

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ  
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»**

---

**Кафедра «Техносферная и экологическая безопасность»**

**Е.А. ШИЛОВА, А.А. ГАВРИЛОВА**

**«Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха  
отработанными газами автотранспорта  
по концентрации оксида углерода»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению контрольной работы**

Санкт-Петербург 2021

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ:**

Контрольная работа выполняется в соответствии с заданием и исходными данными по вариантам. Номер варианта выбирается по последним двум цифрам зачетной книжки. Если цифры больше 50, надо вычесть из них 50 (Например, если цифры 67, то вариант  $67-50=17$ ). Исходные данные находятся в Приложении 1 настоящих методических указаний.

Отчет о выполнении контрольной работы оформляется в произвольной форме. Отчет должен содержать следующие разделы:

- 1 Титульный лист (образец в Приложении 2 настоящих методических указаний)
- 2 Название и цель работы
- 3 Исходные данные в соответствии с вариантом
- 4 Расчётная и графическая часть
- 5 Результат, выводы, заключение

**Уважаемые студенты! Выполняйте работы самостоятельно - по содержанию и по оформлению!**

**Работы с признаками плагиата представляются к ЛИЧНОЙ ЗАЩИТЕ.**

**Личная защита работ будет проходить в часы практических (лабораторных работ) по расписанию сессии.**

**При личной защите контрольной работы будут заданы вопросы по теоретической и практической части контрольной работы:**

1. Состав и строение приземного слоя атмосферы
2. Источники загрязнения атмосферного воздуха
3. Критерии оценки состояния атмосферного воздуха
4. Показатели и нормативы загрязнения атмосферы: ПДК, ПДК<sub>мр</sub>, ПДК<sub>сс</sub>, СИ, НП, ИЗА.
5. Значение расчетного мониторинга для оценки качества атмосферного воздуха
6. Основные задачи и информационное обеспечение расчетного мониторинга
7. Вопросы по порядку выполнения работы
8. Вопросы по выполнению расчетов

**ВНИМАНИЕ: Личная защита проводится комиссией преподавателей  
Осуществляется аудио и видео-запись консультации и личной защиты работ**

## *Теоретическая часть*

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Для выявления изменений состояния биосферы под влиянием деятельности человека необходима система наблюдений. Такую систему в настоящее время общепринято называть мониторингом. Мониторинг включает следующие основные направления деятельности:

- наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду и за ее состоянием;
- оценку фактического состояния природной среды;
- прогноз развития состояния природной среды и оценку этого развития.

Таким образом, мониторинг — это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды, но дающая необходимую информацию для такого управления и выработки инженерных методов защиты окружающей среды.

Мониторинг может охватывать как локальные районы, так и земной шар в целом (глобальный мониторинг).

Чтобы обеспечить эффективную оценку и прогноз, мониторинг должен включать наблюдения за источниками загрязнения, загрязнением природной среды и следствиями от этого загрязнения.

#### **1.1. Состав и строение приземного слоя атмосферы**

Атмосфера является составной частью биосферы и представляет собой газообразную оболочку Земли, вращающуюся вместе с ней как единое целое. Эта оболочка слоиста. Каждый слой имеет свое название и характерные физико-химические особенности. Условно принято атмосферу делить на две большие составные части: верхнюю и нижнюю. Наибольший интерес представляет для нас нижняя часть атмосферы,

главным образом тропосфера, поскольку в ней происходят основные метеорологические явления, влияющие на загрязнение атмосферного воздуха.

В тропосфере находится большая часть космической и антропогенной пыли, водяного пара, азота, кислорода и инертных газов. Она практически прозрачна для проходящей через нее коротковолновой солнечной радиации. Вместе с тем содержащиеся в ней водяной пар, углекислота и озон (коротковолновые излучения) довольно сильно поглощают тепловое (длинноволновое) излучение нашей планеты, в результате чего тропосфера нагревается. Это нагревание является причиной вертикального перемещения потоков воздуха, конденсации водяного пара, образования облаков и выпадения осадков. Установлено, что в тропосфере температура падает на (0,5 - 0,6) °С на каждые 100 м высоты. Распределение температур в приземном слое атмосферы является важнейшей причиной формирования климата и его характеристик.

Состав газов нижней части атмосферы неизменный: смесь, образуемая газами, называется воздухом. Состав сухого атмосферного воздуха приведен в таблице 1.

Таблица 1.

<b>Состав атмосферного воздуха</b>		
<b>Наименование основных газов</b>	<b>Содержание, % объемные</b>	<b>Относительная молекулярная масса, кг/моль</b>
Азот	78,09	28
Кислород	20,95	32
Аргон	0,93	39
Углекислый газ	0,03	44

Неон	$1,8 \cdot 10^{-3}$	20
Гелий	$5,2 \cdot 10^{-4}$	4
Криптон	$1,0 \cdot 10^{-4}$	83
Ксенон	$8,0 \cdot 10^{-6}$	131
Водород	$5,0 \cdot 10^{-5}$	2
Озон	$1,0 \cdot 10^{-6}$	48
ПРИМЕЧАНИЕ: Средняя относительная молекулярная масса сухого воздуха составляет 28,966 кг/моль.		

В табл. 2 приведено массовое выделение в атмосферу некоторых газообразных веществ антропогенными и природными источниками.

Таблица 2

<b>Выделение (<math>10^6</math> т/сут) некоторых газообразных веществ</b>		
<b>Вещество</b>	<b>Источник</b>	
	<b>природный</b>	<b>антропогенный</b>
Диоксид серы	-	0,4
Сероводород	0,3	0,01
Оксиды азота	2	0,2
Аммиак	3	0,01
Углеводороды	2	0,2
Оксид углерода	10	1
Диоксид углерода	3000	50

Согласно приведенной таблице, природные источники выделяют больше вредных веществ, тем не менее, самым опасным является антропогенное поступление. Это связано с тем, что вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются в зоне обитания

человека. Кроме того, специфические вредные вещества, не существовавшие ранее в природных условиях. в настоящее время становятся составной частью атмосферного воздуха, его микроэлементами.

Воздух считается чистым, если ни один из микрокомпонентов не присутствует в концентрациях, способных нанести ущерб здоровью человека, животным, растительности или вызвать ухудшение эстетического восприятия окружающей среды (например, при наличии пыли, грязи, неприятных запахов или при недостатке солнечного освещения в результате задымленности воздуха). Так как все живое очень медленно адаптируется к этим новым микрокомпонентам, химические вещества служат объективным фактором неблагоприятных воздействий на природную среду и здоровье человека.

## **1.2. Источники загрязнения атмосферного воздуха**

Сброс загрязняющих веществ может осуществляться в различные среды: атмосферу, воду, почву. Выбросы в атмосферу являются основными источниками последующего загрязнения вод и почв в региональном масштабе, а в ряде случаев и в глобальном.

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на источники выделения и источники выбросов. К первым относятся технологические устройства (аппараты установки и т.п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси. Ко вторым - трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу.

Промышленные выбросы подразделяются на организованные и неорганизованные. Организованный промышленный выброс поступает в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки. Неорганизованный промышленный выброс

поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта. Неорганизованные выбросы характерны для очистных сооружений, хвостохранилищ, золоотвалов, участков погрузочно-разгрузочных работ, сливно-наливных эстакад, резервуаров и других объектов.

К основным источникам промышленного загрязнения атмосферного воздуха относятся предприятия энергетики, металлургии, стройматериалов, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, производства удобрений.

### **1.3. Критерии оценки состояния атмосферного воздуха**

Вещества, находящиеся в атмосферном воздухе, попадают в организм человека главным образом через органы дыхания. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси поступают в кровь и лимфу.

В нашей стране проводятся работы по гигиенической регламентации (нормированию) допустимого уровня содержания примесей в атмосферном воздухе. Обоснованию гигиенических нормативов предшествуют многоплановые комплексные исследования на лабораторных животных, а в случае оценки реакций организма на действия загрязняющих веществ и на добровольцах. При таких исследованиях используются самые современные методы, разработанные в биологии и медицине.

Важнейшими показателями, отражающими загрязнение атмосферы, являются: ПДК, ПДК<sub>МР</sub>, ПДК<sub>СС</sub>, СИ, НП, ИЗА.

**ПДК** – предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее

поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

**ПДК<sub>МР</sub>** – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 – 30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

**ПДК<sub>СС</sub>** – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

**СИ** – стандартный индекс – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК; она определяется из данных наблюдений за одной примесью на одном посту или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год.

**НП** – наибольшая повторяемость (%) превышения ПДК по данным наблюдений на одном посту за одной примесью или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год.

**ИЗА** – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ (в долях ПДК), деленную на количество рассматриваемых ингредиентов.

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более чем 500 веществ.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - это максимальная концентрация примеси в атмосферном воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает и не окажет на него вредного влияния (включая отдаленные последствия) и на окружающую среду в целом.



Гигиенические нормативы должны обеспечивать физиологический оптимум для жизни человека, и, в связи с этим, к качеству атмосферного воздуха у нас в стране предъявляются высокие требования. В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху вредных веществ могут вызвать функциональные изменения в коре головного мозга и в зрительном анализаторе, были введены значения максимальных разовых предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>мр</sub>). С учетом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>сс</sub>).

Таким образом, для каждого вещества установлено два норматива: Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>мр</sub>) (осредненная за 20-30 мин) с целью предупреждения рефлекторных реакций у человека и среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>сс</sub>) с целью предупреждения общетоксического, мутагенного, канцерогенного и другого действия при неограниченно длительном дыхании.

Значения ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub> для наиболее часто встречающихся в атмосферном воздухе примесей приведены в таблице 3. В правой крайней графе таблицы приведены классы опасности веществ: 1- чрезвычайноопасные, 2-высокоопасные, 3- умеренно опасные и 4 - малоопасные. Эти классы разработаны для условий непрерывного вдыхания веществ без изменения их концентрации во времени. В реальных условиях возможны значительные увеличения концентраций примесей, которые могут привести в короткий интервал времени к резкому ухудшению состояния человека.

В местах, где расположены курорты, на территориях санаториев, домов отдыха и в зонах отдыха городов с населением более 200 тыс.

человек. концентрации примесей, загрязняющих атмосферный воздух, не должны превышать 0,8 ПДК.

Может создаться ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (С), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно следующему выражению:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1$$

К вредным веществам, обладающим суммацией действия, относятся, как правило, близкие по химическому строению и характеру влияния на организм человека, например:

- диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- диоксид серы и сероводород;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и фтористый водород;
- диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота;
- диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль

конверторного производства.

Вместе с тем многие вещества при одновременном присутствии в атмосферном воздухе не обладают суммацией действия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности, например:

- оксид углерода и диоксид серы;
- оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы;
- сероводород и сероуглерод.

В том случае, когда отсутствуют значения ПДК, для оценки гигиенической опасности вещества можно пользоваться показателем

ориентировочно - безопасного максимального разового уровня загрязнения воздуха (ОБУВ).

Таблица 3

<b>Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе населенных мест</b>			
<b>Вещество</b>	<b>ПДК, мг/м<sup>3</sup></b>		<b>Класс опасности вещества</b>
	<b>Максимальная разовая</b>	<b>Средняя суточная</b>	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Углерода оксид	5,0	3,0	4
Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Фенол	0,01	0,003	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

Разработаны также значения предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны (ПДКрз).

Значение ПДКрз должно быть таким, чтобы не вызывать у рабочих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов заболеваний или не приводить к ухудшению состояния здоровья в отдаленные сроки. Рабочей зоной считается пространство до 2 м высотой, где размещается место постоянного или временного пребывания работающих. Так ПДКрз диоксида серы составляет 10 мг/м<sup>3</sup>, диоксида азота - 5 мг/м<sup>3</sup>, а ртути - 0,01 мг/м<sup>3</sup>, что значительно выше, чем ПДКмр и ПДКсс соответствующих веществ.

## **2. РАСЧЕТНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Понятие «расчетный мониторинг» определяется как регулярные работы по определению пространственно-временных характеристик загрязнения атмосферы на основе расчетов по математическим моделям переноса и диффузии атмосферных примесей с использованием данных инвентаризации параметров источников выбросов, а также климатических и метеорологических характеристик.

### **2.1 Значение расчетного мониторинга для оценки качества атмосферного воздуха**

Необходимость проведения расчетного мониторинга загрязнения воздушного бассейна обусловлена недостатками информации, получаемой при экспериментальном мониторинге. Получаемая при экспериментальном мониторинге информация неполна в части описания загрязнения атмосферы всеми поступающими в нее вредными веществами. В первую очередь это касается специфических загрязняющих веществ, по которым отсутствуют экспериментальные наблюдения, либо наблюдения нерегулярны или недавно начаты, в связи с чем базирующиеся на них данные статистически не достоверны. Экспериментальным мониторингом в России определяется порядка 50 загрязняющих веществ, 2/3 измерений приходятся на основные и лишь 1/3 - на специфические.

Данные экспериментального мониторинга не всегда достоверны и достаточно точны, поскольку при наблюдениях, особенно ведомственных, используются приборы и методики измерения концентраций, не получивших необходимого метрологического подтверждения. По данным инструментальных замеров не всегда можно выделить отдельные вредные вещества из общей пробы со сходными химическими характеристиками, при расчетном мониторинге

наблюдения можно вести по любому веществу, присутствующему в выбросах и имеющему ПДК.

Данные экспериментального мониторинга недостаточно детализированы для получения полной картины пространственно-временного распределения загрязнения атмосферного воздуха. Даже в крупных городах функционирует не больше 5 - 12 постов наблюдения атмосферного загрязнения, к тому же число этих постов все время сокращается. Поэтому проведение расчетного мониторинга целесообразно даже при наличии данных экспериментального мониторинга.

Тем не менее, расчетный мониторинг не заменяет полностью, а существенно дополняет данные экспериментального мониторинга, осуществляемого как в рамках Росгидромета, так и ведомственного.

## **2.2 Основные задачи и информационное обеспечение расчетного мониторинга**

Основными задачами системы расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха являются следующие:

- получение достоверной картины загрязнения атмосферы по всему спектру загрязняющих веществ на рассматриваемой территории, в любой ее точке, на любую дату (ретроспектива, перспектива, диагноз состояния на существующее положение);
- статистическая обработка данных;
- выявление зон с превышением ПДК;
- определение вклада предприятия или объекта в уровень загрязнения атмосферы;
- классификация предприятий с точки зрения значимости выбрасываемых ими вредных веществ;
- определение зон влияния предприятий;

- подтверждение достаточности мер по снижению выбросов и их эффективности как в локальном масштабе (т.е. в зоне влияния предприятия), так и по всей рассматриваемой территории;
- картирование результатов расчетного мониторинга;
- прогнозирование особых, с точки зрения загрязнения атмосферы, ситуаций и их последствий;
- повышение степени эффективности природоохранных мероприятий, рациональное расходование финансовых средств, предотвращение экологического ущерба.

В качестве исходных данных для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы в ходе расчетного мониторинга используются значения параметров ИЗА, характерные для того периода, для которого проводится диагноз качества атмосферного воздуха. Эти значения параметров ИЗА соответствуют реальному функционированию предприятия в период, для которого проводится оценка качества воздуха, независимо от того, насколько близка работа предприятия к регламентному режиму.

В качестве источников информации о реальных значениях параметров ИЗА в определенный период используются:

***для существующего положения:***

- результаты инвентаризации выбросов или корректировок инвентаризации,
- результаты государственного и ведомственного контроля характеристик выбросов,
- данные ведомственных проектов нормативов ПДВ, в части, относящейся к существующему положению;
- аналогичные данные для соответствующего периода в прошлом используются при ретроспективных оценках;

***для прогнозных оценок:***

- данные проектов нормативов ПДВ на перспективу,
- данные проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих объектов.

При проведении расчетного мониторинга загрязнения атмосферы диагноз качества атмосферного воздуха проводится для каждого периода времени, на который разбивается весь годовой интервал: полугодия, сезона и т.д.

Для обеспечения таких расчетов для каждого следующего расчетного периода требуется обновление информации о параметрах источников загрязнения атмосферы. Целесообразно введение, с этой целью, на территории, для которой проводится мониторинг, регулярной отчетности об изменениях параметров выбросов за очередной период. Частота проведения расчетов определяется при этом возможностями системы сбора информации. При существующих возможностях сбора и обработки информации достаточно информативный мониторинг может быть реализован при частоте расчетов 1 раз в сезон или один раз в полугодие (холодное и теплое).

В зависимости от конкретного набора целей, актуального для определенного города (региона), результаты диагностических сводных расчетов загрязнения атмосферы и оценки вкладов в него различных предприятий (автомагистралей), получаемые в ходе расчетного мониторинга, целесообразно формулировать в терминах тех или иных обобщенных комплексных показателей загрязнения атмосферы, базирующихся на нормативных показателях качества атмосферного воздуха.

Предлагаемая методика не требует особой подготовки и материально-технических затрат. Она может быть рекомендована для проведения самостоятельных обследований экологического состояния мест проживания, учебы и работы студентами, как очной, так и дистанционной форм обучения.

## ***Практическая часть***

### ***Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта по концентрации оксида углерода II (CO)***

***Цель работы:*** оценить ожидаемый уровень загрязнения воздуха по концентрации оксида углерода II (CO) придорожной территории населенных пунктов, в частности - при выборе места для строительства жилых и общественных зданий. Сделать выводы и конкретные предложения по снижению уровня загазованности атмосферного воздуха вблизи автодороги.

Транспортные источники загрязнения атмосферы обладают рядом специфических особенностей, учет которых необходим на любом уровне рассмотрения проблемы. По существующей классификации их можно отнести к линейным наземным непрерывно действующим источникам с переменной мощностью выброса, расположенных непосредственно в жилых районах города. Особую опасность для окружающей среды эти источники создают тем, что выброс осуществляется в приземном слое воздуха на очень небольшой высоте (менее одного метра).

Оксид углерода II (CO, окись углерода, угарный газ) — это вещество является продуктом неполного сгорания топлива, время его жизни в атмосфере составляет 2–4 месяца. Важнейшим источником поступления оксида углерода в атмосферу являются автотранспортные средства. Присутствие оксида углерода в атмосферном воздухе не может ощущаться человеком по запаху либо цвету.

Оксид углерода II (CO) считается вдыхаемым ядом, способным создавать дефицит кислорода в тканях тела, повышает количество сахара в крови. У здоровых людей этот эффект проявляется в уменьшении способности выносить физические нагрузки. Этот эффект зависит как от концентрации газа, так и от времени пребывания человека в загрязненной атмосфере.



Оксид углерода II (СО) не является накапливающимся токсичным веществом — процесс неблагоприятного воздействия на человека обратим, хроническое отравление оксидом углерода не может наступить в результате длительного воздействия при относительно низких концентрациях порядка 2–10 ПДК<sub>мр</sub>.

Природные фоновые уровни окиси углерода колеблются в пределах от 0,01 до 0,23 мг/м<sup>3</sup>. В зоне городских автомагистралей крупных европейских городов его средние концентрации за 8 ч составляют, как правило, менее 20 мг/м<sup>3</sup>, а пиковые величины за 1 ч - ниже 60 мг/м<sup>3</sup>. По рекомендациям ВОЗ, средняя концентрация оксида углерода за 15 минут не должна превышать 100 мг/м<sup>3</sup>, за 30 минут – 60 мг/м<sup>3</sup>, за 1 час – 30 мг/м<sup>3</sup>, за 8 часов – 10 мг/м<sup>3</sup>. В России приняты следующие нормативы для оксида углерода (угарного газа): ПДК сс= 3 мг/м<sup>3</sup>, ПДК м.р.=5 мг/м<sup>3</sup>.

Определение концентрации угарного газа в атмосферном воздухе населенных пунктов проводится с целью получения информации в рамках расчетного мониторинга состояния городской среды.

Предлагаемый в настоящей работе метод наиболее удобен для оценки ожидаемого уровня загрязнения угарным газом атмосферы придорожной территории населенных пунктов, в частности - при выборе места для строительства жилых и общественных зданий.

### **Порядок выполнения работы**

1. Получение исходные данные для выполнения контрольной работы (Приложение 1).
2. Расчетно-графическая часть
  - 2.1 Рассчитать ориентировочный уровень концентрации угарного газа с учетом интенсивности и скорости движения, состава транспортного потока, подъемов полотна дороги над кромкой проезжей части на высоте 1,5 м и на расстоянии от кромки дороги: 10, 25, 50, 75, 100 и 150 м.

2.2 Привести графическую зависимость концентрации угарного газа от расстояния от края проезжей части дороги. Построить график зависимости концентрации угарного газа от расстояния от кромки дороги.

2.3 Дать оценку уровню загрязненности воздушной среды, сравнив концентрации угарного газа с среднесуточной ПДК ( $\text{ПДК}_{\text{сс}}=3 \text{ мг/м}^3$ ).

### 3. Результаты, выводы, заключение

Исходя из рассчитанного уровня загрязнения атмосферного воздуха, определить необходимое расстояние между кромкой дороги и безопасной границей жилой застройки. Сделать выводы и конкретные предложения по снижению уровня загазованности атмосферного воздуха вблизи автодороги. Укажите методы уменьшения выбросов выхлопных газов и способы снижения их воздействия на окружающую среду, в том числе технические, градостроительные, правовые и организационные.

Отчет о выполнении контрольной работы оформляется в произвольной форме. Отчет должен содержать следующие разделы:

1 Титульный лист (образец в Приложении 2 настоящих методических указаний)

2 Название и цель работы

3 Исходные данные в соответствии с вариантом

4 Расчётная и графическая часть

5 Результат, выводы, заключение

### **Методика определения ориентировочного уровня концентрации окиси углерода (Сидоренко В.Ф., Фельдман Ю.Г., 1974)**

Для ориентировочных расчетов уровня концентрации окиси углерода над кромкой проезжей части с учетом интенсивности и скорости движения, состава транспортного потока, подъемов на дороге предлагается пользоваться эмпирической формулой 1:

$$\text{CO}_0 = (7,33 + 0,026 \cdot N) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1)$$

где  $CO_0$  – уровень концентрации углерода на высоте 1,5 м над кромкой проезжей части, мг/м<sup>3</sup>;

$N$  – интенсивность движения автомобилей, авт./час;

$K_1$  – коэффициент учета состава транспортного потока и его средней скорости (таблица 4);

$K_2$  – коэффициент учета влияния подъемов на выбросы (таблица 5);

$K_3$  – коэффициент учета установки нейтрализаторов для очистки от CO: без нейтрализаторов  $K_3 = 1$ , с применением нейтрализаторов  $K_3=0,15$

При выполнении задания четные номера вариантов рассчитывают концентрацию оксида углерода с учетом наличия нейтрализаторов, нечетные номера – без учета наличия нейтрализаторов.

Таблица 4 – Коэффициент учета состава транспортного потока

Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, %	Значение коэффициента $K_1$ при скорости автомобилей, км/ч						
	20	30	40	50	60	70	80
10	1,02	0,87	0,72	0,65	0,54	0,46	0,55
20	1,05	0,91	0,77	0,69	0,62	0,57	0,67
30	1,08	0,95	0,82	0,73	0,70	0,66	0,75
40	1,09	0,97	0,86	0,76	0,77	0,78	0,85
50	1,11	1,01	0,91	0,80	0,84	0,90	0,95
60	1,12	1,04	0,95	0,89	0,89	0,93	1,03
70	1,14	1,08	1,00	0,87	0,95	1,04	1,12
80	1,17	1,11	1,05	0,90	-	-	-

Таблица 5 – Коэффициент учета влияния подъема дороги на выбросы

Величина подъема, ‰	< 10	10 – 30	30 – 50	50 – 70
Коэффициент $K_2$	1	1,02	1,04	1,06

По формуле (1) можно рассчитать концентрацию СО только над кромкой проезжей части, что недостаточно, так как часто нужно знать концентрацию СО на определенном расстоянии от дороги. Для этого следует воспользоваться формулой (2), которая позволяет рассчитать уровень концентрации  $CO_x$  в точке, удаленной от кромки проезжей части на расстоянии  $X$ :

$$CO_x = 0,5 \cdot CO_0 - 0,1 \cdot X, \quad (2)$$

где  $X$  – расстояние жилой застройки от проезжей части, м;

$CO_0$  – концентрация окиси углерода над кромкой проезжей части, мг/м<sup>3</sup>.

Формулы 1 и 2 являются эмпирическими формулами для расчета, что предполагает определенный диапазон применения.

**Если при расчете  $CO_x < 0$ , то уровень загрязнения воздуха угарным газом от автотранспорта следует на данном расстоянии от кромки дороги рассматривать пренебрежимо малым. В таком случае на графике значение  $CO_x$  условно принимается равным 0.**

## Исходные данные для выполнения Контрольной работы

Номер варианта выбирается по последним двум цифрам зачетной книжки. Если цифры больше 50, надо вычесть из них 50 (Например, если цифры 67, то вариант  $67-50=17$ ).

**При выполнении контрольной работы четные номера вариантов рассчитывают концентрацию оксида углерода с учетом наличия нейтрализаторов, нечетные номера – без учета наличия нейтрализаторов.**

№ варианта										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность движения транспорта (авт./час.	150	260	370	480	590	1000	1500	2000	1300	2500
Скорость транспорта км/ч	20	30	40	50	60	70	60	70	50	60
Величина подъема дороги, ‰	20	21	22	23	1	2	3	5	10	30
Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, %	10	10	10	10	20	20	20	20	30	30
№ варианта										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Интенсивность движения транспорта (авт./час.	180	290	390	1450	600	700	800	900	1100	700
Скорость транспорта км/ч	50	60	30	60	70	50	60	40	50	40
Величина	0	10	20	30	40	5	15	25	35	5

подъема дороги, ‰										
Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, ‰	40	40	50	50	60	60	10	20	10	30
№ варианта										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Интенсивность движения транспорта (авт./час.	750	850	950	1300	1400	1700	1900	2100	390	280
Скорость транспорта км/ч	50	60	40	70	40	60	70	50	50	60
Величина подъема дороги, ‰	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, ‰	10	20	30	40	50	60	40	20	40	60
№ варианта										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Интенсивность движения транспорта (авт./час.	1250	900	300	450	670	750	70	80	90	100
Скорость транспорта км/ч	39	40	50	60	70	60	50	40	30	20
Величина подъема дороги, ‰	20	30	10	10	10	10	25	15	10	15
Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, ‰	40	30	20	60	50	40	50	30	50	70

№ варианта										
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Интенсивность движения транспорта (авт./час.	360	470	580	490	780	590	270	170	1110	1480
Скорость транспорта км/ч	40	50	40	50	60	70	40	50	60	70
Величина подъема дороги, ‰	0	15	20	25	30	35	40	35	20	15
Доля автомобилей с бензиновыми двигателями в общем потоке, %	40	50	60	70	30	20	50	40	30	60

*Оформление титульного листа к отчету о выполнении  
контрольной работы*

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ  
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»**

---

**Кафедра «Техносферная и экологическая безопасность»**

**ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**«Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами  
автотранспорта  
по концентрации оксида углерода»**

**ВЫПОЛНИЛ:**  
\_\_\_\_\_ ФИО студента  
                  № группы  
№ зачетной книжки:  
№ варианта исходных данных:

**ПРОВЕРИЛ:**  
Доцент Шилова Е.А.

Санкт-Петербург 20\_\_

**Библиографический список:**



1. Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г.) «Об охране атмосферного воздуха».
2. ГОСТ 17.2.3.02–14. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М. : Изд-во стандартов, 2014.
3. Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 г. № 183 (ред. от 15.02.2011 г.) «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него».
4. Перечень методик, используемых в 2016 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2015.
5. Рекомендации по оформлению и содержанию проектов нормативов допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий. М. : Госкомприроды РСФСР, 1990.
6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2012.
7. Методы расчетов рассеивания вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. Приказом Минприроды России от 06.06.2017 г. № 273.
8. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2015.
9. Экологический мониторинг: Учебное пособие. Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академпроект, 2008, 416с.
10. Якунина И.В. , Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. - 188 с.
11. Горшков М.В. Экологический мониторинг: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010, 313 с
12. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – М.: РГОТУПС, 2003, 222с.
13. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах: учеб пособие. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университете, 2004. – 173 с.

## Содержание

Теоретическая часть.....	3
Практическая часть .....	166
Приложения.....	21
Библиографический список: .....	245