

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Техносферная и экологическая безопасность»

А.А. Гаврилова

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЯ

Контрольная работа

Учебное пособие

Санкт-Петербург
ПГУПС
2024

УДК

ББК

Инженерная экология, экология (Контрольная работа): учебное пособие. – СПб.: ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2024. – 15 с.

Материал, представленный в учебном пособии дает представление об экологии как о науке, синтетически объединяющей достижения различных отраслей естествознания, определяющей подход к комплексному исследованию закономерностей происходящих в окружающей среде, об основных видах антропогенного воздействия и экологических проблемах современности; обоснование проведения контрольно-нормативных мероприятий, используемых при оценке воздействия объектов различного назначения на окружающую среду

Преподавание экологических дисциплин для инженерно-технических специалистов должно отвечать современным требованиям и основываться на принципах развития науки и техники, обеспечивающих максимальную гармонизацию двух сред жизни и деятельности человека – биосферы и техносферы, а также учитывать особенности преподавания экологических дисциплин в высшем техническом учебном заведении, научный подход и склад мышления инженеров.

Учебное пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений заочной формы обучения.

УДК
ББК

© Гаврилова А.А., 2024
© Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I, 2024

Оглавление

Требования к оформлению и выполнению контрольной работы.....	4
Теоретическая часть	5
1. Общие сведения об оценке качества атмосферного воздуха	5
1.1. Источники загрязнения атмосферного воздуха	6
1.2. Критерии оценки состояния атмосферного воздуха	7
Практическая часть.....	10
Порядок выполнения работы	10
Приложение 1 (исходные данные).....	12
Приложение 2 (Титульный лист).....	14
Библиографический список:.....	15

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

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.

В табл. 1 приведено массовое выделение в атмосферу некоторых газообразных веществ антропогенными и природными источниками.

Таблица 1

Выделение (10^6 т/сут) некоторых газообразных веществ		
Вещество	Источник	
	природный	антропогенный
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.

1.1. 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, воздухопроводы 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.

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 (CO) 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_{мр}.

Природные фоновые уровни окиси углерода колеблются в пределах от 0,01 до 0,23 мг/м³. В зоне городских автомагистралей крупных европейских городов его средние концентрации за 8 ч составляют, как правило, менее 20 мг/м³, а пиковые величины за 1 ч - ниже 60 мг/м³. По рекомендациям ВОЗ, средняя концентрация оксида углерода за 15 минут не должна превышать 100 мг/м³, за 30 минут – 60 мг/м³, за 1 час – 30 мг/м³, за 8 часов – 10 мг/м³. В России приняты следующие нормативы для оксида углерода (угарного газа): ПДК сс= 3 мг/м³, ПДК м.р.=5 мг/м³.

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

1.2. 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_{МР}, ПДК_{СС}, 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_{МР} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 – 30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК_{СС} – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. 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_{мр}.) С учетом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК_{сс}).

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

Значения ПДК_{мр} и ПДК_{сс} 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.

Практическая часть

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.

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 Исходя из рассчитанного уровня загрязнения атмосферного воздуха (по графику), определить необходимое расстояние между кромкой дороги и безопасной границей жилой застройки.
 - 2.4 Дать оценку уровню загрязненности воздушной среды, сравнив концентрации угарного газа с среднесуточной ПДК ($ПДК_{cc}=3 \text{ мг/м}^3$).
3. Сделать вывод на основании полученных расчетов и цели работы. Предложить конкретные методы 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.

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:

$$CO_0 = (7,33 + 0,026 \cdot N) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1)$$

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

N – интенсивность движения автомобилей с бензиновыми двигателями, авт./час (Приложение 1 (исходные данные));

K_1 – коэффициент учета состава транспортного потока и его средней скорости (таблица 2);

K_2 – коэффициент учета влияния подъемов на выбросы (таблица 3);

K_3 – коэффициент учета установки нейтрализаторов для очистки от СО: 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 2 – Коэффициент учета состава транспортного потока

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

Таблица 3 – 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 (п.2.1 Порядка выполнения работы);

CO_0 – концентрация окиси углерода над кромкой проезжей части, мг/м³.

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

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.	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
Скорость транспорта км/ч	80	70	60	50	40	50	40	50	40	50
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.	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
Скорость транспорта км/ч	50	60	40	60	70	50	60	40	50	40
Величина подъема дороги, ‰	0	10	20	30	40	5	15	25	35	5
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.	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
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.	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
Скорость транспорта км/ч	60	40	50	60	70	60	50	40	70	50
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.	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
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

Приложение 2

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 _____

№ варианта исходных данных: _____

ПРОВЕРИЛ:

(должность, ФИО)

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».
3. Перечень методик, используемых в 2016 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2015.
4. Рекомендации по оформлению и содержанию проектов нормативов допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий. М. : Госкомприроды РСФСР, 1990.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2012.
6. Методы расчетов рассеивания вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. Приказом Минприроды России от 06.06.2017 г. № 273.
7. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб. : НИИ «Атмосфера», 2015.
8. Экологический мониторинг: Учебное пособие. Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академпроект, 2008, 416с.
9. Якунина И.В. , Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. - 188 с.
10. Горшков М.В. Экологический мониторинг: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010, 313 с
11. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – М.: РГОТУПС, 2003, 222с.
12. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах: учеб пособие. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2004. – 173 с.