

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионально образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.А. Щепетова

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

ПРАКТИКУМ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов
направления 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2015

УДК 574(075.8)

ББК 20.1

Щ56

Рецензенты: доктор технических наук, профессор
А.Г. Ветошкин;
старший преподаватель кафедры
«Инженерная экология» И.Н. Симонова
(ПГУАС)

Щепетова В.А.

Щ56 Экология городской среды. Практикум: учеб. пособие /
В.А. Щепетова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 112 с.

Рассмотрены основные источники антропогенного влияния, направления и методики экологического контроля городской среды. Изложены проблемы взаимодействия человека – общества – природы и предложены варианты практических работ в данном тематическом направлении. Практические задания состоят из теоретической и расчетной частей, вопросов для самопроверки.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Инженерная экология» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» и может быть использовано на практических занятиях по дисциплине «Экология городской среды».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015

© Щепетова В.А., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный выпускник направления «Строительство» должен обладать не только определенным комплексом и уровнем специальных знаний, но и определенным уровнем экологического мировоззрения и мышления, который позволит анализировать и оценивать собственную производственную деятельность относительно ее воздействия на природную среду города.

Устойчивое экологическое развитие городов в условиях все возрастающего антропогенного давления является центральной проблемой человеческого общества, так как при ее решении может быть обеспечено само существование человечества как части общества.

Созданию и сохранению условий для устойчивого экологического развития города может способствовать только получение выпускниками технических вузов различного профиля фундаментальных знаний законов развития, существования, функционирования искусственных экосистем разного уровня.

Особое место в современном мире приобретает целенаправленное распространение социально-экологических знаний через систему высшего образования. Знакомство с дисциплиной «Экология городской среды» как с самостоятельным научным направлением поможет студентам сформировать свою точку зрения на экологические проблемы человечества и найти пути их решения в непростой экологической обстановке.

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

- способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5).

ВВЕДЕНИЕ

Характерными чертами современного этапа общественного развития являются быстрый рост городов и увеличение числа проживающих в них людей. В городских поселениях формируется особая среда жизни человека – городская (урбанизированная) среда. Понятия «окружающая среда», «городская среда» в разных их модификациях в последнее время стали очень распространенными и приобрели значение ключевых. Исследованием проблем среды занимаются многие науки, в том числе и география, разные ее ветви – социальная, медицинская, физическая, рекреационная и др. Сложности явления соответствует и многоаспектность исследований. Возрастающее внимание к изучению проблем среды – характерное проявление экологизации и гуманизации современной науки.

В процессе развития человеческой цивилизации города становились средой жизнедеятельности всевозрастающего числа людей. В России 73 % населения сосредоточено в городах. В некоторых странах эта доля еще выше. И как общая тенденция развития и роста городов – прогрессирующее ухудшение в них условий жизни. Одна из величайших трагедий городов в том, что, будучи высшим достижением человеческой цивилизации, они становятся не только неудобными, но и в значительной степени опасными для жизни, даже для жизни будущих поколений. Различные компоненты городской среды тесно связаны между собой. В процессе их взаимодействия усиливаются противоречия между отдельными компонентами. В результате активной преобразующей деятельности человечества возникла новая экологическая среда с высокой концентрацией антропогенных факторов. Такие из них, как загрязнение атмосферного воздуха, высокий уровень шума, электромагнитные излучения, являются непосредственным продуктом индустриализации, другие – сосредоточение предприятий на ограниченной территории, высокая плотность населения, миграционные процессы и т.д. – являются следствием урбанизации как формы расселения. Более всего естественная среда обитания изменяется в крупных городах. Этому способствуют специфический ритм жизни, психоэмоциональная обстановка труда и быта и пр.

Дисциплина «Экология городской среды» является неотъемлемой частью процесса формирования экологического мышления современного бакалавра-инженера и понимания им тесной связи качества жизни и здоровья человека с окружающей средой.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПТГ – природно-техногенные геосистемы

D_m – частная демографическая емкость

S – площадь территории исследуемого района, m^2

F – лесистость района в долях от общей площади

ЭТТ – экологическая техноемкость территории

ЭДИ – эргодемографический индекс

ПДТН – предельно допустимая техногенная нагрузка

ПДК – предельно допустимая концентрация, mg/m^3

ПДК_{м.р} – максимальная разовая предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, mg/m^3

ПДК_{с.с} – среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, mg/m^3

ПДК_{р.з} – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в рабочей зоне, mg/m^3

ПДВ – предельно допустимый выброс

C_{ϕ} – фоновая концентрация

M_x – замеренное количество вредного вещества, выбрасываемого за 1 секунду, mg/c

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы

СИ – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси

c – средняя для поста или города концентрация i -й примеси, mg/m^3

ПДС – предельно допустимый сброс

ОДУ – ориентировочные допустимые уровни

ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Q – расход воды в водотоке, m^3/c

D – коэффициент турбулентной диффузии, m^2/c

V_{cp} – средняя скорость течения реки на участке между местом выпуска сточных вод и контрольным створом, m/c

БПК – биохимическое потребление кислорода

ВВ – взвешенные вещества

КИЗВ – комбинаторный индекс загрязненности воды

УКИЗВ – удельный комбинаторный индекс загрязнения воды

ХПК – химическое потребление кислорода

КПЗ – критические показатели загрязненности воды

ОС – окружающая среда

LD₅₀ – полумлетальная доза, mg/l , mg/kg , mg/m^3

Практическая работа № 1

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Теоретическая часть

Понятие емкости территории используется при проектировании хозяйственного освоения и заселения территорий, для регламентации хозяйственной деятельности с целью обеспечения совместимости ее с окружающей средой (геоэкологического равновесия).

Геоэкологическое равновесие наблюдается в том случае, если соблюдаются предельно допустимые антропогенные нагрузки на окружающую природную среду, которые устанавливаются через емкость территории.

Полная геоэкологическая емкость территории – это способность природно-техногенных геосистем (ПТГ) удовлетворять потребности населенных мест без нарушения экологического равновесия. Она определяется, во-первых, объемами основных природных резервуаров – воздушного бассейна, совокупностью водоемов и водотоков, земельных площадей и запасов почв, биомассы флоры и фауны, во-вторых, мощностью потоков биогеохимического круговорота, обновляющих содержимое этих резервуаров, скоростью местного атмосферного газообмена, пополнением объемов чистой воды, процессов почвообразования и продуктивности биоты.

В геоэкологическую емкость территории входят демографическая емкость, репродуктивный потенциал биоты, экологическая техноемкость территории.

Демографическая емкость территории – максимальное количество жителей, которые могут проживать на определенной территории при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия. Демографическая емкость оценивается по наличию земель, пригодных для промышленного и гражданского строительства, водных и рекреационных ресурсов, по условиям организации пригородной агропромышленной базы.

Демографическая емкость определяется исходя из наименьшего значения частных демографических емкостей:

- **по наличию территории:**

$$D_{T1} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \times 1000}{H}, \quad (1.1)$$

где D_{T1} – частная демографическая емкость;

S_i – территория, имеющая наиболее благоприятные условия для проживания, га;

H – потребность в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы (для сельскохозяйственных зон с высокой потребностью в частных наделах она составляет 30–40 га, для промышленных районов H – 20–30 га);

- **по обеспеченности водными ресурсами D_w** (складывается из запасов подземных и поверхностных вод):

$$D_w = D_2 + D_3,$$

где D_2 – частная демографическая емкость по запасам поверхностных вод, чел.;

D_3 – то же по запасам подземных.

$$D_2 = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot K \cdot 1000}{B_{\text{пов}}}; \quad (1.2)$$

$$D_3 = \sum_{i=1}^n \frac{E_i \cdot S_i \cdot 1000}{B_{\text{подз}}}, \quad (1.3)$$

где Q – сумма расходов воды в водотоках на входе в территорию, м³/сут;

K – коэффициент разбавления сточных вод водой (для северных районов – 0,1, для южных – 0,25);

$B_{\text{пов}}$ – нормативная обеспеченность водой поверхностных источников 1 тыс. жителей в сутки на бытовые, производственные и рекреационные цели, принимается в пределах 1000–2000 м³/сут (в сельскохозяйственных районах с большим числом индивидуальных хозяйств $B = 2000$ м³/сут);

E – эксплуатационный модуль подземного стока, м³/(сут·га);

S – площадь территории, га;

$B_{\text{подз}}$ – нормативная водообеспеченность подземными водами 1 тыс.

жителей в экстремальных ситуациях ($40 \text{ м}^3/\text{сут}$) или $0,04 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{чел.})$;

• **по рекреационным ресурсам.** Определяется из статистически установленных показателей, при которых максимальная численность отдыхающих (40 % отдыхающих) в зависимости от климатических условий распределяется следующим образом: в районах с умеренным климатом: в лесу – 75 %; у воды – 25 %, в районах с жарким климатом: в лесу – 25 %; у воды – 75 %.

А) Демографическая емкость по организации отдыха в лесу

$$D_4 = (1000 \cdot F \cdot S \cdot K_{3.3}) / (H \cdot M), \quad (1.4)$$

где S – территория района, га;

F – лесистость района в долях от общей площади;

$K_{3.3}$ – коэффициент, учитывающий зеленые зоны городов (может варьироваться от 0,1 до 0,8);

H – ориентировочный норматив потребности 1 тыс. жителей в рекреации (при средней допустимой нагрузке 5 чел./га принимается равным 2 км^2);

M – коэффициент распределения отдыхающих в лесу и у воды (в умеренном климате $M = 0,3$, в жарком $M = 0,1$).

Б) Демографическая емкость по организации отдыха у воды

$$D_5 = (2 \cdot L \cdot C \cdot 1000) / (K_{\text{п}} \cdot M), \quad (1.5)$$

где L – протяженность водотоков, пригодных для купания, км;

C – коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей (в лесной зоне – 0,5, в степной – 0,3);

$K_{\text{п}}$ – средний норматив потребностей 1000 жителей в пляжах (принимается равным 0,5), км;

M – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (умеренный климат 0,1–0,15; жаркий, сухой – 0,3–0,4);

• **по условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы**

$$D_6 = (S_s \cdot E \cdot 1000) / P, \quad (1.6)$$

где S_s – площадь территорий, благоприятных или ограниченно благоприятных для ведения сельского хозяйства, га;

E – коэффициент, учитывающий возможность использования

сельскохозяйственных угодий под пригородную базу (0,1–1,0);
 P – показатель ориентировочной потребности 1 тыс. жителей в землях пригородной сельскохозяйственной базы, га (500–2000 га).

Сравнив соотношение частных демографических емкостей территории (D_1 – D_6), выбирают наименьшую из них, являющуюся лимитирующей, значение которой определяет геоэкологически оптимальное число жителей для данной территории.

Репродукционный потенциал территории

Репродуктивный потенциал определяется способностью территории воспроизводить свои основные компоненты – кислород, водные ресурсы, почвенно-растительный покров и т.д.

Репродуктивная способность территории по кислороду определяется через биологическое производство органического вещества растительных сообществ

$$\Pi_k = \sum_{i=1}^n C_i \cdot S_p \cdot K_1, \quad (1.7)$$

где C_i – ежегодное производство органического вещества i -м растительным сообществом (принимается равным: для смешанного леса – 1,0–1,5, пашни – 0,5–0,6, пастбища – 0,4–0,5, зеленых зон населенных мест – 0,08–0,1 тыс.т/км²;

K_1 – коэффициент перехода от биологической продуктивности к свободному кислороду (принимается равным 1,45).

Репродуктивная способность по водным ресурсам определяется по формуле:

$$\Pi_v = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot S_i \cdot K_2, \quad (1.8)$$

где S_i – площадь территории, занимаемая участками с известными модулями стока, км²;

λ_i – модуль поверхностного стока данного участка, тыс.м³/км²;

K_2 – коэффициент неравномерности стока (в зависимости от конкретных условий от 0,1 до 1,0).

Для определения репродуктивной способности подземных вод вместо K_2 подставляют коэффициент фильтрации и учитывают возможный водозабор.

Репродуктивную способность почвенного покрова определяют косвенно через показатели эродированности и распаханности почв, заlesenности, а также биохимической активности.

Экологическая техноёмкость территории

Экологическая техноёмкость территории (ЭТТ) – это обобщенная характеристика территории, количественно соответствующая максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и перенести в течение длительного времени совокупность реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств.

Расчет превышения ЭТТ сводится к определению фактической интегральной техногенной нагрузки на определенную территорию или совокупность реципиентов и сопоставлению ее с предельно допустимой техногенной нагрузкой на эту территорию. Расчет ЭТТ основан на эмпирически подтвержденном допущении, согласно которому ЭТТ составляет долю общей геоэкологической емкости территории, определяемую коэффициентом вариации отклонений характеризуемого состояния среды от естественного уровня и его колебаний. Превышение этого уровня изменчивости приписывается антропогенным воздействиям, достигшим предела устойчивости природного комплекса территории.

Если трем компонентам среды обитания – воздуху, воде и земле (включая биоту экосистем и совокупность реципиентов) приписывать индексы соответственно 1, 2 и 3, то ЭТТ может быть приближенно вычислена по формуле

$$H_m = \sum_{n=1}^3 \mathcal{E}_i \cdot X_i \cdot A_i, \quad (1.9)$$

где H_m – оценка ЭТТ, выраженная в единицах массовой техногенной нагрузки (усл. т/год);

\mathcal{E}_i – оценка экологической емкости i -й среды (т/год);

X_i – коэффициент вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде;

A_i – коэффициент перевода массы в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей), усл. т/т.

Экологическая емкость каждого компонента среды рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = V \cdot C \cdot F, \quad (1.10)$$

где V – экстенсивный параметр, определяемый размером территории, площадью (км^2) или объемом (км^3):

- для воздуха

$$V_1 = S \cdot H;$$

здесь S – площадь территории, км^2 ;

H – приведенная высота слоя воздуха (км), подвергающегося техногенному загрязнению (в зависимости от типа природной геосистемы от 0,01 до 0,05 км);

- для воды V_2 – полный среднегодовой объем всех поверхностных водоемов и водотоков на территории, км^3 ;

- для земли $V_3 = S$;

C – содержание (концентрация, плотность) главных экологически значимых субстанций в 1-й среде (т/км^2 или т/км^3):

- для воздуха (содержание кислорода и углекислого газа) $C_1 = 3 \cdot 10^5$, т/км^3 ;

- для воды $C_2 = 10^9$ т/км^3 ;

- для земли C_3 – плотность поверхностного распределения сухого вещества биомассы на территории, т/км^2 ;

F – скорость кратного обновления объема или массы среды, $(\text{год})^{-1}$:

- для воздуха

$$F_1 = 55896 \cdot v / \sqrt{S};$$

здесь v – годовая средняя скорость ветра, м/с ;

- для воды

$$F_2 = (0,0315 \cdot f + 3 \cdot 10^6 W \cdot S) / V_2,$$

где f – сумма расходов воды в водотоках при входе в территорию, $\text{м}^3/\text{с}$;

W – среднее годовое количество осадков, мм ;

- для биоценозов территории

$$F_3 = P_{\text{в}} / B;$$

где $P_{\text{в}}$ – средняя годовая продукция сухого вещества биомассы, т/год ;

$B = C_3 \cdot V_3$ – среднегодовая биомасса сухого вещества, т .

Значения коэффициента X :

- для воздуха (естественные колебания содержания кислорода и углекислого газа в атмосферном воздухе)

$$X_1 = 3 \cdot 10^{-6};$$

- для воды равнинных рек и озер

$$X_2 = (4 \pm 0,2) \cdot 10^{-5};$$

- для биоты на основании данных о дисперсиях продукции биоценозов; в зависимости от типа биоценозов изменяется от 0,03 до 1.

$$X_3 = 0,43 \cdot F_3.$$

Суммарная предельно допустимая техногенная нагрузка

Предельно допустимая техногенная нагрузка [1, 4] определяется из условия сохранения целостности экосистем и качества среды путем преобразования солнечной энергии для процессов самоочищения и регенерации.

Энергетический эквивалент суммарной ПДТН рассчитывается по формуле:

$$\text{ПДТН}_Э = k_{\text{ан}} - (72R + 123 W + 0,6 P) S - k_e N_э, \quad (1.11)$$

где $k_{\text{ан}}$ – коэффициент, учитывающий антропогенную насыщенность территории ($k_{\text{ан}} = 1 + \lg(\text{ЭДИ})$, здесь ЭДИ – эргодемографический индекс);

R – радиационный баланс территории, ккал/(см²·год);

W – средний модуль поверхностного стока, м³/(га·сут.) (при отсутствии прямых указаний для большинства районов $W \sim 0,01w$, где w – годовое количество осадков, мм);

P – удельная продукция сухого вещества биомассы, т/(км²·год) ($P = P_э/S$);

k_e – нормативный минимум бытового расхода энергии на одного человека, тут/(чел.·год) (в зависимости от климатических условий в пределах СНГ k_e изменяется от 0,5 до 1,5, в среднем можно принять $k_e = 1$ тут/(чел.·год));

N – общая численность населения территории, чел.

Практическая часть

Задача 1. Определите демографическую емкость территории для трех вариантов, представленных в табл. 1.1.

Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Указание.

Расчеты выполнять для частных демографических емкостей D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 . Принять величину:

– H – потребности в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы равной 35 га;

– K – коэффициента разбавления сточных вод водой равной 0,1;

– $V_{\text{пов}}$ – нормативной обеспеченности водой поверхностных источников 1 тыс. жителей в сутки на бытовые, производственные и рекреационные цели равной 1500 м³/сут;

– $K_{з.з}$ – коэффициента, учитывающего зеленые зоны городов, равной 0,4;

– M – коэффициента распределения отдыхающих в лесу равной 0,3;

– E – коэффициента, учитывающего возможность использования сельскохозяйственных угодий под пригородную базу, равной 0,5;

– P – показателя ориентировочной потребности 1 тыс. жителей в землях пригородной сельскохозяйственной базы равной 1250 га.

Задача 2. Рассчитайте экологическую техноемкость территории для трех вариантов, используя данные табл. 1.1. Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Указание.

Принять величину:

H – приведенную высоту слоя воздуха, подвергающегося техногенному загрязнению, равной 0,02 км;

X – коэффициента вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде для воды равнинных рек и озер равной $4 \cdot 10^{-5}$;

A_i – коэффициента перевода массы в условные тонны для воздуха и земли равной 0,5, для воды 0,4 усл. т/т.

Варианты заданий к практической работе № 1, задачам 1, 2, 3

Параметры	Варианты заданий												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Структура территории													
Общая площадь, км ²	222,3	1670,8	781,4	2161,1	802,3	1726,3	2000,1	954,7	1294,5	628,5	1985,2	1098,8	
Селитебные, транспортные и прозоны, км ²	49,6	188,8	248,5	248,5	123,6	110,5	268,1	78,3	173,4	106,2	131,0	183,5	
Леса и насаждения, км ²	71,6	524,6	190,7	1004,9	273,6	944,4	870,0	103,1	639,5	52,1	823,8	287,9	
Сельскохозяйственные земли, км ²	70,5	902,0	312,5	721,8	318,5	600,6	692,0	697,9	372,8	441,8	1015,2	536,2	
Население													
Население, тыс. чел.	342,67	55,91	159,13	157,17	124,54	106,08	239,70	45,38	126,35	79,52	143,24	207,71	
Процент городского населения, %	95,2	48,6	77,0	65,2	70,8	73,7	78,5	39,9	55,9	75,9	77,7	80,6	
Рождаемость, на 1000 чел.	9,4	11,1	11,8	10,5	9,8	1-1,4	11,5	12,9	10,1	10,1	10,8	10,2	
Смертность, на 1000 чел.	10,8	13,7	11,7	12,7	11,2	15,7	10,9	14,4	11,7	12,6	13,8	12,8	
Детская смертность, на 1000 чел.	14,9	16,0	15,9	18,8	11,1	14,0	20,6	6,8	13,3	11,2	16,7	18,9	
Общая заболеваемость, на 1000 чел.	920	960	950	980	890	970	1010	890	920	930	989	1008	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Энергетика													
Годовое потребление энергии, тыс. туг*	563	90	5238	616	251	257	933	79	255	3821	440	2814	

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Экосистемы												
Среднегодовая масса (сухое в-во), тыс. т	933	6897	2656	12349	3606	13855	11868	1758	7873	941	10263	3895
Продукция фитомассы, тыс. т/год	96	880	342	1221	374	1293	1127	497	734	304	1179	553
Поглощенная радиация, ПДж/год **	577	4177	2030	5402	2085	4660	5000	2626	3237	1695	4764	2967
Воздушная среда												
Биопродукция O ₂ , тыс. т/год	109	1000	388	1387	425	1469	1280	564	833	345	1339	628
Потребление O ₂ , тыс. т/год	1192	197	11360	1315	546	568	2088	177	543	11920	985	6275
Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	14,6	1,8	1507,2	38,6	3,7	6,3	14,8	0,8	3,7	212,6	22,4	178,7
Водная среда												
Речной сток и проток, млн. м ³ /год	40	624	2243	1477	212	275	388	4800	574	3746	715	2440
Объем поверхностных вод, км ³	0,05	0,64	1,82	1,25	0,23	0,26	0,38	2,73	0,62	1,84	0,57	1,22
Водозабор, млн м ³ /год	34	19	79	37	22	22	55	12	28	839	40	66
Загрязненные стоки, млн м ³ /год	1	6	39	21	15	2	36	6	19	16	33	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Климатические характеристики												
Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² ·год	70	76	88	78	85	94	70	77	86	98	78	83
Радиационный баланс, ккал/см ² ·год	28	34	40	29	35	42	29	32	38	42	30	38
Годовое количество осадков, мм	500	630	680	650	540	570	600	500	700	630	550	640
Средняя скорость ветра, м/с	2,3	3,8	4,5	2,0	4,6	3,7	2,0	3,1	2,5	4,2	2,4	4,3

Задача 3. Определите суммарную предельно допустимую техногенную нагрузку территории для вариантов, представленных в табл. 1.1.

Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Указание.

Принять величину:

W – среднего модуля поверхностного стока принять равной $\sim 0,01w$, где w – годовое количество осадков, мм;

k_e – нормативного минимума бытового расхода энергии на одного человека равной 1 тут/(чел.·год).

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой емкость территории?
2. Дайте определение геоэкологическому равновесию.
3. Как оценивается демографическая емкость территории?
4. Что представляет собой репродуктивный потенциал территории?
5. Дайте определение экологической техноемкости территории.
6. Как определяется экологическая техноемкость территории?
7. Как определяется суммарная предельно допустимая техногенная нагрузка?
8. Какие условия должны быть соблюдены при расчете суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки?

Практическая работа № 2
РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
РАЗМЕРОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ
ПРЕДПРИЯТИЯ

Теоретическая часть

Предельно-допустимые концентрации веществ, загрязняющих атмосферу, в России впервые были введены в 1951 г. Они нормировали содержание в воздухе 10 вредных веществ (пыль, сернистый ангидрид, оксид углерода и т.д.). К 1991 г. их было уже 497, в настоящее время – 589. Применительно к атмосфере различают ПДК: максимальные разовые вредных веществ в воздухе населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{м.р}}$), среднесуточные вредных веществ в воздухе населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{с.с}}$), вредных веществ в воздухе рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{р.з}}$). Все они измеряются массой загрязняющего вещества в единице объема воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$) при нормальных условиях (давление 1 атм, температура 0 °С) [4]. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов регламентируются списком Министерства здравоохранения СССР № 3086-84 с дополнениями, устанавливающими класс опасности вещества, допустимые максимальные разовые и среднесуточные концентрации примесей. $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ – это концентрация, не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, световая чувствительность, изменение биоэлектрической активности головного мозга и т.п.). $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ – основная характеристика опасности тех вредных веществ, которые оказывают немедленное раздражающее действие, ограниченное временем (не более 20 мин). Продолжительность отбора пробы для определения максимальных разовых концентраций также составляет 20 мин. $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ – это концентрация вещества в воздухе населенного пункта, не оказывающая на человека прямого или косвенного негативного влияния при неопределенно долгом круглосуточном вдыхании. Она применяется для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого вредного воздействия вещества при его накоплении в организме человека. При этом имеются в виду среднесуточные концентрации в среднем за год, а не за каждые отдельные сутки. Суточные концен-

трации веществ определяются из данных непрерывного, в течение 24 ч, отбора пробы. Для веществ, которые и обладают немедленным раздражающим действием, и могут накапливаться в организме, устанавливается как ПДК_{м.р}, так и ПДК_{с.с}. Для ряда территорий вводят более строгие, чем для населенных мест, нормативы ПДК. Так, в зонах санаторной охраны курортов, местах размещения крупных санаториев и домов отдыха, зонах отдыха городов они на 20 % меньше, чем в жилых районах. ПДК_{р.з} – это концентрация вещества в воздухе, не вызывающая у трудящихся, находящихся на рабочем месте по 8 ч пять раз в неделю, заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, как в течение всей трудовой деятельности, так и в отдаленной перспективе [6]. Россия была одной из первых стран, где в середине 20-х годов нынешнего столетия стали определять ПДК_{р.з}. В 30-е годы аналогичные ПДК введены в Германии и США. Рабочей зоной в соответствии с гигиеническими нормами [6] считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находится место постоянного или временного пребывания рабочего.

ПДК_{р.з}, как правило, значительно больше, чем для населенных мест. Это объясняется тем, что на предприятии люди присутствуют лишь часть суток, там не могут находиться дети и пожилые люди с ослабленным здоровьем. Кроме того, сами критерии чистоты воздуха для рабочей зоны менее жестки, чем для воздуха жилых районов. В последних не допускается, например, ощущения посторонних запахов во избежание дискомфорта. В рабочей же зоне требуется лишь не нанести ущерб здоровью человека за время пребывания на работе. Так, ПДК_{м.р} для сероводорода составляет 0,008 мг/м³, а ПДК_{р.з} для него равно 10 мг/м³. Предельно-допустимые концентрации веществ для лесных массивов будут немного другими. Для некоторых рабочих помещений ПДК_{р.з} устанавливают, исходя не из гигиенических, а из технологических соображений. Эта величина может быть на порядок более жесткой (помещения электронно-вычислительных машин, сборки полупроводниковых приборов и т.п.). В ряде случаев ПДК_{р.з} ниже ПДК_{с.с} в 2–5 раз, а по ПДК_{м.р} для оксида азота и бензола – в 15 раз. В зависимости от токсичности загрязнители атмосферы подразделяются на четыре класса опасности. Концентрация вредных веществ в атмосфере зависит от их количества, выбрасываемого всеми источниками загрязнения. Чтобы эти концентрации не превышали ПДК, для каждого

источника загрязнения устанавливают предельно-допустимый выброс (ПДВ).

ПДВ – это максимально возможная для данного источника за единицу времени масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Величина ПДВ зависит от местоположения источника по отношению к жилым районам, сочетания выбросов рассматриваемого и других источников, условий рассеивания загрязнителей, температуры воздуха, рельефа местности и других факторов. Поэтому для одинаковых источников загрязнений величины ПДВ могут быть разными. Их устанавливают отдельно для каждого из загрязняющих веществ. Для неорганизованных выбросов и совокупности мелких одиночных источников (вентиляционные выбросы, выбросы стационарных энергоустановок и т.п.) определяют суммарные ПДВ.

Единицей измерения ПДВ является масса загрязнителей в граммах, выбрасываемая за секунду. Контрольные значения предельно-допустимых выбросов не должны превышать в любой двадцатиминутный интервал времени. В целях удобства расчетов при проектировании по каждому веществу для индивидуального источника и в целом для предприятия определяют также выброс в тоннах за год. Сущность расчета ПДВ состоит в том, чтобы выбросы от данного источника в совокупности с выбросами других источников и с фоновой концентрацией C_{ϕ} не создавали приземную концентрацию C вредного вещества, превышающую ПДК.

Практическая часть

Задача 1. Рассчитайте максимальную концентрацию загрязняющего вещества (оксида ванадия) в приземном слое воздуха и определите размеры санитарно-защитной зоны предприятия. Исходные данные указаны в табл.2.1.

Предельно-допустимый выброс рассчитывается по формуле

$$\text{ПДВ}_x = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \text{ (мг/с)}. \quad (2.1)$$

Расход газовой смеси рассчитывается по формуле

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_o \text{ (м}^3\text{/г)}. \quad (2.2)$$

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
W_0 (скорость истечения газа из трубы в атмосферу), м/с	7,5	6	6,5	8,5	9,5	5,5	5,0	7,0	8,0	6,5	6,0	7,5	
P_0 (повторяемость ветров), %	С	10	18	16	12	10	18	16	12	10	18	16	
	СЗ	12	14	16	12	12	14	16	12	12	14	16	
	З	12	10	14	12	10	14	12	12	10	14	12	
	ЮЗ	12	10	10	12	10	10	10	12	10	10	12	
	Ю	12	10	10	12	10	10	10	12	10	10	12	
	ЮВ	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	В	16	22	14	20	16	22	14	16	16	22	14	20
	СВ	12	14	8	20	12	14	8	20	12	14	8	20
A (коэффициент стратификации)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
η (коэффициент влияния рельефа)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
L_0 (размер СЗЗ по СаНПиНу), м	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Разница температур:

$$\Delta T = T_B - T_T (\text{°C}). \quad (2.3)$$

Расчет максимальной концентрации загрязнителя:

$$C_{mx} = \frac{A \cdot M_x \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \text{ (мг/м}^3\text{)}, \quad (2.4)$$

где M_x – замеренное количество вредного вещества, выбрасываемого за 1 секунду (мг/с);

M_x – это процентное содержание от ПДВ.

Расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация рассчитывается по формуле

$$X_{mx} = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H \text{ (м)}; \quad (2.5)$$

$$\alpha = 2,48 \cdot \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{800 \cdot \left(1,3 \cdot \frac{\omega_o \cdot D}{H} \right)^3} \right). \quad (2.6)$$

Для построения эпюры распределения загрязнителя определяем концентрацию вещества на расстояниях:

$$0,25 \cdot X_{mx};$$

$$0,5 \cdot X_{mx};$$

$$0,75 \cdot X_{mx};$$

$$2,0 \cdot X_{mx};$$

$$4,0 \cdot X_{mx};$$

$$6,0 \cdot X_{mx}.$$

Условия расчета:

$$C_x = C_m \cdot S$$

$$S \left(\text{при } \frac{x}{x_m} < 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_m} \right)^4 - 8 \left(\frac{x}{x_m} \right)^3 + 6 \left(\frac{x}{x_m} \right)^2;$$

$$S \left(\text{при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8 \right) = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{x_m} \right)^2 + 1}.$$

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение ПДК.
2. Какие вы знаете ПДК?
3. Что представляет собой ПДВ?
4. В чем сущность расчета ПДВ?
5. Что представляет собой фоновая концентрация, и от каких факторов она зависит?
6. Какой может быть размерность ПДК, ПДВ?

Практическая работа № 3

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ

Теоретическая часть

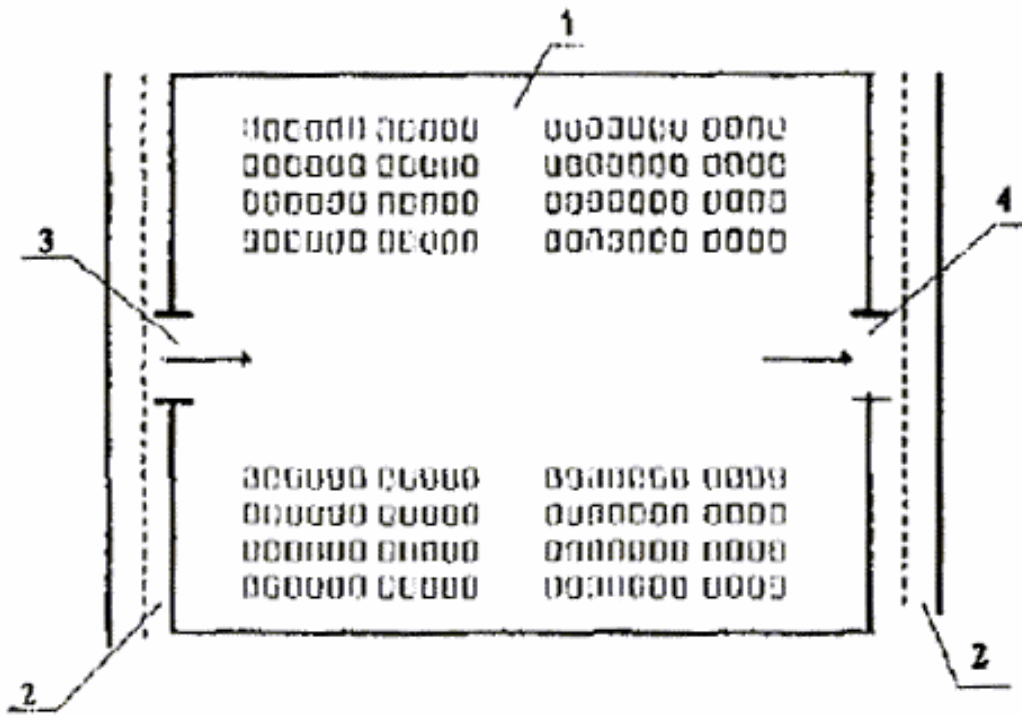
Под стоянкой автомобилей понимается территория или помещение, предназначенные для хранения автомобилей в течение определенного периода времени. Автомобили могут размещаться:

– на обособленных открытых стоянках или в отдельно стоящих зданиях и сооружениях (закрытые стоянки), имеющих непосредственный въезд и выезд на дороги общего пользования (рис. 3.1, расчетная схема 1);

– на открытых стоянках или в зданиях и сооружениях, не имеющих непосредственного въезда и выезда на дороги общего пользования и расположенных в границах объекта, для которого выполняется расчет по схеме 2 (см. рис. 3.1).

Валовый и максимально разовый выброс загрязняющих веществ при выбранной расчетной схеме 1 определяется только для территории или помещения стоянки, при схеме 2 определяется для каждой стоянки автомобилей и для каждого внутреннего проезда. Расчет выбросов загрязняющих веществ выполняется по шести загрязняющим веществам: оксид углерода, оксид азота в пересчете на двуокись, диоксид серы, соединения свинца, твердые частицы (сажи) и углеводороды (различные для разных видов топлива). Расчет осуществляется для: 1 – бензин АИ-93 и аналогичные по содержанию свинца; 2 – бензин А-92, А-76 и аналогичные по содержанию свинца; 3 – дизельное топливо; 4 – сжатый газ; 5 – неэтилированный бензин; 6 – сжиженный нефтяной газ.

1



2

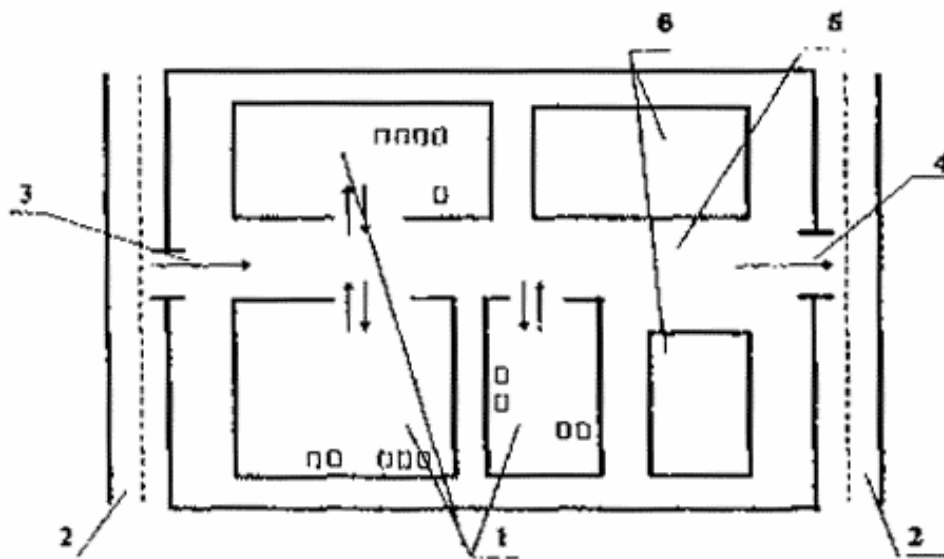


Рис. 3.1. Варианты размещения стоянок:
 1 – территория или помещение стоянки; 2 – дороги общего пользования;
 3 – въезд на дороги общего пользования; 4 – выезд на дороги общего пользования; 5 – внутренние проезды; 6 – здания и сооружения, не предназначенные для стоянки автомобилей

Под этими же номерами (кодами) наименование топлива приведено в прил. 1. Для проведения расчетов все автомобили разделяют на три группы: легковые, грузовые и автобусы. По месту производства различают автомобили стран СНГ и зарубежные. Легковые автомобили подразделяются в зависимости от объема двигателей. Им присваиваются следующие номера: 1 – объем двигателя до 1,2 л; 2 – свыше 1,2 до 1,8 л; 3 – свыше 1,8 до 3,5 л; 4 – свыше 3,5 л. Грузовые автомобили подразделяются по их грузоподъемности: 1 – грузоподъемность до 2 т; 2 – свыше 2 до 5 т; 3 – свыше 5 до 8 т; 4 – свыше 8 до 16 т; 5 – свыше 16 т. Автобусы подразделяются по их габаритной длине: 1 – особо малый класс (до 5,5 м); 2 – малый (от 6,0 до 7,5 м); 3 – средний (от 8,0 до 10,0 м); 4 – большой (от 10,5 до 12,0 м); 5 – особо большой (от 16,5 до 24,0 м). Под этими же цифрами в прил. 1 даны удельные характеристики в графе о/г/к (объем, грузоподъемность, класс). Выброс каждого вещества одним автомобилем каждой группы в день при выезде с территории или помещения стоянки M_1 (г/день) и возврате M_2 (г/день) рассчитывается по формулам

$$M_1 = M_{\text{пр}} T_{\text{пр}} K_{\text{э}} K_{\text{нтр.пр}} + M_L L_1 K_{\text{нтр}} + M_{\text{хх}} T_{\text{хх}} K_{\text{э}} K_{\text{нтр}}; \quad (3.1)$$

$$M_2 = M_L L_2 K_{\text{нтр}} + M_{\text{хх}} T_{\text{хх}} K_{\text{э}} K_{\text{нтр}}, \quad (3.2)$$

где $M_{\text{пр}}$ – удельный выброс при прогреве двигателя (г/мин.); принимается по прил. 1;

$T_{\text{пр}}$ – время прогрева двигателя (мин); принимается в зависимости от температуры окружающего воздуха по табл. 3.1;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий снижение выбросов при проведении экологического контроля;

$K_{\text{нтр.пр}}$ – коэффициент, учитывающий снижение выброса при прогреве двигателя при установленном нейтрализаторе;

M_L – пробеговый удельный выброс (г/км); принимается по прил. 1;

$L_1 = \frac{L_{16} + L_{1д}}{2}$ – средний пробег при выезде со стоянки (км);

$K_{\text{нтр}}$ – коэффициент, учитывающий снижение выброса при пробеге и холостом ходе при установленном нейтрализаторе;

M_{xx} – удельный выброс автомобиля на холостом ходу (г/мин.); принимается по прил. 1;
 T_{xx} – время работы двигателя на холостом ходу; принимается равным 1 мин для всех автомобилей;
 $L_2 = \frac{L_{2б} + L_{2д}}{2}$ – средний пробег при въезде на стоянку (км).

Т а б л и ц а 3.1

Время прогрева двигателя в зависимости от температуры воздуха (открытые и закрытые неотапливаемые стоянки)

Категория автомобиля	Место производства	Время прогрева $T_{пр}$, мин						
		Выше 5 °С	От 5 до –5 °С	От –5 до –10 °С	От –10 до –15 °С	От –15 до –20 °С	От –20 до –25 °С	Ниже –25 °С
Легковой автомобиль	СНГ	3	4	10	15	15	20	20
Легковой автомобиль	Зарубежный	1	1	2	2	2	2	2
Грузовой автомобиль	СНГ	4	6	12	20	25	30	30
Грузовой автомобиль	Зарубежный	4	6	12	20	25	30	30
Автобус	СНГ	4	6	12	20	25	30	30
Автобус	Зарубежный	4	6	12	20	25	30	30
Дорожная техника	-	2	6	12	20	28	36	45

Время прогрева двигателя $T_{пр}$ зависит от температуры окружающего воздуха (см. табл. 3.1). Валовый выброс каждого вещества автомобилями рассчитывается отдельно для каждого месяца по формуле

$$B_i = (M_1 + M_2) N_n D_p \cdot 10^{-6}, \quad (3.3)$$

где индекс « i » – месяцы года с 1 по 12;

N_n – количество автомобилей каждой группы на территории или в помещении стоянки, выезжающих в течение суток за расчетный месяц;

D_p – количество дней работы в расчетном месяце.

Если количество автомобилей, выезжающих в течение суток, за каждый месяц расчетного периода одинаково, то величина M_i может быть найдена сразу же для расчетного периода.

Для определения общего валового выброса V (т/год) валовые выбросы одноименных веществ по каждому месяцу года суммируются:

$$V=B_1+B_2+\dots+B_{12}. \quad (3.4)$$

Максимально разовый выброс каждого вещества M (г/с) рассчитывается для каждого месяца по формуле

$$M = \frac{\sum(M_1 N')}{3600}, \quad (3.5)$$

где N' – наибольшее количество автомобилей каждой группы, выезжающих со стоянки в течение 1 ч.

Расчет величин V и M выполняется отдельно для каждой группы автомобилей, а затем производится их суммация с учетом синхронности выпуска.

Практическая часть

Задача

На стоянке находятся три легковых, три грузовых автомобиля и три автобуса. Легковые автомобили марки ВАЗ с объемом карбюраторного двигателя 1,5 л, работающего на бензине А-92. Грузовые автомобили грузоподъемностью до 5 т с газовым двигателем на сжатом природном газе. Автобус производства Германии длиной 11 м. В теплый период (среднемесячная температура наружного воздуха выше +5 °С) выезжают все девять автомобилей. В переходный период ($t_n = -5...+5$ °С) выезжают по два автомобиля каждого типа – всего шесть. В холодный период выезжают по одному автомобилю каждого типа – всего три. Все автомобили выезжают в течение 1 ч и въезжают тоже за 1 ч. Количество рабочих дней в каждом месяце в 2003 году составляет: январь – 20, февраль – 19, март – 20, апрель – 22, май – 19, июнь – 20, июль – 23, август – 21, сентябрь – 22, октябрь – 23, ноябрь – 19, декабрь – 22. Стоянка тупиковая. Расстояние от ближайшего к выезду места стоянки и, соответственно, въезду 0,02 км. Расстояние от наиболее удаленного от выезда (въезда) места стоянки 0,05 км. Эко-контроль и нейтрализаторы отсутствуют. Данные для расчета брать из прил. 1.

Варианты заданий указаны в табл. 3.2.

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Груз. автомобили (СНГ)</i>												
Грузоподъемность (т), (тип двигателя): – 2 (б/д)	-	-	-	-	-	-	3 ед. (б) А-76	-	-	-	-	-
	3 ед. (г)	-	-	-	-	-	3 ед. (г)	-	-	-	-	-
	-	-	4 ед. (д)	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ед. (д)	-
<i>Груз. автомобили (ин.)</i>												
грузоподъемность (т), (тип двигателя): – до 2 (б/д)	-	-	-	-	-	-	1 ед. (д)	-	-	-	-	-
	-	4 ед. (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	4 ед. (д)	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	3 ед. (д)	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– свыше 8 до 18 (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-	-
<i>Автобусы (СНГ)</i>												
класс автобуса (м), (тип двигателя): – особо малый (до 5,5) (б/д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 ед. (б) А-76
	-	3 ед. (д)	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-
– малый (6,0-7,5) (б/д)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-
– средний (8,0-10,0) (б/д)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
– большой (10,5-12,0) (б/д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-
– особо большой (сочлененный 16,5-24,0) (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ед. (д)	-	-	-
<i>Автобусы (ин.)</i>												
класс автобуса (м), (тип двигателя):	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 ед. (б) А-76
– особо малый (до 5,5) (б/д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– малый (6,0-7,5) (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 ед. (д)	-	-
– средний (8,0-10,0) (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– большой (10,5-12,0) (д)	3 ед. (д)	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ед. (д)	-	-
Тип стоянки	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Расстояние от ближайшего к выезде места стоянки и въезда (м)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Расстояние от наиболее удаленного от въезда (въезда) места стоянки (м)	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1

Примечание:

1. Количество рабочих дней в каждом месяце расчетного года принять: январь – 17, февраль – 20, март – 20, апрель – 22, май – 19, июнь – 19, июль – 23, август – 21, сентябрь – 22, октябрь – 23, ноябрь – 18, декабрь – 23.
2. Все автомобили выезжают в течение 1 ч и въезжают тоже за 1 ч.

Вопросы для самопроверки

1. Что подразумевается под стоянкой автомобильного транспорта?
2. Какое негативное воздействие оказывает автомобильный транспорт на окружающую среду?
3. По каким веществам производят расчет выбросов в атмосферный воздух от автомобильного транспорта?
4. Как рассчитывается валовый выброс веществ?
5. Что представляют собой организованные и неорганизованные источники выбросов от автокомплекса?

Практическая работа № 4 РАСЧЕТ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Теоретическая часть

Для определения уровня загрязнения атмосферы в настоящее время используются следующие характеристики загрязнения воздуха:

- средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м³ или мкг/м³ (q);
- среднее квадратическое отклонение $q_{\text{ср}}$, мг/м³ или мкг/м³ ($\sigma_{\text{ср}}$);
- максимальная разовая концентрация примеси, мг/м³ или мкг/м³ ($q_{\text{м}}$).

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК – предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, утвержденная Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации.

Используются три показателя качества воздуха:

- ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Поскольку ИЗА используется очень часто, правила его расчета приведены ниже;

- СИ – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Она определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. Обычно оценивается количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10;

ИИЗА – интегральный индекс загрязнения атмосферы, являющийся основным показателем степени загрязнения воздуха города.

Таким образом, используемый в России индекс суммарного загрязнения атмосферы позволяет учитывать несколько значений разных концентраций примесей, измеренных в городе, и представить интегральный уровень загрязнения воздуха в городе за год одним числом. Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах ПДК анализируемого вещества соответствуют фактически наблюдаемые уровни, т.е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК анализируемого вещества.

Показатель ИЗА используется не только, чтобы суммировать данные различных концентраций, измеренных в городе. Он применяется для изучения связи между уровнем загрязнения и заболеваемостью населения. Установлена зависимость между этими показателями и оказалось возможным связать значения ИЗА с числом заболеваний различными болезнями. На основе этих исследований установлены категории низкого, повышенного, высокого и очень высокого загрязнения воздуха.

Установлены четыре категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень загрязнения считается **низким** при значениях ИЗА менее 5, **повышенным** при ИЗА от 5 до 6, СИ<5, **высоким** при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, и **очень высоким** при ИЗА, равном или более 14, СИ>10.

Комплексный ИЗА, учитывающий вещество, присутствующее в атмосфере, рассчитывается по уравнению

$$I(l) = \sum_{i=1}^l l_i = \sum_{i=1}^l \left(\frac{c^-}{\text{ПДК}_{\text{cc}}} \right)^{m_i}, \quad (4.1)$$

где c^- – средняя для поста или города концентрация i -й примеси, мг/м³;

m_i – безразмерная константа, позволяющая привести степень вредности i -го вещества к вредности диоксида серы;

ПДК_{cc} – среднесуточная предельно-допустимая концентрация мг/м³. Безразмерная константа m_i для 1, 2, 3, 4 классов опасности веществ равна, соответственно, 1,7; 1,3; 1,0 и 0,9.

Расчет ИЗА основан на предположении, что на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества.

Количество веществ, используемых при расчете комплексного ИЗА, руководящим документом не устанавливается, однако на практике число веществ составляет не менее 5.

Практическая часть

Задача 1

Рассчитайте индекс загрязненности атмосферы в городе С. Среднегодовая концентрация примесей в воздухе и их ПДК приведены в табл. 4.1. Оцените уровень загрязнения атмосферы в городе.

Безразмерная константа m_i равна для бенз(а)пирена – 1,7; для формальдегида, фенола и NO_2 – 1,3; для SO_2 – 1,0. Данные для решения задачи указаны в табл.4.1.

Задача 2

Среднегодовая концентрация примесей в атмосфере городов А и В представлена в таблице. Используя комплексный ИЗА, сравните степень загрязнения атмосферы в этих населенных пунктах. Оцените уровень загрязнения атмосферы в городах.

Данные для решения задачи указаны в табл.4.2.

Задача 3

Рассчитайте ИЗА в городе Т, если среднегодовая концентрация основных примесей в воздухе составляет, мг/м^3 : бенз(а)пирен – $3,4 \cdot 10^{-6}$; формальдегида – 0,006; NO_2 – 0,04; пыль – 0,1; SO_2 – 0,025. Сравните загрязненность атмосферы в этом населенном пункте с загрязненностью атмосферы в городах А и В, приведенной в предыдущей задаче. Оцените уровень загрязнения атмосферы в городе. Дополнительные данные приведены в табл.4.3.

Варианты заданий к практической работе №4, задаче 1

Параметры	Варианты заданий												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Концентрация примесей, мг/м ³	Бенз(а)пирен	1,9·10 ⁻⁶	0,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	0,2·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶	2,9·10 ⁻⁶
	Формаль- дегид	0,004	0,005	0,006	0,007	0,01	0,0015	0,003	0,0045	0,0056	0,0077	0,01	
	Фенол	0,004	0,001	0,004	0,006	0,008	0,0015	0,0025	0,0027	0,0045	0,0063	0,0048	0,0054
	NO ₂	0,04	0,035	0,05	0,1	0,015	0,0035	0,045	0,036	0,044	0,037	0,042	0,089
	SO ₂	0,02	0,04	0,03	0,15	0,015	0,022	0,028	0,037	0,039	0,11	0,12	0,089
ПДК _{сс} , мг/м ³	Бенз(а)пирен	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶
	Формальде- гид	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	Фенол	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	NO ₂	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	SO ₂	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Класс опасности	Бенз(а)пирен	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Формаль- дегид	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Фенол	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	NO ₂	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	SO ₂	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Варианты заданий к практической работе № 4, задаче 2

Параметры		Варианты заданий													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Концентрация примесей, мг/м ³ в городе А	БП	9,1·10 ⁻⁷	2,1·10 ⁻⁶	4·10 ⁻⁵	8,9·10 ⁻⁵	3,1·10 ⁻⁶	5,6·10 ⁻⁶	2,3·10 ⁻⁶	7,5·10 ⁻⁷	2,2·10 ⁻⁶	6,5·10 ⁻⁵	1,2·10 ⁻⁶	1,7·10 ⁻⁶		
	Фенол	-	0,003	0,006	0,0059	0,006	0,0077	0,027	-	0,0074	0,0015	0,009	0,0001		
	Формаль-дегид	0,15	0,035	0,019	-	0,00067	0,0066	0,0048	0,0009	0,00013	-	0,00033	0,00089		
	NO ₂	0,00056	0,0036	0,009	0,00066	0,0017	0,00045	0,00057	0,0067	0,0088	0,0069	0,0067	0,00089		
	Железо	4,4·10 ⁻⁵	4,1·10 ⁻⁶	-	4,0·10 ⁻⁵	4,0·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻⁶	2,4·10 ⁻⁶	-	0,9·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁻⁶	1,2·10 ⁻⁶	0,3·10 ⁻⁶		
	Пыль	0,2	0,45	0,25	0,01	0,09	0,099	0,034	0,22	0,27	0,45	0,89	0,22		
	SO ₂	0,006	0,003	0,0033	0,009	0,0056	0,01	0,015	0,018	0,013	0,045	-	0,034		
	CO	1	2	-	2	2	3	0,9	0,89	-	1	1	3		
	БП	2,1·10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁶	4,9·10 ⁻⁶	8,9·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	0,9·10 ⁻⁶	0,5·10 ⁻⁶	0,4·10 ⁻⁶	1,4·10 ⁻⁶	6,5·10 ⁻⁵	9·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁵		
	Концентрация примесей, мг/м ³ в городе В	Фенол	0,078	0,0046	0,0099	0,0057	0,00066	-	0,099	0,0077	0,00088	0,068	0,00017	0,067	
Формаль-дегид		0,0048	-	0,00074	0,0167	0,0027	0,0036	0,0067	-	0,0378	0,0256	0,00001	-		
NO ₂		0,099	0,089	0,00013	0,00045	0,00078	0,00067	0,00089	0,00015	0,00024	0,00035	0,0001	0,0002		
Железо		2,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	3,6·10 ⁻⁶	0,5·10 ⁻⁶	-	2,5·10 ⁻⁶	5,9·10 ⁻⁷	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁷	-	4,9·10 ⁻⁷	4,7·10 ⁻⁶		
Пыль		0,12	0,078	0,09	0,67	0,066	0,089	0,155	0,0046	0,09	0,34	0,047	0,18		
SO ₂		0,006	0,05	0,06	0,02	-	0,056	0,03	0,01	0,0045	0,012	0,013	0,0056		
CO		2,2	-	1	1	4	3,9	-	3,55	1,89	4,5	2,09	1,15		
БП		1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶		
Фенол		0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003		
Формаль-дегид		0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003		

Окончание табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	NO ₂	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Железо	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻⁶
	Пыль	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	SO ₂	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	CO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Класс опасности	БП	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Фенол	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Формаль-дегид	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	NO ₂	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Железо	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Пыль	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	SO ₂	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	CO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Т а б л и ц а 4.3

Критерии оценки среднегодового загрязнения атмосферного воздуха

Показатели	Параметры		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
Комплексный показатель среднегодового загрязнения воздуха			
1 вещество	Более 16	8–16	Менее 8
2–4 вещества	Более 32	16–32	Менее 16
5–9 веществ	Более 48	32–48	Менее 32
10–16 веществ	Более 64	48–64	Менее 48
16–25 веществ	Более 80	64–80	Менее 64

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение ИЗА.
2. Дайте определение СИ.
3. Как рассчитывается индекс загрязнения атмосферы?
4. Что показывает индекс загрязнения атмосферы?
5. На чем основан расчет ИЗА?
6. Каково должно быть количество исследуемых веществ при расчете комплексного ИЗА?

Практическое занятие № 5 РАСЧЕТ ПДС В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Теоретическая часть

Сброс сточных вод – один из видов воздействий на водные объекты. Сброс веществ на уровне установленных нормативов ПДС является нормативом допустимого воздействия, не наносит вреда окружающей среде, обеспечивает экологическое благополучие водного объекта, безопасное использование водного объекта для соответствующих целей и определяется ассимилирующей способностью конкретного водного объекта.

Сброс загрязняющих веществ на уровне установленного лимита сброса загрязняющих веществ, превышающий величину ПДС, относится к негативному воздействию, не зависит от ассимилирующей способности водного объекта и устанавливается на период проведения водоохраных мероприятий, с целью достижения установленных нормативов ПДС. Нормативы ПДС и лимиты сброса загрязняющих веществ устанавливаются для:

- свойств воды (физических, химических, физико-химических, биологических, органолептических);
- обобщенных показателей (водородный показатель, общая минерализация, окисляемость перманганатная, нефтепродукты (суммарно), фенольный индекс);
- химических соединений и ионов, существующих в водной среде, содержание которых может быть определено с применением соответствующих методов и методик выполнения измерений, соответствующих требованиям ГОСТ 8-563.

Расчеты ПДС выполняются на бассейновом и локальном уровнях, а также зависят от вида водопользования и категории воды:

1. Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование (СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»)

I категория водопользования – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

II категория водопользования – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

2. Рыбохозяйственное водопользование (ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов»)

К водным объектам рыбохозяйственного значения относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов.

Высшая категория – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов;

I категория – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

II категория – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны соответствовать санитарным требованиям в зависимости от вида водопользования.

На бассейновом уровне определяются:

- фоновые концентрации химических веществ в заданных створах водного объекта;
- необходимость разработки региональных нормативов качества воды в водных объектах бассейна и перечень этих нормативов;
- расчетные гидрологические условия и гидравлические параметры по водохозяйственным участкам бассейна;
- нормативы РДС загрязняющих веществ по каждому водохозяйственному участку суммарно по всем выпускам в пределах участка;
- необходимость установления лимита сброса загрязняющих веществ для водопользователей.

На локальном уровне выполняется расчет норматива ПДС для каждого объекта водопользования с учетом системы общих запретов и ограничений по размещению выпусков и условий сброса сточных вод и расчетных условий, установленных на бассейновом уровне.

Для постоянных источников загрязнения нормативы ПДС устанавливаются:

- для действующих объектов на срок на 5 лет;

- для проектируемых объектов на полную их мощность на срок до 5 лет, начиная со срока их ввода в эксплуатацию;
- для строящихся и реконструируемых объектов – на полный объем введенных мощностей до ввода очередной мощности.

Для периодических источников загрязнения нормативы ПДС устанавливаются на срок не более 3 лет.

При использовании ОДУ химических веществ в воде водных объектов хозяйственного-питьевого назначения нормативы ПДС на эти вещества устанавливаются на срок не более 3 лет – до установления ПДК. При использовании рыбохозяйственных ОБУВ нормативы ПДС устанавливаются на срок не более 2 лет.

Нормативы ПДС пересматриваются в связи с изменением водохозяйственной обстановки, экологического и санитарно-эпидемиологического состояния водных объектов.

Пересмотру, в том числе досрочному, нормативы ПДС подлежат в случаях:

- изменения водохозяйственной обстановки;
- изменения гидрологических характеристик водного объекта;
- изменения вида и объема выпускаемой продукции, потребляемого сырья, технологии производства и связанного с этим изменения состава сточных вод;
- изменения объемов водоотведения, пересмотра норм водоотведения и связанных с этим изменений концентраций загрязняющих веществ в сточных водах;
- изменения нормативов качества воды как компонента окружающей среды, в том числе ПДК;
- получения новых данных о степени опасности веществ, содержащихся в сточных водах;
- разработки и внедрения методик выполнения измерений/ биотестирования, уточнения их метрологических характеристик, позволяющих выявить повышение экологической опасности сброса;
- внесения изменений в лицензию на водопользование;
- изменения иных параметров, используемых при расчете нормативов ПДС.

Региональные нормативы качества воды в водных объектах устанавливаются в тех случаях, когда естественные фоновые концентрации веществ в воде превышают ПДК и снижение фоновых концентраций до уровня ПДК невозможно никакими водоохранными мерами.

Обоснованием для установления региональных нормативов являются фоновые естественные концентрации веществ в воде водных объектов.

Определение фоновых концентраций производится на основании данных стационарных гидрологических, гидрохимических, геохимических, гидробиологических и других наблюдений, проводимых организациями, имеющими лицензию на право проведения таких работ, а также на основании специальных гидрологических и гидрохимических измерений качества воды в том створе, выше которого отсутствуют источники антропогенного воздействия.

Региональные нормативы качества воды устанавливаются только для тех показателей качества воды, фоновые концентрации которых превышают ПДК.

Разработка региональных нормативов качества воды выполняется специализированными научными и проектными организациями в соответствии с действующими нормативно-методическими документами.

В основу расчетов концентрации нормирующих и лимитирующих показателей вредности токсичных веществ, содержащихся в сточных водах, положен метод В.А. Фролова и И.Д. Родзиллера.

При сбросе сточных вод в речной водоток на конденсацию токсичных веществ и соответственно на уровень загрязнения оказывают существенное влияние гидрологические характеристики реки: глубина водотока, скорость течения, шероховатость поверхности русла, турбулентный обмен, место сброса сточных вод, расход сточных вод, температурные условия.

Концентрация токсичных веществ в природных водотоках распределяется с учетом перечисленных выше условий по уравнению

$$qC_{СТ} + \gamma QC_P = (q + \gamma Q)C_{К.СТ}, \quad (5.1)$$

где q – расход сточных вод, кг/с, который можно принять $q = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$;

Q – расход воды в водотоке, $\text{м}^3/\text{с}$;

$C_{СТ}$ – концентрация загрязнителя в сточных водах в месте спуска сточных вод, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

C_P – концентрация загрязнителя в реке выше места спуска сточных вод, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

$C_{К.СТ}$ – концентрация загрязнителя в контрольном створе, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

γ – коэффициент смешения сточных вод с водой водотока.

Величина $C_{СТ}$ является контрольной величиной на период эксплуатации очистных сооружений и кладется в основу лимита – предельного количества загрязнения, допустимого для сброса в реку. Величина q определяется хозяйственной и проектной организациями. Величины Q и γ определяются проектной организацией на специальных гидрологических изысканиях или на основании данных гидрометеослужбы.

Как известно, расход воды в незарегулированных реках подвержен значительным сезонным колебаниям, связанным для равнинных рек с таянием снегов (весенние паводки), прекращением питания атмосферными водами (зимняя межень). Соответственно с изменениями расхода воды изменяется и скорость разбавления загрязненных струй воды рек. Следовательно, протяженность участка реки, в пределах которого происходит процесс разбавления, также меняется (рис. 5.1).

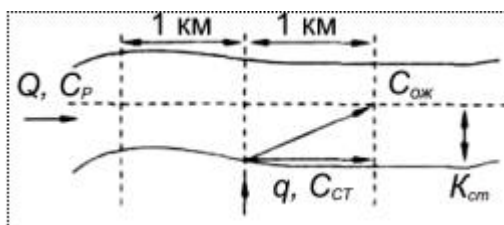


Рис. 5.1. Схема разбавления концентрации токсичных веществ при сбросе сточных вод

Для решения задачи *прогнозирования санитарного состояния водотока* в контрольном створе $K_{СТ}$ необходимо решить уравнение (5.1) относительно $C_{К.СТ}$. В этом случае получаем *ожидаемую концентрацию экотоксиканта* в контрольном створе

$$C_{ОЖ} = \frac{q \cdot C_{СТ} + Q \cdot C_P}{q + Q}. \quad (5.2)$$

Для определения кратности разбавления (γ) используется формула:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta}, \quad (5.3)$$

где

$$\beta = e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\Phi}}}; \quad (5.4)$$

здесь L_{Φ} – расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до контрольного створа, м;

α – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоток;

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{D}{q}}, \quad (5.5)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоток, при выпуске у берега $\xi = 1,0$, при выпуске в стрежень $\xi = 1,5$;

φ – коэффициент извилистости реки, который равен отношению расстояния по фарватеру от места выпуска сточных вод до контрольного створа к расстоянию до этого же пункта по прямой ($\varphi = 1,2$);

D – коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$, который для равнинных рек определяется по формуле

$$D = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200}; \quad (5.6)$$

здесь $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения реки на участке между местом выпуска сточных вод и контрольным створом, $\text{м}/\text{с}$;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина водоема на том же участке, м .

Возможное разбавление концентрации загрязняющих веществ при сбросе сточных вод в водоток в контрольном створе рассчитывается по формуле:

$$n = \gamma \cdot \frac{Q}{q}. \quad (5.7)$$

При поступлении в водные объекты нескольких веществ одностороннего действия на живые организмы необходимо рассчитать q по уравнению:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}. \quad (5.8)$$

Расчет предельно допустимых сбросов (ПДС) производится по наибольшему среднечасовым расходам сточных вод q , $\text{м}^3/\text{ч}$, фактического периода спуска сточных вод. ПДС, $\text{г}/\text{ч}$, определяется для всех категорий водопользования по уравнению

$$\text{ПДС} = q C_{\text{СТ}}, \quad (5.9)$$

где $C_{\text{СТ}}$ – концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Практическая часть

Задача 1

Рассчитать предельно допустимый сброс веществ на участке реки со следующими характеристиками водотока и сточных вод (КВ – категория воды, Q, q – расходы воды и сточных вод, H и V – глубина и скорость реки, L_{Φ} – расстояние до фарватера):

КВ	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$H, \text{м}$	$V, \text{м}/\text{с}$	$q, \text{м}^3/\text{с}$	$L_{\Phi}, \text{м}$
1	52	2,6	1,1	0,5	700

при следующих концентрациях вредных веществ (БПК – биохимическое потребление кислорода, ВВ – взвешенные вещества):

Концентрация загрязнителя	БПК	ВВ	Нефть	Нитраты	Цинк	Бензол	Свинец	O_2
В водотоке C_p , мг/л	1,6	26	0,04	28	0,56	0,3	0,01	6,1
В сточных водах, $C_{\text{ст}}$, мг/л	70	48	–	190	4,5	6	3,6	-

Задача 2

Определить количество вредных веществ, сбрасываемых в реку отделочной фабрикой. Время работы составляет 4000 часов в год. Требуется ли для фабрики очистные сооружения? Сброс воды производится в реку рыбохозяйственной категории водопользования. Максимальное сбрасываемое количество сточных вод $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$, содержащих карбонат натрия концентрации ($C_{\text{карб.натр}}$) $900 \text{ г}/\text{м}^3$ и аммиак ($C_{\text{ам}}$) $20 \text{ г}/\text{м}^3$, расход воды в реке $8 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения $0,5 \text{ м}/\text{с}$, средняя глубина в районе выпуска – $1,5 \text{ м}$. Фоновая концентрация по карбонату натрия в районе выпуска C_{Φ} равна $0,3$ ПДК, по аммиаку – $0,1$ ПДК. ПДК вредных веществ и классы их опасности представлены в табл.5.2.

1. По табл. 5.2 нужно определить предельно допустимые концентрации аммиака и карбоната натрия.

Варианты заданий к практической работе № 5, задаче 1

Параметры	Варианты заданий											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>KV</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Q</i> , м ³ /с	52	50	40	39	60	55	57	38	42	45	56	66
<i>H</i> , м	2,6	3,5	2,2	2	2,5	3,1	3,2	3,3	2,4	2,7	2,8	2,3
<i>V</i> , м/с	1,1	1,2	1,5	2	1,7	2,1	2,2	1,7	1,8	2,6	2,8	2,9
<i>q</i> , м ³ /с	0,5	0,1	0,3	0,45	0,55	0,6	0,78	0,35	0,99	0,89	0,56	0,688
<i>L</i> _{об} , м	700	1000	500	900	950	750	600	550	950	650	1050	1000
Концентрация загрязнителя в водотоке <i>C</i> _{гр} , мг/л	1,6	1,1	1,2	1,3	1,4	1,15	1,25	1,7	0,9	1,75	1,35	1,89
	26	30	22	27	28	31	32	23	24	25	26	29
	0,04	0,01	0,02	0,05	0,035	0,05	0,06	0,055	0,035	0,067	0,077	0,03
	28	22	30	29	23	24	33	32	21	20	19	25
	0,56	0,55	0,45	0,33	0,67	0,74	0,25	0,2	0,15	0,1	0,3	0,7
	0,3	0,1	0,22	0,25	0,35	0,01	0,02	0,03	0,08	0,09	0,11	0,27
	0,01	0,02	0,03	0,005	0,003	0,006	0,007	0,008	0,0035	0,022	0,0056	0,0048
	6,1	5,5	5,1	5,8	6,2	6,6	6,4	6,3	7	8	4,68	6,33
Концентрация загрязнителя в сточных водах, <i>C</i> _{ст} , мг/л	70	40	50	60	55	45	30	80	35	85	65	55
	48	50	45	55	57	58	51	44	48	49	52	53
	-	0,01	-	-	0,02	-	-	0,03	-	-	-	-
	190	180	200	150	165	160	155	170	180	185	190	205
	4,5	3,3	3,5	2,5	2,8	3,8	3,9	4,0	4,5	5,5	2,55	1,5
	6	5	3	2	1	1	4	6	7	8	2	4
	3,6	1,2	2,2	3,4	4,3	2,8	3,8	4,9	5,0	2,1	1,9	1,5
	-	12	11	10	8	9	10	10,5	-	6	4	-
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Т а б л и ц а 5.2

Пределно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде

Вещество	ПДК, мг/л
Акриламид	0,01
Аммиак	0,5
Взвешенные вещества	0,25
Карбонат натрия	200
Медь	1,0
Нитрат-ионы	10,0
Нитрит-ионы	1,0
Растворенный кислород	Не менее 4
Сероуглерод	1,0

2. Определение годового расхода сливаемой воды ведется по формуле

$$Q_{\text{год}} = 3600 \cdot t \cdot q, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.11)$$

где t – время работы в год, час;

q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$.

3. Определение годового (валового) количества карбоната натрия, аммиака и других веществ в воде:

$$G_{\text{год,карб.натр}} = Q_{\text{год}} \cdot C_{\text{карб.натр}} \cdot 0,000001, \text{ т/год}; \quad (5.12)$$

$$G_{\text{год,ам}} = Q_{\text{год}} \cdot C_{\text{ам}} \cdot 0,000001, \text{ т/год и т.д.}$$

4. ПДС рассчитывается для отдельного выпуска в реку и для каждого вещества, присутствующего в воде. Определение параметра учета турбулентной диффузии в воде, $\text{м}^2/\text{с}$. Для равнинной реки

$$D = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200}, \text{ м}^2/\text{с},$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя глубина в районе выпуска, м.

Параметр учета гидравлических условий речного течения оценивается по формулам:

$$\alpha = \varphi \cdot \zeta \cdot \left(D^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \left(q^{-\frac{1}{3}} \right); \quad (5.13)$$

$$E = E = \exp \left(-\alpha \cdot I^{\frac{1}{3}} \right). \quad (5.14)$$

5. Коэффициент смешения рассчитывается по формуле

$$y = \frac{1-E}{1+E} \cdot \left(\frac{Q_{\text{реки}}}{q} \right). \quad (5.15)$$

6. Кратность разбавления определяется по формуле

$$n = q + y \cdot \frac{Q_{\text{реки}}}{q}. \quad (5.16)$$

7. Предельно допустимые сбросы аммиака, карбоната натрия и других загрязняющих веществ (ПДС_{ам}, ПДС_{карб.натр}):

$$C_{\text{ПДС}_{\text{ам}}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}} \text{ (г/м}^3\text{)};$$

$$\text{ПДС}_{\text{ам}} = q \cdot C_{\text{ПДК}_{\text{ам}}} \text{ (г/с)};$$

$$\text{ПДС}_{\text{карб.натр}} = q \cdot C_{\text{ПДК}_{\text{карб.натр}}} \text{ (г/с) и т.д.}$$

8. Фактические сбросы:

$$G_{\text{сек}} = q \cdot C \text{ (г/с)}. \quad (5.17)$$

9. Если фактический сброс загрязняющего вещества превышает предельно допустимый, следовательно, необходимо очистить воду от него. Требуемая эффективность очистки будет рассчитываться по формуле

$$\eta = \frac{(G_{\text{сек}} - \text{ПДС})}{G_{\text{сек}}}. \quad (5.18)$$

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение ПДС.
2. Для чего устанавливаются нормативы ПДС и лимиты сброса загрязняющих веществ?
3. Как могут выполняться расчеты ПДС?
4. Перечислите виды водопользования.
5. Перечислите категории воды.
6. Какие показатели определяются на бассейновом уровне?
7. Какие показатели определяются на локальном уровне?
8. В каком случае пересматривают нормативы ПДС?
9. Для каких показателей разрабатывают региональные нормативы качества воды?

Варианты заданий к практической работе №5, задаче 2

№ п/п	Параметры	Варианты заданий											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Время работы фабрики, ч/год	4000	6000	5000	3500	7000	4500	6500	7500	3000	5500	4000	4500
2	Максимальное количество сбрасываемых вод, м ³ /с	0,01	0,04	0,06	0,08	0,03	0,02	0,11	0,22	0,01	0,02	0,33	0,07
3	Вредные вещества в водном сбросе, г/м ³ :												
	-аммиак	20	-	40	-	-	80	-	10	-	-	30	-
	-карбонат натрия	900	-	600	800	700	-	500	400	-	-	300	450
	-медь	-	30	-	40	-	-	60	-	-	-	50	-
	-взвешенные вещества	-	400	200	150	700	900	300	200	300	500	-	350
	-акриламид	-	-	-	-	-	90	-	-	40	50	-	60
	-нитрат-ионы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-нитрит-ионы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-растворенный кислород	-	-	180	-	160	-	-	150	180	155	-	-
	-сероуглерод	-	200	-	100	120	180	170	-	130	140	160	190
4	Расход воды в реке, м ³ /с	8	10	12	6	10	6	7	8	5	6	11	9
5	Скорость течения, м/с	0,5	0,2	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	0,3	0,6	0,7	0,9	0,5
6	Глубина в районе выпуска, м	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	2,5	2,0	3,0	2,5
7	Фоновые концентрации вредных веществ в районе выпуска:												
	-аммиак	0,3ПДК	-	0,5ПДК	-	-	0,9ПДК	-	0,1ПДК	-	-	0,5ПДК	-
	-карбонат натрия	0,1ПДК	-	0,2ПДК	0,5ПДК	0,4ПДК	-	0,7ПДК	0,1ПДК	-	-	2ПДК	3ПДК
	-медь	-	ПДК	-	0,1ПДК	-	-	0,1ПДК	-	-	-	0,3ПДК	-
	-взвешенные вещества	-	0,2ПДК	0,1ПДК	ПДК	0,1ПДК	0,5ПДК	5ПДК	0,1ПДК	6ПДК	0,1ПДК	-	0,4ПДК
	-акриламид	-	-	-	-	-	0,1ПДК	-	-	ПДК	0,2ПДК	-	0,1ПДК
	-нитрат-ионы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-нитрит-ионы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-растворенный кислород	-	-	-	-	0,5ПДК	-	-	0,5ПДЕ	1ПДК	2ПДК	-	-
	-сероуглерод	-	0,5ПДК	-	0,3ПДК	0,2ПДК	0,3ПДК	0,1ПДК	-	0,4ПДК	1ПДК	3ПДК	2ПДК

Практическая работа № 6 РАСЧЕТ КОМБИНАТОРНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ И УДЕЛЬНОГО КОМБИНАТОРНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ

Теоретическая часть

Впервые методика расчета комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ) подробно была описана в статье В.П.Емельяновой с соавторами «Оценка качества поверхностных вод суши...», 1983». Окончательная доработка методических основ показателя была осуществлена В.П. Емельяновой и А.М. Никаноровым. В данном разделе приводится последнее изложение методических принципов расчета этого показателя, положенное в основу РД 52.24.643-2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям». Расчет КИЗВ осуществляется в несколько этапов.

1 этап. Сбор исходной информации. На данном этапе определяется перечень ингредиентов и показателей качества воды, по которому будут рассчитываться комплексные показатели. Обязательный перечень, регламентируемый Приложением В РД 52.24.643-2002, содержит следующие ингредиенты: растворенный в воде кислород, БПК₅(O₂), ХПК, фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы (NO₂⁻¹), нитрат-ионы (NO₃⁻¹), аммоний-ион (NH₄⁺¹), железо общее (Fe⁺² и Fe⁺³), медь (Cu²⁺), цинк (Zn²⁺), никель (Ni²⁺), марганец (Mn²⁺), хлориды, сульфаты.

2 этап. Предварительная оценка загрязненности с помощью коэффициента комплексности загрязненности воды К, который представляет собой отношение количества загрязняющих веществ, содержание которых превышает ПДК, к общему числу учитываемых в расчете веществ:

$$K = \frac{n'}{n} \cdot 100\%, \quad (6.1)$$

где n' – число ингредиентов и показателей качества, содержание которых превышает установленные ПДК;

n – общее число нормируемых ингредиентов и показателей качества.

Коэффициент комплексности K характеризует в основном участие антропогенной составляющей в формировании химического состава воды водных объектов. Чем больше K , тем хуже качество воды и тем большее влияние на формирование качества оказывает антропогенный фактор.

Данный коэффициент измеряется в процентах, диапазон его изменения 1–100 %. Если значение $K \geq 10$ %, применяется метод комплексной оценки качества воды. При $K < 10$ % загрязненность воды обусловлена единичными компонентами и проводится подробное дифференцированное их обследование (табл. 6.1).

Т а б л и ц а 6.1

Категории воды водных объектов по значениям коэффициентов комплексности загрязненности воды водного объекта согласно обязательному Приложению Д РД 52.24.643-2002

Комплексность загрязненности воды водных объектов				Категория воды
$K, \%$	Характеристика информации о загрязненности воды	$K_{ВЗ} (K_{ЭВЗ}), \%$	Характеристика высокого (экстремально высокого) уровня загрязненности воды	
(0; 10]	По единичным ингредиентам и показателям качества воды	(0; 5]	Высокий (экстремально высокий) уровень загрязненности по единичным ингредиентам и показателям качества воды	I
(10; 40]	По нескольким ингредиентам и показателям качества воды	(5; 20]	Высокий (экстремально высокий) уровень загрязненности по нескольким ингредиентам и показателям качества воды	II
(40; 100]	По комплексу ингредиентов и показателей качества воды	(20; 100]	Высокий (экстремально высокий) уровень загрязненности по комплексу ингредиентов и показателей качества воды	III

П р и м е ч а н и е . Здесь и далее интервалы обозначают следующим образом: число слева – начало интервала; число справа – конец интервала; круглая скобка показывает, что стоящее при ней значение в интервал не входит; квадратная скобка – значение входит.

3 этап. Относительная оценка качества воды по каждому изучаемому ингредиенту

На данном этапе определяется повторяемость случаев превышения нормативов (чаще всего – ПДК_{р/х}). Повторяемость случаев загрязненности α_{ij} , т.е. частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК:

$$\alpha_{ij} = \frac{n'_{ij}}{n_{ij}} \cdot 100\%, \quad (6.2)$$

где n'_{ij} – число результатов анализа по i -му ингредиенту в j -м створе за рассматриваемый период времени, в которых содержание или значение их превышает соответствующие ПДК;

n_{ij} – общее число результатов химического анализа за рассматриваемый период времени по i -му ингредиенту в j -м створе.

По значению повторяемости случаев превышения нормативов (α_{ij}) и классификации воды по этому признаку рассчитывается частный оценочный балл по повторяемости $S_{\alpha_{ij}}$, величина которого может изменяться от 1 до 4. Эта процедура – первая ступень классификации загрязненности воды (табл. 6.2).

Т а б л и ц а 6.2

Классификация воды водных объектов по повторяемости случаев загрязненности согласно обязательному Приложению Е РД 52.24.643-2002

Повто- ряемость, %	Характеристика загрязненности воды	Частный оценочный балл по повторяемости $S_{\alpha_{ij}}$	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на 1 % повторяемости
[1*; 10)	Единичная	[1; 2)	0,11
[10; 30)	Неустойчивая	[2; 3)	0,05
[30; 50)	Устойчивая	[3; 4)	0,05
[50; 100)	Характерная	4	-

Кроме повторяемости рассчитывается среднее значение кратности превышения ПДК по результатам проб, где такое превышение

наблюдалось ($\overline{\beta_{ij}}$). Расчет среднего значения кратности превышения ПДК ведется по формуле

$$\overline{\beta_{ij}} = \frac{\sum_{f=1}^{n'_{ij}} \beta_{ifj}}{n'_{ij}}, \quad (6.3)$$

где $\beta_{ifj} = \frac{C_{ifj}}{\text{ПДК}_i}$ – кратность превышения ПДК по i -му ингредиенту в f -м результате химического анализа для j -го створа;

Определение кратности нарушения норматива для растворенного в воде кислорода осуществляется по формуле

$$\beta_{O_2ij} = \frac{\text{ПДК}_{O_2}}{C_{O_2ij}}, \quad (6.4)$$

где C_{O_2ij} – концентрация растворенного кислорода в f -м результате химического анализа для j -го створа, мг/дм³. По величине средней кратности превышения ПДК ($\overline{\beta_{ij}}$) и классификации воды по этому признаку рассчитывается частный оценочный балл по ($\overline{\beta_{ij}}$), который может изменяться от 1 до 4. Эта процедура – вторая ступень классификации загрязненности воды (табл. 6.3).

Т а б л и ц а 6.3

Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК согласно обязательному Приложению Ж РД 52.24.643-2002

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязненности	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК $S_{\beta_{ij}}$	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
(1; 2)	Низкий	[1; 2)	1,00
[2; 10)*	Средний	[2; 3)	0,125
[10; 50)**	Высокий	[3; 4)	0,025
[50; ∞]	Экстремально высокий	4	0,025

П р и м е ч а н и е. Для растворенного в воде кислорода используют следующие условные градации кратности уровня загрязненности: (1; 1,5] – низкий; (1,5; 2] – средний; (2; 3] – высокий; (3; ∞] – экстремально высокий. Если концентрация растворенного в воде кислорода в пробе равна 0, для расчета условно принимаем ее равной 0,01 мг/дм³.

Далее, на четвертом этапе определяется обобщенный оценочный балл (S_{ij}) как произведение частных оценочных баллов по повторяемости и кратности, который может изменяться от 1 до 16 (табл. 6.4).

Т а б л и ц а 6.4

Возможные вариации качественного состояния воды водотоков по отдельным ингредиентам и показателям загрязненности

Характеристика состояния загрязненности воды водотока				
№ п/п	качественная	количественная, баллы		Оценка степени загрязненности
		частные (произведения)	обобщенный балл (S_{ij})	
1	2	3	4	5
1	Единичная загрязненность низкого уровня	1×1	1	слабо загрязненная
2	Единичная загрязненность среднего уровня	1×2	2	загрязненная
3	Единичная загрязненность высокого уровня	1×3	3	грязная
4	Единичная загрязненность очень высокого уровня	1×4	4	грязная
5	Неустойчивая загрязненность низкого уровня	2×1	2	загрязненная
6	Неустойчивая загрязненность среднего уровня	2×2	4	грязная
7	Неустойчивая загрязненность высокого уровня	2×3	6	очень грязная
8	Неустойчивая загрязненность очень высокого уровня	2×4	8	очень грязная
9	Устойчивая загрязненность низкого уровня	3×1	3	грязная
10	Устойчивая загрязненность среднего уровня	3×2	6	очень грязная
11	Устойчивая загрязненность высокого уровня	3×3	9	чрезвычайно грязная
12	Устойчивая загрязненность очень высокого уровня	3×4	12	чрезвычайно грязная
13	Характерная загрязненность низкого уровня	4×1	4	грязная
14	Характерная загрязненность среднего уровня	4×2	8	очень грязная
15	Характерная загрязненность высокого уровня	4×3	12	чрезвычайно грязная
16	Характерная загрязненность очень высокого уровня	4×4	16	чрезвычайно грязная

Из общего числа учтенных в оценке ингредиентов выбираются **критические показатели загрязненности воды (КПЗ)** по следующему условию: значение обобщенного оценочного балла равно 9 или более ($S_{ij} > 9$), т.е. случай, когда наблюдается устойчивая либо характерная загрязненность этим ингредиентом высокого или экстремально высокого уровня.

5 этап. Расчет комбинаторного индекса и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

Комбинаторный индекс загрязненности воды определяется как сумма обобщенных баллов (S_{ij}) по следующей формуле:

$$S_j = \sum_{i=1}^{N_j} S_{ij}, \quad (6.5)$$

где S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе;

N_j – число учитываемых в оценке ингредиентов.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) определяется по следующей формуле:

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j}, \quad (6.6)$$

где S'_j – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе;

S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе;

N_j – число учитываемых в оценке ингредиентов.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды также используется для оценки уровня загрязненности и является весьма удобной и показательной характеристикой. Его использование обязательно, если расчеты проводили по разному числу ингредиентов.

6 этап. Классификация качества воды по степени загрязненности

Классификация качества воды по степени загрязненности осуществляется с учетом следующих данных:

- комбинаторного индекса загрязненности воды;
- числа КПЗ воды;
- коэффициента запаса;
- количества учтенных в оценке ингредиентов и показателей загрязненности.

Коэффициент запаса k рассчитывается по формуле

$$k = 1 - 0,1F, \quad (6.7)$$

где F – число критических показателей загрязненности воды.

Коэффициент запаса k вводится далее в градации классов качества воды дополнительно к комбинаторному индексу загрязненности воды для ужесточения оценки в случае обнаружения концентраций, близких или достигающих уровней высокого или экстремально высокого загрязнения. Его значение уменьшается с увеличением числа КПЗ: от единицы при отсутствии КПЗ до 0,9 при одном КПЗ и т.д. Коэффициент запаса рассчитывается при $F \leq 5$.

Определение классов качества воды проводится на основе произведения указанных величин и последующего подбора соответствующей ему градации класса следующей классификации в соответствии с табл. 6.5.

Т а б л и ц а 6.5

Классификация классов качества воды

1-й класс	$1 \cdot N_j \cdot k$	условно чистая
2-й класс	$(1 \cdot N_j \cdot k; 2 \cdot N_j \cdot k]$	слабо загрязненная
3-й класс	$(2 \cdot N_j \cdot k; 4 \cdot N_j \cdot k]$	загрязненная
разряд «а»	$(2 \cdot N_j \cdot k; 3 \cdot N_j \cdot k]$	загрязненная
разряд «б»	$(3 \cdot N_j \cdot k; 4 \cdot N_j \cdot k]$	очень загрязненная
4-й класс	$(4 \cdot N_j \cdot k; 11 \cdot N_j \cdot k]$	грязная
разряд «а»	$(4 \cdot N_j \cdot k; 6 \cdot N_j \cdot k]$	грязная
разряд «б»	$(6 \cdot N_j \cdot k; 8 \cdot N_j \cdot k]$	грязная
разряд «в»	$(8 \cdot N_j \cdot k; 10 \cdot N_j \cdot k]$	очень грязная
разряд «г»	$(10 \cdot N_j \cdot k; 11 \cdot N_j \cdot k]$	очень грязная
5-й класс	$(11 \cdot N_j \cdot k; \infty]$	экстремально грязная

В табл. 6.6, 6.7 приводятся классификации качества воды по значению КИЗВ, УКИЗВ.

Область и условия применения метода

Комбинаторный индекс загрязненности может быть использован для оценки современного состояния водных объектов, а также для установления пространственной и временной динамики качества воды. Несмотря на значительный объем обработки материала, стоит отметить простоту расчетов и возможность использования фактических данных Гидрометслужбы, характеризующихся необходимой для расчетов полнотой и систематичностью. Кичигин В.И. и Палагин Е.Д. предлагают использовать этот индекс для предварительной оценки качества воды.

Таблица 6.6

Классификация качества воды водотоков по значению комбинаторного индекса загрязненности воды
согласно обязательному Приложению И РД 52.24.643-2002

Класс	Характеристика состояния загрязненности воды	Комбинаторный индекс загрязненности воды				
		без учета числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ			
		1 ($k = 0,9$)	2 ($k = 0,8$)	3 ($k = 0,7$)	4 ($k = 0,6$)	5 ($k = 0,5$)
1-й	условно чистая	$1N_j$	$0,8N_j$	$0,7N_j$	$0,6N_j$	$0,5N_j$
2-й	слабо загрязненная	$(1N_j; 2N_j]$	$(0,8N_j; 1,6N_j]$	$(0,7N_j; 1,4N_j]$	$(0,6N_j; 1,2N_j]$	$(0,5N_j; 1,0N_j]$
3-й	загрязненная	$(2N_j; 4N_j]$	$(1,6N_j; 3,2N_j]$	$(1,4N_j; 2,8N_j]$	$(1,2N_j; 2,4N_j]$	$(1,0N_j; 2,0N_j]$
4-й	грязная	$(4N_j; 11N_j]$	$(3,2N_j; 8,8N_j]$	$(2,8N_j; 7,7N_j]$	$(2,4N_j; 6,6N_j]$	$(2,0N_j; 5,5N_j]$
5-й	экстремально грязная	$(11N_j; \infty]$	$(8,8N_j; \infty]$	$(7,7N_j; \infty]$	$(6,6N_j; \infty]$	$(5,5N_j; \infty]$

Таблица 6.7

Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды согласно рекомендуемому Приложению К РД 52.24.643-2002

Класс	Характеристика состояния загрязненности воды	Комбинаторный индекс загрязненности воды					
		без учета числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1 ($k = 0,9$)	2 ($k = 0,8$)	3 ($k = 0,7$)	4 ($k = 0,6$)	5 ($k = 0,5$)
1-й	условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	слабо загрязненная	(1; 2]	(0,9; 1,8]	(0,8; 1,6]	(0,7; 1,4]	(0,6; 1,2]	(0,5; 1,0]
3-й	загрязненная	(2; 4]	(1,8; 3,6]	(1,6; 3,2]	(1,4; 2,8]	(1,2; 2,4]	(1,0; 2,0]
разряд «а»	загрязненная	(2; 3]	(1,8; 2,7]	(1,6; 2,4]	(1,4; 2,1]	(1,2; 1,8]	(1,0; 1,5]
разряд «б»	очень загрязненная	(3; 4]	(2,7; 3,6]	(2,4; 3,2]	(2,1; 2,8]	(1,8; 2,4]	(1,5; 2,0]
4-й	грязная	(4; 11]	(3,6; 9,9]	(3,2; 8,8]	(2,8; 7,7]	(2,4; 6,6]	(2,0; 5,5]
разряд «а»	грязная	(4; 6]	(3,6; 5,4]	(3,2; 4,8]	(2,8; 4,2]	(2,4; 3,6]	(2,0; 3,0]
разряд «б»	грязная	(6; 8]	(5,4; 7,2]	(4,8; 6,4]	(4,2; 5,6]	(3,6; 4,8]	(3,0; 4,0]
разряд «в»	очень грязная	(8; 10]	(7,2; 9,0]	(6,4; 8,0]	(5,6; 7,0]	(4,8; 6,0]	(4,0; 5,0]
разряд «г»	очень грязная	(8; 11]	(9,0; 9,9]	(8,0; 8,8]	(7,0; 7,7]	(6,0; 6,6]	(5,0; 5,5]
5-й	экстремально грязная	(11; ∞]	(9,9; ∞]	(8,8; ∞]	(7,7; ∞]	(6,6; ∞]	(5,5; ∞]

Достоинством этого индекса загрязнения О.Ф. Балацкий с соавторами считают то, что в унифицированную балльную шкалу переводятся не только величины кратности превышения ПДК, но и частоты превышения соответствующих ПДК. «Сумма полученных двух баллов дает единый балл для каждого вещества. В дальнейшем при вычислении среднего балла (индекса) для группы веществ более высокие единые баллы входят в сумму с большими весовыми коэффициентами, что препятствует сглаживанию значения индекса при осреднении». В случае, если интервал возможного изменения концентрации загрязнителя заключен между двумя фиксированными уровнями L_1 и L_2 в ходе построения агрегированного индекса предлагается подобрать некоторую функцию $\psi(z)$, которая выполняла бы нелинейное экологическое преобразование линейно нормированных концентраций H_i :

$$H_i = \frac{C_i - (L_1)_i}{(L_2)_i - (L_1)_i}; \quad (6.8)$$

$$(L_1)_i \leq C_i \leq (L_2)_i$$

где C_i – концентрация i -го ингредиента в воде;
 L_1 и L_2 – наименьший и наибольший фиксированные уровни загрязнения по i -му ингредиенту.

Однако можно поставить под сомнение существование самого фиксированного уровня загрязнения природных вод. В теоретическом плане он, конечно же, возможен, а вот в практическом – вряд ли. Ведь даже если взять какую-либо условную речную систему без неорганизованных антропогенных источников загрязнения на водосборе (только фоновое загрязнение) или речную систему с фиксированным организованным сбросом сточных вод (фон+организованный сброс), то сам естественный гидрохимический фон от года к году не может быть постоянным (фиксированным) – могут быть маловодные года или, наоборот, года с редкими высокими паводками. В первом случае вынос взвеси и органического вещества с водосбора будет намного меньше, нежели в случае с большим притоком поверхностного стока с водосбора.

Практическая часть

Задача 1

Наблюдения за химическим составом воды реки Чупсовой в створе А проводили в 1999 г. по 14 ингредиентам (табл. 6.8). Предварительным обследованием была выявлена высокая комплексность загрязненности воды К, равная 50,0 %. Это значит, что необходимо дать комплексную оценку качества воды реки Чупсовая в створе А за 1999 г.

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды проводят в соответствии с техникой расчета, изложенной выше. Результаты расчета заносят в табл. 6.9. По каждому ингредиенту проводят следующие вычисления, указанные ниже.

В графу 2 табл. 6.9 заносят данные по числу определений. По растворенному в воде кислороду БПК₅ воды – 11, по меди – 9 и т.д.

В графу 3 табл. 6.9 помещают данные по числу определений, превышающих ПДК. По растворенному в воде кислороду превышений ПДК нет, по БПК₅ воды – 6 (ПДК БПК₅ принимается равной 70 % от ПДК БПК_{полн}, т.е. 2,1 мгО₂/л), по железу общему – 12, по аммоний – 5 и т.д.

На основании данных второй и третьей граф определяется повторяемость случаев превышения ПДК:

$$\alpha_0 = 0\%; \alpha_{\text{БПК}} = \frac{6}{11} \cdot 100\% = 54,5\% \text{ и т.д.}$$

Результаты помещают в графу 4 табл. 6.9. По значениям повторяемости на основании Приложения Е РД 52.24.643-2002 (см. табл. 6.2) определяют частный оценочный балл S_α и ставят его в графу 5:

$$S_{\alpha_{\text{БПК}_5}} = 4,0, S_{\alpha_{\text{фен}}} = 3,59 \text{ и т.д.}$$

Рассчитывают кратность превышения ПДК в тех результатах анализа, где оно имеет место (графа 6 табл. 6.9). Затем определяют среднее значение кратности превышения ПДК только по тем пробам, где есть нарушение нормативов (графа 7 табл. 6.9). Например:

$$\begin{aligned} \beta_{\text{БПК}_5} &= \frac{(2,62 + 1,14 + 3,24 + 1,33 + 1,07 + 1,21)}{6} = 1,77 \text{ мг/дм}^3; \\ \beta_{\text{Fe}_{\text{общ}}} &= \frac{(3,2 + 3,4 + 4,8 + 5,2 + 5,1 + 2,9 + 2,8 + 2,5 + 2,5 + 3,8 + 4,3 + 30,5)}{12} = \\ &= 5,92 \text{ мг/дм}^3. \end{aligned}$$

Таблица 6.8

Гидрохимическая информация о загрязненности воды реки Чулсовая в створе А за 1999 г.

Месяц	O ₂	БПК ₅	Cl ¹⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	NO ₃ ¹⁻	NO ₂ ¹⁻	NH ₄ ¹⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Фенолы	Нефте- продукты	Cu ²⁺	Zn ²⁺
I	8,72	5,50	29,4	15,6	0,32	1,12	0,006	0,17	54,1	19,5	0,001	0,22	0,006	0,028
II	9,28	2,4	30,1	14,0	0,34	13,69	0,007	0,25	55,0	22,5	0	0,09	0,001	0,007
III	10,7	1,5	26,1	13,9	0,48	0,93	0,01	0,30	56,0	18,8	0	0,01	0,006	0,001
IV	10,4	-	8,8	26,4	0,52	8,50	0,013	0,63	20,8	5,7	0	0,05	0,002	0,001
V	12,2	6,8	10,5	23,7	0,51	6,86	0,008	0,53	33,9	10,3	0	0,06	0,002	0,001
VI	8,8	2,0	8,9	13,5	0,29	0,12	0,012	0,57	59,0	10,5	0,002	-	-	0,001
VII	6,64	2,8	15,7	12,6	0,28	0,15	0,004	0,61	19,0	37,7	0,003	0,09	0,005	0,001
VIII	8,16	2,24	12,0	13,6	0,25	1,40	0,005	0,60	38,5	21,0	0,005	0,07	0,002	0,060
IX	9,2	0,98	13,7	11,1	0,25	0,2	0,008	0,13	52,0	22,0	0	-	-	0,020
X	8,64	0,90	12,5	14,4	0,38	0,37	0,015	0,25	53,1	15,2	0,002	0,06	0,003	0,002
XI	-	1,6	13,4	12,0	0,43	0,91	0,012	0,3	57,2	16,4	0	0,06	0,001	0,007
XII	9,52	2,55	15,5	12,8	3,05	1,12	0,008	0,3	35,0	10,6	0,003	0,01	-	0,007

Таблица 6.9

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды реки Чупсовая в створе А за 1999 г.

Ингредиенты и показатели загрязненности	n_i	n'_i	$\alpha_i = \frac{n'_i}{n_i} \cdot 100\%$	S_{α_i}	$\sum \beta_i = \sum_{i=1}^{n'_i} \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$	$\bar{\beta}_i$	S_{β_i}	S_i
O ₂	11	-	-	-	-	-	-	-
БПК ₅	11	6	54,5	4,0	2,62+1,14+3,24+1,33+1,07+1,21=10,61	1,77	1,77	7,08
Cl ¹⁻	12	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	12	-	-	-	-	-	-	-
Fe _{общ}	12	12	100,0	4,0	3,2+3,4+4,8+5,2+5,1+2,9+2,8+ +2,5+2,5+3,8+4,3+30,5=71,0	5,92	2,49	9,96
N _{NO₃⁻}	12	-	-	-	-	-	-	-
N _{NO₂⁻}	12	-	-	-	-	-	-	-
фенолы	12	5	41,7	3,59	2+3+5+2+3=15	3,0	2,13	7,65
Нефтепродукты	10	7	70,0	4,0	4,4+1,8+1,2+1,8+1,4+1,2+1,2=13	1,86	1,86	7,44
N _{NH₄⁺}	12	5	41,7	3,59	1,26+1,06+1,14+1,22+1,2=5,88	1,18	1,18	4,24
Ca ²⁺	12	-	-	-	-	-	-	-
Mg ²⁺	12	-	-	-	-	-	-	-
Медь	9	7	77,8	4,0	6+6+2+2+5+2+3=26	3,71	2,21	8,84
Цинк	12	3	25,0	2,75	2,8+6+2=10,8	3,60	2,20	6,05

По значениям средней кратности превышения ПДК на основании Приложения Ж РД 52.24.643-2002 (табл.6.3) определяют частный оценочный балл, который помещают в графу 8: $S_{\beta_{\text{БПК}_5}} = 1,77$, $S_{\beta_{\text{Fe}_{\text{общ}}}} = 2,49$ и т.д.

Определение S_{β_i} , как и определение S_{α_i} , проводят с учетом линейной интерполяции. Например: $\beta_{\text{Fe}_{\text{общ}}} = 5,92$. Согласно Приложению Ж соответствующий этому значению балл находится между двумя и тремя. Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу $\bar{\beta}_i$, в этих пределах составляет 0,125. Чтобы получить значение балла по $\bar{\beta}_{\text{Fe}_{\text{общ}}}$, необходимо к двум прибавить число, полученное в результате действия: $3,92 \cdot 0,125 = 0,49$, тогда $S_{\beta_{\text{NO}_2^-}} = 2 + 0,49 = 2,49$.

Далее определяют обобщенные оценочные баллы по каждому ингредиенту (графа 9 табл.6.9). Например:

$$S_{\text{БПК}_5} = S_{\alpha_{\text{БПК}_5}} \cdot S_{\beta_{\text{БПК}_5}} = 4 \cdot 1,77 = 7,08;$$

$$S_{\text{Fe}_{\text{общ}}} = S_{\alpha_{\text{Fe}_{\text{общ}}}} \cdot S_{\beta_{\text{Fe}_{\text{общ}}}} = 4 \cdot 2,49 = 9,96 \text{ и т.д.}$$

Значения обобщенного оценочного балла помещают в графу 9 табл. 6.9.

Значения комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ) S_A в створе А определяют как сумму обобщенных оценочных баллов по каждому ингредиенту:

$$S_A = 7,08 + 9,96 + 7,65 + 7,44 + 4,24 + 8,84 + 6,05 = 51,26.$$

Вычисляют удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) S'_A :

$$S'_A = \frac{51,26}{14} = 3,66.$$

По значениям обобщенных оценочных баллов и условию $S_{ij} \geq 9$ находят число КПЗ (критических показателей загрязненности). Критический показатель загрязненности в данном случае только один – это железо общее ($S_{\text{Fe}_{\text{общ}}} = 9,96$), т.е. F (критический показатель загрязненности) равен 1.

Коэффициент запаса k рассчитывается по формуле

$$k = 1 - 0,1 F,$$

где F – число критических показателей загрязненности воды.

Коэффициент запаса k в данном случае:

$$k = 1 - 0,1 \cdot 1 = 0,9.$$

Определяют класс загрязненности воды.

По таблице Приложения И РД 52.24.643-2002 (табл. 6.6) подбирают градации класса качества воды, в пределах которых находится значение комбинаторного индекса загрязненности воды S_j . С учетом коэффициента запаса, равного 0,9, и количества ингредиентов, участвующих в расчете, $N=14$.

В данном случае значение КИЗВ = 51,26 попадает в градацию $(3,6N_j; 9,9N_j]$ – 4-й класс качества воды и вода характеризуется как «грязная».

Более простой способ определения класса качества воды – по значению УКИЗВ (3,66) и числу КПЗ (1) согласно Приложению К РД 52.24.643-2002 (табл. 6.7). В графе, соответствующей значению КПЗ 1, находим градацию значений УКИЗВ, в которую входит его значение 3,66, и соответствующие им класс (4-й), разряд «а» и качественную характеристику воды – «грязная».

Выводы к задаче:

Превышение ПДК в воде реки Чупсовая в створе А наблюдалось по 7 ингредиентам химического состава воды из 14 определяемых показателей. Значение коэффициента комплексности загрязненности воды составляет 50,0 %, что свидетельствует о высокой комплексности загрязнения воды реки Чупсовая в створе А в течение всего года.

Для некоторых загрязняющих ингредиентов (табл. 6.9) – БПК₅, железо общее, нефтепродукты, соединения меди – в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_\alpha = 4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная». По фенолам и азоту аммонийному загрязненность воды определяется как «устойчивая», а по цинку как «неустойчивая». По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года от «низкой» до «средней». Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения железа. Общий оценочный балл этого ингредиента, составляющий 9,96, относит этот ингредиент к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта, на который нужно обратить особое внимание при разработке (или уточнении) программы

гидрохимического мониторинга, при планировании и осуществлении водоохранных мероприятий в бассейне этой реки.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите этапы расчета КИВЗ.
2. Какие вещества входят в обязательный перечень ингредиентов для расчета комплексных показателей?
3. С помощью какого коэффициента дается предварительная оценка загрязненности воды?
4. Область и условия применения метода расчета комбинаторного индекса загрязненности воды.
5. Какой существует более простой способ определения класса качества воды?

Практическая работа № 7

РАСЧЁТ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Теоретическая часть

Отходы, если они не обработаны подобающе, могут создать для обществу серьезные проблемы. Среди них: эстетически непривлекательная среда, запах, загрязнение сточных вод, превращение свободных земель в свалки, изменение стоимости имущества, угроза человеческому здоровью и т.д.

Возобновляемые в результате хозяйственных действий ресурсы (воздух, вода, почва) регулярно засоряются. Есть три главных фактора, которые определяют отрицательное влияние загрязнения на среду:

- химическая природа;
- концентрация;
- скорость разделения.

Негативное влияние отходов на среду является следствием их неправильной обработки. Различают следующие основные виды, характеризующие отрицательное влияние отходов:

- непосредственный ввод отходов в окружающую среду, приводящий к загрязнению воды, воздуха или почвы;
- загрязнение, созданное несоответствующими процессами переработки отходов (выбросы при сжигании отходов и других видах переработки, шум процессов транспортировки и обработки, пыли, эмиссии газов);
- загрязнение, созданное несоответствующим захоронением отходов.

Неубранные отходы создают различные проблемы окружающей среде и здоровью (токсические испарения, антисанитарные условия и т.д.).

Токсические вещества (например, тяжелые металлы, устойчивые органические источники загрязнения, диоксины) могут вызвать серьезные угрозы здоровью (также с летальным исходом), если они находятся в соприкосновении с человеком, а также при вдыхании. Они могут создать также опасное загрязнение воды, воздуха и почвы.

Пожары на нелегальных свалках отходов, а также их открытое сжигание загрязняют воздух диоксинами, которые очень вредны для окружающей среды и человека.

В зависимости от того, какой вид обработки отходов выбран (захоронение, компостирование, сжигание, транспортировка, переработка), могут возникать следующие явления:

1) газы, вызывающие эффект теплицы (от переработки отходов, включая сжигание и захоронение);

2) загрязнение поверхностного слоя земли (переработка, захоронение);

3) эмиссии инфильтрата (от захоронения).

Нужно отметить, что любое действие управления отходами создаст какое-либо влияние на окружающую среду, независимо от того, будут ли это эмиссии от транспорта, собирающего отходы, или от сжигания, очистки инфильтрата, или потребление энергии, которое необходимо для переработки отходов, и т.д. Поэтому в процессе планирования управления отходами нужно взвесить влияние этих действий на окружающую среду во время всего их жизненного цикла, учитывая влияние, которое появится, когда нужно будет закрывать свалку отходов или применять устройство по сжиганию отходов.

Классификация отходов производства и потребления

В соответствии с Федеральным законом от 24.06.98 N 89-ФЗ (ред. от 28.07.2012 с изменениями, вступившими в силу с 01.09.2012) «Об отходах производства и потребления» даются следующие определения:

Отходы производства и потребления (далее – отходы) – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

Цель внедрения классификации отходов – обеспечить единый порядок характеристики и систематизации отходов (бытовых и опасных), чтобы уменьшить угрозу, которую создает или может создать влияние отходов на окружающую среду, здоровье и жизнь людей, а также имущество и интересы физических и юридических персон. Классификация отходов может быть выполнена для отходов, их категорий, видов переработки и захоронения, а также классифицированы

свойства отходов и находящиеся в составе отходов химические вещества и их соединения, что делает отходы опасными.

Классификация отходов осуществляется по следующим факторам:

- 1) по физическим свойствам;
- 2) по методам утилизации и ликвидации;
- 3) по методам обезвреживания и переработки;
- 4) по источнику образования;
- 5) по происхождению;
- 6) по агрегатному состоянию;
- 7) по классу опасности для окружающей природной среды.

1. Классификация отходов по физическим свойствам приведена в табл.7.1.

Т а б л и ц а 7.1

Классификация отходов по физическим свойствам

Группа	Вид отхода
Водные растворы и шламы	Кислые, щелочные, неорганические нейтральные, органические нейтральные, смешанные органические и неорганические
Неводные растворы и шламы	Органические растворители (сжигаемые), органические растворители (несжигаемые), использованные масла, использованные смолы и жиры
Твердые отходы	Огарки, остатки, пыль, биологические твердые отходы, отходы добычи и разработки сырья
Газообразные отходы	Дымы, отходящие газы, газообразные тепловые потоки
Специфические отходы (особо токсичные)	Асбестовые, фенолсодержащие, мышьяксодержащие, ртутьсодержащие, цинксодержащие, хлорированные бифенилы и др.

2. Классификация отходов по методам утилизации или ликвидации

Различают следующие методы:

- биологическая обработка;
- химическая обработка;
- извлечение компонентов;
- разделение фаз;
- ликвидация (удаление) отходов.

3. Классификация отходов по методам обезвреживания и переработки приведена в табл. 7.2.

Т а б л и ц а 7.2

Классификация отходов по методам обезвреживания и переработки

Категория	Характеристика	Методы захоронения (обезвреживания)
1	Инертные	Для планировки
2	Биологически окисляемые	Складирование/переработка совместно с ТБО
3	Слаботоксичные, малорастворимые	Складирование совместно с ТБО
4	Нефтемаслоподобные	Сжигание, в т.ч. совместно с ТБО
5	Токсичные со слабым загрязнением воздуха	Складирование на полигоне промотходов
6	Токсичные	Обезвреживание на спецсооружениях

4. Классификация отходов по источнику образования

Отходы производства образуются:

– при добыче и обогащении полезных ископаемых;

– при переработке:

а) механической;

б) физико-химической;

в) иных видах.

Отходы потребления:

а) производственного;

б) бытового.

5. Классификация отходов по происхождению

Различают следующие:

1. Отходы производства (промышленные отходы)

Промышленные отходы – твердые отходы, полученные в результате жизнедеятельности производства (неиспользованные остатки сырья, возникающие в ходе технологических процессов).

Отходы, не используемые в рамках данного производства, но применяемые в других производствах, являются вторичным сырьём.

2. Строительные отходы

Строительные отходы – образуются в результате строительно-монтажных работ, работ по ремонту зданий, сооружений дорожной инфраструктуры, а также при их сносе. Состоят из боя кирпича,

застывшего раствора в кусковой форме, щебня, древесных отходов, металлического лома, промышленной тары и др.

3. Отходы потребления (коммунально-бытовые)

Отходы потребления образуются в промышленности и в быту.

6. Классификация отходов по агрегатному состоянию

Различают следующие:

- твердые;
- жидкие;
- газообразные.

7. Классификация отходов по классу опасности для окружающей природной среды

- 1-й – чрезвычайно опасные
- 2-й – высоко опасные
- 3-й – умеренно опасные
- 4-й – малоопасные
- 5-й – практически неопасные

Т а б л и ц а 7.3

Класс опасности отхода для окружающей природной среды	Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды
I КЛАСС Чрезвычайно опасные	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует
II КЛАСС Высокоопасные	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия
III КЛАСС Умеренно опасные	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника
IV КЛАСС Малоопасные	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет
V КЛАСС Практически не опасные	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена

В России существует Федеральный классификатор отходов, в котором каждому виду отходов в зависимости от источника его происхождения присваивается идентификационный номер.

Отходы производства

Промышленные отходы – твердые отходы производства, полученные в результате химических и термических преобразований материалов природного происхождения.

Отходы определенной продукции – неупотребимые остатки сырья и/или возникающие в ходе технологических процессов вещества и энергия, не подвергающиеся утилизации.

Часть отходов, которая может быть использована в том же производстве, называется *возвратными отходами*. Сюда входят остатки сырья и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства товаров (выполнения работ, оказания услуг). Из-за частичной утраты некоторых потребительских свойств, возвратные отходы могут использоваться в условиях со сниженными требованиями к продукту, или с повышенным расходом, иногда они не используются по прямому назначению, а лишь в подсобном производстве (например, автомобильные отработанные масла – для смазки неотвественных узлов техники). При этом остатки сырья и других материальных ценностей, которые передаются в другие подразделения в качестве полноценного сырья, в соответствии с технологическим процессом, а также попутная продукция, получаемая в результате осуществления технологического процесса, не относятся к возвратным отходам.

Отходы, которые в рамках данного производства не могут быть использованы, но могут применяться в других производствах, именуются *вторичным сырьём*.

Отходы потребления

Отходы потребления образуются в промышленности и в быту.

Бытовые отходы – твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

К твердым бытовым отходам (ТБО) относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, зрелищных, спортивных и других предприятиях (включая отходы от текущего ремонта квартир), отходы от отопительных устройств местного

отопления, смет, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, и крупногабаритные отходы. Такое определение соответствует зарубежному термину «твердые муниципальные отходы» (Municipal Solid Waste). ТБО классифицируют по источникам образования, по морфологическому составу, по степени опасности, по направлениям переработки и т.д. Юридической основой для классификации ТБО в России служит Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), который классифицирует отходы по происхождению, агрегатному состоянию и опасности.

Твердые бытовые отходы (ТБО) в Российской Федерации представляют собой грубую механическую смесь самых разнообразных материалов и гниющих продуктов, отличающихся по физическим, химическим и механическим свойствам и размерам. ТБО перед их переработкой необходимо обязательно подвергнуть сепарации по группам, если таковая имеет смысл (для небольших жилых объектов; отдельных лечебных, оздоровительных и других подобных учреждений; поселков и мелких городов сепарация ТБО по группам, по-видимому, экономически нецелесообразна).

Классификация БО по физико-химическим, биологическим, биохимическим и токсикологическим свойствам

Твердые бытовые отходы (ТБО) после сепарации (если таковая целесообразна) следует подразделять на следующие группы.

А. Отходы из природных материалов (ОПМ)

1. Пищевые (гниющие) отходы.
2. Отходы медицинских, лечебных, научно-исследовательских организаций, в том числе хирургии и стоматологии, а также возможно отходы лечебных ветеринарных учреждений.
3. Полимерные отходы из природных материалов, в том числе отходы древесины, картона, целлюлозно-бумажные, оберточные материалы.

Б. Производственные отходы

1. Металлические отходы.
2. Отходы отработанных химических источников тока (ОХИТ).
3. Бой стекла и стеклопосуды.
4. Отходы полимерных материалов синтетической химии, в том числе резина и резино-технические изделия и все оберточные материалы и полимерная тара из продуктов синтетической химии.
5. Радиоактивные отходы.

Существуют рассчитанные на год нормы накопления бытовых отходов на одного человека, на одно место в гостинице, на квадратный метр торговой площади магазина и т.д. В крупных городах на нормы накопления мусора, как правило, влияют уровень развития легкой и пищевой промышленности, индустрии упаковочных материалов, климатическая зона и, конечно же, менталитет и благосостояние населения.

В промышленных городах центральной части России норма отходов на душу населения оценивается сейчас в 225–250 килограммов в год. Для сравнения: в развитых европейских странах, таких как Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Италия, Нидерланды, Швеция, Швейцария, Япония, этот показатель уже в 1995–1996 годах достиг 340–440 килограммов, в Австрии и Финляндии – свыше 620, а в США превысил 720 килограммов на одного человека в год.

Определение вида опасного отхода и его класса опасности для окружающей среды

Сведения об опасных отходах, деятельность по обращению с которыми планируется осуществлять, включая вид опасного отхода, его код и класс опасности для окружающей природной среды и иные опасные свойства, определяются по федеральному классификационному каталогу отходов.

При отсутствии сведений в федеральном классификационном каталоге отходов класс опасности отхода для окружающей природной среды определяется расчётным и/или экспериментальным методом на основе «СанПиН 2.1.7. 72-98. Предельно допустимые концентрации в почве». Показатели для некоторых составляющих отходов приведены в прил. 2.

Подтверждение правильности отнесения отхода к тому или иному классу опасности осуществляется в соответствии с «СанПиН 2.3.2. 560-96. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды расчётным методом осуществляется на основании величины суммарного показателя степени опасности K , характеризующего степень опасности *отхода* при его воздействии на ОС, рассчитанного по сумме показателей опасности *веществ* (K_i), составляющих отход (далее *компонентов отхода*), для ОС.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода (C_i) к коэффициенту его степени опасности для ОС (W_i):

$$K_i = C_i/W_i, \quad (7.1)$$

где C_i – концентрация i -компонента в отходе, мг/кг отхода;

W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента отхода для ОС, мг/кг.

Коэффициентом степени опасности компонента отхода для ОС (W_i) является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на ОС. Размерность коэффициента степени опасности для ОС условно принимается как мг/кг.

На основании состава отхода проводится информационный поиск токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого компонента отхода, используемых для расчета W_i . По значению показателя опасности последнему присваивается балл (B) от 1 до 4, характеризующий определенную степень опасности. Соотнесение каждого показателя к его степени опасности приведено в табл. 7.4.

Следует отметить, что в перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается *информационный показатель I* . Информационный показатель зависит от *показателя информационного обеспечения n* , который рассчитывается по формуле

$$n=N/12, \quad (7.2)$$

где 12 – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОС;

N – количество показателей опасности компонентов отхода для ОС.

Соотношение показателя информационного обеспечения n с информационным показателем I показано в табл. 7.4.

Т а б л и ц а 7.4

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения

Количество показателей опасности компонентов отхода для ОС N	Показатель информационного обеспечения n	Информационный показатель I
< 6	< 0,5	1
6–8	0,5–0,7	2
9–10	0,71–0,9	3
> 11	> 0,9	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОС в различных природных средах рассчитывается *относительный параметр опасности компонента отхода для ОС* (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров с учетом информационного показателя.

$$X_i = \frac{\sum_{j=1}^K B_j + I}{N + 1}, \quad (7.3)$$

где N – количество показателей опасности компонентов отхода для ОС;
 B_j – степень опасности вещества в баллах;
 I – информационный показатель;
 k – количество компонентов отхода.

Зная концентрацию компонента отхода C_i , можно вычислить показатель степени опасности компонента отхода K_i .

Затем рассчитывается показатель степени опасности всего отхода для ОС (K) по формуле

$$K = \Sigma K_i, \quad (7.4)$$

где K_i – показатель степени опасности отдельных компонентов отхода для ОС.

По значению K определяют класс токсичности отходов в соответствии с данными табл. 7.5.

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически безопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и,

следовательно, коэффициентом степени опасности для ОС (W_i), равным 10^6 .

Т а б л и ц а 7.5

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОС (К)
I	$10^6 > K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

Практическая часть

Задача 1

Определить класс опасности производственного отхода массой $M=10$ кг следующего состава:

- Песок – 90 %
- Цинк – 3 %
- Медь – 3 %
- Краситель органический активный бирюзовый – 2 %
- 1,3,7 – триметилксантин – 2 %

Пример решения задачи

1. Рассчитываем концентрации C_i каждого компонента по формуле

$$C_i = m_i / M, \text{ мг/кг,}$$

где m_i – масса i -го компонента отхода, мг:

$$m_1 = 900\,000 \text{ мг; } C_1 = 900\,000 / 10 = 90\,000 \text{ мг/кг;}$$

$$m_2 = 30\,000 \text{ мг; } C_2 = 30\,000 / 10 = 3000 \text{ мг/кг;}$$

$$m_3 = 30\,000 \text{ мг; } C_3 = 30\,000 / 10 = 3000 \text{ мг/кг;}$$

$$m_4 = 20\,000 \text{ мг; } C_4 = 20\,000 / 10 = 2000 \text{ мг/кг;}$$

$$m_5 = 20\,000 \text{ мг; } C_5 = 20\,000 / 10 = 2000 \text{ мг/кг.}$$

Класс опасности отхода определяется по показателю степени опасности K_Σ , который рассчитываем по сумме индексов токсичности всех компонентов отхода по формуле $K_\Sigma = K_1 + K_2 + K_3$.

Показатель степени опасности (индекс токсичности) компонента отхода для ОС K_i рассчитывается по формуле $K_i = C_i / W_i$.

2. Рассчитаем коэффициент степени опасности каждого компонента опасного отхода для ОС по формулам

$$\lg W_i = 4 - 4/Z_i, \text{ для } 1 < Z_i < 2;$$

$$\lg W_i = Z_i, \text{ для } 2 < Z_i < 4; \quad (7.5)$$

$$\lg W_i = 2 + 4/(6 - Z_i), \text{ для } 4 < Z_i < 5,$$

где $Z_i = 4 X_i / 3 - 1/3$.

Чем опаснее вещество, тем меньше коэффициент W_i .

Из прил. 2 «Коэффициенты W для отдельных компонентов опасных отходов» Приказа МПР РФ № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» находим значение W_i .

Компонент отхода песок состоит из химических элементов кислорода, кремния и относится к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОС $W_1 = 10^6$.

На основе качественного состава отхода проводится информационный поиск токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого его компонента.

Показатели опасности выбираем из перечня табл. 7.7, а их значения – из нормативных документов и литературных источников и заносим в табл. 7.6.

По значению показателя опасности последнему присваивается балл от 1 до 4 (в соответствии с табл. 7.7). В расчете используются первые двенадцать показателей. При отсутствии в справочной литературе информации по ним используются данные по остальным показателям.

При расчете величины X_i учитывается информационный показатель I , который зависит от числа используемых показателей опасности n и имеет следующие значения (в баллах): $I=4$ при $n=12-11$; $I=3$ при $n=10-9$; $I=2$ при $n=8-7$; $I=1$ при $n \leq 6$.

Усредненный параметр опасности компонента отхода X_i вычисляется делением суммы баллов по всем показателям, включая информационный, на общее число показателей.

$$X_4 = (3+4+2+3+1)/5 = 2,6;$$

$$X_5 = (2+3+2+3+2+3+3+1+4)/9 = 2,55.$$

Таблица 7.6

Пример оформления таблицы

	Наименование компонентов отхода и его концентрации С (мг/кг)									
	песок, 900000 мг/кг		цинк, 30000 мг/кг		медь, 30000 мг/кг		краситель органический активный бирюзовый, 20000 мг/кг		1,3,7-триметил- ксантин, 20000 мг/кг	
	численное значение	балл	численное значение	балл	численное значение	балл	численное значение	балл	численное значение	балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л							0,2	2	0,1	2
Класс опасности в воде хозяйст- венно-питьевого использования							4	4	3	3
ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³							0,05	2	0,03	2
Класс опасности в атмосферном воздухе							3	3	3	3
LD50, мг/л									192	3

Окончание табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LC50 ^{водн} , мг/л/96ч									87	3
Ig (S, мг/л /ПДКв, мг/л)									8,3	1
Биоаккумуляция									Нет нак.	4
I								1		2
X								2,6		2,55
W	10 ⁶		463,4		358,9			1358		1157
K	0,9		64,7		83,6			14,7		17,28
$K = 0,9 + 64,7 + 83,6 + 14,7 + 17,28 = 181,19$										

Находим значение Z_4 и Z_5 по формуле

$$Z_i = 4 X_i / 3 - 1/3;$$

$$Z_4 = 4 \cdot 2,6 / 3 - 1/3 = 3,133;$$

$$Z_5 = 4 \cdot 2,55 / 3 - 1/3 = 3,07.$$

Так как Z_4 и Z_5 больше 2 и меньше 4, то значение коэффициента степени опасности W этих компонентов опасного отхода рассчитываем по формуле:

$$\lg W_i = Z_i, \quad (7.6)$$

3. Определяем показатель степени опасности каждого компонента отхода:

$$K_1 = 900\,000 / 1\,000\,000 = 0,9;$$

$$K_2 = 30\,000 / 463,4 = 64,7;$$

$$K_3 = 30\,000 / 358,9 = 83,6;$$

$$K_4 = 20\,000 / 1358 = 14,7;$$

$$K_5 = 20\,000 / 1157 = 17,28.$$

4. Определяем класс опасности отхода в соответствии с табл. 7.5:

$$K_{\Sigma} = 0,9 + 64,7 + 83,6 + 14,7 + 17,28 = 181,19.$$

Так как $10^3 \geq K_{\Sigma} > 10^2$, то данный отход имеет III класс опасности.

Т а б л и ц а 7.7

Степень опасности компонентов отхода
для различных природных сред

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
1	ПДКп (ОДК), мг/кг	< 1	1–10	10,1–100	> 100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	не установ.
3	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	< 0,01	0,01–0,1	0,11–1	> 1
4	Класс опасности в воде хозяйственно-питье- вого использования	1	2	3	4

Окончание табл. 7.7

1	2	3	4	5	6
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	< 0,001	0,001–0,1	0,011–0,1	> 0,1
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7	ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³	< 0,01	0,01–0,1	0,11–1	> 1
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	< 0,01	0,01–1	1,1–10	> 10
10	Lg (S, мг/л / ПДКв, мг/л)	> 5	5–2	1,9–1	< 1
11	Lg (C _{нас} , мг/м ³ / ПДК _{рз})	> 5	5–2	1,9–1	< 1
12	Lg (C _{нас} , мг/м ³ / ПДКс.с. или ПДКм.р.)	> 7	7–3,9	3,8–1,6	< 1,6
13	lg K _{ов} (октанол / вода)	> 4	4–2	1,9–0	< 0
14	LD ₅₀ , мг/кг	< 15	15–150	151–5000	> 5000
15	LC ₅₀ , мг/м ³	< 500	500–5000	5001–50000	> 50000
16	LC ₅₀ водн., мг/л / 96 ч	< 1	1–5	5,1–100	> 100
17	БД=БПК5/ХПК 100 %	< 0,1	0,01–1,0	1,0–10	> 10
18	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Нет накопления
	Балл, B	1	2	3	4

Варианты заданий к практической работе № 7, задаче 1

Параметры	Варианты заданий											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Масса отхода, кг	10	12	8	15	20	11	16	19	23	5	9	10
2. Состав отхода (%):												
песок	90						80					
цинк	3		0,116		0,006		5					
медь	3				0,1		5					
краситель органический активный биризовый	2						5					
1,3,7-триметилксантин	2						5					
оксид кремния		70				4,13		65		1,4	20	
углеводороды зола		10	95,314					15				82,9
фосфор			1,26						1,44	0,02		
кальций			0,087									
вода			2									
мех.примеси		10	1			35		15	59,85		8	2,0
никель+кобальт				12								1,0
железо				50						93	45	
кадмий				16	0,004							
графит				4,3								
резина				0,2								
пластмасса		10		15,0				5				

Окончание табл. 7.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
нефтепродукты					3							
металлы (железо, кальций, магний, алюминий)					4,5							
хром					0,011							
марганец					0,019					1		
свинец					0,02							
оксид алюминия						1,43					15	
оксид железа						0,44					5	
оксид кальция						0,29						
оксид магния						0,15						
сульфат натрия						13						
углерод						45,24				4,5	2	
взвешенные вещества						0,32						
сухое вещество									36			
азот общий									2,1			
калий									0,61			
сера										0,08		1,1
мел (карбонат кальция)											4,5	1,0
силикат цинка											0,5	
спирт этиловый												2,0

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию «отходы».
2. Перечислите факторы, определяющие отрицательное влияние на окружающую среду.
3. Какие явления могут образовываться в окружающей среде в результате выбора обработки отходов?
4. Перечислите факторы, по которым осуществляется классификация отходов.
5. Рассмотрите классификацию отходов по физическим свойствам.
6. Охарактеризуйте классификацию отходов по методам утилизации.
7. Рассмотрите классификацию отходов по источнику образования и происхождению.
8. Дайте характеристику классификации отходов по классу опасности для окружающей среды.
9. На основании какого документа ведется определение вида опасного отхода и его класса опасности для окружающей среды?

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Биохимическое потребление кислорода (БПК) – показатель загрязнения, характеризующийся количеством кислорода (в мг), который за установленный период времени израсходован на окисление загрязнителей водоема, содержащихся в единице объема (обычно в 1 л) при 20 °С. В практике БПК чаще всего определяется в течение 5 суток (БПК₅), но можно определить БПК₂, БПК₃, БПК₁₀ и т.д. Установлено, что чем больше в воде содержится органических веществ, тем больше требуется кислорода для их окисления, т.е. тем выше показатель БПК. Наличие веществ, тормозящих биохимические процессы, снижает его. Природные воды имеют невысокие показатели БПК (обычно их БПК₅ не превышает 0,5–2 мг/л). Более высокие показатели БПК указывают на загрязнение природных вод.

Бытовые отходы – твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

Водный объект – сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима.

Вредное (загрязняющее) вещество – химическое или биологическое вещество либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую природную среду.

Загрязнение атмосферы (ЗА) – изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примесей.

Загрязнение вод – процесс изменения состава и свойств воды в водном объекте в результате поступления в него загрязняющих веществ.

Засорение вод – накопление в водных объектах посторонних предметов.

Застой воздуха – сочетание приземных инверсий температуры и слабой скорости ветра.

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – показатель загрязнения атмосферы. Для его расчета используются средние значения концентраций различных загрязняющих веществ, деленные на ПДК и приведенные к вредности диоксида серы.

Источник загрязнения атмосферы – объект, распространяющий загрязняющие атмосферу вещества.

Качество атмосферного воздуха – совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

Контролируемые показатели – показатели состава и свойств воды, подлежащие контролю при проверке соблюдения установленных норм качества воды в водном объекте и на выпуске возвратных (сточных) вод.

Контрольный створ – поперечное сечение потока, в котором контролируется качество воды.

Лимитирующий признак вредности веществ в воде – признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде.

Наибольшая повторяемость НП, %, превышения ПДК – наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом в воздухе города.

Неблагоприятные метеорологические условия – метеорологические условия, способствующие накоплению вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

Нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды (ст. 1 ФЗ от 10.01.02 №7-ФЗ “Об охране окружающей среды”).

Нормы качества воды – установленные значения показателей состава и свойств воды по видам ее использования.

Опасные отходы – отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окру-

жающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами (закон «Об отходах производства и потребления».)

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – гигиенический уровень вредных веществ, временно устанавливаемый на основе расчета по физико-химическим свойствам интерполяцией или экстраполяцией в рядах, близких по строению соединений, или по показателям острой опасности.

Ориентировочно-допустимый уровень (ОДУ) – временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Пищевые отходы – отходы общественного и индивидуального питания, а также предприятий пищевой промышленности.

Показатель загрязнения атмосферы – количественная и (или) качественная характеристика загрязнения атмосферы.

Пост наблюдения – выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами для отбора проб воздуха. Стационарный пост – место размещения павильона с приборами для отбора проб воздуха. Опорный пост – стационарный пост, данные наблюдений которого используются для оценки годовых и многолетних уровней загрязнения атмосферы. Маршрутный пост – стационарный пост без павильона. Ведомственный пост – стационарный или маршрутный пост, на котором отбор проб воздуха осуществляется промышленным предприятием, санитарно-эпидемиологической службой или другим ведомством.

Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) – сочетание метеорологических условий, обуславливающих уровень возможного загрязнения атмосферы при данных источниках выбросов.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде (ПДК) – концентрация индивидуального вещества в воде, выше которой вода непригодна для установленного вида водопользования. При концен-

трации вещества равной или меньшей ПДК вода остается такой же безвредной для всего живого, как и вода, в которой полностью отсутствует данное вещество.

Предельно допустимый сброс вещества в водный объект (ПДС)* – масса вещества в возвратной воде, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе или неухудшения сформировавшегося качества воды, если оно хуже нормативного.

Предельно допустимая концентрация примеси в атмосфере (ПДК) – максимальная концентрация примеси, которая не оказывает на человека и его потомство прямого или косвенного вредного воздействия, не ухудшает их работоспособности, самочувствия, а также санитарно-бытовых условий жизни людей. Устанавливается Минздравом Российской Федерации.

Рассеивающая способность атмосферы – определяется метеорологическими условиями переноса и рассеивания примесей от источника загрязнения атмосферы.

Свойства воды – совокупность физических, химических, физико-химических, органолептических, биохимических и других свойств воды.

Стандартный индекс (СИ) или наибольший единичный индекс загрязнения – это наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого загрязняющего вещества, деленная на ПДК.

Степень загрязнения атмосферы – качественная характеристика уровня загрязнения атмосферы.

Состав воды – совокупность примесей в воде минеральных и органических веществ в ионном, молекулярном, комплексном, коллоидном и взвешенном состоянии, а также изотопный состав содержащихся в ней радионуклидов.

Сточные воды – воды, загрязненные органическими и неорганическими веществами. Подразделяются на промышленные, бытовые и ливневые (атмосферные) сточные воды.

Уровень загрязнения атмосферы – качественная характеристика загрязнения атмосферы.

* С 2007 года нормативы ПДС заменены на НДС – нормативы допустимого сброса.

Утилизация отходов – вовлечение отходов в новые технологические циклы или использование их в других полезных целях.

Фоновая концентрация – концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей за исключением данного источника.

Экологическая опасность – ситуация, в которой могут происходить нежелательные события, вызывающие отклонения состояния здоровья человека и (или) состояния окружающей среды от их среднестатистического значения; отклонение определённых параметров, признаков, факторов, характеризующих состояние окружающей среды, от их установленных (оптимальных, допустимых и т.д.) значений.

Экологическая система – функционально единая совокупность организмов (растений, животных и микроорганизмов), населяющих общую территорию и способных к длительному существованию при полностью замкнутом круговороте веществ (т.е. при отсутствии материального обмена через её границы).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика [Текст] / под ред. А.П. Хаустова. – М.: РУДН. – 2006.
2. Акимова, Т.А. Основы экоразвития [Текст] / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: Изд-во РЭА, 1994.
3. Стурман, В.И. Основы экологического картографирования [Текст] / В.И. Стурман. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995.
4. Сравнительный анализ и оценка экологического состояния Московской области [Текст] / под ред. Т.А. Акимовой. – М., 1994.
5. Эколого-экономическая стратегия развития региона [Текст] / под ред. В.В. Буфала, В.И. Гурмана. – Новосибирск: Наука, 1990.
6. Природно-хозяйственные регионы Беларуси [Текст] / под науч. ред. А.Н. Витченко. – Минск: БГПУ, 2005.
7. Витченко, А.Н. Геоэкология [Текст] / А.Н. Витченко. – Минск: БГУ, 2002.
8. Гагарина, О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы [Текст]: учеб.-метод. пособие / сост. О.В. Гагарина. – Ижевск: Изд-во Удмуртского ун-та, 2012. – 199 с.
9. Емельянова, В.П. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям [Текст] / В.П. Емельянова, Г.Н. Данилова, Т.Х. Колесникова // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – Т.88. – С.119–129.
10. Руководящий документ 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям [Текст]. – М., 2002.
11. Никаноров, А.М. Научные основы мониторинга качества вод [Текст] / А.М. Никаноров. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. – 575 с.
12. Кичигин, В.И. Комплексная оценка качества природных вод [Текст] / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – №7. – С.11–15.
13. Балацкий, О.Ф. Экономика и качество окружающей природной среды [Текст] / О.Ф. Балацкий, Л.Г. Мельник, А.Ф. Яковлев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 190 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П1.1.

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей легковых автомобилей

Рабочий объем двигателя, л		Тип двигателя		Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прик}}$), г/мин																		
				CO		CH		NO _x		SO ₂		Pb										
				Т	СП	Т	СП	Т	СП	Т	СП	Т	СП	Т	СП							
до 1,2		Б		2,6	5,1	3,4	0,26	0,40	0,32	0,02	0,03	0,02	0,008	0,010	0,009	0,005	0,006	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003
свыше 1,2 до 1,8		Б		4,0	7,1	4,8	0,38	0,60	0,48	0,03	0,04	0,03	0,010	0,013	0,011	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004	0,004	0,004
свыше 1,8 до 3,5		Б		5,0	9,1	6,2	0,65	1,00	0,80	0,05	0,07	0,05	0,013	0,016	0,014	0,007	0,009	0,008	0,003	0,004	0,004	0,004
свыше 3,5		Б		9,5	19,0	12,4	1,15	1,73	1,38	0,07	0,09	0,07	0,018	0,021	0,019	0,010	0,012	0,011	0,004	0,005	0,005	0,005

П р и м е ч а н и я :

1. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.
2. Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей современных легковых автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками принимаются по табл. П1.4. Здесь и далее под легковыми автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками понимаются:

- а) автомобили зарубежного производства (кроме стран СНГ), выпущенные после 01.01.1994 г.;
- б) автомобили производства стран СНГ, оснащенные двигателями с впрыском топлива;
- в) автомобили зарубежных моделей, собираемые по лицензии на территории стран СНГ.

Таблица П1.2

Пробеговые выбросы легковых автомобилей

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{L,ik}$), г/км											
		CO		CH		NO _x		SO ₂		Pb		AII-93	A-92; A-76
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
до 1,2	Б	13,8	17,3	1,3	1,9	0,23	0,23	0,040	0,050	0,019	0,024	0,009	0,011
свыше 1,2 до 1,8	Б	15,8	19,8	1,6	2,3	0,28	0,28	0,060	0,070	0,028	0,035	0,013	0,016
свыше 1,8 до 3,5	Б	17,0	21,3	1,7	2,5	0,40	0,40	0,070	0,090	0,035	0,044	0,016	0,021
свыше 3,5	Б	24,0	30,0	2,4	3,6	0,56	0,56	0,105	0,130	0,053	0,067	0,025	0,032

Примечания: 1. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

2. Пробеговые выбросы загрязняющих веществ для современных легковых автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками принимаются по табл. П1.5.

Таблица П1.3

Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу легковыми автомобилями

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{xx,ik}$), г/мин									
		CO	CH	NO _x	SO ₂	Pb	AII-93	A-92; A-76			
до 1,2	Б	2,5	0,20	0,02	0,008	0,005		0,002			
свыше 1,2 до 1,8	Б	3,5	0,30	0,03	0,010	0,006		0,003			
свыше 1,8 до 3,5	Б	4,5	0,40	0,05	0,012	0,007		0,003			
свыше 3,5	Б	7,0	0,80	0,08	0,016	0,009		0,005			

Примечание. Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу современными легковыми автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками принимаются по табл. П1.5.

Таблица П1.4

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей современных легковых автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{пр.к}}$), г/мин																		
		CO			CH			NO _x			C			SO ₂			Pb			
		Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	
до 1,2	Б	2,3	4,5	2,9	0,18	0,27	0,22	0,01	0,02	0,01	-	-	0,008	0,009	0,008	0,004	0,005	0,005	0,002	0,003
		1,2	2,4	1,6	0,08	0,12	0,10	0,01	0,02	0,01	-	-	0,007	0,008	0,007	0,004	0,005	0,005	0,002	0,003
свыше 1,2 до 1,8	Д	0,14	0,21	0,17	0,06	0,07	0,06	0,06	0,09	0,07	0,002	0,004	0,003	0,032	0,038	0,034	-	-	-	-
		3,0	6,0	3,9	0,31	0,47	0,38	0,02	0,03	0,02	-	-	-	0,010	0,012	0,011	0,006	0,007	0,006	0,002
свыше 1,8 до 3,5	Д	0,19	0,29	0,23	0,08	0,10	0,09	0,08	0,12	0,09	0,003	0,006	0,004	0,040	0,048	0,043	-	-	-	-
		4,5	8,8	5,7	0,44	0,66	0,53	0,03	0,04	0,03	-	-	-	0,012	0,014	0,013	0,007	0,009	0,008	0,003
свыше 3,5	Д	2,9	5,7	3,7	0,18	0,27	0,22	0,03	0,04	0,03	-	-	0,011	0,013	0,012	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004
		0,35	0,53	0,42	0,14	0,17	0,15	0,13	0,20	0,16	0,005	0,010	0,007	0,048	0,058	0,052	-	-	-	-
свыше 3,5	Б	9,0	18,0	11,7	0,88	1,30	1,04	0,05	0,06	0,05	-	-	0,016	0,019	0,017	0,009	0,011	0,010	0,004	0,005
		4,8	9,6	6,3	0,39	0,58	0,46	0,05	0,06	0,05	-	-	0,014	0,017	0,015	0,008	0,010	0,009	0,004	0,005
свыше 3,5	Д	0,60	0,75	0,49	0,24	0,29	0,26	0,23	0,35	0,28	0,009	0,018	0,012	0,065	0,078	0,070	-	-	-	-

Примечания:

1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.
2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода года. Выбросы NO_x принимаются равными выбросам в холодный период.
3. Для автомобилей, оборудованных сертифицированными каталитическими нейтрализаторами и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов в таблице должны умножаться на коэффициенты:
для CO – на 0,7, CH и NO_x – на 0,8 при установке 3-компонентных нейтрализаторов, для SO – на 0,7, CH – на 0,8 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа). Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту на нейтрализатор или инструкции по эксплуатации автомобиля.

Таблица П1.5

Пробеговые выбросы современных легковых автомобилей
с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{лик}$), г/км													
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb			
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
до 1,2	Б	7,5	9,3	1,0	1,5	0,14	0,14	-	-	0,036	0,045	0,017	0,021	0,008	0,010
		5,3	6,6	0,8	1,2	0,14	0,14	-	-	0,032	0,041	0,015	0,019	0,007	0,009
свыше 1,2 до 1,8	Д	0,8	0,9	0,1	0,2	0,80	0,80	0,04	0,06	0,143	0,178	-	-	-	-
		9,4	11,8	1,2	1,8	0,17	0,17	-	-	0,054	0,068	0,025	0,031	0,012	0,015
свыше 1,8 до 3,5	Б	6,6	8,3	1,0	1,5	0,17	0,17	-	-	0,049	0,061	0,022	0,028	0,010	0,013
		1,0	1,2	0,2	0,3	1,10	1,10	0,06	0,09	0,214	0,268	-	-	-	-
свыше 3,5	Д	13,2	16,5	1,7	2,5	0,24	0,24	-	-	0,063	0,079	0,032	0,040	0,015	0,019
		9,3	11,7	1,4	2,1	0,24	0,24	-	-	0,057	0,071	0,028	0,036	0,013	0,017
свыше 3,5	Б	1,8	2,2	0,4	0,5	1,90	1,90	0,10	0,15	0,250	0,313	-	-	-	-
		18,8	23,5	2,4	3,6	0,34	0,34	-	-	0,097	0,121	0,049	0,061	0,023	0,029
свыше 3,5	Д	13,3	16,6	2,0	3,0	0,34	0,34	-	-	0,087	0,109	0,044	0,055	0,020	0,025
		3,1	3,7	0,7	0,8	2,40	2,40	0,15	0,23	0,350	0,481	-	-	-	-

Примечания: 1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с системой впрыска топлива.

2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

3. Для автомобилей, оборудованных сертифицированными каталитическими нейтрализаторами и работающими на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты:

для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов;

для CO – на 0,2, CH – на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа).

Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту на нейтрализатор или инструкции по эксплуатации автомобиля.

Таблица П1.6

Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу современными легковыми автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{x_{\text{vik}}}$), г/мин							
		CO	CH	NO _x	C	SO ₂	AI-93	Pb	
до 1,2	Б	1,5	0,15	0,01	-	0,007	0,004	0,002	
		0,8	0,07	0,01	-	0,006	0,004	0,002	
свыше 1,2 до 1,8	Д	0,1	0,04	0,05	0,002	0,032	-	-	
		2,0	0,25	0,02	-	0,009	0,005	0,002	
свыше 1,8 до 3,5	Б	1,1	0,11	0,02	-	0,008	0,004	0,002	
		0,1	0,06	0,07	0,003	0,040	-	-	
свыше 3,5	Д	3,5	0,35	0,03	-	0,011	0,006	0,003	
		1,9	0,15	0,03	-	0,010	0,005	0,003	
свыше 3,5	Б	0,2	0,10	0,12	0,005	0,048	-	-	
		6,0	0,70	0,05	-	0,015	0,008	0,004	
свыше 3,5	Д	3,2	0,31	0,05	-	0,013	0,007	0,004	
		0,4	0,17	0,21	0,008	0,065	-	-	

Примечания: 1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. Для автомобилей, оборудованных сертифицированными каталитическими нейтрализаторами и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты: для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов; для CO – на 0,2, CH на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа). Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту нейтрализатора или инструкции по эксплуатации на автомобиль.

Таблица П1.7

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей грузовых автомобилей, произведенных в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прлк}}$), г/мин																			
		CO			CH			NO _x			C			SO ₂			Pb				
		Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП	Т	Х	БП СП		
2	Б	5,0	9,1	6,2	0,65	1,00	0,80	0,05	0,07	0,05	-	-	0,013	0,016	0,014	0,007	0,009	0,008	0,003	0,004	0,004
	Д	1,5	2,4	1,9	0,20	0,50	0,30	0,40	0,60	0,40	0,01	0,040	0,054	0,065	0,059	-	-	-	-	-	-
свыше 2 до 5	Б	15,0	28,1	18,3	1,50	3,80	2,50	0,20	0,30	0,20	-	-	0,020	0,025	0,022	-	-	-	0,005	0,006	0,005
	Г	7,6	14,3	9,3	0,89	2,20	1,50	0,20	0,30	0,20	-	-	0,018	0,023	0,020	-	-	-	-	-	-
свыше 5 до 8	Д	1,9	3,1	2,5	0,30	0,60	0,40	0,50	0,70	0,50	0,02	0,080	0,072	0,086	0,077	-	-	-	-	-	-
	Б	18,0	33,2	19,5	2,60	6,60	4,10	0,20	0,30	0,20	-	-	0,028	0,036	0,032	-	-	-	0,006	0,008	0,007
свыше 8 до 16	Г	9,2	16,9	10,0	1,53	3,90	2,40	0,20	0,30	0,20	-	-	0,026	0,033	0,029	-	-	-	-	-	-
	Д	2,8	4,4	3,6	0,38	0,80	0,50	0,60	0,80	0,60	0,03	0,120	0,060	0,108	0,097	-	-	-	-	-	-
свыше 16	Б	18,0	33,2	19,5	2,60	6,60	4,10	0,20	0,30	0,20	-	-	0,028	0,036	0,032	-	-	-	0,006	0,008	0,007
	Д	3,0	8,2	5,3	0,40	1,10	0,70	1,00	2,00	1,00	0,04	0,160	0,080	0,113	0,136	0,122	-	-	-	-	-
	Д	3,0	8,2	5,3	0,40	1,10	0,70	1,00	2,00	1,00	0,04	0,160	0,080	0,113	0,136	0,122	-	-	-	-	-

Примечания: 1. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

2. При комплектации автомобилей дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02A и 49-02B (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.10.

Таблица П1.8
Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{лик}$), г/км													
		СО		СН		NO _x		С		SO ₂		АИ-93		Pb	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
до 2	Б	22,7	28,5	2,8	3,5	0,6	0,6	-	-	0,09	0,11	0,044	0,054	0,021	0,026
	Д	2,3	2,8	0,6	0,7	2,2	2,2	0,15	0,20	0,33	0,41	-	-	-	-
свыше 2 до 5	Б	29,7	37,3	5,5	6,9	0,8	0,8	-	-	0,15	0,19	-	-	0,035	0,043
	Г	15,2	19,0	3,3	4,1	0,8	0,8	-	-	0,14	0,17	-	-	-	-
	Д	3,5	4,3	0,7	0,8	2,6	2,6	0,20	0,30	0,39	0,49	-	-	-	-
свыше 5 до 8	Б	47,4	59,3	8,7	10,3	1,0	1,0	-	-	0,18	0,22	-	-	0,044	0,054
	Г	24,2	30,2	5,1	6,1	1,0	1,0	-	-	0,16	0,20	-	-	-	-
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,25	0,35	0,45	0,56	-	-	-	-
свыше 8 до 16	Б	79,0	98,8	10,2	12,4	1,8	1,8	-	-	0,24	0,28	-	-	0,059	0,069
	Д	6,1	7,4	1,0	1,2	4,0	4,0	0,30	0,40	0,54	0,67	-	-	-	-
свыше 16	Д	7,5	9,3	1,1	1,3	4,5	4,5	0,40	0,50	0,78	0,97	-	-	-	-

Примечания: 1. В переходный период значения выбросов СО, СН, С, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

2. При комплектации автомобилей дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02А и 49-02В (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.11.

3. Для грузовых автомобилей, оборудованных сертифицированными 2-компонентными нейтрализаторами с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа) и работающих на неэтилированном бензине значения выбросов СО должны умножаться на коэффициент 0,2, СН – 0,3.

Таблица П1.9

Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, г	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{хик}}$), г/мин						
		CO	CH	NO _x	C	SO ₂	Pb	
до 2	Б	4,5	0,40	0,05	-	0,012	АИ-93 0,007	А-92; А-76 0,003
	Д	0,8	0,20	0,16	0,015	0,054	-	-
свыше 2 до 5	Б	10,2	1,70	0,20	-	0,020	-	0,005
	Г	5,2	1,00	0,20	-	0,018	-	-
свыше 5 до 8	Д	1,5	0,25	0,50	0,020	0,072	-	-
	Б	13,5	2,20	0,20	-	0,029	-	0,006
	Г	6,9	1,30	0,20	-	0,026	-	-
	Д	2,8	0,35	0,60	0,030	0,090	-	-
свыше 8 до 16	Б	13,5	2,90	0,20	-	0,029	-	0,006
	Д	2,9	0,45	1,00	0,040	0,100	-	-
свыше 6	Д	2,9	0,45	1,00	0,040	0,100	-	-

Примечания: 1. При комплектации автомобилей дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02А и 49-02В (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.12.

2. Для грузовых автомобилей, оборудованных сертифицированными 2-компонентными нейтрализаторами с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа) и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов СО должны умножаться на коэффициент 0,2, СН – 0,3.

Т а б л и ц а П 1.10

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей иностранных грузовых автомобилей
выпуска после 01.01.94 г.

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ (m _{прпк}), г/мин																	
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb							
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
до 2	Б	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		4,5	8,8	5,7	0,44	0,66	0,53	0,03	0,04	0,03	-	-	0,012	0,014	0,013	0,007	0,009	0,008	0,003
свыше 2 до 5	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		0,35	0,53	0,42	0,14	0,17	0,15	0,13	0,20	0,16	0,005	0,010	0,007	0,048	0,058	0,052	-	-	-
свыше 5 до 8	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		0,58	0,87	0,70	0,25	0,30	0,27	0,22	0,33	0,26	0,008	0,016	0,011	0,065	0,078	0,070	-	-	-
свыше 8 до 18	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		0,86	1,29	1,03	0,38	0,46	0,41	0,32	0,48	0,38	0,012	0,024	0,016	0,081	0,097	0,087	-	-	-
свыше 18	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		1,34	2,00	1,60	0,59	0,71	0,64	0,51	0,77	0,62	0,019	0,038	0,025	0,100	0,120	0,108	-	-	-
свыше 18	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП		
		1,65	2,50	2,00	0,80	0,96	0,86	0,62	0,93	0,74	0,023	0,046	0,030	0,112	0,134	0,121	-	-	-

Примечания: 1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

Таблица П1.11

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ иностранными грузовыми автомобилями выпуска после 01.01.94 г.

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{гик}$), г/км													
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb			
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
до 2	Б	15,8	19,8	2,0	2,9	0,3	0,3	-	-	0,080	0,100	0,038	0,047	0,018	0,022
		11,2		1,7	2,5	0,3	0,3			0,070	0,090	0,034	0,043	0,016	0,020
свыше 2 до 5	Д	1,8	2,2	0,4	0,5	1,9	1,9	0,10	0,15	0,250	0,313	-	-	-	-
		2,9	3,5	0,5	0,6	2,2	2,2	0,13	0,20	0,340	0,430	-	-	-	-
свыше 5 до 8	Д	4,1	4,9	0,6	0,7	3,0	3,0	0,15	0,23	0,400	0,500	-	-	-	-
		4,9	5,9	0,7	0,8	3,4	3,4	0,20	0,30	0,475	0,590	-	-	-	-
свыше 8 до 16	Д	6,0	7,2	0,8	1,0	3,9	3,9	0,30	0,45	0,690	0,860	-	-	-	-

Примечания: 1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

3. Для грузовых автомобилей, оборудованных штатными каталитическими нейтрализаторами и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты:

для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов;

для CO – на 0,2, CH – на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа).

Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту нейтрализатора или инструкции по эксплуатации на автомобиль.

Т а б л и ц а П 1.12

Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу иностранными грузовыми автомобилями выпуска после 01.01.94 г.

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ (m_{xxik}), г/мин						
		CO	CH	NO _x	C	SO ₂	AI-93	Pb
до 2	Б	3,5	0,35	0,03	-	0,011	0,006	0,003
	Д	1,9	0,15	0,03	-	0,010	0,005	0,003
свыше 2 до 5	Д	0,22	0,11	0,12	0,005	0,048	-	-
	Д	0,36	0,18	0,20	0,008	0,065	.	-
свыше 5 до 8	Д	0,54	0,27	0,29	0,012	0,081	-	-
	Д	0,84	0,42	0,46	0,019	0,100	-	.
свыше 8 до 16	Д	1,03	0,57	0,56	0,023	0,112	-	-
	Д							

П р и м е ч а н и я : 1. В числителе приведены данные для автомобилей, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. Для грузовых автомобилей, оборудованных штатными каталитическими нейтрализаторами и работающими на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты:
 для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов;
 для CO – на 0,2, CH – на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа).

Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту нейтрализатора или инструкции по эксплуатации на автомобиль.

Таблица П1.13

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей автобусов, произведенных в странах СНГ

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прик}}$), г/мин											
		СО			СН			NO _x			С		
		Т	Х	СП	Т	Х	СП	Т	Х	СП	Т	Х	СП
Особо малый (до 5,5)	Б	5,0	9,1	6,2	0,65	1,00	0,80	0,05	0,07	0,05	-	-	-
	Д	1,5	2,4	1,9	0,20	0,50	0,30	0,40	0,60	0,40	0,010	0,040	0,026
Малый (6,0-7,5)	Б	15,0	28,1	18,3	1,50	3,80	2,50	0,20	0,30	0,20	-	-	-
	Д	1,9	3,1	2,5	0,30	0,60	0,40	0,50	0,70	0,50	0,020	0,080	0,040
Средний (8,0-10,0)	Б	18,0	33,2	19,5	2,60	6,60	4,10	0,20	0,30	0,20	-	-	-
	Д	2,8	4,4	3,6	0,40	0,80	0,50	0,60	0,80	0,60	0,030	0,120	0,068
Большой (10,5-12,0)	Б	22,8	42,0	24,8	3,10	7,70	5,00	0,20	0,30	0,20	-	-	-
	Д	4,6	8,2	5,3	0,45	1,10	0,70	1,00	2,00	1,00	0,040	0,160	0,080
Особо большой (сочлененный 16,5-24,0)	Д	4,6	8,2	5,3	0,45	1,10	0,70	1,00	2,00	1,00	0,040	0,160	0,080

Окончание табл. П1.13

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прк}}$), Г/мин											
		SO ₂						Pb					
		Т	Х		Т	АИ-93		Т	А-92; А-76		Т	Х	
			БП	СП		БП	СП		БП	СП			
Особо малый (до 5,5)	Б	0,013	0,016	0,014	0,007	0,009	0,008	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	
	Д	0,054	0,065	0,059	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Б	0,020	0,025	0,022	-	-	-	-	0,005	0,006	0,005	0,005	
Малый (6,0-7,5)	Д	0,072	0,086	0,077	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Б	0,028	0,036	0,032	-	-	-	-	0,005	0,008	0,007	0,007	
	Д	0,090	0,108	0,097	-	-	-	-	-	-	-	-	
Большое (10,5-12,0)	Б	0,033	0,043	0,039	-	-	-	-	0,006	0,009	0,008	0,008	
	Д	0,113	0,136	0,122	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Д	0,113	0,136	0,122	-	-	-	-	-	-	-	-	
Особо большой (сочлененный 16,5-24,0)	Д												

П р и м е ч а н и я : 1. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и P_b должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

2. При комплектации автобусов дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02А и 49-02В (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.16.

Таблица П1.14

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами, произведенными в странах СНГ

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{лик}$), г/км													
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb			
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
Особо малый (до 5,5)	Б	22,7	28,5	2,8	3,5	0,6	0,6	-	-	0,09	0,11	0,040	0,054	0,021	0,026
	Д	2,3	2,8	0,6	0,7	2,2	2,2	0,15	0,20	0,33	0,41	-	-	-	-
Малый (6,0-7,5)	Б	29,7	37,3	5,5	6,9	0,8	0,8	-	-	0,15	0,19	-	-	0,035	0,043
	Д	3,5	4,3	0,7	0,8	2,6	2,6	0,20	0,30	0,39	0,49	-	-	-	-
Средний (8,0-10,0)	Б	47,4	59,3	8,7	10,3	1,0	1,0	-	-	0,18	0,22	-	-	0,044	0,054
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,20	0,30	0,45	0,56	-	-	-	-
Большой (10,5-12,0)	Б	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	1,2	-	-	0,22	0,26	-	-	0,053	0,065
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,25	0,35	0,45	0,56	-	-	-	-
Особо большой (сочлененный, 16,5-24,0)	Д	7,5	9,3	1,1	1,3	4,5	4,5	0,30	0,40	0,78	0,97	-	-	-	-

Примечания: 1. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

2. При комплектации автобусов дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02А и 49-02В (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.17.

3. Для автобусов, оборудованных сертифицированными 2-компонентными нейтрализаторами с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа) и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов CO должны умножаться на коэффициент 0,2, CH – 0,3.

Т а б л и ц а П 1.15

Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу автобусами, произведенными в странах СНГ

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{x_{ик}}$), г/мин						
		CO	CH	NO _x	C	SO ₂	AI-93	Pb
Особо малый (до 5,5)	Б	4,5	0,40	0,05	-	0,012	0,007	A-92; A-76
	Д	0,8	0,20	0,16	0,01	0,054	-	0,003
	Б	10,2	1,70	0,20	-	0,020	-	0,005
	Д	1,5	0,25	0,50	0,02	0,072	-	-
Средний (8,0-10,0)	Б	13,5	2,20	0,25	-	0,029	-	0,006
	Д	2,8	0,30	0,60	0,03	0,090	-	-
Большой (10,5-12,0)	Б	17,2	2,80	0,30	-	0,029	-	0,007
	Д	3,5	0,40	0,80	0,04	0,100	-	-
Особо большой (сочлененный 16,5-24,0)	Д	3,5	0,40	0,80	0,04	0,100	-	-

П р и м е ч а н и я : 1. При комплектации автобусов дизелями, удовлетворяющими требованиям Правил ЕЭК ООН №49-02А и 49-02В (ЕВРО-1 и ЕВРО-2) по токсичности, значения выбросов загрязняющих веществ принимаются по табл. П1.18.

2. Для автобусов, оборудованных сертифицированными 2-компонентными нейтрализаторами с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа) и работающих на неэтилированном бензине значения выбросов СО должны умножаться на коэффициент 0,2, СН – 0,3.

Т а б л и ц а П 1.16

Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей иностранных автобусов выпуска после 01.01.94 г.

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип дви- гате- ля	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прлк}}$), г/мин																	
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb							
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х						
Особо малый (до 5,5)	Б	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		8,8	5,7	0,44	0,66	0,53	0,03	0,04	0,03	-	0,012	0,014	0,013	0,007	0,009	0,008	0,003	0,004	0,004
Малый (6,0- 7,5)	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		5,7	3,7	0,16	0,24	0,21	0,03	0,04	0,03	0,011	0,013	0,012	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004	0,004	
Средний (8,0- 10,0)	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		0,35	0,53	0,14	0,17	0,15	0,13	0,20	0,16	0,005	0,010	0,007	0,048	0,058	0,052	-	-	-	-
Большой (10,5- 12,0)	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		1,22	1,82	0,53	0,64	0,58	0,57	0,86	0,68	0,016	0,032	0,021	0,084	0,100	0,091	-	-	-	-
Особо боль- шой сочленен- ный (16,5-24,0)	Д	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		1,49	2,23	0,66	0,79	0,71	0,69	1,04	0,83	0,020	0,040	0,030	0,100	0,120	0,108	-	-	-	-
		БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП	БП	СП						
		1,49	2,23	0,66	0,79	0,71	0,69	1,04	0,83	0,020	0,040	0,030	0,100	0,120	0,108	-	-	-	-

П р и м е ч а н и я : 1. В числителе приведены данные для автобусов, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

3. Значения выбросов для автобусов Икарус с двигателями D2156 HM6U и D2156 HM6UT принимаются по табл. П1.13

Т а б л и ц а П 1.17

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ иностранными автобусами выпуска после 01.01.94 г.

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{лик}$), г/км													
		CO		CH		NO _x		C		SO ₂		Pb			
		T	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T	X		
Особо малый (до 5,5)	Б	15,8	19,8	2,0	2,9	0,3	0,3	-	-	0,080	0,100	0,038	0,047	0,022	0,022
		11,2	14,0	1,7	2,5	0,3	0,3	-	-	0,070	0,090	0,034	0,043	0,016	0,020
Малый (6,0-7,5)	Д	1,8	2,2	0,4	0,5	1,9	1,9	0,10	0,15	0,250	0,313	-	-	-	-
		2,9	3,5	0,5	0,6	2,2	2,2	0,13	0,20	0,340	0,430	-	-	-	-
Средний (8,0-10,0)	Д	4,1	4,9	0,6	0,7	3,0	3,0	0,15	0,23	0,400	0,500	-	-	-	-
		4,9	5,9	0,7	0,8	3,4	3,4	0,20	0,30	0,475	0,590	-	-	-	-
Особо большой (сочлененный, 16,5-24,0)	Д	5,5	6,7	0,8	1,0	3,8	3,8	0,25	0,35	0,600	0,780	-	-	-	-

П р и м е ч а н и я : 1. В числителе приведены данные для автобусов, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ и Pb должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

3. Значения выбросов для автобусов Икарус с двигателями D2156 HM6U и D2156 HM6UT принимаются по табл. П1.14

4. Для автобусов, оборудованных штатными каталитическими нейтрализаторами и работающих на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты:

для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов;

для CO – на 0,2, CH – на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа).

Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту нейтрализатора или инструкции по эксплуатации на автомобиль.

Т а б л и ц а П 1.18

Удельные выбросы загрязняющих веществ из холостом ходу иностранными автобусами выпуска после 01.01.94г.

Класс автобуса (габаритная длина, м)	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{x_{ик}}$), г/мин						
		CO	CH	NO _x	C	SO ₂	Pb	
Особо малый (до 5,5)	Б	3,50	0,35	0,03	-	0,011	0,006	0,003
		1,90	0,15	0,03	-	0,010	0,005	0,003
Малый (6,0-7,5)	Д	0,22	0,11	0,12	0,005	0,048	-	-
		0,30	0,15	0,21	0,007	0,056	-	-
Средний (8,0-10,0)	Д	0,76	0,38	0,52	0,016	0,084	-	-
		0,93	0,47	0,63	0,020	0,100	-	-
Особо большой (сочлененный 16,5-24,0)	Д	0,93	0,47	0,63	0,020	0,100	-	-
		0,93	0,47	0,63	0,020	0,100	-	-

П р и м е ч а н и я : 1. В числителе приведены данные для автобусов, оснащенных двигателями с карбюраторами, в знаменателе – с впрыском топлива.

2. Значения выбросов для автобусов Икарус с двигателями D2156 HM6U и D2156 HM6UT принимаются по табл. П1.15

3. Для автобусов, оборудованных штатными каталитическими нейтрализаторами и работающими на неэтилированном бензине, значения выбросов должны умножаться на коэффициенты:

для CO – на 0,2, CH и NO_x – на 0,3 при установке 3-компонентных нейтрализаторов;

для CO – на 0,2, CH – на 0,3 при установке 2-компонентных нейтрализаторов с дополнительной подачей воздуха (окислительного типа).

Тип каталитического нейтрализатора определяется по техническому паспорту нейтрализатора или инструкции по эксплуатации на автомобиль.

Приложение 2

Коэффициенты W для отдельных компонентов опасных отходов

НАИМЕНОВАНИЕ КОМПОНЕНТА ОТХОДА	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
N-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	1000
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
Практическая работа № 1 ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИИ	6
Практическая работа № 2 РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	17
Практическая работа № 3 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ	24
Практическая работа № 4 РАСЧЕТ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	33
Практическое занятие № 5 РАСЧЕТ ПДС В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ	40
Практическая работа № 6 РАСЧЕТ КОМБИНАТОРНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ И УДЕЛЬНОГО КОМБИНАТОРНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ	51
Практическая работа № 7 РАСЧЁТ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ	67
КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	91
ПРИЛОЖЕНИЯ	92

Учебное издание

Щепетова Вера Анатольевна

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ. ПРАКТИКУМ
Учебное пособие

Редактор Н.Ю. Шалимова

Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 28.01.15. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 80 экз.

Заказ №40.



Издательство ПГУАС.
40028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.