

**Новосибирский государственный аграрный университет
Инженерный институт**

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Методические указания
для практических занятий**

Новосибирск 2023

УДК 504(076.5)

ББК 20.1я73

Составители: *Е.Л. Дзю*, канд. биол. наук, доц.;
В.А. Понуровский, канд. техн. наук, доц.;

Рецензент: *Е.А. Тян*, канд. биол. наук, доц.

Инженерная экология: методические указания для практических занятий / Новосибир. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; сост.: Е.Л. Дзю, В.А. Понуровский. – Новосибирск, 2023. – 20 с.

В методическом указании представлены вопросы инженерной экологии. К каждой теме практического занятия приведены темы для обсуждения, практические задания и вопросы, примеры решения задач.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

Утвержден и рекомендован к изданию методическим советом Инженерного института (протокол № 4 от 30.11.2022 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения курса «Инженерная экология» является формирование представлений о характере влияния человеческой деятельности, различных антропогенных источников на физические, химические и биологические процессы, протекающие в различных оболочках Земли; ознакомление с основными принципами инженерной защиты окружающей среды, касающиеся рационального природопользования, обеспечения экологической безопасности и в целом охраны окружающей среды; формирование знаний о способах очистки отходящих газов, сточных вод и способах обезвреживания токсичных отходов.

В курсе «Инженерная экология» используются следующие виды занятий и контроля знаний: лекции, практические занятия, написание реферата, сдача зачёта. Лабораторные занятия должны помочь студентам осуществлять расчёты, связанные с количественной оценкой содержания загрязняющих веществ в окружающей среде; оценивать экологическую обстановку окружающей среды; прогнозировать и оценивать негативные последствия, связанные с антропогенной деятельностью человека.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Природные ресурсы и рациональное природопользование

Время - 2 часа.

Основные термины и понятия

Природные ресурсы – совокупность природных объектов и явлений, которые используются человеком для поддержания своего существования.

Особо охраняемые природные территории – участки суши или водной поверхности, которые в силу своего природоохранного и иного значения полностью или частично изъяты из хозяйственного пользования и для которых установлен режим особой охраны.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, химических соединений, образовавшиеся при производстве или выполнении работ и утратившие целиком или частично исходные свойства.

Темы для обсуждения

1. Классификация природных ресурсов.
2. Динамика сокращения биологического разнообразия на планете.
3. Основные причины утраты биологического разнообразия.
4. Деградация почв, причины.
5. Основные виды антропогенного воздействия на почвы: эрозия, загрязнение, засоление и заболачивание, опустынивание, отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.
6. Основные мероприятия по защите почв от деградации.
7. Пути решения проблемы ресурсов полезных ископаемых.

Оценка исчерпаемости природного ресурса

Если известен уровень добычи природного ресурса в текущем году и потребление данного ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью

прироста ежегодного потребления, то возможно оценить срок исчерпания данного природного ресурса. Для расчета используется сумма членов ряда геометрической прогрессии:

$$Q = \frac{q \left((1 + TP/100)^t - 1 \right)}{TP/100}, \quad (3.1)$$

где Q — запас ресурсов; q — годовая добыча ресурса; TP — прирост потребления ресурса; t — число лет.

Логарифмирование выражения для Q дает следующую формулу для расчета срока исчерпания ресурса:

$$t = \frac{\ln \left(\frac{QTP}{q100} + 1 \right)}{\ln(1 + TP/100)}. \quad (3.2)$$

Таким образом, можно прогнозировать темпы исчерпания природных ресурсов.

Задания

1. В таблице приведены исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов:

	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млрд т.	310	1280	110	0,0033	0,34	0,00028	0,046	0,19
Добыча ресурса q , млн т./год	3819	5000	1775	0,039	12	0,016	1,1	0,8
Прирост объема потребления ресурса, TR % в год	2	4,5	4	2	3,5	3	1,5	2

Рассчитайте время исчерпания приведенных в таблице ресурсов. Сделайте вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов. Назовите меры, которые, по вашему мнению, помогут в решении проблемы истощения важнейших энерго-ресурсов.

2. Начертите график темпа вымирания видов птиц на Земле. С 1700 по 1749 гг. исчезло 6 видов; с 1750 по 1799 гг. — 10 видов; с 1800 по 1849 гг. — 15 видов; с 1850 по 1899 гг. — 26 видов; с 1900 по 1949 гг. — 33 вида; с 1950 по 2000 гг. — 37 видов. Поясните тенденцию исчезновения видов птиц за последние 300 лет. Какие последствия для человека и природы имеет вымирание птиц. Назовите основные причины вымирания птиц.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Инженерная защита окружающей среды

Время - 2 часа.

Основные термины и понятия

Качество окружающей природной среды – степень соответствия ее характеристик потребностям человека и технологическим требованиям.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – представляет собой количество загрязнителя в почве, воздушной или водной среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) – уровень физического радиационного воздействия, шума, вибрации, магнитных полей и др., который не представляет опасности для здоровья человека и его потомства.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) или сброс (ПДС) – максимальное количество загрязняющих веществ, которое может быть выброшено данным конкретным предприятием в атмосферу (ПДВ) или сброшено в водоем (ПДС), не вызывая при этом превышения в них ПДК загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Предельно допустимая нагрузка на природную среду (ПДН) – максимально возможные антропогенные воздействия на природные ресурсы или комплексы, не приводящие к нарушению устойчивости экологических систем.

Экологическая емкость территории – потенциальная способность природной среды перенести какую-либо антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем.

Экологический мониторинг – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы или отдельных ее элементов под влиянием антропогенных воздействий.

Санитарно-защитная зона – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделенных в атмосферу веществ (50-1000 м).

Архитектурно-планировочные решения – правильное взаимное размещение источников выбросов и населенных мест с учетом направления ветров, сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов и др.

Темы для обсуждения

1. Качество окружающей среды.
2. Основные экологические нормативы.
3. Мониторинг окружающей среды. Классификация мониторинга.
4. Цели и задачи экологического мониторинга.
5. Методы мониторинга.

Экологические нормативы

Качество окружающей природной среды оценивается с помощью экологических нормативов (ПДК, ПДУ, ПДВ, НДС).

ПДК устанавливаются на основе комплексных исследований и постоянно контролируются органами Госкомсанэпиднадзора. В нашей стране действует более 1900 ПДК вредных веществ для водоемов, более 500 — для атмосферного воздуха и более 130 — для почв.

Для нормирования содержания вредных веществ в атмосферном воздухе установлены два дополнительных норматива – разовая и среднесуточная ПДК.

Максимально разовая ПДК (ПДК_{м.р.}) – концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 30 мин рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Среднесуточная ПДК (ПДК_{с.с.}) — концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

Для вредных веществ безопасная концентрация в окружающей среде определяется следующим выражением:

$$C_i \leq \text{ПДК} - C_{\phi}, \quad (3.3)$$

где C_i — фактическая концентрация вредного вещества; C_{ϕ} — фоновая концентрация вредного вещества в воздухе, воде или почве.

При содержании в воздухе, воде или почве нескольких загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия, например, в воздухе SO_2 и NO_x , NO_2 , O_3 и формальдегида, общее загрязнение окружающей среды не должно превышать единицы:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (3.4)$$

где C_i — фактическая концентрация вредных веществ в воздухе, воде или почве;

m — количество загрязняющих веществ.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) физического воздействия (радиационного воздействия, шума, вибрации, магнитных полей и др.) — это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) и норматив допустимого сброса (НДС) — это максимальное количество загрязняющих веществ, которое может быть выброшено данным конкретным предприятием в атмосферу (ПДВ) или сброшено в водоем (НДС), не вызывая при этом превышения в них ПДК загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Задания

Пользуясь данными табл. 1, рассчитайте размеры лесопарковой зоны г. Томска, учитывая, что численность городского населения составляет 520 тыс. человек. Сделайте вывод о том, насколько г. Томск отвечает требованиям ВОЗ по размерам лесопарковой зоны. ВОЗ считает, что на одного гражданина должно приходиться 50 м² городских зеленых насаждений и 300 м² пригородных.

Таблица 1

Рекомендуемые размеры лесопарковой зеленой зоны в городах РФ

Городская, тыс. человек	Лесопарковая зона, га /1000 чел.
500 - 1000	25
250 - 500	20
100 - 250	15
До 100	10

ПДК диоксида азота в воздухе рабочей зоны 2 мг/м³. Концентрация диоксида азота, измеренная автоматическим газоанализатором, равна 0,005 % об. Превышает ли фактическая концентрация норму?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Защита атмосферы

Время - 2 часа.

Основные термины и понятия

Атмосфера – газовая оболочка Земли, состоящая из смеси различных газов, водяного пара и пыли.

Загрязнение атмосферного воздуха – любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Кислотный дождь – осадки, имеющие $\text{pH} = 3 - 5$.

Парниковые газы – пары воды, CO_2 , CH_4 , хлорфторуглероды и др.

Парниковый эффект – увеличение содержания парниковых газов в атмосфере и, как следствие, нагрев нижних слоев атмосферы и поверхности Земли.

Озоновая дыра – пространство в озоновом слое атмосферы с заметно пониженным (до 50 %) содержанием озона.

Циклон – устройство для очистки выбросов в атмосферу от аэрозолей (пыли, золы), принцип действия которого основан на оседании частиц под действием силы тяжести.

Скруббер – устройство для очистки выбросов в атмосферу от аэрозолей (пыли, золы), принцип действия которого основан на оседании частиц пыли на поверхности капель под действием сил инерции или броуновского движения.

Фильтр – устройство для очистки выбросов в атмосферу от аэрозолей (пыли, золы), принцип действия которого основан на осаждении частиц пыли на тонких фильтрующих перегородках.

Электрофильтр – устройство для очистки выбросов в атмосферу от аэрозолей (пыли, золы), принцип действия которого основан на ионизации и осаждении частиц в электрическом поле.

Абсорбционный метод – метод извлечения вредных компонентов из промышленных выбросов с помощью жидких поглотителей (абсорбентов).

Адсорбционный метод – метод извлечения вредных компонентов из промышленных выбросов с помощью адсорбентов – твердых тел с ультрамикроскопической структурой (активированный уголь, цеолиты, Al_2O_3).

Темы для обсуждения

1. Строение атмосферы.
2. Экологические функции атмосферы.
3. Источники загрязнения атмосферы.
4. Классификация выбросов в атмосферу по агрегатному состоянию.
5. Экологические последствия загрязнения атмосферы: кислотные дожди, парниковый эффект, озоновые дыры.
6. Средства защиты атмосферы.
7. Устройства для очистки технологических выбросов в атмосферу от аэрозолей: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, фильтры, электрофильтры.
8. Способы очистки от газообразных примесей: каталитическое превращение, абсорбция, адсорбция.

Загрязнители атмосферного воздуха

Основными загрязнителями атмосферного воздуха, образующимися как в процессе хозяйственной деятельности человека, так и в результате природных процессов, являются диоксид серы SO₂, диоксид углерода CO₂, оксиды азота NO_x, твердые частицы – аэрозоли. Их доля составляет 98% в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо этих основных загрязнителей, в атмосфере наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ: формальдегид, фенол, бензол, соединения свинца и других тяжелых металлов, аммиак, сероуглерод и др. ПДК некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест приведены в табл. 2.

Таблица 2

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ
в атмосферном воздухе населенных мест

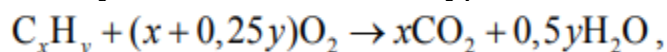
Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		разовая ПДК	среднесуточная ПДК
Азота диоксид NO ₂	2	0,085	0,04
Азота оксид NO	3	0,4	0,06
Аммиак	4	0,2	0,04
Ацетон	3	0,35	–
Бензин	4	5,0	1,5
Ртуть	1	–	0,0003
Сажа	3	0,15	0,05
Сероводород H ₂ S	2	0,008	–
Серы диоксид SO ₂	3	0,5	0,05
Углерода диоксид CO	4	5,0	3,0
Фенол	2	0,01	0,003
Формальдегид	2	0,035	0,003

Расчет выбросов от автомобильного транспорта

Большая часть загрязнения атмосферного воздуха приходится на долю автомобильного транспорта. В крупных городах она составляет более 70% всех вредных выбросов в атмосферу.

Основная причина загрязнения воздуха разнообразными двигателями, использующими в качестве топлива продукты нефтепереработки, заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Камера сгорания двигателя – своеобразный химический реактор, синтезирующий загрязняющие вещества, выделяющиеся с выхлопными газами в атмосферу.

Основная химическая реакция, протекающая в процессе сгорания топлива, может быть представлена следующим обобщенным уравнением:



где C_xH_y – условное обозначение гаммы углеводородов, входящих в состав топлива. Однако эта реакция не проходит полностью.

Основными загрязняющими веществами, входящими в состав выхлопных газов практически всех двигателей, являются CO, C_xH_y, NO_x. При определенных условиях в выхлопных газах содержатся также SO₂, сажа, бензапирен, соединения свинца (табл. 3).

На основании большого количества натуральных измерений выбросов разработана «Методика по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» (РД-17-89) от 1990 г. В одном из разделов этой методики представлен расчет выбросов вредных веществ от автомобилей с различными типами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (бензиновыми, дизельными, газовыми и др.).

Таблица 3

Содержание вредных веществ в отработавших газах (ОГ)

Вредное вещество	Содержание в ОГ ДВС	
	дизели	бензиновые
Оксид углерода	0,005 - 0,5 об. %	0,25 - 10 об. %
Оксиды азота в пересчете на азот	0,004 - 0,5 об. %	0,01 - 0,8 об. %
Сернистый ангидрид	0,003 - 0,05 об. %	—
Углеводороды в пересчете на углерод	0,01 - 0,5 об. %	0,27 - 0,3 об. %
Бензапирен	До 10 мкг/м ³	До 20 мкг/м ³
Сажа	До 1,1 г/м ³	До 0,4 г/м ³
Соединение свинца	—	Выбрасывается до 85 % соединений свинца (от количества введенного в бензин с ТЭС)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от зоны технического обслуживания и ремонта автомобилей

Цель работы. Овладеть методикой расчета выбросов токсических компонентов отработавших газов от автомобилей в зоне ТО и ремонта.

Время - 2 часа.

Методические указания

Зона ТО и ремонта является основной для предприятий автосервиса. Для предприятий автосервиса характерно применение тупиковых постов, как универсальных, так и специализированных (например, посты по регулировке управляемых колес, по регулировке и ремонту двигателей). Поточные линии на предприятиях автомобильного транспорта встречаются редко, в связи с чем в данной работе методика расчета выбросов загрязняющих веществ для зон ТО и ремонта с поточной организацией труда не рассматривается.

Источниками выбросов вредных веществ в зонах ТО и ремонта являются автомобили, перемещающиеся по территории зоны.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями рассчитывается выброс CO, CH, NO_x, SO₂ и Pb (Pb – только при использовании этилированного бензина); с газовыми двигателями – CO, CH, NO_x, SO₂; с дизелями – CO, CH, NO_x, C, SO₂.

Для помещения зоны ТО и ТР с тупиковыми постами валовой выброс *i*-го вещества (т/год) рассчитывается по формуле

$$M_{Ti} = \sum_{k=1}^n (2m_{lik} \cdot S_T + m_{npik} \cdot t_{np}) N_k \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где m_{lik} – пробеговой выброс i -го вещества автомобилем k -й группы, г/км (см. табл. 2, 5);
 m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы, г/мин;

S_T – расстояние от ворот помещения до поста ТО и ТР, км;

N_k – количество ТО и ТР, проведенных в течение года для автомобилей k -й группы;

t_{np} – время прогрева, $t_{np} = 1,5$ мин.

Максимально разовый выброс i -го вещества G_{Ti} (г/с) рассчитывается по формуле

$$G_{Ti} = \frac{(m_{lik} \cdot S_T + 0,5m_{npik} \cdot t_{np}) \cdot N_{1Tk}}{3600}, \quad (2)$$

где N_{1Tk} – наибольшее количество автомобилей, находящихся в зоне ТО и ТР на типовых постах в течение часа.

Если на предприятии имеются несколько зон ТО и ремонта, расчет проводится для каждой из них отдельно.

При нахождении в зоне ТО и ремонта поста контроля токсичности отработавших газов максимально разовые выбросы зоны ТО и ремонта и поста контроля суммируются.

Порядок выполнения работы

1. Вариант задания (табл. 3) определяется преподавателем.

2. Используя исходные данные варианта и материал табл. 1, 2, 4, 5, рассчитать по формулам валовые и максимально разовые выбросы нормируемых компонентов отработавших газов автомобилей от зоны технического обслуживания и ремонта автомобилей

3. Результаты расчетов поместить в табл. 4.

Таблица 3

Исходные данные для практической работы №4

Исходные данные		Вариант																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S_T , м		20	25	10	15	20	25	20	15	10	25	20	15	10	25	30	15	10	25	20	30
N_k , шт.	$1,2 < V_{\text{дв}} < 1,8$	15	10	65	20	75	20	25	70	35	60	85	30	35	40	45	50	55	90	25	75
	$1,8 < V_{\text{дв}} < 3,5$	50	65	70	60	75	80	85	90	50	45	25	75	65	75	80	75	60	45	30	25
	$V_{\text{дв}} > 3,5$	40	30	50	30	10	40	30	35	40	30	50	25	30	20	55	40	45	30	35	30
N_{1Tk} , шт.	$1,2 < V_{\text{дв}} < 1,8$	1	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	$1,8 < V_{\text{дв}} < 3,5$	2	1	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	1
	$V_{\text{дв}} > 3,5$	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1

Таблица 4

Выбросы загрязняющих веществ от зоны технического обслуживания и ремонта автомобилей

Наименование выброса	Единицы измерения	CO	CH	NOx	C	SO ₂
Валовой выброс от зоны ТО и ТР						
Максимально разовый выброс от зоны ТО и ТР						

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Расчет выбросов загрязняющих веществ на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей

Цель работы. Овладеть методикой расчета выбросов загрязняющих веществ на постах контроля токсичности отработавших газов автомобилей.

Время - 2 часа.

Методические указания

Для автомобилей с бензиновыми двигателями валовой выброс CO, CH, NO_x, SO₂ и Pb (т/год) при контроле токсичности отработавших газов определяется по формуле

$$M_{ki} = \sum_{k=1}^k n_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{uc1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{uc2}) 10^{-6}, \quad (3)$$

где n_k – количество проверок данного типа автомобилей в год;

m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы для теплого периода года, г/мин;

m_{xxik} – удельный выброс i -го вещества при работе на холостом ходу двигателя автомобиля k -й группы, г/мин;

t_{np} – время прогрева автомобиля на посту контроля (принимается равным 1,5 мин);

t_{uc1} – среднее время работы двигателя на малых оборотах холостого хода при прогреве (принимается равным 3 мин);

A – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества автомобилями k -й группы при работе двигателя автомобиля на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 1,8);

t_{uc2} – среднее время работы двигателя на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 1,5 мин);

Максимально разовый выброс i -го вещества (г/с) определяется по формуле:

$$G_i = \frac{(m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{uc1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{uc2}) N_{1k}}{3600}, \quad (4)$$

где N_{1k} – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту.

Расчет G_i производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

Расчет выбросов соединений свинца производится только при использовании этилированного бензина.

Для автомобилей с дизельными двигателями валовой выброс загрязняющих веществ (CO, CH, NO_x, C, SO₂) (т/год) при контроле дымности отработавших газов определяется по формуле

$$M_{ki} = \sum_{k=1}^k n_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{ucnik} \cdot t_{ucn}) \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

где n_k – количество проверок в год автомобилей k -й группы;

m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы для теплого периода года, г/мин;

m_{ucnik} – удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля k -й группы, г/мин;

t_{np} – время прогрева автомобиля на посту контроля, $t_{np} = 3$ мин;

t_{ucn} – время испытаний, $t_{ucn} = 4$ мин.

Удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний m_{ucnik} определяется

по формуле (г/мин):

$$m_{ucnik} = m_{xxik} \cdot k_i, \quad (6)$$

где k_i – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества при проведении контроля дымности (табл. 5).

Таблица 5

Значения коэффициента увеличения удельных выбросов при проведении контроля дымности отработавших газов

Загрязняющее вещество	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
k_i	3,0	5,0	2,5	10	1,5

Максимально разовый выброс i -го вещества (г/с) определяется по формуле

$$G_i = \frac{(m_{npik} \cdot t_{np} + m_{ucnik} \cdot t_{ucn}) N_{1k}}{3600}, \quad (7)$$

где N_{1k} – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту.

Расчет G_i производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

При одновременном контроле на нескольких постах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями валовые выбросы одноименных веществ суммируются. Так же производится расчет и максимально разовых выбросов.

В случае контроля на одном посту автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями в качестве максимально разовых выбросов G_i принимаются значения для автомобилей, имеющих наибольшие выбросы по i -му компоненту.

Порядок выполнения работы

1. Вариант задания определяется преподавателем.
2. Используя исходные данные варианта и материал рассчитать по формулам валовые и максимально разовые выбросы нормируемых компонентов отработавших газов (ОГ) автомобилей на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей.
3. Результаты расчетов поместить в табл. 7.

Таблица 6

Исходные данные для практической работы №5

Исходные данные		Вариант																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n_k , год ⁻¹	$1,2 < V_{\text{дв}} < 1,8$	15	10	65	20	75	20	25	70	35	60	85	30	35	40	45	50	55	90	25	75
	$1,8 < V_{\text{дв}} < 3,5$	50	65	70	60	75	80	85	90	50	45	25	75	65	75	80	75	60	45	30	25
	$V_{\text{дв}} > 3,5$	40	30	50	30	10	40	30	35	40	30	50	25	30	20	55	40	45	30	35	30
N_{1k} , шт.	$1,2 < V_{\text{дв}} < 1,8$	1	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	$1,8 < V_{\text{дв}} < 3,5$	2	1	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	1
	$V_{\text{дв}} > 3,5$	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1

Таблица 7.

Выбросы загрязняющих веществ на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей

Наименование выброса	Единицы измерения	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
Валовой выброс на посту контроля токсичности ОГ						
Максимальный разовый выброс на посту контроля токсичности ОГ						

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.
Расчет выбросов загрязняющих веществ
от помещений мойки автомобилей

Цель работы. Овладеть методикой расчета выбросов загрязняющих веществ от различных типов помещений мойки автомобилей.

Время – 2 часа.

Методические указания

Для предприятий автосервиса характерно применение различных типов моечных установок, от шланговых до автоматических с принудительным приводом. В данной работе рассматриваются методики расчетов выбросов для следующих основных вариантов организации работ на мойках:

- мойки с тупиковыми постами;
- мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля самоходом;
- мойки при перемещении автомобиля с помощью конвейера.

Источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на мойке является работающий двигатель автомобиля, в связи с чем организация работы на посту оказывает определяющее влияние на состав и количество выбросов.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями и двигателями, работающими на газовом топливе, рассчитывается выброс CO, CH, NO_x, SO₂, Pb (Pb – только при использовании этилированного бензина); с дизелями – CO, CH, NO_x, C, SO₂.

Валовые выбросы *i*-го вещества (M_i) (т/год) и максимально разовые выбросы (G_i) (г/с) рассчитываются по следующим формулам.

Для помещения мойки с тупиковыми постами:

$$M_{Ti} = \sum_{k=1}^k (2m_{lik} \cdot S_T + m_{npik} \cdot t_{np}) N_k \cdot 10^{-6}, \quad (8)$$

где m_{lik} – пробеговый выброс *i*-го вещества автомобилем *k*-й группы, г/км (см. табл.2, 5);
 m_{npik} – удельный выброс *i*-го вещества при прогреве двигателя автомобиля *k*-й группы, г/мин (см табл. 1, 4);

S_T – расстояние от ворот помещения до моечной установки, км;

t_{np} – время прогрева, $t_{np} = 0,5$ мин;

N_k – количество автомобилей *k*-й группы, обслуживаемых постом мойки в течение года;

$$G_{Ti} = \frac{(2m_{lik} \cdot S_T + m_{npik} \cdot t_{np}) N_{1k}}{3600}, \quad (9)$$

где N_{1k} – наибольшее количество автомобилей, обслуживаемых мойкой в течение часа.

Для помещений мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля самоходом:

$$M_{Pi} = \sum_{k=1}^k (m_{lik} \cdot S_{Pi} + m_{npik} \cdot t_{np} \cdot b) N_k \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

где S_{Pi} – расстояние от въездных ворот помещения мойки до выездных ворот, км;

b – среднее число пусков двигателя одного автомобиля в помещении мойки;

$$G_{Pi} = \frac{(m_{lik} \cdot S_{Pi} + m_{npik} \cdot t_{np} \cdot b) N_{1k}}{3600}. \quad (11)$$

При перемещении автомобиля с помощью конвейера:

$$M_{Pi} = \sum_{k=1}^k [m_{lik} \cdot (S_1 + S_2)] + m_{npik} \cdot t_{np} \cdot b) N_k \cdot 10^{-6}, \quad (12)$$

$$G_{\Pi i} = \frac{\sum_{k=1}^k [m_{lik} \cdot (S_1 + S_2)] + m_{npik} \cdot t_{np} \cdot b}{3600} N_{1k}, \quad (13)$$

где S_1, S_2 – расстояние от въездных ворот до конвейера и от конвейера до выездных ворот, км.

Значения удельных выбросов m_{npik} и m_{lik} принимаются для теплого периода года. При наличии нескольких помещений мойки расчет M_i и G_i проводится для каждого помещения отдельно.

Расчет G_{Ti} и $G_{\Pi i}$ производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

Порядок выполнения работы

1. Вариант задания (табл. 8) определяется преподавателем.
2. Используя исходные данные варианта и материал рассчитать по формулам валовые и максимально разовые выбросы нормируемых компонентов отработавших газов (ОГ) автомобилей на мойках с разными формами организации работ. Для всех видов моек величины N_k и N_{1k} считать неизменными.
3. Результаты расчетов поместить в табл. 9.

Таблица 8

Исходные данные для практической работы №4

Исходные данные		Вариант																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S_T , м		20	10	15	25	15	10	20	25	30	20	10	15	25	15	10	20	25	30	15	10
S_{Π} , м		25	30	20	15	35	40	30	35	10	15	20	25	30	35	25	15	30	25	30	40
S_1 , м		10	30	20	15	35	40	30	35	10	15	20	25	30	35	25	15	30	25	30	40
S_2 , м		15	10	25	20	10	25	15	20	25	10	35	20	20	10	30	25	15	20	20	15
N_k , шт.	$1,2 < V_{об} < 1,8$	145	100	165	120	175	120	125	170	135	160	185	130	135	140	145	150	155	190	125	175
	$1,8 < V_{об} < 3,5$	150	165	170	160	175	180	185	190	150	145	125	175	165	175	180	175	160	145	130	125
	$V_{об} > 3,5$	140	130	150	130	110	40	130	135	140	130	150	125	130	120	155	140	145	130	135	130
N_{1k} , шт.	$1,2 < V_{об} < 1,8$	1	2	1	2	3	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	$1,8 < V_{об} < 3,5$	2	1	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	2
	$V_{об} > 3,5$	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1
b		3	4	3	5	4	6	3	4	5	6	2	3	4	5	6	3	2	4	5	3

Таблица 9

Выбросы загрязняющих веществ в помещениях мойки автомобилей

Наименование выброса	Единицы измерения	CO	CH	NOx	C	SO ₂
Валовой выброс для помещения мойки с тупиковыми постами						
Валовой выброс для помещения мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля самоходом						
Валовой выброс для помещения мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля с помощью конвейера						
Максимально разовый выброс для помещения мойки с тупиковыми постами						
Максимально разовый выброс для помещения мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля самоходом						
Максимально разовый выброс для помещения мойки с поточными линиями при перемещении автомобиля с помощью конвейера						

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.

Расчет выбросов загрязняющих веществ на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей

Цель работы. Овладеть методикой расчета выбросов загрязняющих веществ на постах контроля токсичности отработавших газов автомобилей.

Время – 2 часа.

Методические указания

Для автомобилей с бензиновыми двигателями валовой выброс CO, CH, NO_x, SO₂ и Pb (т/год) при контроле токсичности отработавших газов определяется по формуле

$$M_{ki} = \sum_{k=1}^k n_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{uc1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{uc2}) 10^{-6}, \quad (14)$$

где n_k – количество проверок данного типа автомобилей в год;

m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы для теплого периода года, г/мин;

m_{xxik} – удельный выброс i -го вещества при работе на холостом ходу двигателя автомобиля k -й группы, г/мин;

t_{np} – время прогрева автомобиля на посту контроля (принимается равным 1,5 мин);

t_{uc1} – среднее время работы двигателя на малых оборотах холостого хода при прогреве (принимается равным 3 мин);

A – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества автомобилями k -й группы при работе двигателя автомобиля на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 1,8);

t_{uc2} – среднее время работы двигателя на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 1,5 мин);

Максимально разовый выброс i -го вещества (г/с) определяется по формуле

$$G_i = \frac{(m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{uc1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{uc2}) N_{1k}}{3600}, \quad (15)$$

где N_{1k} – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту.

Расчет G_i производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

Расчет выбросов соединений свинца производится только при использовании этилированного бензина.

Для автомобилей с дизельными двигателями валовой выброс загрязняющих веществ (CO, CH, NO_x, C, SO₂) (т/год) при контроле дымности отработавших газов определяется по формуле

$$M_{ki} = \sum_{k=1}^k n_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{ucnik} \cdot t_{ucn}) \cdot 10^{-6}, \quad (16)$$

где n_k – количество проверок в год автомобилей k -й группы;

m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы для теплого периода года, г/мин;

m_{ucnik} – удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля k -й группы, г/мин;

t_{np} – время прогрева автомобиля на посту контроля, $t_{np} = 3$ мин;

t_{ucn} – время испытаний, $t_{ucn} = 4$ мин.

Удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний m_{ucnik} определяется по формуле (г/мин):

$$m_{ucnik} = m_{xxik} \cdot k_i, \quad (17)$$

где k_i – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества при проведении контроля дымности (табл. 10).

Таблица 10

Значения коэффициента увеличения удельных выбросов при проведении контроля дымности отработавших газов

Загрязняющее вещество	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
k_i	3,0	5,0	2,5	10	1,5

Максимально разовый выброс i -го вещества (г/с) определяется по формуле

$$G_i = \frac{(m_{npik} \cdot t_{np} + m_{ucnik} \cdot t_{ucn}) N_{1k}}{3600}, \quad (18)$$

где N_{1k} – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту.

Расчет G_i производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

При одновременном контроле на нескольких постах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями валовые выбросы одноименных веществ суммируются. Так же производится расчет и максимально разовых выбросов.

В случае контроля на одном посту автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями в качестве максимально разовых выбросов G_i принимаются значения для автомобилей, имеющих наибольшие выбросы по i -му компоненту.

Порядок выполнения работы

1. Вариант задания определяется преподавателем.
2. Используя исходные данные варианта и материал рассчитать по формулам валовые и максимально разовые выбросы нормируемых компонентов отработавших газов (ОГ) автомобилей на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей.
3. Результаты расчетов поместить в табл. 12.

Таблица 11

Исходные данные для практической работы №7

Исходные данные		Вариант																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n_k , ГОД ⁻¹	$1,2 < V_{\partial\partial} < 1,8$	15	10	65	20	75	20	25	70	35	60	85	30	35	40	45	50	55	90	25	75
	$1,8 < V_{\partial\partial} < 3,5$	50	65	70	60	75	80	85	90	50	45	25	75	65	75	80	75	60	45	30	25
	$V_{\partial\partial} > 3,5$	40	30	50	30	10	40	30	35	40	30	50	25	30	20	55	40	45	30	35	30
N_{1k} , шт.	$1,2 < V_{\partial\partial} < 1,8$	1	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	$1,8 < V_{\partial\partial} < 3,5$	2	1	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	1
	$V_{\partial\partial} > 3,5$	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1

Таблица 12

Выбросы загрязняющих веществ на посту контроля токсичности отработавших газов автомобилей

Наименование выброса	Единицы измерения	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
Валовой выброс на посту контроля токсичности ОГ						
Максимальный разовый выброс на посту контроля токсичности ОГ						

**Перечень основных нормативно-правовых актов,
регламентирующих природоохранную
деятельность**

1. Конституция Российской Федерации от 12.12. 1993.
2. Федеральный закон № 7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды».
3. Федеральный закон от 27.12.02 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
4. Федеральный закон от 4.05.1999. №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
5. Федеральный закон от 21.02.1992. №2395-1 (в ред. от 29.05.2002) «О недрах».
6. Федеральный закон от 24.04.1995. № 52-ФЗ «О животном мире».
7. Федеральный закон от 23.11.1995. № 117-ФЗ (в ред. от 15.04.1998) «Об экологической экспертизе».
8. Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
9. Федеральный закон от 05.06.1996 г. «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности».
10. Федеральный закон от 16.07. 1998. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».
11. Федеральный закон от 17.12.1998. № 191-ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации».
12. Федеральный закон от 23.02.1995. № 26-ФЗ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах».
13. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11. 1995. № 163-ФЗ (в ред. от 24.12.2002).
14. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ.
15. Лесной кодекс Российской Федерации (2007).
16. ГОСТ 17.0.0.01-76 Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения.
17. ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
18. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
19. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
20. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
21. ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
22. ГН 2.1.6.695-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
23. ГН 2.1.6.696-98 Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
24. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
25. ПДК 3086-84 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

26. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

27. СанПиН 2.1.6.1032-01 Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.

28. СНиП II-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.

29. СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

30. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).

31. СП 2.6.1.799-99 Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Основные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брюхань Ф.Ф. Промышленная экология: учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. – М.: Форум, 2022. – 208 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=387060>

2. Герасименко В.П. Экология природопользования: учеб. пособие / В.П. Герасименко. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 355 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104841-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=379891>

3. Николайкин Н.И. Экология: учебник / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. - 9-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 615 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105965-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=364714>

4. Потапов А.Д. Экология: учебник / А.Д. Потапов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 528 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102384-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=418857>

Составители: *Дзю Елизавета Леонидовна,*
Понуровский Виктор Андреевич

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Методические указания
для практических занятий**

Подписано в печать 25 декабря 2022 г.
Формат 60 x 84 1/16. Объем 3,1 уч.-изд.л.
Тираж 100 экз. Изд. №45. Заказ №

Мини-типография Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147