

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ВЫБРОСАМИ ОДИНОЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО
ИСТОЧНИКА
И УСТАНОВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН**

САМАРА 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ
ОДИНОЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА
И УСТАНОВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН»**

*Рекомендовано редакционной комиссией по двигателям летательных
аппаратов и энергомашиностроению
в качестве методических указаний к лабораторной работе*

САМАРА 2015

УДК 551.510.04

Составители: В.В. Варфоломеева, Ю.А. Копытин, Г.Ф. Несолонов._

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н.Д. Проничев

Определение площади загрязнения выбросами одиночного промышленного источника и установление санитарно-защитных зон: Метод. указания к лаб. раб. / *Сост. В.В. Варфоломеева, Ю.А. Копытин, Г.Ф. Несолонов* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та.;, 2015. – 27 с.:ил.

Методические указания позволяют ознакомиться с методикой определения категории опасности предприятия по массовым выбросам различных загрязняющих веществ одиночного источника, определить минимальный нормативный и расчетный размеры санитарно - защитной зоны (СЗЗ) предприятия на основе моделирования процесса загрязнения атмосферного воздуха в районе действующего одиночного источника на компьютере.

Лабораторная работа продолжает цикл исследования загрязнения воздушной среды. В работе используется модель рассеивания газообразных и аэрозольных примесей в атмосферном воздухе, изложенная в общероссийском нормативном документе ОНД - 86.

Определение площади загрязнения выбросами одиночного промышленного источника и установление санитарно-защитных зон

Цель лабораторной работы:

Научить студентов проводить самостоятельные исследования по установлению предельно допустимых выбросов (ПДВ) одиночных стационарных источников в атмосферу и выбирать размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия, разделяющей промышленную зону от селитебных территорий.

1 ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Наиболее масштабным и значительным по разрушающему воздействию на биосферу и протекающие в ней процессы, является химическое загрязнение окружающей среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них – газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения.

1.1 Основные загрязняющие вещества

Существуют три основных источника загрязнения атмосферы: транспорт, промышленность, энергетические и бытовые котельные.

Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, энергетики, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Атмосферные загрязнители разделяют на *первичные*, поступающие непосредственно в атмосферу, и *вторичные*, которые являются результатом превращения первичных загрязнений. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ под действием света окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты (вторичный эффект). Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие (*вторичные*) загрязнители.

В последнее время общепризнано, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Особенно большой вред природе приносят загрязнения пирогенного (под воздействием высоких температур) происхождения.

Основными источниками пирогенного загрязнения атмосферы на планете являются такие промышленные источники как тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки, потребляющие более 70 % ежегодно добываемого твёрдого и жидкого топлива.

К вредным примесям пирогенного происхождения относят:

- **Оксид углерода**, который получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твёрдых отходов, с выхлопными газами транспортных средств и выбросами промышленных предприятий. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы. Его поступление в атмосферу способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта.

- **Диоксид серы SO_2** выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд. Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Диоксид серы оказывает вредное воздействие на растения, так как он, поступая внутрь листа, угнетает жизнедеятельность клеток. Диоксид и другие соединения серы раздражают слизистые оболочки глаз человека, дыхательные пути, а продолжительное воздействие даже малых концентраций может вызвать хронический гастрит, гепатопатию (поражение печени), бронхит, ларингит и другие болезни. В присутствии бенз(а)пирена диоксид серы увеличивает частоту появления злокачественных опухолей (эффект синергизма), так как является канцерогеном.

- **Серный ангидрид SO_3** . Диоксид серы, образующийся при сжигании топлива, постепенно окисляется кислородом, образует серный ангидрид, который сразу же реагируя с водяным паром, образует серную кислоту. Она присутствует в воздухе в виде лёгкого тумана (аэрозоля), состоящего из капель. Раствор серной кислоты в дождевой воде подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека. Серная кислота, взаимодействуя с металлами, образует сульфаты.

- **Сероводород и сероуглерод**. Они поступают в атмосферу отдельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также нефтепромыслы. В атмосфере они при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.

- **Оксиды азота.** Основными источниками их выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вязкий шёлк, целлулоид. При соединении с атмосферной влагой оксиды азота образуют азотную кислоту, выпадающую с осадками.

В результате взаимодействия кислотных осадков с кальцием и магнием, входящих в состав растворов и строительного камня, происходит деградация строительных материалов. Особому риску подвергаются скульптуры, выцветают и разрушаются краски, корродируют металлические элементы конструкций крыш зданий и сооружений и ферм мостов.

В атмосфере присутствует пять основных азотсодержащих газов: **азот (N_2)**, **аммиак (NH_3)**, **окисел азота (NO)**, **диоксид азота (NO_2) – бурый газ**, **оксид азота (N_2O) – веселящий газ**. Основная информация, которой располагают специалисты о воздействии соединений азота на организм человека, относится к диоксиду азота – газу с неприятным запахом. Диоксид азота ослабляет адаптацию глаз человека к темноте. Как и оксид углерода, газообразный диоксид азота может связываться с гемоглобином крови, делая его не способным выполнять функцию передачи кислорода к тканям тела человека.

- **Соединения фтора.** Источниками загрязнения этими соединениями являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторсодержащие вещества поступают в атмосферу в виде аэрозольных соединений – фтороводорода или пыли фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим (ядовитым) эффектом. Производные фтора являются сильными инсектицидами.

- **Соединения хлора.** Эти соединения поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлорсодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду. В атмосфере встречаются как молекулы хлора так и пары соляной кислоты. Токсичность хлора определяется видом соединений и их концентрацией.

- В металлургической промышленности при выплавке чугуна и при переработке его на сталь выбрасываются в атмосферу **пылевые частицы** в состав которых входят соединения различных тяжёлых и редких металлов, соединений мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути, смоляных веществ, цианистого водорода и других ядовитых газов.

1.2 Аэрозольное загрязнение атмосферы

Аэрозоли – это твёрдые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твёрдые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для живых организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки, нарушающими прозрачность атмосферы.

Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твёрдых и жидких частиц между собой или с водяным паром.

Средний размер аэрозольных частиц составляет от 11 до 5 мкм.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнения воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь, обогатительные фабрики, металлургические, цементные и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава и дисперсностью. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода. Реже – оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Ещё большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические (масла, смолы, жиры, парафины) и ароматические углеводороды, соли кислот. Такая пыль образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы – искусственные насыпи из перемещенного материала, преимущественно вскрышных пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности, ТЭС. Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью.

1.3 Фотохимический туман (смог)

Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определённых условиях: наличии в атмосфере

высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия (штиля).

При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Оксид азота вступает в реакции с олефинами (от лат. *oleum* – масло) выхлопных газов, которые при этом расщепляются и образуют осколки молекул и избыток озона. Возникает циклическая реакция. В атмосфере концентрируются различные переокиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Оксиданты являются источником, так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной системы и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

2 КОНТРОЛЬ И НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1 Нормирование качества окружающей среды

Одним из основных путей ограничения негативного влияния на биосферу является нормирование допустимых уровней воздействия на компоненты биосферы. В этой связи важным условием становится проблема обеспечения качества атмосферного воздуха. Основным элементом решения данной задачи является контроль выбросов загрязняющих веществ, поступающих от источников загрязнения.

Нормирование и стандартизация являются важнейшим средством обеспечения экологической безопасности. По своей сущности они относятся к административным методам регулирования, но в тесном взаимодействии с методами экономики расширяют диапазон возможностей органов управления и придают необходимую гибкость в достижении целей управления.

В соответствии с природоохранным законодательством РФ качество окружающей среды нормируется с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной и иной деятельности.

Таким образом, цель нормирования – наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы среды, отражающие и воздействие (увеличение концентрации загрязняющих веществ, сведение лесов и т.д.), и отклики экосистем (снижение численности популяции, биологического разнообразия, деградация природного объекта).

Разработанные и утверждённые в установленном порядке нормативы выступают в качестве стандартов.

Экологические нормативы устанавливаются на основании трех показателей: а) *медицинского*, т.е. порогового уровня угрозы здоровью человека, его генетическому фонду; б) *технологического*, т.е. способности имеющихся технологий обеспечить выполнение установленных нормативов; в) *научно-технического*, т.е. способности научно - технических средств контролировать предельно допустимое воздействие по всем его параметрам.

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

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

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 окружающей среды основывается на концепции *пороговости воздействия*.

Порог вредного воздействия – 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 *предельно допустимых концентраций (ПДК)* для веществ и *предельно допустимых уровней (ПДУ)* физических факторов воздействия.

Для веществ, о воздействии которых ещё не накоплено достаточно информации, устанавливаются **ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ)** или **временно допустимые концентрации (ВДК)** – нормативы, полученные расчётным путём.

2.2 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 вредных веществ как в *производственной* (ПДК рабочей зоны – ПДК_{р.з.}), так и в *селитебной зонах (жилой фонд)* населённых пунктов (ПДК максимальная разовая – ПДК_{м.р.} и ПДК среднесуточная – ПДК_{с.с.}).

ПДК_{р.з.} – ПДК рабочей зоны (мг/м³) – концентрация вредных веществ 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 отдалённые сроки жизни человека.

ПДК_{м.р.} – ПДК максимальная разовая (мг/м³) – концентрация вредных веществ в воздухе населённых мест, не вызывающая при вдыхании в течение **30 минут** рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

ПДК_{с.с.} – ПДК среднесуточная (мг/м³) – это концентрация вредных веществ в воздухе населённых мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании. Именно величина ПДК_{с.с.} может выступать в качестве эталона для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень вредности веществ в атмосфере (мг/м³) – временно допустимая концентрация этих веществ в атмосфере (ВДК_{д.в.}), размер которой устанавливается расчётным путём и действует в течение **трёх лет**.

ПДВ – предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу, мг/с или т/год. Этот показатель вводится с целью обеспечения санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населённых мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчётным путём на **пять лет**.

ВСВ – временно согласованный выброс, кг/сут. или г/ч. Устанавливается в том случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источников в рассматриваемом населённом пункте. Срок действия этого норматива не более **пяти лет**.

В настоящее время для нормирования качества воздуха установлены ПДК более чем для 2500 веществ и ОБУВ приблизительно для 400 веществ.

Различные вещества могут оказывать сходное неблагоприятное воздействие на организм. Например, существует эффект суммирования диоксида азота и ацетона, фенола и ацетона, этанола и целой группы органических веществ.

При одновременном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммирующим действием, сумма их относительных концентраций не должна превышать единицы:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где C_i – фактическая концентрация i -го вредного вещества в атмосферном воздухе, мг/м^3 ;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го вредного вещества в атмосферном воздухе, мг/м^3 ;

При потенцировании для нормативной оценки пользуются выражением

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot X_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где X_i – поправка, учитывающая усиление эффекта;

C_i – фактическая концентрация i -го вредного вещества в воздухе, мг/м^3 ;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го вещества, мг/м^3 .

Значения ПДК приводятся в нормативных документах. Однако далеко не для всех выбрасываемых вредных веществ установлены значения ПДК_{р.з}, ПДК_{м.р}, ПДК_{с.с}.

Если в нормативах для данного вещества есть значение среднесуточной предельно допустимой концентрации в воздухе населенных мест, то считают, что

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 10 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$$

Если нет данных и по ПДК_{с.с}, то используют значение ориентировочно безопасного уровня вредности (ОБУВ)

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}} = \text{ОБУВ}$$

2.3 Индекс загрязнения атмосферы.

Качество воздуха по выбросам загрязняющих веществ оценивается в зависимости от их концентрации. Состояние загрязнения воздуха несколькими веществами оценивается с помощью комплексного показателя – **ИЗА – индекса загрязнения атмосферы**. Для расчета ИЗА по выбранному количеству веществ среднесуточные концентрации выбрасываемых веществ ($q_{с.с}$) приводятся к нормируемому значению ПДК_{с.с} диоксида серы SO₂ (равно 0,05 мг/м³) и найденные значения суммируются.

В этом случае:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с}}^{\text{SO}_2}},$$

где i – число ингредиентов, входящих в выброс ($i = 1, 2, \dots, n$).

Нормированное значение ИЗА представляет собой сумму отношений ПДК_{с.с} вредных веществ к ПДК_{с.с} SO₂.

$$\text{ИЗА} = \sum \frac{\text{ПДК}_{\text{с.с}}}{\text{ПДК}_{\text{с.с}}^{\text{SO}_2}}$$

Для каждого отдельно взятого населённого пункта в настоящее время определён конкретный перечень пяти приоритетных примесей, по которым рассчитывается ИЗА₅.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения, рассчитанный по пяти веществам, считается:

- низким, если ИЗА ниже 5,
- повышенным – при ИЗА от 5 до 6,
- высоким – ИЗА = 7...13,
- очень высоким – при ИЗА больше 13.

По данным регулярных наблюдений на стационарных постах Росгидромета в течение последнего десятилетия отмечено снижение величин индексов загрязнения атмосферы во всех городах области в 1,5-2,0 раза.

Фактическое загрязнение воздуха городов и населённых пунктов оценивается степенью загрязнения по 5-бальной шкале:

- 1- допустимое загрязнение;
- 2 - умеренное загрязнение;
- 3 - слабое загрязнение;
- 4 - сильное загрязнение;
- 5 - очень сильное загрязнение.

Загрязнение степени 1 является безопасным для здоровья человека. При загрязнении степени от 2 до 5 вероятность возникновения неблагоприятных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения.

2.3 Санитарно-защитные зоны

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) служит для защиты окружающей природной среды и населения от воздействия предприятия. Она представляют собой территории определенной протяженности и ширины, располагающиеся между предприятиями с источниками загрязнения и границами зон жилой застройки, особо охраняемыми природными объектами. На территории СЗЗ, окружающей предприятие, не допустимо расположение постоянного жилья, больниц, детских учреждений. На этой территории могут располагаться склады, гаражи и другие вспомогательные производственные объекты. Территория такой зоны обязательно должна быть озеленена.

Размеры **СЗЗ** предприятия, согласно *Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий*, определяются по нормативным требованиям, в зависимости от категории опасности предприятия (КОП) при допущении непрерывной работы предприятия в течение года. Затем проверяется, в соответствии с **ОНД-86**, расчетом рассеивания выбросов. При необходимости нормативная **СЗЗ** увеличивается в соответствии с расчетом рассеивания. Окончательно определенная **СЗЗ** не может быть меньше нормативной.

Нормативная ширина санитарно-защитной зоны устанавливается в зависимости от **категории опасности предприятия КОП**.

Нормативная ширина СЗЗ откладывается от границы территории предприятия в перпендикулярном к границе направлении. В результате образуется территория **СЗЗ**, границы которой эквидистантны границам территории предприятия (Рис.2).

Чтобы найти нормативную **СЗЗ** необходимо рассчитать численное значение **КОП** и его по численному значению определить класс опасности предприятия и нормативные размеры минимальной **СЗЗ**.

В соответствии с **ОНД-86**, найденные таким образом границы **СЗЗ** должны проверяться расчётом рассеивания выбросов, для разных направлений ветра и среднегодовой розы ветров района расположения предприятия.

Обычно рассматривают 8-ми румбовую розу ветров (ветер *С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ*). Для каждого румба для рассматриваемой местности устанавливают среднюю повторяемость *P* (в %) помесячно и за год ветра данного направления (для Самары табл. П.1 Приложения). Протяженность **СЗЗ** отсчитывают от источника выброса по направлениям розы ветров соответственно. Соединяя полученные точки прямыми линиями получаем расчетные границы **СЗЗ**. Численное значение протяженности **СЗЗ** рассчитывают по уравнению (2.2). Схемы построения **СЗЗ** приводятся на Рис.1 – 4.

Выполнение лабораторной работы

1. Подготовка к выполнению лабораторной работы.

- 1.1. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом.
- 1.2. Получить у преподавателя задание (исходные данные):
 - а) исходные данные источника (берутся из варианта ЛР № 1);
 - б) исходные данные по количеству и составу ингредиентов выбросов берутся из Приложения к ЛР № 2, таблица П.3 и П.2;
 - в) размеры предприятия и расположения на нем источника с указанием направления на Север (Приложение к ЛР № 2, таблица П.3 и рис.1).
- 1.3. Полученное задание занести в таблицы 2.1, 2.2, 2.3.

Таблица 2.1.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИСТОЧНИКА			
Наименование	Обозначение	Размерность	Числовые значения
Температура смеси	Тсм	°С	
Температура воздуха	Твозд	°С	
Высота источника	Н	м	
Диаметр источника	Д	м	
Скорость выхода смеси	Vсм	м/с	

Таблица 2.2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫБРАСЫВАЕМЫХ ВЕЩЕСТВ						
Наименование загрязняющих веществ		ПДК _{мр} мг/м ³	ПДК _{сс} мг/м ³	ОБУВ мг/м ³	Класс опасности	С _ф мг/м ³
1						
2						
3						

Таблица 2.3

Размеры территории предприятия				Угол между осью предприятия и направлением на Север (β)
А	В	F	E	

2. Определение максимальной допустимой приземной концентрации каждого вещества $C_{м.доп}$ и предельно допустимого выброса (ПДВ).

- 2.1. Расчет значения максимальной допустимой приземной концентрации $C_{м.доп}$ рассчитывается пользуясь формулой

$$C_{м.доп.i} + C_{\Phi i} = ПДК_{м.р.i}$$

где $C_{\Phi i}$ – фоновые концентрации каждого из рассматриваемых веществ, ($мг/м^3$);

$C_{м.доп.i}$ – максимально допустимая концентрация для каждого вещества создающаяся на местности при максимальной загрузке оборудования и опасной скорости ветра, ($мг/м^3$).

- 2.2. Если в задании для данного вещества нет значения $ПДК_{м.р.}$, то считаем

$$ПДК_{м.р.} = 10 ПДК_{с.с.}$$

Если нет данных и по $ПДК_{с.с.}$, то используют значение ориентировочно безопасного уровня вредности (ОБУВ):

$$ПДК_{м.р.} = ОБУВ$$

- 2.3. Значения $ПДК_{м.р.}$, $ПДК_{с.с.}$ и $C_{м.доп}$ заносим в таблицу 2.4.
- 2.4. Для определения предельно допустимого выброса для каждого из трёх загрязняющих веществ ($ПДВ_i$) рассматриваемого источника пользуемся программой расчета рассеивания выбросов лабораторной работы № 1. Подбирая значение мощности выброса M_i , при которой величина максимальной приземной концентрации при опасной скорости ветра, рассчитанной программой (C_m) будет равно максимальному значению приземной концентрации $C_{м.доп.i}$ (допуск минус 1%). Найденное значение M_i , ($мг/с$) и будет $ПДВ_i$.
- 2.5. Полученные значения $ПДВ_i$ заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Наименование загрязняющих веществ	$ПДК_{м.р.}$ $мг/м^3$	$ПДК_{с.с.}$ $мг/м^3$	C_{Φ} $мг/м^3$	$C_{м.доп}$ $мг/м^3$	пдв $мг/с$	X_m $м$
1						
2						
3						

- 3. Определение радиуса зоны с максимальной концентрацией загрязняющих веществ исследуемого источника X_m .**
- 3.1. Радиус зоны с максимальной концентрацией загрязняющих веществ исследуемого источника X_m определяется для каждого из рассматриваемых веществ. Для определения X_m для исследуемого источника пользуемся программой расчета рассеивания выбросов лабораторной работы № 1. Устанавливаем исходные параметры источника. Значение мощности выброса M устанавливаем равным **ПДВ** вещества из таблицы 2.4. Определяем X_m при опасной скорости ветра.
- 3.2. Полученные значения X_m заносим в таблицу 2.4.
- 4. Определение зависимости величины предельно допустимого выброса ПДВ от высоты источника H .**
- 4.1. Определение зависимости величины **ПДВ** от высоты источника H делаем для одного исследуемого вещества с наибольшим **ПДВ**.
- 4.2. Устанавливаем в исходных параметрах источника начальную высоту из диапазона исследуемых высот (90 м . таблица 2.5) и подбираются (аналогично пункту 2.4.) численные значения **ПДВ_H**. Исследования проводятся для всех значений диапазона исследуемых высот.
- 4.3. Полученные значения **ПДВ_H** заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

H (м)	90	120	150	180	210	240
ПДВ_H (мг/сек)						

- 4.4. По полученным результатам строим график зависимости величины предельно допустимого выброса от высоты источника **ПДВ = f(H)**.
- 4.5. Провести анализ полученных результатов и сделать соответствующие выводы.

5. Определение категории опасности предприятия КОП и нормативного размера санитарно-защитной зоны СЗЗ.

- 5.1. Для определения нормативного размера санитарно-защитной зоны СЗЗ предприятия необходимо рассчитать численное значение КОП по формуле

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}} \right)^{\alpha_i}, \quad (2.1)$$

где M_i – численное значение массы выброса i -о вещества, т/год;

Примечание: В настоящей лабораторной работе принимаем массу выброса M равной предельно допустимому выбросу ПДВ. При расчете значение ПДВ перевести из мг/с в т/год.

$\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}$ – численное значение среднесуточной ПДК i -о вещества, мг / м³;

n – количество загрязняющих веществ, содержащихся в выбросе стационарного одиночного промышленного источника;

α_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -о вещества с вредностью сернистого газа (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

КОП = (в отчете дать подробный расчет)

- 5.2. По численному значению КОП определяем категорию опасности предприятия и нормативные размеры санитарно-защитной зоны (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Величина КОП	Категория опасности предприятия	Минимальный размер СЗЗ, м
$\geq 10^5$	I	1000
$10^5 > \text{КОП} > 10^4$	II	500
$10^4 > \text{КОП} > 10^3$	III	300
$< 10^3$	IV	100
-	V	50

$L_{CЗЗ}$								
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

Для определения $X_{МУ}$ исследуемого источника пользуемся программой расчета рассеивания выбросов лабораторной работы № 1. Устанавливаем исходные параметры источника. Значение мощности выброса M устанавливаем равным максимальному $ПДВ_i$ вещества из таблицы 2.4.

Последовательно устанавливаем скорость ветра U_1 равной среднемесячным скоростям ветра по направлениям розы ветров и определяем $X_{МУ}$.

- 6.3. Полученные значения заносим в таблицу 2.8.
- 6.4. По уравнению 2.2 рассчитываем протяженность СЗЗ от источника выбросов и рассчитанные значения заносим в таблицу 2.8

7. Построение окончательных границ СЗЗ.

- 7.1. Для построения окончательных границ **СЗЗ** чертим в выбранном масштабе план предприятия с учетом угла поворота оси предприятия относительно направления на Север (Рис.1).
- 7.2. На плане предприятия в том же выбранном масштабе наносим **нормативные границы СЗЗ** (Рис.2).
- 7.3. На том же плане наносим **расчетные границы СЗЗ** отложив восемь значений $L_{CЗЗ}$ **от источника выброса** по направлениям розы ветров соответственно. Соединяя полученные точки прямыми линиями получаем расчетные границы **СЗЗ** (Рис.3).
- 7.4. В качестве окончательной границы **СЗЗ** берутся наибольшие границы из полученных обоими методами (Рис.4).
- 7.5. На том же плане наносим окружности с радиусами зон с максимальной концентрацией загрязняющих веществ исследуемого источника X_m для каждого из рассматриваемых веществ (Рис.4).
- 7.6. По полученным результатам проводится анализ делаются выводы.

***Примечание:** Все схемы выполняются в одном масштабе.*

Форма отчета

Отчёт оформляется на отдельных стандартных листах бумаги формата А4 с указанием на титульном листе фамилии и инициалов, № группы, названия работы, фамилии и инициалов преподавателя в соответствии с требованиями стандарта СТО СГАУ 020684 10 – 004 2007 «Общие требования к учебным текстовым документам».

Внести в отчёт цель лабораторной работы и некоторые теоретические вопросы, касающиеся непосредственного выполнения работы.

По каждому исследованию обозначить поставленную задачу.

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

Нарисовать план расположения предприятия на местности с указанием розы ветров, нормативных и расчетных границ СЗЗ и окончательных границ санитарно-защитной зоны предприятия.

Провести анализ полученных результатов и сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу?
2. С какой целью вводится санитарно-защитная зона и что она собой представляет?
3. Чем характеризуется коэффициент опасности предприятия?
4. Что собой характеризует класс опасности вредного вещества?
5. С какой целью загрязнение атмосферы связывается с повторяемостью и скоростью ветра по направлениям розы ветров?
6. Какие основные загрязняющие вещества Вы знаете?
7. Что Вы знаете об аэрозольном загрязнении атмосферы?
8. Расскажите, как образуется фотохимический туман?
9. Как выполняется нормирование загрязнителей?
10. Как выполняется нормирование в случае комбинированного воздействия вредных веществ?
11. Как рассчитываются предельно допустимые концентрации для конкретных загрязнителей?
12. При каком режиме работы оборудования определяется ПДВ?
13. Какие нормативы на содержание вредных веществ устанавливаются для воздуха населенных мест?

Приложение

Таблица П.1. Среднемесячная скорость (м/с) и повторяемость (%) ветра по направлениям розы ветров.

Месяц	Направления розы ветров								Штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Январь	4,9	4,4	4,8	5,4	5,7	4,7	4,2	3,7	5,0
	10	6	20	16	12	16	13	17	4,7
Февраль	5,4	4,2	5,1	5,6	6,1	5,1	3,9	4,4	4,0
	9	6	26	13	10	18	10	8	5,0
Март	4,7	5,0	5,3	5,8	6,4	5,6	4,5	4,3	2,0
	9	5	15	12	14	22	15	8	5,2
Апрель	5,2	5,3	4,5	4,5	5,1	4,6	4,1	4,5	4,0
	10	7	16	12	11	20	15	9	4,7
Май	5,0	4,9	4,4	4,8	5,2	4,6	4,0	4,4	4,0
	15	10	13	8	6	16	17	15	4,6
Июнь	4,1	4,5	3,8	3,9	4,4	4,4	3,5	3,6	3,0
	17	12	12	7	5	12	20	15	4,0
Июль	3,8	4,0	3,7	3,3	4,3	3,6	3,2	3,5	6,0
	18	13	13	6	4	10	18	18	3,7
Август	3,8	3,8	4,1	3,6	3,9	3,0	2,9	3,3	6,0
	17	12	18	9	5	9	14	16	3,7
Сентябрь	4,1	4,5	3,6	4,1	4,5	3,9	3,4	3,9	6,0
	13	5	9	9	10	18	20	16	4,0
Октябрь	4,9	3,9	4,2	4,6	5,8	4,8	4,2	4,4	4,0
	10	6	13	8	10	18	22	13	4,6
Ноябрь	4,5	4,0	4,5	5,3	5,3	4,7	4,1	3,8	4,0
	11	6	17	14	11	18	16	7	4,5
Декабрь	4,9	3,8	4,5	5,2	5,7	5,3	4,2	4,3	3,0
	9	4	18	15	11	19	16	8	4,7
Год	4,6	4,4	4,4	4,7	5,2	4,5	4,8	4,0	4,0
	12	8	16	11	9	16	16	12	4,4

Примечание. В табл. П.1. верхняя строчка месяца соответствует значениям скорости ветра, нижняя – повторяемости ветра.

Таблица П.2. ПДК для наиболее распространенных загрязнителей атмосферного воздуха, класс их опасности и уровень фоновой концентрации

Наименование загрязняющих веществ		ПДК _{мр} мг/м ³	ПДК _{сс} мг/м ³	ОБУВ мг/м ³	Класс опасности	С _{фон}
1	Аммиак	0,2	0,04	-	4	0,003
2	Ацетальдегид	-	-	0,01	3	0,0001
3	Ацетон	0,003	-	-	3	0,0001
4	Бензапирен	-	$0,1 \cdot 10^{-5}$	-	1	0,00
5	Летучие углеводороды	5,0	1,5	-	4	0,2
6	Двуокись кремния	-	0,1	-	3	0,01
7	Древесная пыль (аэрозоль)	-	-	3,0	3	0,07
8	Кислота серная H ₂ SO ₄	2,0	0,1	-	2	0,02
9	Марганец и его окислы	-	-	0,01	2	0,003
10	Окислы азота	-	0,06	-	3	0,07
11	Окислы алюминия	-	0,01	-	2	0,01
12	Окись железа	-	0,04	-	3	0,003
13	Оксиды кобальта	-	-	0,01	2	0,0005
14	Окись магния	-	0,05	-	3	0,002
15	Окись мышьяка	-	0,003	-	2	0,00
16	Окись натрия	0,3	0,01	-	3	0,003
17	Окись никеля	-	-	0,01	2	0,002
18	Окись углерода	5,0	3,0	-	4	0,2
19	Окись цинка	-	0,06	-	3	0,006
20	Пятиокись ванадия	-	-	0,02	1	0,001
21	Сажа	-	-	1,5	3	0,01
22	Сернистый газ	0,03	0,005	-	2	0,08
23	Сероводород	-	-	0,008	2	0,001
24	Соединения ртути	-	0,0003	-	1	0,000
25	Соединения свинца	-	-	0,03	1	0,002
26	Соединения фтора	0,03	0,01	-	2	0,01
27	Соединения хрома	-	0,0015	-	2	0,005
28	Фенол	-	-	0,01	2	0,0003
29	Хлор молекулярный	0,1	0,03	-	2	0,005

30	Цианистый водород	-	-	0,01	2	0,00
----	-------------------	---	---	------	---	------

25

Таблица П.3. Варианты заданий

№	Номер загрязняющих веществ (Из таблицы П.2.)	Размеры территории предприятия				Угол между осью предприятия и направлением на Север (β)
		А	В	Е	Ф	
1	2, 5, 10	1000	500	200	100	0°
2	6, 7, 11	1100	600	250	150	45°
3	14, 17, 18	1200	700	300	200	90°
4	8, 9, 15	1300	800	200	100	135°
5	5, 10, 13,	1400	500	250	150	45°
6	6, 11, 17	1500	600	300	200	- 45°
7	7, 12, 20	1000	700	200	100	- 90°
8	8, 13, 15	1100	800	250	150	- 135°
9	8, 17, 24	1200	500	300	200	- 90°
10	2, 11, 18,	1300	600	200	100	45°
11	5, 7, 12	1400	700	250	150	90°
12	6, 12, 17	1500	800	300	200	135°
13	7, 21, 27	1000	500	200	100	-90°
14	8, 19, 20	1100	600	250	150	- 45°
15	9, 14, 18,	1200	700	300	200	- 90°
16	5, 9, 12	1300	800	200	100	- 135°
17	6, 19, 20	1400	500	250	150	180°
18	7, 15, 21	1500	600	300	200	45°
19	8, 20, 27	1000	700	200	100	90°
20	17, 18, 19	1100	800	250	150	135°
21	5, 23, 24	1200	500	300	200	45°
22	2, 6, 9	1300	600	200	100	- 45°
23	7, 13, 19	1400	700	250	150	- 90°
24	8, 14, 23	1500	800	300	200	- 135°
25	2, 18, 24	1000	500	200	100	- 90°

Учебное издание

**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ
ОДИНОЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА
И УСТАНОВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН»**

Методические указания

Составители: ***Варфоломеева Вера Васильевна***
Копытин Юрий Александрович
Несоленов Геннадий Фёдорович

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