ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИИ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛАНСА КИСЛОРОД/УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ В**

**УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

ЧАСТЬ 1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОДУЦИРОВАНИЯ КИСЛОРОДА**

В процессе дыхания человек в некотором смысле способствует загрязнению атмосферы углекислым газом. Человечество в течение года поглощает из атмосферы 644736 млрд л кислорода и выделяет почти столько же (559640 млрд л) углекислого газа. Ежегодно человек вдыхает и выдыхает более 18 тыс. л воздуха, насыщенного парами воды и содержащего 4,0 % двуокиси углерода. Для города с населением 1 млн чел. можно уже говорить о дополнительном источнике поступления СО2 объемом 4 млрд л в год.

Лес входит в сферу высшего уровня интеграции живой материи не только как генетическая система и не просто как слагаемое природной среды, но и как экологическая система, как носитель колоссальной энергии.

По ряду важных для человечества свойств лес вполне сопоставим с Мировым океаном. Лес значительно влияет на энерго- и массообмен в биосфере, на ее функционирование, формирование природной обстановки, трансформацию гидрологических, геохимических и других факторов. Суммарная мировая биомасса лесов оценивается примерно в 200 млрд т. Доля северных хвойных лесов (в основном РФ, Канада и США) составляет 14 – 15 %, тропических – 55–60 %. Лесные площади и ресурсы древесины на душу населения соответственно равны: в Канаде ─ 9,4 га и 815 м3, России – 5,2 га и 560 м3, Финляндии – 4,9 га и 351 м3, Швеции – 2,5 га и 313 м3, США – 0,9 га и 88 м3.

На земной поверхности леса образуют самые крупные экосистемы. В них аккумулируется большая часть органического вещества планеты, используемого затем человеком для собственного потребления, так и восстановления исчезающих в процессе хозяйственной деятельности компонентов биосферы.

Они активно преобразовывают химические атмосферные загрязнения, особенно газообразные, причем наибольшей окисляющей способностью обладают хвойные насаждения, а также некоторые породы лип, верб, берез. Кроме того, лес способен поглощать отдельные компоненты промышленных загрязнений.

Растения в процессе фотосинтеза расщепляют углекислый газ, берут из него углерод, необходимый для формирования органического вещества, а кислород выделяется в атмосферу. На участках со средним древостоем поглощается соответственно углерода 4,1 т и выделяется 3,2 т кислорода (О2). В лесах сосредоточено 550 Гт углерода.

Специалисты Рослесинфорга подсчитали возможность поглощения СО2лесами России и себестоимость этого процесса. По их данным, поглощение наших лесов примерно равно эмиссии СО2в год, а себестоимость "природной утилизации" одной тонны углерода составляет чуть больше 200 рублей.

В лесу радиационный фон в два раза ниже, чем в городе, и влажность больше на 15–20 %.

На листовой поверхности одного взрослого дерева осаждается за летний период пыли, кг: вяз шероховатый – 23, тополь канадский ─ 34, вяз перисто-ветвистый ─ 18, сирень – 0,6, ясень – 27, ива – 38, клен – 33, акация белая – 0,2.

Выявлено более 300 различных ароматических соединений, эфирных масел, содержащихся в воздухе леса. Так, например, 1 га лиственного леса выделяет таких веществ около 2 кг, хвойного ─ до 5 кг. Лес, особенно хвойный, выделяет фитонциды, которые убивают многих болезнетворных микробов и «оздоравливает» воздух. В определенных дозах фитонциды благотворно влияют на нервную систему человека, усиливают двигательную активность, секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, способствуют улучшению обмена веществ. Фитонциды обладают ценнейшими профилактическими свойствами. Например, фитонциды почек тополя, антоновских яблок, эвкалипта губительно действуют на вирус гриппа, фитонциды капусты задерживают рост палочки Коха, фитонциды чеснока и черемши убивают как эти, так и другие формы патогенных микроорганизмов.

**Задание:**определение площади зеленой зоны вокруг крупных мегаполисов (городских районов) для обеспечения кислородом население.

**Цель задания:** ознакомиться с основамибиологического газообмена, происходящего в человеческом организме и определить потребность населения в кислороде и необходимых площадях зеленых насаждений.

**Лабораторная работа 1. Расчёт потребности в кислороде и площадях зелёных насаждений для воспроизводства потреблённого населением кислорода**

# Объем легких среднестатистического человека составляет 4 л. Человек в состоянии покоя в минуту делает 16–20 выдохов, при легкой нагрузке 20-30, средней нагрузке – до 30-40. Содержание кислорода в воздухе взять из таблицы 1.1.

**Таблица 1.1.**

**Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Воздух | Содержание газов, % | | |
| Кислород | Углекислый газ | Азот |
| Вдыхаемый | 20,8 | 0,038 | 79,03 |
| Выдыхаемый | 16,4 | 4,000 | 79,70 |

Примечание: Содержание газов в атмосфере отражено, как состав вдыхаемого воздуха.

Зеленые насаждения активно преобразуют баланс О2/СО2, поглощая углекислый газ и выделяя кислород. К примеру, 1 га хорошего леса поглощает ежегодно до 6,5 т углерода и выделяет при этом около 5 т кислорода.

Некоторые исходные значения даны в табл. 1.2.

**Таблица 1.2.**

**Продуцирование кислорода и поглощение диоксида углерода лесным массивом площадью 1 га за вегетационный период (листопадные леса)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Породный состав лесного насаждения | Поглощение СО2, т | Продуцирование О2, т |
| Ель | 6,6 | 5,0 |
| Сосна | 11,0 | 9,0 |
| Липа, яблоня, ясень, вяз | 16,5 | 12,5 |
| Берёза | 17,9 | 13,6 |
| Дуб | 29,7 | 22,5 |
| Тополь | 46,2 | 34,9 |
| Смешанный с хорошим древостоем, кустарники | 18,9 | 16,7 |
| Газон, клумба | 10,0 | 7,5 |

Примечание. Плотность: О2 – 1,429 кг/м3; СО2 – 1,977 кг/м3.

1 л объема соответствует 1 дм3, на сжигание 1 кг топлива расходуется 1,388 кг О2.

*Средняя площадь земли, занимаемая одним взрослым деревом, равна примерно около 8,5 м2 (S1Д), исходя из средней плотности 1 га взрослого леса из 1200 деревьев.*

**Методические указания по выполнению работы**

**Исходные данные:**

Выяснить число жителей своего региона (дома) - НРЕГ. Показать расчеты.

Для удобства расчетов, необходимо оценить площадь по месту проживания - Sобщ. Площадь оценивать, рассчитав по территории вокруг здания на 1/2 расстояния до соседних домов с учётом проезжей части, если здание выходит на неё. Если с какой-либо стороны соседних зданий нет (пустырь, сквер, парк и т.д), берется расстояние от дома, соответствующее высоте самого здания.

Определить общую площадь свободной от построек территории Sсвоб. Для этого из общей площади вокруг дома вычесть площадь построек и закрытых участков (асфальтовое покрытие) на территории (Sпостр).

Sсвоб = Sобщ - Sпостр

Зарисовать/распечатать участок карты с домом проживания и нанести на неё размещение зелёных насаждений. Указать их вид, по возможности. Например: травянистая растительность, кустарники – сирень, акация и т.д, древесные формы – тополь, берёза, клен, ель и т.д..

Площадь зеленых насаждений кустарниковых и древесных форм оценивать по области покрытия кроны (тень под деревом, когда солнце находится в зените), указать число таких растений в штуках (Nдер).

- Sкуст – площадь, занимаемая отдельными породами кустарников,

- Sдр.ф. – площадь, занимаемая всеми древесными формами (деревьями), кроме тополей,

- Sгаз - площадь газонов/клумб,

- Sтоп – площадь, занимаемая тополями.

Определить долю каждого вида зеленых насаждений. Доля вычисляется, как отношение площади под конкретным видом растительности к площади свободной придомовой территории, выражается в процентах.

Например:

Ддр.ф = Sдр.ф. : Sсвоб х 100%

Некоторые исходные значения даны в табл. 1.1 и 1.2 методического пособия. Для удобства расчетов данные перевести из т/га в кг/м2.

**Задание 1.1 Определить потребность кислорода для обеспечения населения изучаемого объекта и биологическое выделение СО2**

**Расчет 1.** Определить, сколько атмосферного воздуха пропускает человек через легкие по формуле, м3/год:

VОВ=V1×*d*×*F*×*t1*×t2×t3,

где VОВ – общий объем воздуха, пропущенный человеком через легкие за год;

*V1*– средний объем легких человека, 4 л;

*d*– коэффициент обмена воздуха в легких человека (0,3);

*F*– количество вдохов и выдохов в минуту (взять 20 вдохов/выдохов в мин);

*t1* – минут в часе; t2– часов в сутки; t3– суток в году.

Произведение V1d ─ активная емкость легких.

Поскольку V1 указан в литрах, то полученный результат для дальнейших расчётов надо перевести в м3. 1м3 = 1000л.

**Расчет** **2**. Определить, какое количество чистого кислорода (VЧО, м3) содержится в этом объеме и комфортное (соответствующее составу чистого воздуха) количество кислорода для населения (МЧО Н РЕГ). Содержание кислорода в атмосферном воздухе (ККВ%) - из таблицы 1.1,

VЧО = VОВ https://studfile.net/html/2706/38/html_GaQ3bya15a.oZEe/img-xd_UNZ.png ККВ**:**100,

VЧО Н РЕГ = VЧО × НРЕГ

Определить массу полученного объема кислорода (М ЧО Н РЕГ). Чтобы перевести м3 в кг, необходимо их умножить на плотность кислорода (РО) и затем значение выразить в тоннах (1т=1000кг)

М ЧО Н РЕГ = VЧО Н РЕГ × *Р*О (плотность О2 под табл. 1.2).

Это количество кислорода позволяет людям дышать легко и свободно, не испытывая дискомфорта, т.е., это оптимальное количество для стабильной работы организма. Этот результат зафиксировать в выводе.

**Расчет** **3**. Определить процентное соотношение кислорода (КОВ), которое непосредственно используется организмом для прохождения окислительно-восстановительных реакций, %,

КОВ = ККВ– КВЫД О,

где КВЫД О -% из таблицы 1.1.

**Расчет** **4**. Найти общее количество кислорода (Vож) потребленного для жизнеобеспечения в течение года на одного человека и населением изучаемого объекта (жилого дома, региона), м3 и массу (М ОЖ Н РЕГ),

VОЖ 1 Ч = VОВ× КОВ**:**100,

VОЖ Н РЕГ = VОЖ1Ч × НРЕГ,

где НРЕГ ─ население изучаемого объекта (жилого дома, региона).

Чтобы перевести м3 в кг, необходимо их умножить на плотность кислорода и затем значение выразить в тоннах

М ОЖ Н РЕГ = VОЖ Н РЕГ × *Р*О (плотность О2 под табл. 1.2).

Это минимальное количество кислорода, необходимое для жизнеобеспечения жителей их физиологических потребностей. Этот результат зафиксировать в выводе.

**Расчет** **5**. Определить, какое количество углекислого газа (VСО2 В, м3) содержится в объеме воздуха, пропускаемого через лёгкие человека (VОВ). Содержание углекислого газа в атмосферном воздухе (КУКВ) – из таблицы 1.1,

VСО2 В = VОВ × КУКВ**:**100,

VСО2 Н РЕГ = VСО2В × НРЕГ

Чтобы перевести м3 в кг, необходимо их умножить на плотность углекислого газа и затем значение выразить в тоннах

М СО2 Н РЕГ = VСО2 Н РЕГ × *Р*СО2 (плотность СО2 под табл. 1.2).

Такое количество углекислого газа не вызывает затруднения дыхания. Этот результат зафиксировать в выводе, как физиологически комфортную концентрацию СО2.

**Расчет** **6**. Определить процентное соотношение углекислого газа (КОВ СО2), которое непосредственно выделяется организмом при прохождении окислительно-восстановительных реакций, %,

К ОВ СО2 = КВЫД СО2– КУКВ,

где КВЫД СО2(%) - из таблицы 1.1.

**Расчет** **7**. Найти общее количество углекислого газа (VСО2ж) выделяемого при жизнеобеспечении в течение года на одного человека и населением изучаемого объекта (жилого дома, региона), м3 и массу (М СО2 Ж Н РЕГ),

VСО2Ж 1 Ч = VОВ× КОВ СО2**:**100,

VСО2Ж Н РЕГ = VСО2Ж 1Ч × НРЕГ,

где НРЕГ ─ население изучаемого объекта (жилого дома, региона).

Чтобы перевести м3 в кг, необходимо их умножить на плотность углекислого газа и затем значение выразить в тоннах

М СО2Ж Н РЕГ = VСО2Ж Н РЕГ × *Р*СО2 (плотность СО2 под табл. 1.2).

Это количество углекислого газа, создаваемого в процессе жизнедеятельности людей - физиологический вклад населения. Этот результат зафиксировать в выводе.

**Задание 1.2 Определить потребность площадей зеленых насаждений для обеспечения населения изучаемого объекта**

**Расчет** **8**. Определить продуктивность зелёных насаждений изучаемого объекта, разделив их по уровням продуктивности: Выделение кислорода древесными формами, сопоставимыми с липой/яблоней (Мвыд О др.ф), тополями (Мвыд О топ), газонами (Мвыд О газ). (т/год)

Мвыд О др.ф = mпрод О др ф х Sдр ф,

где: mпрод О др ф – продуцирование О2 древесными формами, по продуктивности сопоставимая с липой/яблоней (т/м2) (по табл.1.2).

В таблице 1.2 значения указаны в т/га и их необходимо выразить в т/м2, учитывая, что 1га=10000м2;

Sдр ф – площадь, занимаемая древесными формами, по продуктивности сопоставимая с липой/яблоней. (м2)

Аналогично сделать расчеты по другим формам насаждений:

Мвыд О топ, Мвыд О газ .

Определить суммарное количество продуцируемого растениями кислорода

Мвыд О = Мвыд О др.ф + Мвыд О топ +Мвыд О газ

**Расчет** **9**. Определить поглощение СО2 зелёными насаждениями изучаемого объекта, аналогично расчетам по кислороду, используя данные таблицы 1.2.

Мпогл СО2 др.ф = mпогл СО2 др ф х Sдр ф

где: mпогл СО2 др ф – поглощение СО2 древесными формами, по продуктивности сопоставимыми с липой/яблоней (т/м2). В таблице 1.1 значения указаны в т/га и их необходимо выразить в т/м2, учитывая, что 1га=10000м2;

Аналогично сделать расчеты по другим формам насаждений:

Мпогл СО2 топ,Мпогл СО2 газ

Определить суммарное количество поглощённого растениями СО2. (Мпогл СО2)

Мпогл СО2 =Мпогл СО2 др.ф + Мпогл СО2 топ +Мпогл СО2 газ

**Расчет** **10**. Сопоставить массы кислорода, требуемые населению и продуцируемые растительностью. Определить обеспеченность населения кислородом (%).

ОО = (Мвыд О : М Ож Н РЕГ) х 100%

При значениях меньше 100%, этот показатель характеризует степень кислородного голодания, т.е. ощутимую нехватку О2 каждому жителю района, и, как следствие, снижение иммунитета.

Определить соответствие формируемого количества кислорода и выделяемого населением углекислого газа нормальному качеству воздуха – баланс по кислороду (БО2) и углекислому газу (БСО2).

БО2 =(Мвыд О : М ЧО Н РЕГ) х 100%

При значениях БО2 менее 100%, люди испытывают нехватку чистого воздуха.

БСО2 = (Мпогл СО2 : М СО2 Н РЕГ) х 100%

В случае превышения этого значения 100%, возможно ощущение недомогания, снижение трудоспособности, повышенная утомляемость.

Эти результаты зафиксировать в выводе.

При благоприятных значениях БО2 (≥100%) и БСО2 (≤100%) расчет 11 выполнять не требуется, а расчет 12 – только по фактическим данным.

**Расчет** **11**. При нехватке кислорода населению, найти недостающее количество.

М нехв О = М Ож Н РЕГ - Мвыд О

Определить площадь насаждений разных типов для восполнения этого недостатка. Использовать данные по продуктивности разных вариантов насаждений (табл. 1.2) и их комбинации.

Sзел нас треб доп = М нехв О : mпрод О

Рассмотреть разные по продуктивности типы насаждений.

**Расчет** **12**. Рассчитать количество деревьев (Кд), необходимых для обеспечения кислородом населения в течение года. Использовать свои данные о площади насаждений и количестве деревьев на них.

Определить площадь, занимаемую 1 деревом на исследуемой территории (Sд1), разделив площадь под древесными формами на общее количество деревьев на ней (Nдер).

Sоб.дер. = Sдр.ф. + Sтоп.

Sд1 = Sоб.дер. : Nдер

Кд = S зел нас треб : Sд1

**Расчет** **13**. Определить, какую фактическую площадь занимают данное количество насаждений на 1 человека, м2 и их потребность на каждого жителя.

S зел нас факт = Sоб.дер. + Sкуст. + Sгаз.

Sзел нас факт/чел = S зел нас факт : НРЕГ, м2

Потребность площадей зеленых насаждений для обеспечения населения региона кислородом (м2),

Sзел. нас треб = Sзел нас факт + Sзел нас треб доп

Sзел. нас треб /чел = Sзел. нас треб.: НРЕГ,м2

**Занести результаты в таблицу.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Оптимальное количество О2 для жителей | Количество О2 потребляемое жителями | Количество СО2 выделяемое жителями | Количество О2 продуцируемое зелёными насаждениями | Количество СО2, поглощенное зелёными насаждениями | Необходимая площадь зелёных насаждений | Необходимое количество дополнительных посадок (шт. деревьев) |
|  |  |  |  |  |  |  |

Сделать выводы и рекомендации. По балансу О2/СО2 оценить экологичность изучаемой территории для населения без учёта вклада автотранспорта.

ЧАСТЬ 2.

**АВТОТРАНСПОРТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Машина с бензиновым двигателем за пройденные 15 тыс. км потребляет 4350 кг кислорода, выбрасывает ─ 3250 кг углекислого газа, 530 кг ─ оксида углерода, 93 кг ─ углеводородов, 27 кг ─ оксидов азота.

Мировой автомобильный парк, по некоторым данным, составляет 1,0 ─1,200 млн ед. В РФ на конец 2012 г. он соответствовал 282 автомашин на 1000 чел. (всего 50512132, в том числе легковых -38747511 ед (76 %), грузовых – 5712065 ед (12 %), автобусов – 924586 ед (0,2 %), мотоциклов – 2497624 ед (0,5 %) и прочий транспорт. Доля автомобильного парка в загрязнении биосферы в РФ равна 40─50 % от общего выброса, США ─ 55. В мегаполисах выбросы загрязняющих веществ находятся на уровне 70 ─ 80 % от общего объема выбросов. В среднем автомобиль за год эксплуатации выделяет около 200 кг СО, 60 кг ─ NO, 40 кг ─ углеводородов, 3 кг ─ металлической и резиновой пыли, 2 кг ─ SO2, 0,5 кг ─ свинца, 2 кг ─ бензопирена и другие, выделяется тепло до 60 ГДж.. Установлено, что на сжигание 1 кг бензина современный автомобиль расходует 12 м3 атмосферного воздуха (или 250 л в кислородном эквиваленте), человек же за сутки на дыхание потребляет воздуха ─15,5 м3.

Каждая машина с бензиновым двигателем при прохождении 15 тыс. км потребляет 4350 кг кислорода, выбрасывает 3250 кг -двуокиси углерода, 530 кг – оксида углерода, 27 кг, оксидов азота и другие вредные вещества.

Кроме того, по данным ВОЗ на дорогах мира ежегодно в результате ДТП погибает ─ 5,1 млн чел и каждый пятый из них ─ ребенок. РФ вследствие ДТП ежегодно погибает 30─33 тыс. человек, получают травмы разной тяжести 250─290 тыс. чел.

Автотранспорт ─ важный источник акустического загрязнения окружающей среды (75 – 95 %). В крупных городах уровень шума от работы автотранспорта достигает 70 – 75 дБА (А ─ промеры по шкале шумомера А), что превышает допустимые нормы.

В табл. 2.1 даны некоторые вредные вещества, отрицательно воздействующие на здоровье человека.

**Таблица 2.1. Влияние выхлопных газов автомобилей на здоровье людей**

|  |  |
| --- | --- |
| Вредные вещества | Последствия воздействия на организм человека |
| Окись  углерода  (СО) | Препятствует адсорбции кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может стать причиной потери сознания и летального исхода |
| Окислы  азота  (NхОх) | Увеличивают восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражают легкие, вызывают бронхит и пневмонию, отек легких |
| Сернистый ангидрид (SO3) | Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострить хронические заболевания сердца, а также вызывает бронхит |
| Cвинец  (Pb) | Способствует появлению отклонений в функционировании половой системы, дефектов у новорожденных, замедлению развития детей с самого раннего возраста, вызывает бесплодие, спонтанные аборты и другие нарушения |
| Сажа | Опасность сажи заключается в адсорбции на своей поверхности канцерогенов |
| Бенз(а)пирен | Относится к супертоксикантам, вызывающий новообразования |

**Задание:** определить объем автотранспортного загрязнения окружающей среды и влияние загрязнителей на здоровье человека.

**Цель работы:** ознакомиться с видами автотранспортного загрязнения атмосферного воздуха такими вредными соединениями, как оксиды углерода, азота и свинца, ангидриды серы, углеводороды и органическая пыль (полученные данные записать в табл.2.9.).

**Лабораторная работа 2. Выбросы вредных веществ в окружающую среду при сжигании углеродсодержащего топлива транспортом региона**

Рассчитать необходимость дополнительных посадок леса на расход кислорода автомобильным транспортом региона, если при сжигании 1 кг топлива расходуется 1,338 кг кислорода (QОкг топл).

### **Методические указания по выполнению задания**

**2.1. Задание 2.1 Определить количество сжигаемого автотранспортом топлива на исследуемой территории**

Население составляет …. (Н), общее количество автотранспорта у изучаемого объекта (жилого дома, региона) ─ …. ед. (NОМ). Средний пробег автомобиля ─ 15 тыс. км в год.

Определяем, сколько приходится машин на одного жителя. Необходимо посчитать число машин на изучаемой территории несколько (3-5) раз и усреднить полученные значения. При исследовании части жилого массива, целесообразно посчитать наличие машин на придомовой территории в вечернее время.

Общее количество машин на изучаемом объекте (жилой дом, регион) (NОМ) делим на общее количество населения, ед,

КМ 1 ч = NОМ **:** Н.

Затем определяем общий пробег парком автомашин изучаемого объекта (жилого дома, региона).

Общий путь, пройденный выявленным количеством автотранспорта каждого типа, определяется по формуле, км:

Lобщ = Nа × Lср,

где Lобщ — расстояние, пройденное каждым типом автомобилей, км;

Nа — количество автотранспорта, каждого типа автомобилей;

Lср — средний пробег одной автомашины в среднем составляет около 15 тыс. км в год.

По каждому виду транспорта провести отдельный расчет.

### **Таблица 2.2. Учёт автотранспорта и расчет общего пути**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип  автотранспорта | Число автомобилей на территории, ед (Nа) | Общий путь, пройденный общим количеством автомашин, км (L) |
| Легковой (Б) |  |  |
| Грузовой (Б) |  |  |
| Автобусы (Б) |  |  |
| Легковой (ДТ) |  |  |
| Автобусы (ДТ) |  |  |
| Грузовой (ДТ) |  |  |

Находим общий расход топлива работающим автотранспортом, л,

Qб = Lб × q,

Qдт = Lдт × q,

где Lб  - общий путь, пройденный бензиновым транспортом, а Lдт – дизельным (км);

q - среднее значение удельного расхода топлива по автомобилям, л /км.

### **Таблица 2.3. Норма расхода топлива**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип автотранспорта | Норма расхода,  л /100 км (Q) | Удельный расход  топлива, л /км (q) |
| Легковой (Б) | 8 – 14 |  |
| Грузовой (Б) | 26 – 28 |  |
| Автобусы (Б) | 30 – 32 |  |
| Легковой (ДТ) | 6 ─ 8 |  |
| Грузовой (ДТ) | 22 ─ 24 |  |
| Автобусы (ДТ) | 24 – 26 |  |

q = 8+14 = 22/2, затем еще /100, л/1км

Необходимо рассчитать расход топлива по каждому виду автотранспорта и записать в таблицу (табл. 2.4):

### **Таблица. 2.4 Расход топлива (Q) транспортом изучаемого объекта, л**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип автотранспорта | Q | |
| Бензин Qб | Дизтопливо Qдт |
| Легковой (Б) |  | ─ |
| Автобусы (Б) |  | ─ |
| Грузовой (Б) |  | ─ |
| Легковой (ДТ) | ─ |  |
| Автобусы (ДТ) | ─ |  |
| Грузовой (ДТ) | ─ |  |
| Всего |  |  |

Заполнить таблицу 2.4, рассчитав общий расход топлива в литрах по каждому виду транспорта на изучаемом объекте. Для этого надо полученный удельный расход топлива q(л/км) по каждому виду транспорта возле объекта, умножить на пробег машин данного вида.

Умножив это значение на плотность бензина (Р ср.по бензину), получим массу (М) по каждому виду топлива (кг).

Мб = Qб х Рср б

Мдт = Qдт х Рср дт,

где Рср б – средняя плотность бензина, (кг/л)

Рср дт - средняя плотность дизельного топлива, (кг/л)

### **Таблица 2.5. Плотность некоторых нефтепродуктов**

|  |  |
| --- | --- |
| Нефтепродукты | Плотность при + 20 0С, г/см3 (кг/л) |
| Автомобильный бензин высоких марок 92-95 | 0,735 - 0,750 |
| Автомобильный бензин АИ-76 и АИ-80 | 0.715 - 0725 |
| Дизельное топливо | 0,800 - 0,850 |
| Мазут | 0,920 - 0,990 |

Примечание. Наименьшая плотность наблюдается летом, наибольшая – зимой.

или по формуле https://studfile.net/html/2706/38/html_CBBMs1Vz5x.CPfY/img-5kQC9K.png, г,

где *m* — масса выделившегося вредного вещества, г;

*М*— молекулярная масса вещества;

Q — удельный вес расхода топлива с учетом пройденного пути всеми видами транспорта

Расчет сожженного топлива определяется по формуле Q = q × L.

Молекулярная масса соединений: SO2– 64,06; O2 – 32; CO – 28,1; CO2 – 44,01; NO2 – 46,01, NO – 30,01, C – 12,01, Pb – 207,19, C20H12 (бенз(а)пирен) ─ 200; SO3 – 80; NO – 30,

илиm = L × ПВ, г,

где –*L* расстояние, км;

ПВ- пробеговый выброс, г/км.

Найти общее количество истраченного топлива всеми видами транспорта:

Мобщ = Мб + Мдт, л.

Находим расход кислорода (кг) на сожженное топливо по формуле

RО = МОБЩ  × Q Окг/кг топл

Полученные значения выразить в тоннах, т.

Сопоставить расход кислорода жителями района и автотранспортом. Сравнить с продуцированием кислорода зелеными насаждениями.

### **2.2.** **Лабораторная работа 3 . Определить количество выбросов вредных веществ в окружающую среду при сжигании топлива проезжающим транспортом**

**2.3.1. Задание 3. 1. Определить выбросы некоторых вредных веществ при сгорании топлива**

Количество выбросов вредных веществ для здоровья человека, поступающих в атмосферу при сгорании топлива в двигателях автомобилей, оценивается расчетным методом.

В табл. 2.6 даны выбросы некоторых вредных веществ при сгорании 1 т топлива, пробеговые выбросы вредных веществ в табл. 2.8.

**Таблица 2.6 Значение коэффициентов (Кввт), определяющих выброс вредных веществ (ввт) автотранспортом в зависимости от вида топлива**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид топлива | Значение коэффициентов (Кввт), кг/т, (г/кг) | | | | | |
| СО | SO2 | NO2 | Pb | CnHn | сажа |
| Бензин | 395 | 1,6 | 20,0 | 0,7 | 34,0 | 2,0 |
| Дизтопливо | 9,0 | 6,0 | 33,0 | — | 20,0 | 16,0 |

Рассчитать массу выделившихся вредных веществ (m, г) по формуле:

m ввт = Мб х Кввт,

где Кввт— количество вредного вещества в 1 кг топлива, г;

ввт – конкретное вещество (СО/SO2/NO2/Pb/CnHn/сажа).

Поскольку масса израсходованного топлива приведена за годовой пробег, то расчетная масса вредных веществ тоже получена за годовой период (г/год).

Произвести расчеты по каждому компоненту (вредному веществу) отдельно. Данные занести в таблицу 2.9.

**2.3.2. Задание 3.2. Определить пробеговые выбросы отдельных вредных веществ**

Для выполнения этого задания необходимо выбрать участок дороги (расстояние от перекрестка до перекрестка) прилегающий к исследуемой территории (Lуч, км) и на этом отрезке определить количество автотранспорта, проходящего за 20 мин и сделать перерасчет на число машин в течение 1 ч в обоих направлениях движения по автомагистрали.

Заполнить таблицу (табл. 2.7) исходя из данных, полученных при подсчете автотранспорта.

**Таблица 2.7. Учёт автотранспорта и расчет общего пути**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип автотранспорта | Проехало автомобилей в течение 20 мин, ед | Проехало автомобилей в течение 1 ч, ед | Общий путь, пройденный общим количеством автомашин за 1 ч, км (L) |
| Легковой (Б) |  |  |  |
| Грузовой (Б) |  |  |  |
| Автобусы (Б) |  |  |  |
| Легковой (ДТ) |  |  |  |
| Грузовой (ДТ) |  |  |  |
| Автобусы (ДТ) |  |  |  |

Общий путь, пройденный выявленным количеством автотранспорта каждого типа за 1 ч, определяется по формуле, км:

Lобщ = Nа × LУЧ,

где Lобщ — расстояние, пройденное каждым типом автомобилей, км;

Nа — количество автотранспорта, учтенного в течение 1 ч;

LУЧ — длина учетного участка, км.

Определить пробеговый выброс каждым видом транспорта и общий суммарный по учётному участку.

**Таблица 2.8. Удельные пробеговые выбросы различных групп автомобилей (Кввп)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  автотранспорта | Удельные пробеговые выбросы, мг/м (г/км) | | | | | | | | |
| CO | CnHn | NO2 | C | SO2 | Pb | SO3 | С20Н12 | NO |
| Легковой (Б) | 19,8 | 2,3 | 0,28 | - | 0,07 | 0,035 |  | 0,18х10-6 | 0,043 |
| Автобусы,  Грузовые (Б) | 37,3 | 6,9 | 0,8 | - | 0,19 | 0,043 | 0,85 | 0,73х10-6 | 0,234 |
| Легковой, «Газели» (ДТ) | 28,5 | 3,5 | 0,6 | - | 0,11 | 0,054 | 0,88 | 0,6х10-6 | 0,832 |
| Автобусы, Грузовые (ДТ) | 6,2 | 1,1 | 3,5 | 0,3 | 0,56 | - |  | 0,2х10-6 | 4,72 |

Найти массы вредных веществ, появляющихся в результате движения проезжающего транспорта по исследуемой территории (m, г):

m ввп/час = Lобщ х КВВ п,

где Квв п— удельные пробеговые выбросы, (г/км)

ввп – конкретное вещество (СО/SO2/NO2/Pb/CnHn/сажа).

Поскольку расчет количества машин произведен за 1 час, то расчетная пробеговая масса вредных веществ получена за 1 час (г/час). Для приведения в соответствие расчетных данных по выбросам, зависящим от расхода топлива и пробега, надо пробеговые выбросы тоже пересчитать на 1 год. Для перерасчета применить число часов в сутках и число дней в году.

m ввп/час х 24 х 365 = m ввп/год , (г/год)

Произвести расчеты по каждому компоненту (вредному веществу) и виду транспорта отдельно. Массы одного компонента от разных видов транспорта и разного вида топлива суммируются.

m ввт + m ввп/год = m вв годовая

Для дальнейшего расчета концентрации и сравнения с ПДКсс необходим расчет суточных масс компонентов.

m вв суточная = m вв годовая : 365

Результаты расчетов по выбросам после перерасчета занести в таблицу 2.9.

**Таблица 2.9. Выделение вредных веществ от автотранспорта**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вредное  Вещество | | Масса вредного вещества при сгорании топлива (m ввт), г | Масса вредного вещества по пробеговому выбросу (m ввп), г | Общая масса вредного вещества (m вв), | |
| годовая | суточная |
| СО | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| SO2 | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| NO2 | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| Pd | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| SO3 | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| CnHn | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| Сажа | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| NO | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |
| С20Н12 | Б  ДТ |  |  |  |  |
|  |  |

**2.3.3. Задание 3.3. Определить концентрации вредных веществ и объем воздуха для разбавления до санитарных норм**

Для определения концентрации вредных веществ (мг/м3) на учетной территории необходимо определить их массу (общую и по видам) и объем воздуха по формуле:

Vу = Lуч × Ш × Н, м3

гдеL — расстояние, взятое для учета транспорта, м;

Ш— ширина проезжей части дороги (например, 60 ─ 70 м, среднее от дома до дома);

Н — высота, равная росту человека, м (1,7 – 2,0);

V*у*— объём воздуха на учетной территории, м3.

Концентрация вредных веществ на учетную территорию определяется по формуле:

СВВ.= m ввсут × 1000 **:** Vу, мг/м3,

где m ввсут - суточная масса компонентов (табл. 2.9).

Сравнить полученные значения с предельно допустимой концентрацией (ПДКсс) и определить превышение.

К = С ВВ **:** ПДКСС.*.*

При К>1, качество атмосферного воздуха на исследуемой территории не соответствует требованиям экологической безопасности.

**Таблица 2.10. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вредное вещество | Класс  опасности | Предельно допустимые  концентрации, мг/м3 (ПДК) | |
| ПДКМР | ПДКСС |
| Двуокись азота (NO2) | 2 | 0,085 | 0,04 |
| Сажа | 3 | 0,15 | 0,05 |
| Свинец и его соединения (Рb) | 1 | 0,001 | 0,0003 |
| Оксид углерода  (СО) | 3 | 5 | 3,0 |
| Углеводороды  (СnHn) | 4 | 0,03 | 0,005 |
| Пыль | 3 | 0,5 | 0,15 |
| Двуокись серы  (SO2) | 2 | 0,5 | 0,05 |
| Без(а)пирен  (C20H12) | 1 |  | 10-6 |
| Сернистый ангидрид (SO3) | 3 | 0,5 | 0,15 |
| Окись азота (N2O) | 2 | 0,4 | 0,06 |

Стандарты среднесуточной концентрации SO2, мг/м3; Польша для жилых зон – 0,35, специальных – 0,075; Нидерланды – 0,075 не превышает 50 % проб, 0,25 – 98 %; США – 0,26; Франция -0,75; Швеция – 0,25.

По компонентам, превышающим ПДКсс, найти необходимый для разбавления объём воздуха. Объем воздуха, необходимый для разбавления (при безветрии) опасной концентрации до санитарных норм, определяется следующим образом, м3:

V вр = m ВВ сут **:** ПДКСС,

где m вв сут - суточная масса компонентов (табл. 2.9).

Данные занести в таблицу 2.11.

**Таблица 2.11. Количество чистого воздуха, необходимого для разбавления опасной концентрации на учетной территории до санитарных норм**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вредное  вещество | Концентрация вредных  веществ на учетной территории, мг/м3, (СВВ) | Объем воздуха,  необходимый для разбавления, м3 (Vвр) |
| СО |  |  |
| SO2 |  |  |
| NO2 |  |  |
| Pd |  |  |
| SO3 |  |  |
| CnHn |  |  |
| Сажа |  |  |
| NO |  |  |
| С20Н12 |  |  |

**Сделать вывод** об экологичности изучаемой территории, указать, к каким последствиям могут привести выявленные нарушения экологических норм.

**2.4. Задание 4. Определить необходимую площадь зеленых насаждений компенсирующих израсходованный автотранспортом кислород**

**2.4.1 Расчёт 4.1.** **Определить площадь лесного массива, который необходим для воспроизводства кислорода, израсходованного автотранспортом**

Площадь лесного массива, который необходим для воспроизводства кислорода, израсходованного автотранспортом изучаемого объекта (жилого дома, региона) определяем перемножив продуцирование кислорода одним гектаром лесного массива (ППР О 1ГА ЛМ) на расход кислорода (т) на сожженное топливо (RО) (S НЛМА), га,

SНЛМА = RО**:** ППР О 1ГА ЛМ,

где ППР О 1ГА ЛМ – продуцирование кислорода одним гектаром лесного массива (взять по смешанным лесам, часть 1табл. 1.2), т/га,

RО - расход кислорода (т) на сожженное топливо.

Отсюда SОБЩ = S зел нас треб + S НЛМА,

где S зел нас треб  - площадь насаждений разных типов для восполнения нехватки кислорода населению района обследования (часть 1, задача 13). Привести к единым единицам измерения (га или м2).

**2.4.2**  **Расчёт 4.2. Определить площадь дополнительных посадок, с учетом потерь кислорода**.

Вследствие кислотных дождей, катастрофических природных явлений и антропогенного воздействия ежегодно теряется 20–25 % продуктивности лесных массивов.

При планировании посадок зеленых насаждений в крупных промышленных городах надо учитывать потери кислорода из-за снижения продуктивности от антропогенного загрязнения атмосферы. Таким образом, площадь насаждений надо увеличить на 25%.

Sс уч к.д. = SОБЩ × 1,25

**2.4.3. Расчёт 4.3. Определить площадь дополнительных посадок с учетом выделения углекислого газа жителями района, их личным транспортом и проезжающими мимо автомобилями.**

Оценить количество выделяемых оксидов углерода (по СО и СО2 в совокупности) всеми указанными источниками и сопоставить со способностью его утилизации растениями, имеющимися на данный момент, и расчётной требуемой площадью, если монооксид тоже перейдет в усваиваемую растениями форму СО2.

Используя молекулярные массы окиси и двуокиси углерода, определить коэффициент увеличения массы газа при переходе в форму СО2.

Молекулярная масса СО: Мсо = Мс + Мо,

Молекулярная масса СО2: Мсо2 = Мс + 2Мо,

где Мс – молекулярная масса углерода (12),

Мо – молекулярная масса кислорода (16).

Коэффициент увеличения массы газа Кув = Мсо2 : Мсо

m СОх = Кув х m CО + М СО2Ж Н РЕГ

m CО - выделяемое количество СО транспортом жителей исследуемого объекта и проезжающими мимо автомобилями за год. Использовать данные по результатам расчетов из табл. 2.9 (m со годовая),

М СО2Ж Н РЕГ - результат расчетов из части 1, расчет 7.

Массы привести к единым единицам измерения - килограммы или тонны, в зависимости порядка полученных значений.

Определить необходимую площадь зеленых насаждений для утилизации всей массы оксидов углерода

SОБЩ ЛМ погл СО = m СОх : mпогл СО2 др ф,

где: mпогл СО2 др ф – поглощение СО2 зелёными насаждениями (взять по смешанным лесам, т/м2). В таблице 1.1 части 1 значения указаны в т/га и их можно выразить в т/м2, учитывая, что 1га=10000м2.

Учесть снижение эффективности растений от кислотных осадков:

S погл СО с уч к.д. = SОБЩ ЛМ погл СО × 1,25.

**Сделать выводы.** Сопоставить полученные результаты по совокупному потреблению О2 и выделению СО2. Оценить экологичность изучаемой территории для населения с учётом вклада всего автотранспорта.

**2.5. Задание 5. Определить интенсивность движения автотранспорта и выбросы СО и других компонентов выхлопных газов с учетом метеоусловий и особенностей местности.**

**2.5.1. Расчет 5.1. Определить интенсивность движения транспорта на обследуемой территории.**

На основе данных таблицы 2.7. найти суммарное число проехавших за час автомобилей всех типов.

N а сум = N а.л. + N а.гр. + N а.авт.

Проводится суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом согласно ГОСТ 32965-2014. Улицу оценивают по уровню интенсивности движения автотранспорта:

Перерасчет вести в зависимости от времени суток и характера движения

в час «пик» - N а сум х 12

не в час «пик» - N а сум х 24

ночное время - N а сум х 36,

где N а сум – суммарное число машин всех типов в час.

Расчет произвести только согласно реальной ситуации на момент исследования.

Интенсивность:

очень низкая интенсивность движения – до 2,7 тыс. автомобилей в сутки,

низкая– 2,8-9,9 тыс.ед/сут

средняя - 10-19,9 тыс ед/сут.

высокая - 20-32 тыс. ед/сут.

очень высокая – более 32 тыс.ед/сут.

**2.5.2. Расчет 5.2. Провести оценку улицы и определить коэффициенты, учитывающие особенности территории и метеоусловия.**

Найти коэффициент аэрации местности (Ка), используя данные таблицы 2.12.

## Таблица 2.12. Коэффициент аэрации местности

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип местности** | ***Ка*** |
| Транспортные тоннели1 | 2,7 |
| Транспортные галереи2 | 1,5 |
| Магистральные улицы3, улицы с многоэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке4 | 1,0 |
| Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке4 | 0,6 |
| Городские улицы с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, насыпи | 0,4 |
| Пешеходные тоннели | 0,3 |

1 Транспортный тоннель — предназначен для пропуска транспортных средств по трассе железных и автомобильных дорог, скоростного трамвая, специальных видов транспорта (например, поездов на магнитной или воздушной подушке). Существуют совмещённые транспортные тоннели для нескольких видов транспорта (например, для автомобилей и железнодорожных поездов); иногда по изолированным отсекам таких тоннелей организуют движение велосипедистов и пешеходов.

К транспортным тоннелям относят также городские тоннели в составе транспортных развязок и в районах крупных вокзалов, аэропортов, торговых центров (для подвоза грузов, товаров, почты и пр.).

2Транспортная галерея – протяженная полая строительная конструкция, предназначенная для размещения и укрытия технологических коммуникаций. Пролетные строения галерей принадлежат к одной из 3-х групп:

* несущие конструкции пролетных строений из стальных ферм с параллельными поясами, с ограждающими конструкциями панельного типа из различных материалов.
* несущие конструкции пролетных строений из сварных двутавровых балок, в том числе с ограждающими конструкциями покрытия и перекрытия различного типа.
* несущие конструкции пролетных строений из металлических оболочек прямоугольного или круглого сечения, совмещающих несущие и ограждающие функции.

3Магистральная улица — вид улиц в России. Магистральные улицы связывают между собой районы и социально-значимые объекты города, обеспечивают подъезд к внешним автомобильным дорогам. На них приходится основной поток движения общественного транспорта в городе (приложение 1).

4 Улицы и дороги в выемке - проезжая часть расположена значительно ниже уровня тротуаров и полос озеленения (приложение 2).

Найти коэффициент уклона дорожного полотна (Ку), используя данные таблицы 2.13.

## Таблица 2.13. Коэффициент, учитывающий изменения загрязнения в зависимости от величины уклона\*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Продольный уклон (о)** | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| ***Ку*** | 1,00 | 1,06 | 1,07 | 1,18 | 1,55 |

## \*Крутизна подъема или спуска участка дороги характеризуется отношением разности отметок h между крайними точками к расстоянию / между ними. Эта величина называется продольным уклоном.

Найти коэффициент скорости ветра (Кс), используя данные таблицы 2.14.

## Таблица 2.14. Коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Скорость ветра, м/с** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ***Кс*** | 2,7 | 2,0 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |

Найти коэффициент относительной влажности воздуха (Кв), используя данные таблицы 2.15.

## Таблица 2.15. Коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Относительная влажность, %** | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 |
| ***Кв*** | 1,45 | 1,3 | 1,15 | 1,00 | 0,85 | 0,75 |

Найти коэффициент пересечений (Кп), используя данные таблицы 2.16.

## Таблица 2.16. Коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип пересечений** | ***Кп*** |
| Без пересечения | 1 |
| Регулируемое пересечение |  |
| -со светофором | 2,1 |
| -без светофора | 2,0 |
| Нерегулируемое пересечение |  |
| - со снижением скорости | 1,9 |
| - кольцевое | 2,2 |
| - с остановкой | 3,0 |

**2.5.3. Расчёт 5.3. Определить коэффициент токсичности разных типов автомобилей по выбросам в атмосферу.**

**Таблица 2. 17 Коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу окиси углерода**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип автомобиля** | Ктi | Доля транспорта в потоке (***ni***) | ni∙Ктi |
| Лёгкий грузовой | 2,3 |  |  |
| Тяжёлый грузовой | 0,2 |  |  |
| Легковой | 1,0 |  |  |
| Автобус | 3,7 |  |  |
|  |  |  | ∑ |

По результатам перерасчета определить долю автотранспорта в потоке в долях единицы ***ni.***

***ni*** = N а i/N а сум

Результаты занести в таблицу 2.17.

Найти Кт – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу окиси углерода:

***Кт =* Σ(*ni∙Ктi*),**

где ***ni*** – состав автотранспорта в долях единицы; ***Ктi*** – коэффициент токсичности данного типа автотранспорта.

**2.5.4. Расчёт 5.4. Оценить концентрацию окиси углерода с учетом дополнительных условий**

Концентрация окиси углерода с учетом дополнительных условий определяется по формуле Бегма и Шаповалова:

***Кдусо* = (0,5+0,01*N*∙*Кт)∙Ка∙Ку∙Кс∙Кв∙Кп,***

где **0,5** – фоновое загрязнение атмосферного воздуха не транспортного происхождения, мг/м3,; ***N а. сум*** – суммарная интенсивность движения автотранспорта на городской дороге, автом./час; ***Кт***– коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу окиси углерода; ***Ка*** – коэффициент аэрации местности (табл. 2.12); ***Ку*** – коэффициент, учитывающий изменения загрязнения в зависимости от величины уклона (табл. 2.13); ***Кс***- коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра (табл. 2.14); ***Кв*** - коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха (табл. 2.15); ***Кп*** – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений (табл. 2.16).

**Вывод:** сравнить полученный результат с **ПДК выбросов автотранспорта** по **окиси углерода**, которая **равна 3 мг/м3**.

Так как в расчете применяются коэффициенты, зависящие от погодных условий, то в выводе надо обязательно указывать – «на момент исследования», поскольку расчетное значение концентрации СО изменится при изменении погоды.

В случае превышения нормативных значений концентрации СО (ПДКсо), назовите ухудшающие факторы.

Ухудшающие факторы – это все пункты из оценки улицы, где коэффициент был больше 1. Выделите факторы погодные, т.е. переменные, и локальные, т.е. неизменяемые, зависящие от особенностей местности (уклон, перекрестки и т.д.). Определите ухудшающую роль локальных факторов, как произведение увеличивающих коэффициентов. В перечень переменных ухудшающих факторов надо включить высокую и очень высокую интенсивность движения.

Кт в ухудшающие факторы не входит.

1. Переменные:

* погодные
* интенсивность движения

1. локальные:

В случае превышения ПДКсо, определить, какая могла бы быть концентрация оксида углерода при благоприятных погодных условиях.

Кду со : (Кс х Кв)

Если превышение ПДКсо сохраняется - предложите мероприятия по снижению уровня выбросов.

**2.5.5. Расчёт 5.5. Определить концентрации вредных выбросов автотранспорта с учетом локальных и метеоусловий.**

На основе соотношения пробегового выделения вредных компонентов (Квв п) (табл. 2.8.), определить концентрации других компонентов. Квв выбрать по преобладающему виду транспорта, или усреднить по основным представленным видам. Данные занести в таблицу 2.18.

**Таблица 2.18** **Концентрации вредных веществ от автотранспорта**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вредное  вещество | Пробеговое выделение вредных компонентов, (Квв п) | Концентрация вредных  веществ на учетной территории, мг/м3, (СВВ) | Расчетные концентрации с учетом дополнительных условий, мг/м3, (Кду вв) | ПДКСС, мг/м3 |
| СО |  |  | Кду со | 3,0 |
| SO2 |  |  | Кду SO2 | 0,05 |
| NO2 |  |  | Кду NO2 | 0,04 |
| Pd |  |  | Кду Pd | 0,0003 |
| SO3 |  |  | Кду SO3 | 0,15 |
| CnHn |  |  | Кду CnHn | 0,005 |
| Сажа (С) |  |  | Кду С | 0,05 |
| NO |  |  | Кду NO | 0,06 |
| С20Н12 |  |  | Кду С20Н12 | 10-6 |

Кду вв = (Квв п х Кду со) / Ксо

Из расчета 2.3. п.2.2.3. табл. 2.11 заполнить значения Свв и сопоставить с результатами, полученными при учете дополнительных условий.

Сделать вывод об экологичности условий, сравнив Кду с ПДКсс.

Часть 3. Экономическая оценка ущерба от загрязнений атмосферы

**Экономическая оценка** методом укрупненного счета удельного ущерба Уатм (руб/год), причиняемого выбросом загрязненный в атмосферный воздух, для любого источника определяется по формуле

**Уатм=γσfM ,**

Где γ – удельный ущерб, константа, численное значение которой равно 2,4 руб/усл.т. (может меняться в зависимости от роста цен), для 2003 года поправочный коэффициент цен-128 и дополнительный, для применения в 2022г, составляет 3,23.

σ-коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территории, для атмосферы города Красноярска-1,68, Железногорска-1,54.

f - безразмерный множитель, учитывающий характер рассеивания примесей в атмосфере. Его величина зависит от скорости оседания частиц, высоты их выбросов от земли, температуры газа. В частности, для частиц, оседающих со скоростью 1-20 см/с, она находится в пределах 0,89-4, для частиц, оседающих со скоростью менее 1 см/с-1-0,08:

оксиды неметаллов и газы сопоставимые по плотности с воздухом – 1;

летучие соединения – 0,5;

кислоты, щёлочи – 1,5;

пыль, оксиды кремния, сажа – 2,5;

металлы и их оксиды (в виде пыли) – 4.

Коэффициент относительной опасности определяется по формуле

**σ=Σ(S/Sзаз)σi**(i=1,N)

где S-площадь части зоны активного загрязнения (ЗАЗ);

Sзаз-площадь зоны активного загрязнения, определяемая по методике, га;

i-номер части ЗАЗ, относящейся к одному из типов территорий.

М-приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл.т/год.

Величина приведенной массы выброса загрязнений в атмосферу определяется по формуле

**M=ΣAimi**(i=1,N)

где N-общее число загрязнителей; Расчет вести по всем определяемым компонентам.

Аi-безразмерный показатель относительной активности примеси вида, усл.т/т;

mi-масса годового выброса вида в атмосферу, т. или на 1т. продукции.

Значение показателя А определяется по формуле:

**Ai=1/ПДКi**

где ПДКi-предельно допустимая концентрация i-го вещества в воздухе. Из всех видов атмосферных ПДК используется тот, который имеет наименьшее значение.

Расчет экологического ущерба от загрязнения атмосферы автотранспортом провести общей массе вредного вещества (m ввгод).

Данные занести в таблицу 3.1

**Таблица 3.1. Экономическая оценка ущерба от загрязнений атмосферы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вещество** | ***m* (т)** | **ПДКсс** | **А = 1 / ПДК** | **f** | ***mf*A** |
| СО |  |  |  |  |  |
| SO2 |  |  |  |  |  |
| NO2 |  |  |  |  |  |
| Pd |  |  |  |  |  |
| SO3 |  |  |  |  |  |
| CnHn |  |  |  |  |  |
| Сажа |  |  |  |  |  |
| NO |  |  |  |  |  |
| С20Н12 |  |  |  |  |  |
| **fM** |  |  |  |  | *mf*A |

Из таблицы 2.9 части 2 необходимо брать перечень веществ и годовые значения масс по компонентам, выраженные в тоннах, т.к. оценивается годовой ущерб, наносимый транспортом атмосфере исследуемого района.