = 1,3 \frac{\varpi_0 D}{H}, \quad (3.2)$$

где  $V$  – объем выбрасываемой газозооной смеси,  $v_M$  и  $v'_M$  как и  $u_M$ , выражены в м/с.

Для источников точечного типа в случае горячих выбросов ориентировочно принимается, что при  $v_M \leq 0,5$  м/с  $u_M = 0,5$  м/с; при  $0,5 < v_M < 2$  м/с  $u_M = v_M$ ; при  $v_M > 2$  м/с  $u_M = v_M (1 + 0,12\sqrt{f})$ ; в случае холодных выбросов при  $v'_M \leq 0,5$   $u_M = 0,5$ ; при  $0,5 < v'_M < 2$  м/с  $u_M = v'_M$ , а при  $v'_M > 2$  м/с  $u_M = 2,2v'_M$ .

Для линейного источника (типа азрационного фонаря) опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с) вычисляется по зависимости

$$u_M = u'_M. \quad (3.3)$$

Здесь  $u'_M$  относится к точечному источнику с круглым устьем, эквивалентному данному линейному источнику, и рассчитывается по приведенным выше уравнениям для  $u_M$  с использованием эквивалентных значений диаметра источника  $D = D_3$  (м) и объема выходящих газов  $V = V_3$  (м/с), которые определяются по следующим выражениям:

$$D_3 = \frac{2LV}{L^2 \varpi_0 + V}; \quad (3.4)$$

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} \varpi_0, \quad (3.5)$$

где  $L$  – длина линейного источника, м.

Обычно для мощных тепловых электростанций значения опасной скорости ветра  $u_M$  (м/с) составляют (5...7), для металлургических предприятий – (2...4), для многих химических производств – 1-2. Для линейных источников  $u_M$  также часто равна 1-2 м/с.

Опасная скорость ветра для группы источников с различными параметрами выбросов ( $u_{mc}$ ) приближенно характеризуется средневзвешенной величиной

$$u_{mc} = \frac{\sum_{i=1}^N u_{mi} \cdot C_{mi}}{\sum_{i=1}^N C_{mi}}, \quad (3.6)$$

где  $u_{mi}$  и  $C_{mi}$  – расчетные значения опасной скорости ветра и максимальной концентрации для  $i$ -го источника;  $N$  – количество источников.

Максимальные концентрации ( $C_m$ , мг/м<sup>3</sup>) от группы  $N$  близко расположенных источников, создающиеся при опасной скорости ветра и неблагоприятной температурной стратификации, рассчитываются следующим образом:

**в случае горячих выбросов:**

$$C_m = \frac{AMFm\eta}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \Delta T}}, \quad (3.7)$$

**в случае холодных выбросов:**

$$C_v = \frac{AMFn\eta}{H \sqrt[3]{H}} \frac{DN}{8V}, \quad (3.8)$$

где  $M$  – количество выбрасываемого вещества, г/с. Определяется расчетом в технологической части проекта или в соответствии с действующими нормативами для рассматриваемого (прогнозируемого) производства (процесса);

$A$  – коэффициент, учитывающий неблагоприятные условия вертикального и горизонтального перемешивания, с<sup>2/3</sup> · мг (°C)<sup>1/3</sup>г<sup>-1</sup>;

$F$  – безразмерный коэффициент, характеризующий скорость оседания вредных веществ в атмосфере;

$m$  и  $n$  – безразмерные коэффициенты, зависящие от условий выхода газозооушной смеси из устья источника выбросов;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности.

Значение коэффициента  $A$  принимается равным:

1) 250 – для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятии и Читинской области;

2) 200 – для Европейской территории Российской Федерации южнее 50° с. ш. и остальных районов Нижнего Поволжья, для Молдовы, Кавказа, Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

3) 180 – для Европейской территории Российской Федерации, Беларуси и Урала от 50 до 52° с. ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;

4) 160 – для Европейской территории Российской Федерации, Беларуси и для Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра России), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш., а южнее 50° с. ш. – 200).

5) 140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

В табл. 3.1 приведены значения коэффициента  $F$  для различных ЗВ, условия дисперсности, скорости упорядоченного оседания и коэффициента очистки.

Безразмерный коэффициент  $m$  определяется по графику исходя из значения параметра  $f$ , рассчитанного по выражению (1) (рис. 3.1) или уравнению

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (3.9)$$

где  $f$  вычисляется по зависимости (3.1).

Таблица 3.1

Значения коэффициента  $F$

Загрязняющие вещества	Коэффициент $F$
Газообразные и мелкодисперсные аэрозоли, скорость упорядоченного оседания которых близка к 0	1,0
Пыли (зола), в зависимости от среднего эксплуатационного коэффициента очистки, %:	
не менее 90	2,0
75-90	2,5
75 и менее, и при отсутствии очистки	3,0

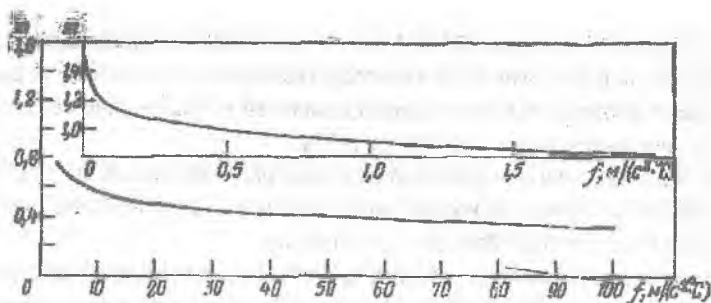


Рис. 3.1. График для определения значений безразмерного коэффициента  $m$

Объем  $V$  газоздушной смеси ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), определяемый по технологическому процессу, и скорость  $\omega_0$  связаны между собой соотношением (3.5).

Безразмерный коэффициент  $n$  определяется по графику исходя из значений  $v_m$  и  $v'_m$  (рис. 3.2). При  $v_m > 2 \text{ м/с}$   $n = 1$ .

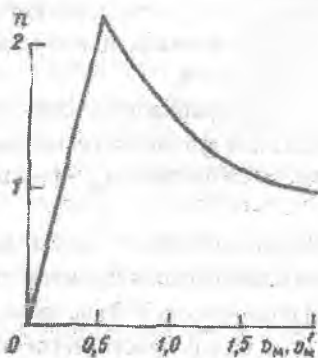


Рис. 3.2. Зависимость параметра  $n$  от  $v_m$  и  $v'_m$

### 3.2. Аномально неблагоприятные метеорологические условия

Наиболее интенсивное загрязнение воздуха наблюдается при аномально неблагоприятных метеорологических условиях. К ним, в частности, относится приподнятая инверсия с нижней границей, расположенной над источником выброса (точнее, над его эффективной высотой, которая для горячих источников выше геометрической вследствие начального подъема факела).

Концентрация примеси существенно зависит от высоты расположения нижней границы инверсии над источником. Она тем больше, чем ближе к

источнику основание инверсионного слоя и чем ниже источник. Когда задерживающий слой располагается непосредственно над источником, то рост максимальной приземной концентрации примесей относительно ее значения при нормальных условиях достигает 100%.

Если нижняя граница приподнятой инверсии расположена на высоте 200 м и более над источником, то возрастание приземной концентрации проявляется только на достаточно больших расстояниях.

В городе с большим количеством источников, факелы которых налагаются друг на друга, такое возрастание может привести к значительному загрязнению воздуха. Поэтому в городе и при сравнительно высоком положении приподнятой инверсии наблюдается заметное увеличение концентрации примесей в воздухе.

В случае площадных источников (ими в определенной степени аппроксимируются выбросы от бытовых и ряда других типов источников в городе) при приподнятых инверсиях концентрации могут увеличиться в 5...10 раз по сравнению с их значениями в отсутствие приподнятых инверсий.

Влияние инверсионных слоев на распространение выбросов для тяжелых примесей проявляется слабее, чем для легких, причем с ростом размера частиц примесей это влияние уменьшается.

Значительное повышение концентрации примесей в приземном слое атмосферы возможно также, когда ниже источника расположен штилевой слой, а на уровне выбросов скорость ветра близка к  $u_m$ . Чем толще этот слой, тем сильнее его влияние.

Согласно расчетам при наличии штилевого слоя от поверхности земли до уровня 30 м максимальная концентрация примеси от источника высотой 100...150 м увеличивается примерно на 70 % по сравнению с концентрацией при отсутствии штиля. Если штиль простирается выше уровня источника (например, в центральных частях антициклонов), то при горячих выбросах вследствие возрастания начального подъема факела и увеличения эффективной высоты источника приземные концентрации примесей будут небольшими.

Особенно сильное загрязнение воздуха у земли может наблюдаться, когда при холодных выбросах приподнятая инверсия, расположенная непосредственно над источником, сопровождается слабым ветром, близким к штилю, в приземном слое воздуха. В этом случае концентрации примеси могут во много раз превышать концентрации при нормальных условиях.

Опасность загрязнения воздуха значительно возрастает при туманах, над которыми часто наблюдается приподнятая инверсия. Туманы частично ак-

кумулятируют примеси из вышележащих слоев воздуха, вследствие чего происходит возрастание концентрации вредных веществ у земли. Существенную роль здесь может играть растворение примеси в каплях тумана и образование более токсичных кислот.

Оценка опасных метеорологических условий требует также учета характера неровностей подстилающей поверхности. В пониженных формах рельефа могут создаваться в 1,5...2,0 раза более высокие концентрации примесей, чем на ровном месте. Примерно в такой же степени приземные концентрации могут повышаться при низких выбросах примесей в районах плотной застройки.

При расположении промышленных объектов на окраине города или за его пределами большое влияние на загрязнение воздуха в жилых районах оказывает направление ветра. В этих случаях неблагоприятные условия погоды важно учитывать только при переносе примесей со стороны источников на жилые кварталы. Если воздух сравнительно редко переносится со стороны объектов на жилые кварталы, то лишь прогноз этих редких направлений ветра может являться предостережением об угрозе загрязнения воздуха.

Неблагоприятные направления в районе отдельных объектов определяются расположением соседних источников и наложением их выбросов. При таких направлениях ветра концентрации, создаваемые выбросами совокупности предприятий, являются максимальными.

Особенно важно учитывать направления ветра, которые определяют перенос примесей со стороны объекта на близлежащие участки с плотной застройкой или со сложным рельефом местности.

### **3.3. Неблагоприятные метеорологические условия на больших расстояниях от источников выбросов**

Нередко промышленные предприятия расположены сравнительно далеко за пределами городов (10...15 км и более). В таких случаях важен учет неблагоприятных метеорологических условий на больших расстояниях от источников выбросов, особенно для мощных объектов с высокими трубами, когда на расстоянии до 10...15 км концентрация примесей в воздухе достигает  $0,5 C_m$  и более.

Опасная скорость ветра на разных расстояниях от источника отличается от  $u_m$  (относящейся к расстояниям от источника  $x_m$ , где концентрация достигает максимума). Соотношение между  $u_{mx}$  и  $u_m$  в зависимости от расстояния до источника  $x$  может записываться в форме

$$u_{MX} = f_i \left( \frac{x}{x_M} \right) u_M, \quad (3.10)$$

где  $f_i$  – функция от  $\frac{x}{x_m}$  (рис. 3.3).

С помощью графиков, представленных на рис. 3.3, по известному значению  $u_M$  рассчитывается  $u_{MX}$  для необходимых точек. На каждой из кривых

рис. 3.3, соответствующих определенному значению  $\frac{x}{x_m}$ , максимум соответствует величине  $u_{MX}$ .

При  $0 < x < 2x_M$   $u_{MX} \approx u_M$ , при  $2x_M < x < 8x_M$   $u_{MX} \approx 1,5u_M$ . На больших расстояниях от источника (значительно более  $8x_M$ )  $u_{MX}$  достигает  $5u_M$ .

С удалением от источника зависимость концентраций примеси от скорости ветра ослабляется. Например, если источник, для которого  $x_M = 4$  км, а  $u_M = 5$  м/с, расположен на расстоянии 15 км от жилых кварталов, то при  $u_{MX} = 7,5$  м/с диапазон опасных скоростей ветра, когда концентрации близки к  $C_{MX}$  – максимальной концентрации примеси на расстоянии  $x$  от источника, – составляет от 4 до 15 м/с. Характер зависимости концентрации примесей от скорости ветра на различных расстояниях от источника определяется величиной  $x_M$ . Для источников со сравнительно низкими выбросами (20...30) м, для которых  $x_M$  мало, изменение опасной скорости ветра с удалением от источника может проявляться в пределах городской территории.

Характер аномально неблагоприятных метеорологических условий с удалением от источника несколько изменяется. На больших расстояниях увеличивается степень роста загрязнения воздуха при расположении над источником приподнятой инверсии. Если, например, на расстоянии, близком к  $x_M$ , концентрация примесей при наличии приподнятой инверсии примерно в 1,5 раза больше, чем в случае ее отсутствия, то на расстоянии от источника, равном примерно  $10x_M$ , это отношение увеличивается до 2,5.

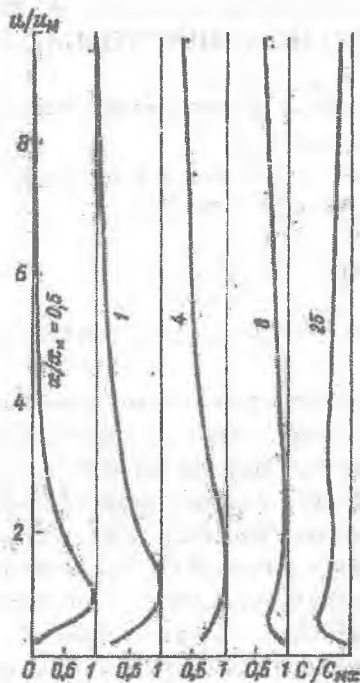


Рис. 3.3. Зависимость концентрации примесей в воздухе ( $C/C_{MX}$ ) от скорости ветра ( $u/u_M$ ) на разных расстояниях от источника ( $x/x_M$ )

Таким образом, при расположении источников выбросов на большом расстоянии от городских кварталов основными метеорологическими факторами, определяющими уровень загрязнения воздуха, являются: направление ветра, термическая стратификация, а также другие anomalно опасные условия (штилевые слои, туманы)

#### 4. РАССЕЙВАНИЕ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ. РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ

Количественно присутствие примесей в атмосфере оценивается по значению массовой концентрации  $C_M$ .

Основным условием, устраняющим вредное воздействие примеси на человека и природу, служит неравенство [19]:

$$C_M \leq C_{\text{ПДК}_{\text{ПС}}}, \quad (4.1)$$

где  $C_{\text{ПДК}_{\text{ПС}}}$  – допустимое значение концентрации в приземном слое атмосферы,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Во многих случаях еще до ввода источников примеси в действие в атмосфере присутствует примесь определенного типа, которая создает так называемую фоновую концентрацию. Значение фоновой концентрации может колебаться во времени. Поэтому для характеристики фоновой загрязненности атмосферы примесью используют понятие усредненной за интервал времени  $\tau = (20 \dots 30)$  мин фоновой концентрации  $C_\phi$ . После ввода источников в действие концентрация примеси в атмосфере увеличивается по сравнению с ее фоновым значением: ее можно записать в виде суммы  $C_a = C + C_\phi$ , где вклад значением  $C$  – концентрация примеси от действия источников, и неравенство (4.1) получает вид

$$C + C_\phi \leq C_a. \quad (4.2)$$

Если значение концентрации  $C$  будет велико, то неравенство (4.2) может быть нарушено. Поэтому необходимо знать принципы организации выбросов примеси в атмосферу.

Процесс распространения (рассеивания) примеси в атмосфере описывается законами турбулентной и молекулярной диффузии. В частности, диффузионный поток вещества в направлении оси  $g$  через площадь  $\sigma$  в простейшем случае для неподвижной среды равен<sup>1</sup>

$$M = -\zeta \sigma \frac{\partial C}{\partial g}, \quad (4.3)$$

где  $\zeta$  – коэффициент диффузии;  
 $g$  – координата.

---

<sup>1</sup> Записано аналогично первому закону Фика.

Если диффузия от источника, расположенного в начале координат, происходит равномерно во всех направлениях, то  $\sigma = 4\pi \cdot r^2$ , и из последнего уравнения следует, что на расстоянии  $r$  от источника концентрация равна

$$C = \frac{M}{4\pi} \cdot \frac{1}{r}. \quad (4.4)$$

Таким образом, обеспечить выполнение в приземном слое атмосферы неравенства (4.2) можно двумя основными путями:

- 1) ограничить количество выбрасываемого в единицу времени вещества, т.е. производительность источника;
- 2) удалить источник примеси (место выброса) от поверхности Земли на соответствующее расстояние.

В связи с этим рассмотрим поле концентрации примеси от действия точечного источника  $I$ , расположенного на высоте  $Z=L$  от поверхности Земли (рис. 4.1). При наличии скорости ветра  $v$  в направлении оси  $X$  примесь будет распространяться вправо. За счет диффузии факел расширяется и в точке  $A$  достигает Земли. В наветренном от точки  $A$  направлении примесь отсутствует (концентрация примеси  $C$  равна нулю). С подветренной стороны на больших расстояниях от источника концентрация  $C$  убывает с увеличением расстояния  $X$  от источника. Следовательно, существует максимум концентрации примеси на уровне Земли  $C_M$ , приходящийся на некоторую точку, расположенную на расстоянии  $X_M$  относительно источника.

Значение максимальной приземной концентрации примеси от одиночного точечного источника определяется:

$$C_M = \frac{M}{Q}, \quad (4.5)$$

где  $M$  – производительность источника (массовый расход примеси),  $mg/m^3$ ;  
 $Q$  – параметр разбавления. Его можно трактовать как объемный расход воздуха, который необходимо создать, чтобы после разбавления воздухом примеси, выбрасываемой источником с производительностью  $M$ , получить концентрацию  $C_M$ , наблюдаемую в атмосфере, т. е.  $C_M = C_\phi$ . Расчетные соотношения для определения параметра  $Q$  приведены ниже.

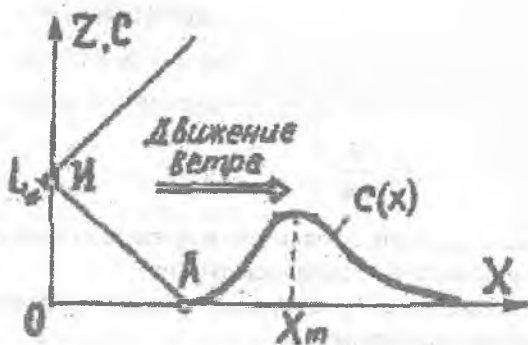


Рис. 4.1. Изменение концентрации вдоль оси

Подставляя в неравенство (4.2) выражение (4.5) для максимальной концентрации ( $C = C_M$ ), получим условие, устраняющее вредное воздействие примеси на человека и окружающую среду, в виде

$$M \leq Q(C_M - C_{\phi}). \quad (4.6)$$

Из этого неравенства следует, что для каждого конкретного источника, загрязняющего атмосферу примесью, можно установить максимальный расход примеси – ПДВ. Его значение при фоновой концентрации, не зависящей от скорости и направления ветра, рассчитывается по уравнению

$$\text{ПДВ} = Q(C_M - C_{\phi}). \quad (4.7)$$

Величину ПДВ принято определять в граммах в секунду или тоннах в год.

В любом произвольно взятом интервале времени  $T = (20 \dots 30)$  мин усредненный расход примеси от источника не должен превышать значение ПДВ. В противном случае необходимо предусмотреть дополнительные меры по утилизации примеси, например повысить эффективность ее улавливания с помощью фильтров. Только после того, как исчерпаны все технические возможности, связанные с утилизацией примеси, можно пойти другим путем и снизить ПДВ, например за счет увеличения высоты выброса.

В результате суммирования ПДВ отдельных источников можно получить значение ПДВ для предприятий, промышленных объектов и комплексов в целом. При этом выбросы ВВ всеми источниками города (населенного пункта) после их рассеивания в атмосфере не нарушают условие (4.2), где

( $C = C_m$ ). При наличии в атмосфере  $n$  примесей, для которых обязателен учет их вредного суммарного воздействия, следует выполнить требование

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_{Mi} + C_{\Phi i}}{C_{Mi}}$$

где  $i$  –  $i$ -я примесь.

За значение ПДК в приземном слое атмосферы в зоне населенных пунктов выбирается максимальное из двух значений: ПДК<sub>пр</sub> и ПДК<sub>с.с.</sub>

За значение концентрации  $C_m$  в зоне промышленных площадок берется значение ПДК<sub>рз</sub>, концентрация  $C_m = 0,3$  ПДК<sub>рз</sub> в зоне забора атмосферного воздуха на вентиляцию производственных помещений.

Высота, на которой происходит выброс примеси из источника в атмосферу, существенным образом влияет на распределение концентраций в приземном слое.

Рассмотрим влияние высоты более подробно.

Процесс рассеивания примеси в атмосфере зависит от многих факторов, к которым в первую очередь относится состояние самой атмосферы, т.е. ее турбулентность и устойчивость. Турбулентность характеризуется быстрыми и совершенно нерегулярными пульсациями газодинамических и термодинамических величин относительно их усредненных по времени значений в рассматриваемой точке и наличием вихрей разных размеров, которые постоянно образуются, смешиваются друг с другом, дробятся, исчезают и вновь возникают.

#### 4.1. Определение предельно допустимого выброса и его минимальной высоты

Нагретый ПДВ ВВ в атмосферу, г/с, из одиночного источника (трубы), при котором обеспечивается не превышающая ПДК концентрация его в приземном слое воздуха, должен определяться по выражению

$$ПДВ = \frac{ПДК \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \quad (4.8)$$

При этом концентрация ЗВ в выбросах около устья источника не должна превышать величины  $C_{MT}$ , г/м<sup>3</sup>, определяемой по уравнению

$$C_{\text{мт}} = \frac{\text{ПДВ}}{V} \quad (4.9)$$

или, учитывая зависимость (4.8),

$$C_{\text{мт}} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2}{A F n D} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V^2}} \quad (4.10)$$

Холодный ПДВ ВВ в атмосферу из одиночного источника, при котором обеспечиваются не превышающие ПДК концентрации ЗВ в приземном слое воздуха, должен определяться:

$$\text{ПДВ} = \frac{8 \text{ ПДК} \cdot H \sqrt[3]{H V}}{A F n D} \quad (4.11)$$

а максимально допустимая концентрация ВВ  $C_{\text{мт}}$  при выходе в атмосферу должна быть равна

$$C_{\text{мт}} = \frac{8 \text{ ПДК} \cdot H \sqrt[3]{H}}{A F n D} \quad (4.12)$$

Высота одиночного источника выброса (трубы)  $H$ , при которой обеспечивается не превышающее ПДК значение максимальной приземной концентрации ЗВ  $C_{\text{мт}}$ , если установлены величины  $M$ ,  $\omega_0$ ,  $D$  и  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), определяется при холодных и нагретых выбросах по зависимостям (4.13) и (4.14):

$$H = \left( \frac{A M F D}{8 V \text{ ПДК}} \right)^{3/4} \quad (4.13)$$

$$H_{i-1} = H_i \left( \frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4} \quad (4.14)$$

В уравнении (4.14)  $n_i$  и  $n_{i-1}$  – значения безразмерного коэффициента  $n$ , найденные соответственно по значениям  $H_i$  и  $H_{i-1}$ .

Если вычисленной по уравнению (4.13) величине  $H$  соответствует величина  $v_M \leq 2$  м/с, то при найденном значении  $H$  обеспечивается необходимое требование охраны атмосферного воздуха.

Если  $v_M > 2$  м/с, то необходимо при найденном значении  $H$  определить величину  $n$ , а затем уточнить величину  $H$  по выражению (4.14).

Величину  $H$  следует уточнять до тех пор, пока два последовательно най-

денных значения  $H_i$  и  $H_{i-1}$  будут практически не отличаться друг от друга.

Если при этом найденное значение  $H$  меньше или равно  $\omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$ , то оно является точным.

Если найденное значение  $H$  больше  $\omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$  или для рассматриваемого типа источников выполнение этого соотношения очевидно, то для определения предварительного значения минимальной высоты выбросов (трубы) используется выражение

$$H = \sqrt{\frac{A M F}{\text{ПДК} \sqrt[3]{V \Delta T}}} \quad (4.15)$$

По найденному значению  $H$  определяются величины  $f$  и  $u_m$  и уточняется в первом приближении произведение безразмерных коэффициентов  $m \cdot n$ .

Дальнейшие уточнения величины  $H$  должны выполняться по зависимости

$$H_{i-1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}}, \quad (4.16)$$

где  $m_i, n_i$  соответствуют  $H_i$ , а  $m_{i-1}, n_{i-1}$  соответствуют  $H_{i-1}$ .

**Примечания:** 1. Если имеется один источник выброса нескольких различных ВВ, то за высоту выброса должна приниматься наибольшая из величин  $H$ , которые определены для каждого вредного вещества в отдельности и для каждой группы веществ с суммирующимся вредным действием. В частности, если из трубы выбрасываются два ВВ, для первого из которых величины  $M$  и  $F$  соответственно равны  $M_1$  и  $F_1$ , а для второго –  $M_2$  и  $F_2$ , то при  $F_1 M_1 > F_2 M_2$  величина  $H$  определяется по выбросу первого ВВ, а при  $F_1 M_1 < F_2 M_2$  величина  $H$  должна определяться по выбросу второго ВВ.

2. Обеспечению чистоты воздуха жилых районов, расположенных в непосредственной близости к промплощадке, в случаях отсутствия санитарно-защитной зоны (СЗЗ) способствует выброс основных количеств ВВ

на высоту, не менее чем в 2,5 раза превышающую среднюю высоту зданий и сооружений промышленной застройки.

При наличии нескольких источников выброса ВВ в атмосферу величины ПДВ и максимально допустимых концентраций  $C_{\text{MT}}$  для каждого из источников должны находиться по уравнениям

$$\text{ПДВ} = M; \quad (4.17)$$

$$C_{\text{MT}} = \frac{M}{V}, \quad (4.18)$$

где  $M$  и  $V$  – выброс ВВ и объем дымовых газов, принятые при расчетах рассеивания ЗВ от всей совокупности источников, показывающих, что максимальная суммарная концентрация в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях не будет превышать ПДК.

#### 4.2. Расчет рассеивания выбросов с учетом суммации вредного действия нескольких ингредиентов

Для ряда групп вредных ингредиентов «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» установлено, что они обладают одноподобным суммирующимся вредным действием.

Для одиночного источника при учете суммации вредного действия  $V_i$  ингредиентов осуществляется переход безразмерной суммарной концентрации  $q$  на основе использования в расчетных уравнениях вместо выброса ВВ  $M$  суммы из  $N_i$  слагаемых, каждое из которых равняется выбросу одного из ингредиентов, разделенному на соответствующую ПДК. Расчетная безразмерная концентрация  $q$  не должна превышать единицы.

В остальном расчетная схема остается без изменения. В частности, учет суммации вредного действия не изменяет величины расстояния  $X_{\text{П}}$ , где достигается наибольшее загрязнение воздуха, и опасной скорости ветра  $u_m$ .

При  $N$  источниках для каждой группы из  $N_i$  ингредиентов с суммирующимся вредным действием (из каждого отдельного источника выбрасывается от 1,0 до  $N_i$  ингредиентов) требуется начать расчеты с вычисления следующей безразмерной суммы  $\sigma$  по выражению

$$\sigma = \frac{C_{\text{M}11} + C_{\text{M}12} + \dots + C_{\text{M}1N}}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_{\text{M}21} + C_{\text{M}22} + \dots + C_{\text{M}2N}}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_{\text{M}N_11} + C_{\text{M}N_12} + \dots + C_{\text{M}N_1N}}{\text{ПДК}_N} \quad (4.19)$$

Первый индекс у величин максимальных концентраций  $C_m$  – номер ингредиента, по которому они рассчитывались, второй индекс – номер источника.

Если  $\sigma$  окажется меньше единицы, то дальнейшие расчёты для рассматриваемой группы источников по рассматриваемой группе ингредиентов выполнять не обязательно, если удовлетворяется условие уравнения (4.20):

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (4.20)$$

Если  $\sigma$  превышает 1,0, то, как и для одиночного источника, осуществляется переход от концентраций  $C_k$  безразмерной суммарной концентрации  $q$  на основе использования для каждого из  $N$  источников в расчетных зависимостях вместо выбросов  $B_k$  суммы разделенных на ПДК выбросов.

При рассмотрении комбинации из  $N_1$  веществ, для которых установлена суммация вредного действия, опасная средневзвешенная скорость ветра  $u_{mc}$  для совокупности из  $N$  источников должна рассчитываться:

$$u_{mc} = \frac{q_{m1} \cdot u_{m1} + q_{m2} \cdot u_{m2} + \dots + q_{mN} \cdot u_{mN}}{q_{m1} + q_{m2} + \dots + q_{mN}}. \quad (4.21)$$

#### 4.3. Фоновая концентрация вредных веществ в атмосфере и учет ее в расчете рассеивания выбросов

Начальные или фоновые концентрации ВВ, содержащиеся в атмосфере,  $C_f$ , мг/м<sup>3</sup>, должны учитываться при проектировании вновь строящихся и реконструируемых предприятий в районах, где атмосферный воздух уже загрязнен ЗВ, выбрасываемыми другими предприятиями.

Сумма расчетной и фоновой концентрации для каждого ВВ в атмосфере не должна превышать установленной для него ПДК.

Если отмечается значительное превышение фоновое загрязнение атмосферы над установленной для рассматриваемого ЗВ ПДК, то строительство новых объектов и предприятий с выбросами тех же ВВ допустимо только при обосновании возможности снижения выбросов ЗВ в атмосферу на существующих предприятиях и объектах. При этом для вновь строящихся объектов максимальные приземные концентрации должны быть существенно меньше ПДК.

Если для района строительства установлено значение фоновой концентрации ВВ в атмосфере  $C_f$ , то при расчетах рассеивания выбросов по форму-

лам (4.8), (4.10), (4.11...4.13), (4.15) и (4.17) вместо ПДК принимается значение  $\text{ПДК} = C_{\phi}$ .

При выбросах из одиночного источника двух вредных веществ, для первого из которых величины ПДК, М, F и  $C_{\phi}$  соответственно равны  $\text{ПДК}_1, M_1, F_1$  и  $C_{\phi 1}$ , а для второго –  $\text{ПДК}_2, M_2, F_2$  и  $C_{\phi 2}$ , при

$$\frac{F_1 M_1}{\text{ПДК}_1 - C_{\phi 1}} > \frac{F_2 M_2}{\text{ПДК}_2 - C_{\phi 2}}$$

величина Н определяется по выбросу первого ЗВ, а при

$$\frac{F_1 M_1}{\text{ПДК}_1 - C_{\phi 1}} < \frac{F_2 M_2}{\text{ПДК}_2 - C_{\phi 2}}$$

величина Н рассчитывается по выбросу в атмосферу второго ВВ.

#### 4.4. Фоновая концентрация вредных веществ в атмосфере

$C_{\phi}$  при отсутствии измерений определяется расчетом. Необходимо на основании расчетов рассеивания оценить влияние изменения максимальной концентрации ВВ в атмосфере для других существующих предприятий с учетом дополнительного загрязнения воздуха от строящегося предприятия при направлении ветра на них со стороны последнего.

Фоновой концентрацией ВВ в атмосфере  $C_{\phi}$  для реконструируемого предприятия, являющегося единственным источником выброса ЗВ, принимается результат суммарного загрязнения атмосферы от не подлежащих реконструкции объектов рассматриваемого предприятия.

При фоновом загрязнении атмосферы ВВ, обладающими суммацией действия с веществами, выбрасываемыми проектируемым предприятием, необходимо на основании расчетов показать, что выполняется условие уравнения (4.2), т.е. что суммарная приведенная приземная концентрация q нигде не превышает единицы.

## 5. АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 5.1. Требования по выполнению лабораторной работы

5.1.1. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом. Основные понятия, необходимые для закрепления материала, приведены в Приложении I «Глоссарий определяющих понятий».

5.1.2. Получить задание (исходные данные) у преподавателя.

5.1.3. Пользуясь последовательностью, изложенной в разделе 5 методического руководства, провести необходимые исследования.

5.1.4. Ответить на вопросы, приведенные в Приложении 2.

### 5.2. Исходные данные

5.2.1. Одиночным источником промышленных выбросов (рис. 5.1) считается действующий источник или группа близко расположенных источников выбросов в воздушную среду, характеризующийся геометрическими и технологическими параметрами выбросов.

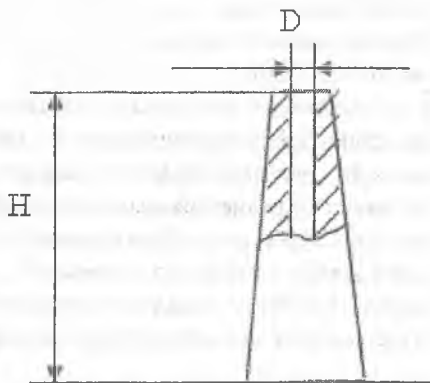


Рис. 5.1. Одиночный промышленный источник выбросов

К геометрическим параметрам одиночного источника относится высота и диаметр устья источника, м.

*Высота источника Н* – размер источника выбросов от основания до начала образования факела. Высота должна быть больше двух метров. Модель программы хорошо работает, начиная с высоты 50 м.

*Диаметр источника D* характеризуется приведенным диаметром устья, если его конфигурация сечения отличается от круглой формы.

**Технологические параметры** одиночного промышленного источника характеризуются скоростью выхода смеси и температурой выбросов, которые образуют факельную зону в направлении действия ветра, а также интенсивностью выбросов, количеством ингредиентов, образующих выброс, массой и концентрацией выбросов, коэффициентом опасности входящих в состав выбросов ингредиентов, параметром разбавления, концентрацией в приземном слое.

*Скорость выхода смеси* – это среднемассовая скорость в выходном сечении устья источника выбросов, м/с.

*Температура выхода смеси* – температура выбрасываемых ЗВ, °С. В зависимости от температуры выбросы могут быть холодными и горячими.

Программа дает возможность исследовать только горячие выбросы, температура которых больше температуры окружающего воздуха. Температура окружающего воздуха принимается по средней температуре наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца года.

*Интенсивность выбросов* – масса только исследуемого ЗВ, выбрасываемая за одну секунду из источника, мг/с.

*Масса выбросов* – количественный показатель производительности источника выбросов в определенный фиксированный период (обычно – т/год).

*Количество ингредиентов* – несколько ЗВ, содержащихся в выбросе промышленного источника. Знание ингредиентов, входящих в выброс, дает возможность классифицировать выброс по наиболее опасному ингредиенту. Ингредиенты ЗВ могут обладать и не обладать суммацией действий. Если несколько ВВ, содержащихся в выбросе, обладают суммацией действия, то сумма их отношений с ПДК каждого вещества должна удовлетворять условию уравнения (4.21).

Эффектом суммации обладает ряд веществ, применяемых в различных производствах:

- ацетон, акролеин, талевый ангидрид;
- ацетон и фенол;
- ацетон и ацетофенол;
- ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол;
- ацетальдегид и винилацетат;

- бензол и ацетофенол;
- вольфрамный и сернистый ангидриды;
- гексахлоран и фазолон;
- озон, двуокись азота и формальдегид;
- окись углерода, двуокись азота, формальдегид, гексан;
- сернистый ангидрид и аэрозоль серной кислоты;
- сернистый ангидрид и сероводород;
- сернистый ангидрид и двуокись азота;
- сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота и фенол;
- сернистый ангидрид и фенол;
- серный и сернистый ангидрид, аммиак и окислы азота;
- сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);
- фенол и ацетофенол;
- фурфурол, метиловый и этиловый спирты;
- циклогексан и бензол;
- этилен, пропилен, бутилен и амилен и др.

Кроме того, входящие в выброс ВВ могут обладать эффектом потенцирования.

**Потенцирование** – взаимное усиление воздействия двух или большего количества агентов ОС, при котором суммируемый эффект их одновременного влияния превышает сумму эффектов, возникающих при изолированном действии каждого из этих агентов в отдельности.

Эффектом потенцирования облагают:

- бутилакрилат и метилметакрилат с коэффициентом 0,8;
- фтористый водород и фтор соли с коэффициентом 0,8.

**Факельная зона** – зона перемешивания выбросов, распространяющаяся под действием скорости ветра в направлении румбов «розы ветров».

Высота факела зависит от метеорологических условий (давления, температуры, наличия или отсутствия приземной инверсии).

*Скорость ветра*  $U_1$  и  $U_2$  задается пользователем произвольно. Например,  $U_1$  можно задавать больше опасной скорости  $U_{\text{ог}}$ , а  $U_2$  – меньше.

Все начальные данные, полученные пользователем от преподавателя, следует свести в таблицу, в которую затем вносятся рассчитанные и полученные при исследовании данные.

5.2.2. Рассчитать параметр  $f$  по уравнению (3.1) и сделать вывод по состоянию выбросов – нагретые или холодные.

5.2.3. Определить опасную скорость ветра по зависимости (3.2) с учетом выражения (3.5).

### 5.3. Работа на персональном компьютере

5.3.1. Найти на диске **E**, **D** или **C** (высвечивается вверху основного окна монитора) директорию «**PRIRODA**».

Подвести курсор к директории с помощью клавиш и нажать «**ENTER**».

При отсутствии на мониторе каталога **E**, **D** или **C**, использовать команды смены диска.

5.3.2. В директории «**PRIRODA**» подвести стрелкой мышки к подкаталогу «**LAB 11**» и нажать клавишу «**ENTER**» или левую кнопку мышки.

5.3.3. В подкаталоге «**LAB 11**» найти файл **otmn.exe** и нажать клавишу «**ENTER**» или левую кнопку мышки.

Запустится программа, моделирующая процесс рассеивания выбросов.

Программа **otmn.exe** реализует стандартную математическую модель рассеивания выбросов в атмосфере, разработанную Госкомгидромет и изложенную в общесоюзном нормативном документе ОНД-86. Эта программа дает возможность рассчитать приземные концентрации выбрасываемой примеси при опасной и произвольной скорости ветра в зависимости от расстояния до источника и параметров атмосферы.

Программа строит графические зависимости концентрации **ВВ С** от расстояния **X** до источника выбросов при опасной скорости ветра  $u_m$  – сплошная линия синего цвета, при скорости ветра  $U_1$  и  $U_2$  соответственно сплошные линии зеленого и красного цвета (см. подраздел **ПОМОЩЬ** в меню – раздел **КОМАНДА**).

5.3.4. Ввести поочередно все данные, полученные от преподавателя и расчетом.

5.3.5. Нажать клавишу **F5** для автоматического построения графиков рассеивания выбросов.

5.3.6. Ввести в протокол все выведенные на экран результаты выбросов.

5.3.7. Занести результаты в таблицу для различных значений скорости ветра  $U_1$  и  $U_2$ . Минимальное количество значений скоростей для построения графиков – 5.

Исследования необходимо начинать с подбора скорости  $U_2$ , равной скорости задувания. Скорость задувания находится косвенным путем и ее численное значение определяется при выполнении равенства  $X_{mU_2} \approx H$ . Скорость задувания определяет загрязненность территории, ближайшей к источнику выбросов.

5.3.8. Провести исследования при изменяющихся геометрических и технологических параметрах источника выбросов – **H**, **D**,  $v_{cm}$ ,  $T_{cm}$  (по пять значений каждого параметра).

5.3.9. Построить графики рассеивания выбросов одиночным источником:  
 $C = f(X)$ ,  $C = f(D)$ ,  $C = f(H)$ ,  $C = f(v_{см})$ ,  $C = f(T_{см})$ ,  $C = f(U)$ .

5.3.10. Определить коэффициент разбавления по уравнению

$$K = \frac{C_{ист}}{C_m},$$

где  $C_{ист}$  – исследуемая приземная концентрация источника выбросов.

5.3.11. Рассчитать по уравнению (4.8) и (4.11) предельно допустимый выброс для горячего и холодного источника выбросов соответственно.

5.3.12. Определить приземную концентрацию на расстоянии, удаленном от источника выбросов, равном  $X = (10...15)H$ , при разных значениях скорости ветра.

#### 5.4. Форма отчета

5.4.1. Оформить отчет по проделанной работе. Отчет оформляется на отдельных стандартных листах бумаги с указанием на титульном листе фамилии и инициалов, № группы, названия работы, фамилии и инициалов преподавателя.

5.4.2. Внести в отчет цель лабораторной работы и некоторые теоретические результаты.

5.4.3. Все результаты проведенных исследований представить в виде табличного и графического материала.

5.4.4. Сделать соответствующие выводы.

5.4.5. Внести предложения по снижению приземной концентрации.

5.4.6. Подготовиться к отчету по лабораторной работе в соответствии с контрольными вопросами.

## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВВ – вредные вещества.

ВДК – временно допустимая концентрация вредного вещества.

ВДК<sub>рз</sub> – временно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне.

ВДК<sub>А</sub> – временно допустимая концентрация вредного вещества в атмосфере.

ВСВ – временно согласованные выбросы.

ДЭН – допустимая экологическая нагрузка.

ЗВ – загрязняющее вещество.

НМУ – неблагоприятные метеорологические условия.

ОБУВ – ориентировочно-безопасный уровень воздействия.

ОС – окружающая среда.

ПДВ – предельно допустимый выброс.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

ПДК<sub>мр</sub> – максимально разовая предельно допустимая концентрация.

ПДК<sub>рз</sub> – предельно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне.

ПДК<sub>сс</sub> – среднесуточная предельно допустимая концентрация.

ПР – природные ресурсы.

ПДУ – предельно допустимый уровень.

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.

РИПР – рациональное использование природных ресурсов.

ЧС – чрезвычайные ситуации.

ЭС – экологические системы.

ЭФ – экологический фактор.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### *Приложение 1. Глоссарий определений и понятий*

**АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ** – жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.

**БЛАГОПРИЯТНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА** – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

**ВРЕДНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ** – вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха,

**ВРЕМЕННО СОГЛАСОВАННЫЙ ВЫБРОС** – временный лимит выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для действующих стационарных источников выбросов с учетом качества атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития соответствующей территории в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

**ГИГИЕНИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

**ДОПУСТИМАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА НА ЭКОСИСТЕМУ** – нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния природной системы не превышает естественных изменений качества ОС и не вызывает последствий у живых организмов.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ** – привнесение в воздух или образование в нем физических агентов, химических веществ или организмов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям.

**ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО** – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают нормативы, установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ** – естественное или антропогенное загрязнение, приводящее к крайне неблагоприятным последствиям для какой-либо сферы хозяйства, окружающей природы или здоровья человека.

**КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

**МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения.

**НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ** – метеорологические условия, способствующие накоплению вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

**ОДИНОЧНЫЙ ИСТОЧНИК ВЫБРОСОВ** – действующий источник или группа близко расположенных источников выбросов в воздушную среду, характеризующийся геометрическими и технологическими параметрами выбросов.

**ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду.

**ПОТЕНЦИРОВАНИЕ** – взаимное усиление воздействия двух или большего количества агентов окружающей среды, при котором суммируемый эффект их одновременного влияния превышает сумму эффектов, возникающих при изолированном действии каждого из этих агентов в отдельности.

**ПОРОГ ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ** – это минимальная доза вещества, под влиянием которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая патология.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ВЫБРОС** – норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух,

который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха при условии непревышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ (КРИТИЧЕСКАЯ) НАГРУЗКА** – показатель воздействия одного или нескольких вредных (загрязняющих) веществ на окружающую среду, превышение которого может привести к вредному воздействию на окружающую среду.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ НОРМАТИВ ВРЕДНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ** – норматив, который устанавливается для каждого источника шумового, вибрационного, электромагнитного и других физических воздействий на атмосферный воздух и при котором вредное физическое воздействие от рассматриваемого источника и от всех других источников не приведет к превышению предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ** – норматив физического воздействия на атмосферный воздух, который отражает предельно допустимый максимальный уровень физического воздействия на атмосферный воздух, при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

**САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА** – полоса, отделяющая промышленное предприятие от селитебной территории, на внешней границе которой в приземном слое атмосферного воздуха должно соблюдаться условие по предельно допустимой концентрации.

**ТЕХНИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ ВЫБРОСА** – норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для передвижных и стационарных источников выбросов, технологических процессов, оборудования и отражает максимально допустимую массу выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух в расчете на единицу продукции, мощности, пробега транспортных или иных передвижных средств и другие показатели.

**ТРАНСГРАНИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – загрязнение атмосферного воздуха в результате переноса вредных (загрязняющих) веществ, источник которых расположен на территории иностранного государства.

**ФАКТОР** – движущая сила процессов или условие, влияющее на них, существенное обстоятельство в каком-либо процессе, явлении.

**ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ** определяет воздействие, которое обусловлено информационным, физическим, химическим или биологическим видами загрязнения окружающего субъект или объект пространства.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА** – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую среду.

## *Приложение 2. Контрольные вопросы*

1. Что собой представляет одиночный источник выбросов?
2. Что называется приземной концентрацией?
3. Какие геометрические параметры характеризуют одиночный источник выбросов?
4. Какие технологические параметры характеризуют одиночный источник выбросов?
5. Что такое опасная скорость ветра?
6. Что такое скорость задувания?
7. Чем можно охарактеризовать факел?
8. Что собой представляет подфакельная зона одиночного источника выбросов?
9. С какой целью определяется расстояние до точки максимальной приземной концентрации?
10. За счет чего происходит изменение приземной концентрации в подфакельной зоне в зависимости от расстояния?
11. В чем состоит преимущество метода рассеивания выбросов в атмосфере?
12. Какие недостатки присущи методу рассеивания выбросов в атмосфере?
13. Что такое загрязнение окружающей среды?
14. Что собой представляет загрязняющее вещество?
15. Какие нормативные параметры вводятся с целью снижения воздействия вредных выбросов на атмосферу, для сохранения качества окружающей среды и здоровья людей?
16. Что такое предельно допустимая концентрация?
17. Что называется среднесуточной предельно допустимой концентрацией?
18. С какой целью вводится предельно допустимый выброс и что он собой характеризует?
19. От чего зависит концентрация вредных веществ в выбросе одиночного источника выбросов?
20. Что такое синергическое воздействие?

21. Что собой представляет кумулятивное воздействие?
22. Какие виды воздействия Вы знаете? Примеры.
23. Что такое аддитивное воздействие?
24. Для чего проводят расчет приземной концентрации при разработке технологического процесса и проектировании источника выбросов?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон РФ «Об охране окружающей среды»: Сборник законов РФ. 2002. № 2. Ст. 133.
2. Зеленый луч. 2000. № 6(30). – С. 35.
3. РД 52.04.52–85. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.
4. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1976.
5. Детям труднее//Эврика. – М.: Молодая гвардия, 1988.
6. Яблоков А. Страна-мутант – законное дитя больной цивилизации//ЭКОС. 1991. № 2. – С. 36-39, 64.
7. Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы)//Россия Молодая. М., 1994. – 367 с.
8. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
9. Конституция Российской Федерации. – М.: Юридическая литература, 1993.
10. Закон «Об охране атмосферного воздуха». Принят в мае 1999 г.
11. Закон «Об экологической экспертизе». Принят Государственной думой 19.07.95 и одобрен Советом Федерации 15.11.95.
12. Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Утвержден 30.03.99.
13. Закон «О курении». Вступил в действие с 01.02.02.
14. Основы законодательства РФ «Об охране здоровья». Утверждены 05.08.93.
15. ИСО Р 14000.
16. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М., 1999.
17. РД 52.04.306-92. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. – СПб: Гидрометеиздат, 1993. – 104 с.
18. Климат Куйбышева/Под ред. Ц. А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 223 с.
19. Белов С.В., Переездчиков И.В., Строкин А.А. Оздоровление воздушной среды: Учеб. пособие. – М.: МВТУ. – 58 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ, РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР, ПОЧВУ И ВОДОЕМЫ .....	5
1.1 Факторы среды. Воздействие .....	6
2. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	12
2.1 Некоторые правовые положения закона «Об охране окружающей среды» .....	12
2.2. Нормирование качества окружающей среды .....	15
2.2.1. Нормирование и стандарты в природопользовании .....	15
2.2.2. Гигиеническое нормирование качества компонентов окружающей среды .....	16
3. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ОТДЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	19
3.1 Расчет опасной скорости ветра и максимальной концентрации примеси .....	19
3.2. Аномально неблагоприятные метеорологические условия .....	23
3.3. Неблагоприятные метеорологические условия на больших расстояниях от источников выбросов .....	25
4. РАССЕЙВАНИЕ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ. РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ .....	28
4.1. Определение предельно допустимого выброса и его минимальной высоты .....	31
4.2. Расчет рассеивания выбросов с учетом суммации вредного действия нескольких ингредиентов .....	34
4.3. Фоновая концентрация вредных веществ в атмосфере и учет ее в расчете рассеивания выбросов .....	35
4.4. Фоновая концентрация вредных веществ в атмосфере .....	36

5. АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....	37
5.1. Методическая разработка по лабораторной работе.....	37
5.2. Исходные данные.....	37
5.3. Работа на персональном компьютере.....	40
5.4. Форма отчета.....	41
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	42
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	43
Приложение 1. Глоссарий определений и понятий.....	43
Приложение 2. Контрольные вопросы.....	47
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

*Учебное издание*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ  
ОДИНОЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА  
НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ**

Методические указания к лабораторной работе №1

Составитель: Несолонов Геннадий Федорович

Редактор Т. К. Кретинина  
Компьютерная верстка И. И. Спиридоновой

Подписано в печать 28.10.04. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 3,0. Усл.кр.-отт. 3,12. Уч.-изд. л. 3,25.

Тираж 100 экз. Заказ ~~77~~ Арт. С-63/2004.

Самарский государственный аэрокосмический университет.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34

---

РИО Самарского государственного аэрокосмического университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34