**1. Расчет загрязнения окружающего воздуха**

# **1.1 Оценка состояния атмосферного воздуха в Республике Башкортостан**

В значительной степени экологическое неблагополучие связано с тем, что в нашей республике более 4 тысяч промышленных предприятий и организаций имеют источники выбросов загрязняющих веществ. Однако основным загрязнителем воздушного бассейна в последние годы является автотранспорт, численность которого достигла около 1 млн. единиц. В результате эксплуатации данных объектов в воздухе республики количество примесей составляет 427 наименований.

Наиболее высокие уровни загрязнения в 2004 году были отмечены: в Кумертау по формальдегидам (5,7 ПДК), в Ишимбае по бенз(а)пирену (3,8 ПДК), в Стерлитамаке по диоксиду азота (1,5 ПДК), в Туймазах по пыли (1,1 ПДК), в Белорецке по фенолу (1 ПДК).

Объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников по республике в 2004 году сократился по сравнению с предыдущим годом на 1 тыс. т и составил 1094,3 тыс. т, однако вклад автотранспорта возрос на 48,3 тыс. т и составил 61,3 процента.

В расчете на одного жителя республики поступление загрязняющих веществ в атмосферу составило 0,268 т.

Экологическое состояние городов республики характеризует также сравнительный анализ объемов выбросов загрязняющих веществ в расчете на единицу площади застройки. Так, плотность выбросов на 1 га территории г. Стерлитамака является самой высокой среди городов и составляет 8,626 т, г. Салавата - 5,954 т, г. Уфы -4,586т.

В течение десяти лет эти показатели имеют устойчивую тенденцию к снижению благодаря проведению природоохранных мероприятий.

За истекший год в республике проведено 182 воздухоохранных мероприятия с общим экологическим эффектом 10,2 тыс. т.

По стационарным источникам загрязнения атмосферного воздух существуют два способа снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Первый - это очистка от вредных примесей выбрасываемых в атмосферу газов.

Второй - устранение причин загрязнения путем разработки и внедрения новых технологий и безвредных производств, что требует значительных инвестиций. Предприятия республики идут на это неохотно, хотя есть и положительные примеры. Так, на ОАО «Уфанефтехим» построена южная наливная эстакада с герметичным наливом и улавливанием паров легколетучих нефтепродуктов, что значительно снизило их выброс в атмосферу. На ОАО «Учалинский ГОК» внедрена новая технология предварительного обезвоживания рудных концентратов с использованием фильтр-прессов.

В целом для существенного снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу прежде всего необходимо в ведущих отраслях промышленности, особенно на предприятиях топливно-энергетического комплекса провести:

- замену устаревшего технологического оборудования, технологических печей, котлоагрегатов ТЭЦ, котельных и др.;

- внедрение высокоэффективных систем санитарной очистки газов, выбрасываемых в атмосферу;

- перевод топливопотребляющего технологического оборудования на более экологичные виды топлива.

* ликвидацию нефтешламовых амбаров;

- очистку газов от сероводорода;

- герметизацию резервуаров, эстакад налива светлых нефтепродуктов.

Значительное поступление в атмосферный воздух выбросов продуктов сгорания топлива происходит от автотранспорта. За прошедший год: эта величина по республике составила 670,8 тыс. т.

Башкортостан первым среди субъектов Российской Федерации запретил использование этилированных бензинов и высокосернистого дизтоплива, что позволило исключить выброс в атмосферу высокотоксичных соединений и значительно снизить выброс сернистого ангидрида.

Подготовлена программа по расширению использования природного и сжиженного газа в качестве моторного топлива. За последний год темпы ввода газозаправочных станций снизились, все же это один из эффективных путей снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Если взять, к примеру, нашу столицу, то расширение существующих и строительство новых, а также объездных дорог - это тоже посильный вклад в улучшение атмосферного воздуха столицы.

Немаловажное значение на пути сдерживания негативного воздействия автотранспорта имеет контроль за соблюдением технических нормативов уровня токсичности (дымности) отработавших газов. Этот контроль должны проводить, во-первых, в ходе эксплуатации владельцы автотранспорта и, во-вторых, специально уполномоченные органы госконтроля.

При этом на уровне Российской Федерации должны быть приняты решения о производстве автомобилей, соответствующих по техническим нормативам экологическим параметрам европейских стандартов.

# **1.2 Влияние на здоровье человека и окружающую среду вредных веществ. Способы их обезвреживания**

В воздухе одновременно присутствуют загрязняющие вещества – диоксид серы, мазутная зола и фенол, обладающие суммацией действия.

Ниже приведены основные нарушения здоровья человека при загрязнении воздуха мазутной пылью и сернистым ангидридом.

Очистка отходящих газов от токсичных органических веществ и пыли может осуществляться с помощью катализаторов и/или активированного угля. При этом газы очищаются в реакторах с неподвижным или кипящим слоем загрузки в процессе интенсивного внутреннего контакта содержащихся в них загрязнений с материалом загрузки. В случае загрузки из катализатора токсичные компоненты загрязнений деструктируют в результате химических реакций. При этом проблем с удалением вредных веществ и образованием отходов не возникает. В случае применения активированных углей токсичные компоненты загрязнений очищаемых газов фиксируются на активной поверхности сорбентов. Насыщенный органическими загрязнениями уголь подвергается сжиганию. Отработанный уголь, насыщенный минеральными компонентами загрязнений, как правило, вывозится на захоронение.

Также в систему конденсации очищаемых газов могут впрыскиваться вещества, которые вступают в физико-химические взаимодействия с оставшимися в дымовых газах загрязнениями:

* к таким веществам относятся реагенты или материалы, которые образуют с компонентами загрязнений очищаемых газов соединения, снижающие их летучесть или растворимость и за счет образования солей снижают их кислотность: NH4OH + газообразный SO2 *->* растворимая соль .
* в качестве адсорбентов могут использоваться, например, активированные угли, цеолиты, оксиды кремния или алюминия;
* в очищаемый газ могут добавляться также вещества, действующие в качестве центров кристаллизации, например, водяной пар, или впрыскиваться холодные водяные капли.

# **1.3 Расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере**

В воздухе одновременно присутствуют загрязняющие вещества – диоксид серы, мазутная зола и фенол, обладающие суммацией действия, в расчетах используем приведенные значения массового расхода примесей М, фоновой концентрации примесей Сф.

Общая мощность выброса (массовый расход) загрязняющих веществ, приведенная к диокиси серы

, г/с,



где *М1*– мощность выброса 1-го вещества, г/с;

*М2*– мощность выброса 2-го вещества, г/с;

*М3*– мощность выброса 3-го вещества, г/с;

*ПДК1, ПДК2, ПДК3*- максимально разовые ПДК для веществ 1, 2, 3, мг/м3.

г/с.



### Приведенная фоновая концентрация

, мг/м3,



где *Сф1, Сф2, Сф3* – фоновые концентрации загрязняющих веществ, мг/м3.

мг/м3.



Величина См загрязняющего вещества для выбросов из одиночного источника

, мг/м3,



где *А* - коэффициент, определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, с2/3 мг (оС)1/3 /г;

*М* - массовый расход выбрасываемого в атмосферу загрязняющего вещества, г/с;

*F* – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания примесей в атмосферном воздухе;

*m, n* – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника;

*Н* – высота источника выброса, м;

*η* – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, *η*=1 для ровной местности;

*ΔТ=Тг-Тв* – разность температур выбрасываемой газо-воздушной смеси и атмосферного воздуха, оС;

V1 – объемный расход выбрасываемой газо-воздушной смеси через устье источника, м3/с

, м3/с,



где *w0* – линейная скорость выхода газо-воздушной смеси через устье источника, м/с;

*D* – диаметр устья источника выброса, м.

м3/с,



Определение коэффициента А. Европейская территория РФ и Урала севернее 52° северной широты (за исключением центра Европейской территории) *А*=180.

Определение коэффициента *F. F*=1 для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей.

Определение коэффициентов n и m, учитывающих подъем факела над трубой. Значения коэффициентов n и m определяются по вспомогательным величинам, вычисляемым в свою очередь по конструктивным параметрам.

;



;



Величину коэффициента m при *f* <100 определяем по формуле

;



.



При 0,5<*vм*<2 коэффициент n рассчитывается по формуле

;



*n=*1,05.

Определение расстояния Хм от источника выброса до точки на оси факела выброса, где достигается См

Для нагретых выбросов расстояние Хм *(м)* от источника выброса до точки, в которой достигается максимальная приземная концентрация См при НМУ, определяется по формуле

,



где *К* - коэффициент, используемый только в случаях, когда местность не является ровной;

*d* - безразмерный коэффициент, пpи *f*< 100 и 0,5<*vм*<2 находится по формуле

*d = 4,95 vM(1+ 0,28)=*11,74



.



Определение опасной скорости ветра. *uм*= *vм =*1,7 при 0,5<*vм*<2.

Определение поправок на скорость ветра г и p. Уровень максимальной приземной концентрации *Сми*

*Сми=r\*См*,

где *r* – безразмерный коэффиент:

при *u/uм*> 1 ,



*Сми=0,38\*2,1=0,80*.

Новому "неопасному" значению скорости ветра будет соответствовать новое значение координаты до точки максимума концентрации

*Хми = рХм, м,*

где *р* - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения *и/им* по формуле

*р= 0,32 и/им + 0,68=2,024 при и/им > 1.*

*Хми =2,024\*1291,4=2613,8 м.*

Расчет концентрации вредных веществ па произвольном расстоянии от источника выброса вдоль оси факела при опасной скорости ветра.

При опасной скорости ветра им приземная концентрация вредных веществ *Сх* *(мг/м3)* в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях *X* *(м)* от источника выброса, отличающихся от *Хм*, определяется по формуле

*Сх* = *S1\* См , мг/м3,*

где *S1* - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения *Х/Хм* и коэффициента F по формуле

*s1 = 3(Х/Хм)4- 8(X/Xм)3+ 6(X/Xм)2* при *Х/Хм* <1

*s1 =0,47-2+2,38=0,85,*

*Сх* = *0,85\* 2,1=1,79 мг/м3.*

Определение концентрации в точках, не лежащих на оси факела выброса. Значение приземной концентрации загрязняющих веществ в атмосфере *Сy* (мг/м3) на расстоянии у по перпендикуляру к оcи факела выброса определяем по формуле

*Су =S2 \*Сх, мг/м3,*

где S2 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения Y/X пo значению аргумента ty

при *u* > 5 *ty=5Y2/X2=0,054*,

*S2=.*



Определение концентрации на заданной высоте.

*Сz=Cм\*r\*s1\*s2\*sz*

где *sz* - поправка, учитывающая рост концентрации с высотой строения, вводится только при *X < Хми.*

*sz*=,



где

*b1=X/Xми=820/2613,8=0,3*

*b2===0,23*



*d2=0,06\*v*м\*+*0,034\*( vм/и*)3=*0,014*,



*sz==4,87*



Оценка правильности предложений по величинам предельно допустимых выбросов. Оценка правильности предложений по величинам предельно допустимых выбросов (ПДВ) проводится с использованием следующего критерия (сумма максимальных приземных концентраций с учетом фона)

,



*2,1+0,15>0,5*.

Это условие не выполняется. Рассчитываем норму ПДВ для данной задачи.

, г/с,



г/с.



Расчет минимальной высоты трубы для обеспечения заданной степени рассеивания

В случае горячих выбросов высота источника Н *(м),* соответствующая заданному значению См, определяется по формуле:

, м,



м.



Установление размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Ширину СЗЗ принимаем по самому опасному веществу – фенолу – 2 класс опасности. Для рассчитанной высоты выброса См<ПДКмр, L0 для веществ 2 класса опасности – 500 м. С учетом вытянутости розы ветров

L=L0(p/p0), м,

Где p/p0 – вытянутость среднегодовой розы ветров в рассматриваемом направлении,

p – повторяемость ветра в рассматриваемом направлении в течении года, %,

p0 =12,5% при 8-румбовой розе ветров.

Lс=500\*1/12,5=40 м,

Lсв=500\*3/12,5=1200 м,

Lв=500\*7/12,5=280 м,

Lюв=500\*38/12,5=1520 м,

Lю=500\*17/12,5=680 м,

Lюз=500\*15/12,5=600 м,

Lз=500\*9/12,5=360 м,

Lсз=500\*10/12,5=400 м.

Роза ветров и СЗЗ изображены на рисунках 1 и 2 соответственно.

# **2. Расчет загрязнения водного объекта сбрасываемыми сточными водами**

# **2.1 Оценка состояния водных объектов в Республике Башкортостан**

Основными загрязнителями воды являются топливно-энергетический комплекс (81% от общего объема сброса сточных вод) и жилищно-коммунальное хозяйство (38% от общего объема сброса сточных вод).

Наибольшую нагрузку на поверхностные водные объекты оказывают промышленные и коммунальные предприятия городов Уфы, Стерлитамака и Салавата. На их долю приходится 77,2% от объема стоков, отводимых в поверхностные водные объекты, и 95% массы сбрасываемых с ними загрязняющих веществ по республике.

Общий объем сбрасываемых в окружающую природную среду через 600 выпусков сточных вод (включая шахтно-рудничные, коллекторно-дренажные и ливневые воды) по сравнению с 2002 годом сократился на 0,2% и составил 592,3 млн. м3. Сокращение сбросов стоков связано преимущественно с уменьшением объемов водоотведения по таким наиболее крупным объектам, как ЗАО «Каустик», ОАО «Учалинский ГОК», ОАО «Уфанефтехим», ОАО «Сода» и др.

Наиболее крупными по объему сброса загрязняющих веществ в водные объекты являются ОАО «Сода», ЗАО «Каустик», МУП «Уфаводоканал», ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», ОАО «Уфанефтехим», предприятия энергетики и жилищно-коммунального хозяйства.

Значительный сброс загрязняющих веществ в окружающую среду со сточными водами связан прежде всего с неэффективной работой очистных сооружений или их отсутствием. Из 226 работающих очистных сооружений в проектном режиме работает 41.

Основными причинами неэффективной работы очистных сооружений являются:

* устаревшие технологии и изношенность основных производственных фондов;
* сброс в канализацию неутилизированных отходов;
* отсутствие локальных очистных сооружений, ведущее к перегрузке основных очистных сооружений по концентрации поступивших загрязнителей;
* перегрузка очистных сооружений по гидравлике;
* неудовлетворительная эксплуатация очистных сооружений;
* эксплуатация очистных сооружений с отступлением от проектных схем (ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», ЗАО «Каустик», ОАО «Уфанефтехим»).

Для уменьшения загрязнения поверхностных водоемов необходимо:

* расширение канализационных сетей со строительством водоочистных сооружений, особенно в системе жилищно-коммунального хозяйства;
* обеспечить эффективную очистку сточных вод на очистных сооружениях, для чего необходимо обновить устаревшее оборудование с использованием современных технологий и обеспечить эксплуатацию очистных сооружений в соответствии проектными схемами с регламентом.

# **2.2 Влияние на здоровье загрязнителя. Приоритетное загрязняющее вещество**

Нефть и нефтепродукты - воздействие на систему кровообращения, на нервную систему, нарушение координации движений. ПДК 0,1 мг/л.

Нафталин - воздействие на нервную систему, на мочевыделительную систему, на органы пищеварения. ПДК 0,0003 мг/л – приоритетное загрязняющее вещество.

Ксилол – воздействие на органы дыхания, на кроветворную систему, на кроветворную систему. ПДК 0,05 мг/л.

# **2.3 Расчет загрязнения водного объекта. Установление норм ПДС**

ПДС рассчитывают по наибольшим среднечасовым расходам сточных вод фактического периода спуска.

ПДС=СПДС\*qСТ, г/ч,

где СПДС – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, при которой в конкретных условиях водоотведения не превышаются нормы качества воды в контрольном створе, мг/л,

qСТ – максимальный часовой расход сточных вод , м3/ч.

В случае 3 точек сброса

СПДС3= ССТ3=,



где Сф – фоновая концентрация вредного вещества в водоеме выше сброса сточных вод, 0,5 ПДК, мг/л,

ni -коэффициент разбавления сточных вод i-го выпуска речным потоком:

*ni*=,



где *qi* – расход сточной воды i-го выпуска, м3/с;

*Q* -расход воды в водотоке (минимальный расход 95 % - ной обеспеченности для наиболее маловодного месяца гидрологического года), м3 /с;

yi - коэффициент смешения

yi=



где Li – расстояние от места i-того выпуска сточных вод до расчетного контрольного створа по прямой, м,

α – параметр, учитывающий гидравлические условия в реке

α=,



где φ – коэффициент извилистости реки, для прямого участка 1,

ξ - коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вид (при выпуске у берега - 1, при выпуске в стрежень - 1,5,

D - коэффициент турбулентной диффузии, м2/с; для приближенных расчетов принимают D = 0,005 м2/с.

Для зимних условий, когда река покрыта льдом

D = =0,003 м2/с,



где g – ускорение свободного падения, м2/с,

V – средняя скорость течения речного потока, м/с,

Rпр – приведенный гидравлический радиус, Rпр=0,5Н=0,5\*3,8=1,9 м,

Nпр – приведенный коэффициент шероховатости – зависит от коэффициента шероховатости нижней поверхности льда и ложа реки,

Nпр=Nш(=0,07,



r=Nл/Nш=0,045/0,09=0,5

Спр - приведенный коэффициент Шези

Спр==21,4,



где Yпр==0,63



Результаты расчета коэффициентов смешения и разбавления сточных вод сведем в таблицу отдельно для выпуска в стрежень и у берега.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | γ | n1 | n2 | n3 |
| У берега | 0,023 | 98,78 | 95,66 | 93,15 |
| В стрежень | 0,11 | 21,44 | 19,16 | 17,33 |

Тогда

У берега

СПДС3= ССТ3==4,9 мг/м3,



ПДС= 1,6 м3/ч.

В стрежень

СПДС3= ССТ3==2,1 мг/м3,



ПДС= 0,67 м3/ч.

# **3. Определение категории взрывоопасности технологического объекта**

# **3.1 Взрывоопасные процессы и продукты**

Взрыв - кратковременное высвобождение внутренней энергии, создающее избыточное давление. Взрыв может происходить с горением (процессом окисления) или без него.

Взрывопожароопасность - условное определение взрыво- и (или) огнеопасности среды, процесса, блока и т.д.

Взрывоопасные вещества - вещества (материалы), способные образовывать самостоятельно или в смеси с окислителем взрывоопасную среду.

Взрывоопасный технологический процесс - технологический процесс, проводимый при наличии в технологической аппаратуре материальных сред, способных вызвать взрыв при отклонении от заданных параметров процесса или состояния оборудования.

# **3.2 Определение значений энергетических потенциалов взрывоопасности технологического блока**

Общий энергетический потенциал взрывоопасности Е (кДж) блока определяется полной энергией сгорания паро-газовой фазы (ПГФ), находящейся в блоке, с учетом величины работы ее адиабатического расширения а также величины энергии полного сгорания испарившейся жидкости с максимально возможной площади ее пролива. При этом считается, что: при аварийной разгерметизации блока (АРБ) или аппарата происходит его полное раскрытие (разрушение); площадь пролива жидкости определяется, исходя из конструктивных решений здания или площадки наружной установки; время испарения принимается не более 1 часа.

E=E1' + E2' + E1" + Е2" + Е3" + Е4", кДж

Где E1'- сумма энергий адиабатического расширения А (кДж) и сгорания ПГФ, находящейся непосредственно в аварийном блоке

E1'= G1'\* q'+ А=53010526,32 кДж;

А = β1\*Р\*V = 5,6 кДж,

где Р - регламентированное абсолютное давление в блоке, МПа;

V - геометрический объем ПГФ в блоке, м3;

β1 - безразмерный коэффициент, учитывающий давление (Р) и показатель адиабаты (k), ПГФ в блоке

G1'- масса ПГФ, имеющейся непосредственно в блоке, кг;

q' - удельная теплота сгорания ПГФ, кДж/кг.

G1'=Vo'\*ρo=20144,0 кг,

Где

Vo'===16,77;



Т==328 К



P0 - атмосферное давление, (0,1 МПа);

Т - абсолютная температура среды (ПГФ или жидкой фазы ЖФ), К;

T0 - абсолютная нормальная температура ПГФ или ЖФ, (293 К);

Т, - абсолютная регламентированная температура ПГФ или ЖФ, К;

ρo - плотность ПГФ при нормальных условиях (Р = 0,1 Мпа, Т0 = 20 °С), кг/м3.

Е4"- энергия сгорания ПГФ, образующейся т пролитой на твердую поверхность (поп, поддон, грунт и т.п.) ЖФ за счет теплоотдачи от окружающей среды (от твердой поверхности и воздуха к жидкости по ее поверхности)

Е4" = Gс" q’, кДж,

Gс" = G4" + G5", кг.

G4" ==371392,1кг,



где То - температура твердой поверхности (пола, поддона, грунта и т.п.), К;

π = 3,14;

Fп - площадь контакта жидкости с твердой поверхностью розлива (площадь теплообмена между пролитой жидкостью и твердой поверхностью), м2;

Fж - площадь поверхности зеркала испарения жидкости, м2 ;

τu- время контакта жидкости с поверхностью пролива, с.

ε = =26,14 кДж



где λ- коэффициент теплопроводности материала твердой поверхности (пола, поддона, грунта и т.п.), кДж/м ч К;

ρ - плотность материала твердой поверхности, кг/м3;

с - удельная теплоемкость материала твердой поверхности, кДж/кг К.

G5"=m\*Fж\* τu =205275,9 кг,

m=10-6\*η\*Рн\*М1/2=1,36 кг/м2\*с

где η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока над поверхностью (зеркалом испарение кости,

М - молекулярная масса,

Рн - давление насыщенного пара при расчетной температуре, Па

Gс" = 371392,1+205275,9=576668 кг

Е4" = 576668\*2631,58=1517547975 кДж,

Е=1570558501 кДж.

**3.3 Определение категории взрывоопасности блоков**

Общая масса горючих газов, приведенная к единой удельной энергии сгорания, равной 46000 кДж

m=1570558501/46000=34142 кг.

Относительный энергетический потенциал взрывоопасности технологического блока

QB = /16,534= 196 кДж.



Емкость имеет I категорию взрывоопасности.

**3.4 Расчет радиусов разрушения при взрыве продуктов в блоке**

Зоной разрушения считается площадь с границами, определяемыми радиусами R центром которой является рассматриваемый технологический блок или наиболее вероятное место разгерметизации технологической системы.

R = К\*R0, м

m> 5000 кг R0= ,м



Wт - тротиловый эквивалент взрыва парогазовой среды,

Wт=(0,4q’/0,9qт)\*z\*m, кг

где 0,4 - доля энергии взрыва парогазовой среды, затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны;

0,9 - доля энергии взрыва тринитротолуола (ТНТ), затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны;

q' - удельная теплота сгорания парогазовой среды, кДж/кг;

qт - удельная энергия взрыва ТНТ, кДж/кг;

z - доля приведенной массы парогазовых веществ, участвующих во взрыве,

Wт=2650 кг,

R0=13,8 м,

R =77,5 м.

# **Список литературы**

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ в выбросах предприятий: ОНД-86: утв. Госкомгидрометом. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 94 с.
2. Шаприцкий В.И. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы - Справ. - М.: Металлургия, 1990. - 416 с.
3. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация преприятий, планировка и застройка населенных мест: СанПиН 2.2.1/2.1.1.984-00.
4. Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и в водные объекты / М: Госкомприроды СССР, 1989.
5. Справочник проектировщика канализации населенных мест промышленных предприятий / М: Стройиздат, 1981.
6. Методика расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты со сточными водами / М: Госкомприроды, 1991.
7. . Мониторинг и методы контроля окружающей среды/Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2001 - 337 с.
8. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М.: Химия, 1989. 368 с.
9. Муравьева С.И., Казнина Н.И., Прохорова Е.К. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе. М.: Химия, 1988. 320 с.