

РОСЖЕЛДОР
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(РГУПС)

В. М. Гарин, Т. А. Шатихина

РАСЧЁТ ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебное пособие

*Утверждено
методическим советом университета*

Ростов-на-Дону
2006

УДК 504.3 (07)

Гарин, В. М.

Расчёт платы за загрязнение окружающей среды: учеб. пособие / В. М. Гарин, Т. А. Шатихина; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2006. – 92 с.: табл., прил. – Библиогр.: 21 назв.

Рассмотрены общие принципы платы за загрязнение окружающей среды, методы расчётов платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ из различных источников, в том числе от передвижных транспортных средств, а также за утилизацию твердых отходов. Представлен справочный материал для эколого-экономических расчётов (приложения).

Учебное пособие рекомендуется студентам специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды» и других специальностей, выполняющим практические, курсовые работы и дипломные проекты, а также может быть использовано инженерами-экологами в практической деятельности.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Н. А. Страхова (РГСУ);
канд. техн. наук, доц. Г. Н. Соколова (РГУПС)

Учебное издание

Гарин Вадим Михайлович
Шатихина Тамара Алексеевна

РАСЧЕТ ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебное пособие

Редактор Т. В. Бродская
Корректурa Т. В. Бродской

Подписано в печать 25.12.06. Формат 60х84/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 5,35.
Уч.-изд. л. 6,92. Тираж 100 экз. Изд. № 238. Заказ №

Ростовский государственный университет путей сообщения.
Ризография РГУПС.

Адрес университета:
344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2

© Ростовский государственный университет
путей сообщения, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 РАСЧЁТ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ И СБРОСАМИ.....	5
1.1 Общие положения.....	5
1.2 Расчетные зависимости и коэффициенты.....	5
2 ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТАЦИОНАРНЫХ УСТАНОВОК.....	22
2.1 Плата за выбросы загрязняющих веществ из горячих источников.....	22
2.2 Плата за выбросы загрязняющих веществ из холодных источников.....	32
3 ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПЕРЕДВИЖНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ.....	38
3.1 Плата за выбросы загрязняющих веществ при работе локомотивов....	39
3.1.1 Расчёт выбросов вредных веществ двигателями локомотивов.....	39
3.1.2 Расчёт расхода топлива двигателями локомотивов.....	40
3.1.3 Расчёт платы за выбросы маневровых тепловозов.....	41
3.2 Определение расчётного расхода топлива при работе автотранспорта.....	45
3.3 Расчёт платы за выбросы загрязняющих веществ путевой техникой.....	48
3.4 Расчёт платы за выбросы вредных веществ строительными машинами.....	50
4 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ СБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЁМЫ.....	53
4.1 Расчёт допустимых концентраций загрязнений в сточных водах.....	54
4.2 Расчёт необходимой степени очистки сточных вод.....	54
4.3 Расчёт платы за сбросы сточных вод в водоём.....	55
5 РАСЧЁТ ПЛАТЫ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ.....	60
5.1 Определение класса опасности отходов.....	60
5.2 Расчёт платы за размещение отходов.....	65
6 ШУМОВЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	66
6.1 Шум движущегося поезда.....	67
6.2 Расчёт шума потока поездов.....	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	73
Приложение 1 Удельные расходы топлива строительными машинами.....	73
Приложение 2 Нормы расхода топлива.....	86
Приложение 3 Коэффициенты W_j для отдельных компонентов опасных отходов	92

ВВЕДЕНИЕ

Основополагающим принципом законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды является принцип платности природопользования, в соответствии с которым негативное воздействие на окружающую среду является платным. Статьей 16 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды» определены виды негативного воздействия на окружающую среду и установлено, что формы платы за негативное воздействие на нее определяются федеральными законами.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду предприятий и организаций всех форм собственности введена законодательно с 1992 г. До настоящего времени платежи осуществляются только за три вида воздействия: за загрязнение окружающей среды выбросами в атмосферу, сбросами в водоемы (на почву) и при размещении твердых отходов производства и потребления.

Студенты, изучающие экологические дисциплины, должны овладеть способами проведения расчётов платы за различные виды загрязнений окружающей среды. Этому посвящено данное учебное пособие.

В первой главе рассматриваются общие принципы платы за загрязнение окружающей среды. Во второй главе изложены методы расчётов платежей за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ из горячих и холодных стационарных источников. Третья глава посвящена расчётам платежей за выбросы загрязняющих веществ передвижными транспортными средствами. В четвертой главе изложены вопросы платы за сбросы сточных вод в водоёмы, в пятой – за размещение твёрдых отходов. В шестой главе рассмотрены шумовые загрязнения, создаваемые поездами (плата за этот вид воздействия пока не производится). В приложениях приведены справочные материалы для определения расходов топлива строительными машинами, грузовыми и легковыми автомобилями, а также для расчета платы за размещение отходов.

Данное учебное пособие может быть использовано преподавателями и студентами при проведении аудиторных практических занятий по экологическим дисциплинам, а также студентами заочной формы обучения при выполнении контрольных работ по соответствующим разделам. В пособии наряду с изложением основных принципов и методов расчётов приводятся примеры выполнения этих расчётов, а в конце даны варианты заданий для выполнения индивидуальных работ.

Учебное пособие рекомендуется также студентам всех специальностей при выполнении разделов по экологии в курсовых работах и дипломных проектах (работах).

1 РАСЧЁТ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ И СБРОСАМИ

1.1 Общие положения

При проведении различных технологических циклов на промышленном предприятии и транспорте появляются вещества, поступающие в окружающую среду и вызывающие загрязнение. Такие вещества, выбрасываемые в атмосферный воздух через дымовые трубы, системы вентиляции, а также поступающие в атмосферный воздух другими путями (например, при горении свалок), называются *выбросами*. Вещества же, поступающие в различные водоёмы со сточными водами, называются *сбросами*. В широком понимании они относятся к отходам, но чаще под отходами понимают твёрдые отходы: бытовые (ТБО) и промышленные (ТПрО), размещаемые на земле. Ниже рассматриваются платежи за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также за размещение отходов.

Масса загрязняющего вещества в единице объёма выбрасываемых газов или сточных вод называется *концентрацией* данного вещества и обозначается буквой *C*. Количество загрязняющего вещества, отводимого с газами или сточными водами в единицу времени, называется соответственно *фактическим выбросом* или *сбросом* (*M*) и измеряется в граммах указанного вещества за секунду или в тоннах за квартал либо за год. Для каждого объекта-загрязнителя устанавливается *предельно допустимое значение выбросов* (ПДВ) или *сбросов* (ПДС) по каждому загрязняющему веществу.

1.2 Расчётные зависимости и коэффициенты

Плату за выбросы или сбросы определяют по фактическим годовым или квартальным массам каждого загрязняющего вещества, а затем суммируют для всех веществ. Данный способ расчёта платы (а значит, и величина) зависит от соотношения между фактическим и разрешённым загрязнением. Этот принцип («загрязнитель платит за всё и особо – за сверхлимитные загрязнения») принят во всём мире, а в России – с 1992 г. с вступлением в действие закона «Об охране окружающей природной среды» и постановления Правительства РФ от 28.06.1992 № 632, которым установлен механизм платежей. Следует иметь в виду, что после принятия в 2002 г. нового Федерального закона «Об охране окружающей среды» был период (с апреля 2002 г. до середины 2003 г.), когда платежи были приостановлены Верховным судом РФ. Потребовалось принятие нового постановления Правительства РФ (от 12.06.2003 № 344), в котором установлены новые цены и коэффициенты, но принцип расчёта оставлен прежним. Кроме того, 1 июля 2005 г. постановлением Правительства РФ № 410 бы-

ли внесены изменения в постановление № 344, уточняющие нормативы платы по отдельным загрязняющим веществам.

Перед выполнением расчётов необходимо сопоставить величины фактических выбросов, сбросов или отходов с разрешёнными величинами. Здесь могут встретиться три случая.

Первый случай, когда фактическая масса загрязнителя (за год или квартал) не превышает допустимой. Допустимые массы по закону 1992 г. назывались предельно допустимыми выбросами (ПДВ) или сбросами (ПДС), а по закону 2002 г. – нормативами допустимых выбросов (НДВ) или сбросов (НДС). В технической документации до сих пор используются термины из ГОСТ – ПДВ и ПДС. В дальнейшем в пособии применяются эти же термины. Для случаев $M_{\phi i} \leq M_{\text{ПДВ}i}$ (или $M_{\text{ПДС}i}$) расчёт платы за год ведётся по формуле

$$P_i = M_{\phi i} \cdot C_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}}, \text{ руб./год}, \quad (1.1)$$

где $M_{\phi i}$ – фактическая масса загрязняющего вещества, т/год;

C_i – норматив платы за загрязнение окружающей среды данным веществом, руб./т (табл. 1.1 – для выбросов; табл. 1.2 – для сбросов; табл. 1.3 – норматив платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками; табл. 1.4 – за размещение отходов производства и потребления; цены 2003 г., уточнённые в 2005 г.);

$K_{\text{и}}$ – коэффициент индексации, учитывающий уровень изменения цен в стране (принят равным 1 в 1992 г. и 2003 г., когда устанавливались цены), в 2004 г. $K_{\text{и}} = 1,1$; в 2005 г. $K_{\text{и}} = 1,2$; в 2006 г. $K_{\text{и}} = 1,3$. При внесении изменений в базовый норматив платы постановлением № 410 : $K_{\text{и}} = 1$ (2005 г.), $K_{\text{и}} = 1,08$ (2006 г.);

$K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации, учитывающий общее состояние окружающей среды в данном месте, определяется по табл. 1.5; 1.6;

$K_{\text{г}}$ – дополнительный экологический коэффициент для городов (с 2003 г. принят равным 1,2);

$K_{\text{т}}$ – территориальный коэффициент для особо охраняемых и курортных территорий (равен 2).

По формуле (1.1) производятся расчёты платы за загрязнения среды выбросами передвижных источников, но вместо фактической величины выбросов $M_{\phi i}$ подставляется расход топлива T_i . Часто оказывается, что предприятие не в состоянии выдержать нормативы ПДВ или ПДС по объективным причинам. Например, в месте выброса или сброса концентрация загрязняющего вещества превышает ПДК, и тогда «допустимое дополнительное загрязнение» теряет смысл. Либо (второй случай) предприятие находится в стадии модернизации и пока не может уложиться в нормативы. В этом случае устанавливаются временно согласованные выбросы или сбросы (ВСВ или ВСС) сроком на 5 лет. Если фактические загрязнения больше ПДВ (или ПДС), но не превышают ВСВ или ВСС, т. е. ($M_{\text{ПДВ}i} < M_{\phi i} \leq M_{\text{ВСВ}i}$), то расчёт ведётся по формуле

$$П_i = M_{\substack{\text{ПДВ}i \\ (\text{ПДС}i)}} \cdot Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}} + (M_{\text{фи}} - M_{\substack{\text{ПДВ}i \\ (\text{ПДС}i)}}) \cdot 5Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}} \quad (1.2)$$

Если же фактические выбросы или сбросы превышают временно разрешённые значения лимитов ВСВ или ВСС, то за выбросы в атмосферу или сбросы со сточными водами в этом случае плату $П_i$, руб./т, рассчитывают по формуле

$$П_i = M_{\substack{\text{ПДВ}i \\ (\text{ПДС}i)}} \cdot Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}} + (M_{\substack{\text{ВСВ}i \\ (\text{ВСС}i)}} - M_{\substack{\text{ПДВ}i \\ (\text{ПДС}i)}}) \cdot 5Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}} + \\ + (M_{\text{фи}} - M_{\substack{\text{ВСВ}i \\ (\text{ВСС}i)}}) \cdot 25Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (1.3)$$

где $M_{\text{ВСВ}i}$ – соответственно лимитированные значения выбросов и сбросов загрязняющего вещества, т/год.

В данном случае плата за выбросы нормативно допустимые и временно разрешённые (лимиты) осуществляется за счёт себестоимости выпускаемой продукции. Плата же за сверхлимитированные значения выбросов или сбросов производится за счёт прибыли предприятия. Суммарная плата $П_{\Sigma}$, руб./год, определяется как сумма платежей за каждый вид загрязнения и за каждое загрязняющее вещество:

$$П_{\Sigma} = \Sigma П_i. \quad (1.4)$$

Если же предприятие загрязняет окружающую среду, не имея разрешения, то при оплате за все выбросы или сбросы вводится 25-кратный штрафной коэффициент:

$$П_i = 25 M_{\text{фи}} \cdot Ц_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}}. \quad (1.5)$$

Таблица 1.1

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками

(с изменениями согласно постановлению Правительства от 01.07.2005 № 410)

Наименование загрязняющего вещества	Нормативы платы за выброс 1 т загрязняющего вещества (руб.)	
	в пределах установленных допустимых нормативов выбросов	в пределах установленных лимитов выбросов
1	2	3
1 Азота диоксид	52	260
2 Азота оксид	35	175
3 Акролеин	68	340
4 Акрилонитрил	68	340
5 Альдегид пропионовый	205	1025
6 Альдегид масляный	137	685
7 Алюминия окись	205*	1025
8 Аммиак	52	260

1	2	3
9 Амины алифатические	683	3415
10 Аммиачная селитра	7,5	37,5
11 Ангидрид малеиновый (пары, аэрозоль)	40	200
12 Ангидрид серный (серы триоксид), кислота серная	21*	105
13 Ангидрид сернистый (серы диоксид)	21	105
14 Ангидрид уксусный	68	340
15 Ангидрид фталевый (пары, аэрозоль)	21	105
16 Ангидрид фосфорный	41	205
17 Анилин	68	340
18 Ацетон	6,2	31
19 Ацетальдегид (уксусный альдегид)	205	1025
20 Ацетофенон (метилфенилкетон)	683	3415
21 Барий и его соли (в пересчёте на барий)	513*	2565
22 Белок пыли белково-витаминного концен- трата (БВК)	2049	10245
23 Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	2049801	10249005
24. Бензин (нефтяной, малосернистый в пере- счёте на углерод)	1,2	6
25 Бензин сланцевый (в пересчёте на углерод)	41	205
26 Бензол	21	105
27 1,3-Бутадиен	2,5	12,5
28 Бутилацетат	21	105
29 Бутил хлористый	30	150
30 Бор аморфный	205	1025
31 Бром	52	260
32 Бензил хлористый (бензилхлорид)	41	205
33 Ванадия пятиоксид	1025	5125
34 Взвешенные твёрдые вещества (нетоксич- ные соединения, не содержащие полицик- лических ароматических углеводородов, металлов и их солей, диоксида кремния)	13,7	68,5
35 Винацетат	13,7	68,5
36 Винил хлористый	410	2050
37 Водород бромистый	21	105
38 Водород мышьяковистый (арсин)	1025	5125
39 Водород фосфористый (фосфорин)	2050	10250
40 Водород хлористый (соляная кислота)	11,2	56
41 Водород цианистый (водорода цианид, си- нильная кислота)	205	1025
42 Вольфрам, вольфрама карбид, силицид	21	105
43 Гексаметилендиамин	2050	10250
44 Гексан	0,05	0,25
45 Гексахлорциклогексан (гексахлоран)	68	340
46 Диоксан (диокись этилена)	30	150
47 Дифенилметандиизоцианат	2050	10250
48 Диметиламин	410	2050
49 4,4-Диметилдиоксан-1,3	513	2565

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
50 О,О-Диметил-О-(4-нитрофенил) тиофосфат	257	1285
51 О,О-Диметил-)-(1-окси-2,2,2-трихлорэтил) фосфонат (хлорофос)	103	515
52 Диметилсульфид	26	130
53 Диметилформамид	68	340
54 Динил (смесь 25 % дифенила и 75 % дифенилоксида)	205	1025
55 Дихлорфторметан (фреон-12)	10*	50
56 Дибутилфталат	21	105
57 Дивинилбензол	513	2565
58 Диоктилфталат	103	515
59 Дихлорпропан	22*	110
60 Диэтиламин	41	205
61 Дихлорэтан	5*	25
62 Диэтилбензол	21*	105
63 Диэтиловый эфир	7,4*	37
64 Диэтилртуть (в пересчёте на ртуть)	6833	34165
65 Железа диоксид (в пересчёте на железо)	52*	260
66 Железа трихлорид (в пересчёте на железо)	513	2565
67 Железа сульфат (в пересчёте на железо)	293	1465
68 Золы углей: печерского, кузнецкого, подмосковного, экибастузского, марки Б1 Бабаевского и Тюльганского месторождений	7*	35
69 Золы прочих углей	103*	515
70 Зола сланцевая	21	105
71 Изопропиламин	205	1025
72 Изопрен	52	260
73 Изобутилен (2-метилпропен)	21	105
74 Изопропилбензол (кумол)	147	735
75 Кадмий оксид, кадмий сульфат (в пересчёте на кадмий)	6833*	34165
76 Кальция оксид	7,5	37,5
77 Канифоль (флюс канифольный активированный)	5	25
78 Калий гидросульфат, калий хлорид	21*	105
79 Капролактам	35	175
80 Керосин	2,5	12,5
81 Кислота азотная	13,7	68,5
82 Кислота акриловая	52	260
83 Кислота валериановая	205	1025
84 Кислота капроновая	410	2050
85 Кислота масляная	205	1025
86 Кислота борная	103	515
87 Кислота ортофосфорная	103	515
88 Кислота пропионовая	137	685
89 Кислота себациновая	26	130
90 Кислота терефталевая	2050	10250

1	2	3
91 Кислота уксусная	35	175
92 м-Крезол	103	515
93 Кремния диоксид	21*	105
94 Кобальт металлический	2050	10250
95 Кобальта оксид	2050	10250
96 Ксилол (смесь изомеров о-,м-,п-)	11,2	56
97 Ксилидины (диметиламинобензолы) (мета-, орто- и пара-изомеров)	171	855
98 Магний оксид	21*	105
99 Марганец и его неорганические соединения (в пересчёте на диоксид марганца)	2050	10250
100 Меди сульфат, хлорид (в пересчёте на медь)	2050	10250
101 Медь, оксид меди (в пересчёте на медь)	1025	5125
102 Мышьяк и его неорганические соединения	683	3415
103 Мезидин	683	3415
104 Метил хлористый (метила хлорид)	35	175
105 Метан, в том числе в составе нефтяного газа, сжигаемого факельными установка-ми	50*	250
106 Метилаль	13,7	68,5
107 Метилен хлористый (метилена хлорид)	1*	5
108 Метилмеркаптан	20498	102490
109 альфа-Метилстирол	52	260
110 Метилэтилкетон	21	105
111 Метилловый эфир метакриловой кислоты (метил-метакрилат)	205	1025
112 Натр едкий (гидрат оксида натрия, гидро-окиси натрия)	205	1025
113 Натрия оксид	205	1025
114 Натрия карбонат (сода кальцинированная)	52	260
115 Нафталин	683	3415
116 бета-Нафтол	342	1710
117 альфа-Нафтахинон	410	2050
118 Никель металлический	2050	10250
119 Никеля оксид (в пересчёте на никель)	2050	10250
120 Никель, растворимые соли	10249	51245
121 Нитробензол	257	1285
122 Озон	68,3	341,5
123 Олова хлорид (в пересчёте на олово)	41	205
124 Пентан	0,08	0,4
125 Перхлорбензол	683	3415
126 Пропилен	0,6	3
127 Пропилена окись	26	130
128 Пропиленхлоргидрин	205	1025
129 Пиридин	26	130

1	2	3
130 Пыль древесная	13,7	68,5
131 Пыль извести и гипса	13,7	68,5
132 Пыль каменноугольная	13,7	68,5
133 Пыль коксовая и агломерационная	41	205
134 Пыль лубяная, хлопчатобумажная, хлоп- ковая, льняная	41	205
135 Пыль шерстяная, пуховая, меховая	68	340
136 Пыль неорганическая, содержащая диок- сид кремния в процентах: свыше 70 % (динас и др.)	41	205
70–20 % (цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый)	21	105
ниже 20 % (доломит, слюда, тальк и др.)	13,7	68,5
137 Пыль стекловолокна	35	175
138 Пыль стеклопластика	35	175
139 Пыль пресс-порошков	21	105
140 Пыль цементных производств	103	515
141 Пыль катализатора	41	205
142 Соединения ртути (в пересчёте на ртуть)	6833	34165
143 Ртуть металлическая	6833	34165
144 Растворитель древесноспиртовый марки А	17,4	87,0
145 Сажа	80*	400
146 Свинец сернистый (в пересчёте на свинец)	1206	6030
147 Свинец и его соединения, кроме тетра- этилсвинца (в пересчёте на свинец)	6833	34165
148 Сероводород	257	1285
149 Сероуглерод	410	2050
150 Синтетические моющие средства	205	1025
151 Скипидар	2,5	12,5
152 Спирт амиловый	205	1025
153 Спирт бутиловый (бутанол)	21	105
154 Спирт диацетоновый	7,5	37,5
155 Спирт изобутиловый	21	105
156 Спирт изооктиловый	13,7	68,5
157 Спирт изопропиловый (пропанол-2)	3,7	18,5
158 Спирт метиловый (метанол)	5	25
159 Спирт этиловый (этанол)	0,4	2
160 Стирол	1025	5125
161 Теллура диоксид	4100	20500
162 Тетраэтилсвинец	51245	256225
163 0-Толуидин	82	410
164 Тетрагидрофуран	11,2	56
165 Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	35	175
166 Титана диоксид	5	25
167 Толуилендиизоцианат	103	515
168 Толуол	3,7	18,5

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
169 Трихлорметан (хлороформ)	68	340
170 1,1,1-Трихлорэтан (метилхлороформ)	11,2	56
171 Трихлорэтилен	5*	25
172 Триметиламин	13,7	68,5
173 Трихлорбензол	257	1285
174 Триэтанолламин	52	260
175 Триэтиламин	15	75
176 Уайт-спирит	2,5	12,5
177 Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив) по углероду	5*	25
178 Углерода окись (углерода оксид)	0,6	3
179 Углерод четырёххлористый	3,7	18,5
180 Фенол	683	3415
181 Формальгликоль (диоксолан-1,3)	0,4	2
182 Фтор трихлорметан (фреон-11)	0,2	1
183 Формальдегид	683	3415
184 Фтора газообразные соединения	410	2050
185 Фтористые соединения, хорошо растворимые (гексафторид натрия, фторид натрия)	205	1025
186 Фтористые соединения, плохо растворимые (гексафторалюминат натрия, кальция фторид и алюминия фторид)	68	340
187 Фосген	683	3415
188 Фурфурол	41	205
189 Хлор	68	340
190 м-Хлоранилин	205	1025
191 Хлорбензол	21	105
192 Хлоропрен	1025	5125
193 Хром (Cr ⁶⁺)	1366	6830
194 п-Хлорфенол	205	1025
195 Циклогексан	1,2	6
196 Циклогексанола	35	175
197 Циклопентан	21	105
198 2,5-Циклогександиен-1,4-диондиоксим	21	105
199 Цинка оксид (цинка окись)	41	205
200 Хлорэтил (этил хлористый)	11,2	56
201 Циклогексанон	52	260
202 Эпихлоргидрин	11,2	56
203 Этиленамин	0,7*	3,5
204 Этилацетат	21	105
205 Этилбензол	103	515
206 Этиленмин	4100*	20500
207 Этилена окись	68	340
208 Этиленгликоль	2,5	12,5
209.Этиленхлоргидрин	205	1025
210 Вулканизационные газы пенного производства	1025	5125

1	2	3
211 Диметилфталат	293*	1465
212 Диэтилфталат	205*	1025
213 Изобутилбензоат	137*	685
214 Калий нитрат	68*	340
215 Кальций гидроскид, кальций нитрат	68*	340
216 Кобальт (соли кобальта в пересчёте на кобальт)	2050*	10250
217 Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчёте на ванадий)	1025*	5125
218 Метилакрелат	205*	1025
219 Метиламин (монометиламин)	2050*	10250
220 Полиизоцианат	205*	1025
221 Пыль аминопластов	41*	205
222 Пыль выбросов табачных фабрик (в пересчёте на никотин)	5125*	25625
223 Пыль синтетической кожи	205*	1025
224 Фенилизоцианат	4100*	20500

Примечание. * – измененный норматив платы по постановлению № 410.

Таблица 1.2

**Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные
и подземные водные объекты**

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за сброс 1 т загрязняющих веществ (руб.)	
	в пределах установленных допустимых нормативов сбросов	в пределах установленных лимитов сбросов
1	2	3
1 Аммоний-ион (NH^+)	551*	2755
2 Алкилсульфонаты натрия (на основе керосина)	552	2760
3 Алкилсульфонат натрия (в техническом препарате)	552*	2760
4 Алюминий (Al^{3+})	6887	34435
5 Аммиак (по азоту)	5510	27550
6 Анилин (аминобензол)	2754809*	13774045
7 Ацетон	5510	27550
8 Бензол	552	2760
9 Бор (по B^{3+})	16205	81025
10 Бор (по B^{3+} , для морских водоёмов)	27	135
11 Висмут	2755	13775
12 Ванадий	275481	1377405
13 Взвешенные вещества	366**	1830
14 Вольфрам (W^{6+})	344352*	1721750
15 Гидразингидрат	918330*	4591650

1	2	3
16 Глицерин	276	1380
17 Декстрин (смесь полисахаридов)	276	1380
18 1,2-Дихлорэтан	2755	13755
19 Диссолван 4411 (полиоксиалкиленгликоль)	307	1535
20 Железо (Fe) (все растворимые формы)	2755*	13775
21 Изопрен (2-метилбута-1,3-диен)	27548	137740
22 Кадмий	55096	275480
23 Калий (K^+)	6,2	31
24 Кальций (Ca^{2+})	1,2	6
25 Капролактам	27548	137740
26 Краситель прямой бирюзовый светопро- чный К	6887*	34435
27 Краситель хромовый чёрный О	9183*	45915
28 Краситель кислотный чёрный С	5510*	27550
29 Краситель прямой чёрный З	1378*	6890
30 Ксантогенат бутиловый натриевый	9183	45915
31 Ксилол (смесь изомеров)	5510	27550
32 Кобальт (Co^{2+})	27548	137740
33 Латекс БС-85М	552	2760
34 Латекс СКН-40ИХМ	2755	13775
35 Латекс сополимера винилиден-хлорида, ви- нилхлорида, бутил-акрилата и итаконовой кислоты ВД ВХ БАИк 63Е-ПАЛ	27548	137740
36 Лимонная кислота	276	1380
37 Магний (Mg^{2+}) (все растворимые в воде формы)	6,9*	34,5
38 Марганец (Mn^{2+})	27548	137740
39 Масло соляровое	27548	137740
40 Масло легкое талловое (ТУ-81-05-100-70)	2755	13775
41 Медь (Cu^{2+})	275481	1377405
42 Метанол	2755	13775
43 Моноэтаноламин	27548	137740
44 Молибден (Mo^{6+})	229568	1147840
45 Мочевина	3,7	18,5
46 Мышьяк	5510	27550
47 Натрий (Na^+)	2,5	12,5
48 Нефть и нефтепродукты	5510	27550
49 Нефтяной сульфатат натрия	2755	13775
50 Никель (Ni^{2+})	27548	137740
51 Нитрат-анион	6,9*	3475
52 Нитрит-анион	3444*	17220
53 Олово и его соли (по Sn)	2460*	12300
54 ОЖК-оксилированные жирные кислоты	71*	355
55 ОП-7, полиэтиленгликолевые эфиры моно- и диалкилфенолов)	918*	4590

1	2	3
56 ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров и полиэтиленгликоля)	552*	2760
57 Пигмент железоокисный жёлтый	2755	13775
58 Пигмент железоокисный красный (марка КБ)	552	2760
59 Пиридин	27548	137740
60 Роданиды (по CNS ⁻)	2755*	13775
61 Ртуть (Hg ²⁺)	27548091	137740455
62 Рубидий (Rb ⁺)	2755	13775
63 Свинец (Pb) (все растворимые в воде формы)	45913*	229565
64 Селен (Se) (все растворимые в воде формы)	137740*	688700
65 Скипидар	1378	6890
66 Стирол	2755	13775
67 Сероуглерод	276	1380
68 Сульфат-анион (сульфаты)	2,8*	14
69 Сульфид-анион (сульфиды)	55096*	275480
70 Сульфит-анион (сульфиты)	145*	725
71 Сурьма	5510	27550
72 Танниды	27,5*	137,5
73 Тетраэтилсвинец	27548091	137740455
74 Тиомочевина	276	1380
75 Толуол	552	2760
76 Трилон-Б	552	2760
77 Фенол	275481	1377405
78 Флотореагент талловый	5510	27550
79 Фосфаты (по P)	1378	6890
80 Формальдегид	2755	13775
81 Фосфор трёххлористый	2755	13775
82 Фосфор пятихлористый	2755	13775
83 Фтор (F ⁻)	368	1840
84 Фурфурол	27548	137740
85 Хлор свободный (хлор активный) (Cl)	27548091	137740455
86 Хлориды (Cl ⁻)	0,9	4,5
87 Хром (Cr ³⁺)	3935*	19675
88 Хром (Cr ⁶⁺)	13774*	68870
89 Цинк (Zn ²⁺)	27548	137740
90 Цезий (Cs ⁺)	276	1380
91 Цианиды	5510	27550
92 Этиленгликоль	1102	5510
Пестициды (по действующим веществам):		
93 Атразин	55096	275480
94 Бентазон	196	980
95 Глифосфат	275481	1377405
96 Десметрин	550962	2754810
97 Дельта-Метрин	1377404560	6887022800
98 Диазинон	27548091	137740455
99 Дикват	688700*	3443500

Окончание табл. 1.2

1	2	3
100 Дифлубензурон	688702	3443510
101 Дихлорпрол	445	2225
102 ДДТ	27548091	137740455
103 Каптан	459133*	2295665
104 Квартазин	275481	1377405
105 Краснодар 1	27548	137740
106 Ленацил	688702	3443510
107 Лямбдацигалотрин	13774045600	68870228000
108 Малатион	27548091	137740455
109 Металаксил	27548	137740
110 Метол	459133*	2295665
111 Метрибузин	275480912	1377404560
112 Мивал	276	1380
113 Молинат	393545	1967725
114 Нитрафен	3061	15305
115 Перметрин	16204759	81023795
116 Пиримикарб	393545	1967725
117 Пиримифосметил	27548091	137740455
118 Прометрин	5510	27550
119 Пропаргит	68871	344355
120 Пропиконазол	4591348	22956740
121 Тиабендазол	550962	2754810
122 Тиобенкарб	1377405	6887025
123 Тирам	2754809*	13774045
124 Токсафен	27548091	137740455
125 Триадименол	2755*	13775
126 Триадимефон	196772	983860
127 Триаллат	787088	3935440
128 Трихлорацетат натрия	7871	39355
129 Трифлиралин	918270	4591350
130 Фенфалерат	2295674267	11478371335
131 Фенилтротион	2754809120	13774045600
132 Фенмедифан	4591348	22956740
133 Фентион	27548091	137740455
134 Флуазифоп-П-бутил	275481	1377405
135 Фозалон	9182698	45913490
136 Хлоридазон	27548	137740
137 Хлорпирифос	27548091	137740455
138 Циклоат	2754809	13774045
139 Циперметрин	2754809120	13774045600
140 Эндосульфат	11977431	59887155
141 ЭПТЦ	3443511	17217555
142 Стронций (Sr) (все растворимые в воде формы)	689*	3445

Примечания: * - измененный норматив платы по постановлению № 410;

** – норматив платы за сбросы взвешенных веществ, применяется с использованием коэффициента $K_{\epsilon} = \frac{C_p}{C_y + C_p}$, где C_p – фоновая концентрация взвешенных веществ в водоёме, мг/л; C_y – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ при сбросе сточных вод в водоём, мг/л.

В табл. 1.2 при оценке загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты по биохимической потребности в кислороде (БПК_{полн}) и сухому остатку нормативы платы в пределах установленных допустимых нормативов сбросов и в пределах установленных лимитов сбросов применяются соответственно в следующих размерах (рублей за тонну): по БПК_{полн} – 91 и 455, по сухому остатку – 0,2 и 1.

Норматив платы за сбросы взвешенных веществ применяется с использованием коэффициента, определяемого как величина, обратная сумме допустимого увеличения содержания взвешенных веществ при сбросе сточных вод к фону водоёма и фоновой концентрации взвешенных веществ в воде водного объекта, принятой при установлении нормативов ПДС загрязняющих веществ.

Таблица 1.3

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками (для различных видов топлива)*

Вид топлива	Единица измерения	Нормативы платы за 1 единицу измерения (руб.)
Бензин неэтилированный	т	1,3
Дизельное топливо	т	2,5
Керосин	т	2,5
Сжатый природный газ	1000 м ³	0,7
Сжиженный газ	т	0,9

Таблица 1.4

Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления*

Вид отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Единица измерения	Нормативы платы за размещение единицы измерения отхода в пределах установленных лимитов размещения отходов** (руб.)
1	2	3
1 Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	т	1739,2
2 Отходы II класса опасности (высокоопасные)	т	745,4
3 Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	т	497
4 Отходы IV класса опасности (малоопасные)	т	248,4

1	2	3
5 Отходы V класса опасности (практически неопасные):		
– добывающей промышленности	т	0,4
– перерабатывающей промышленности	т	15
6 Прочие	т	8

Примечания: * – измененные нормативы платы по постановлению № 410;

** – нормативы платы за размещение отходов производства и потребления в пределах установленных лимитов применяются с использованием:

коэффициента 0,3 при размещении отходов на специализированных полигонах и промышленных площадках, оборудованных в соответствии с установленными требованиями и расположенных в пределах промышленной зоны источника негативного воздействия;

коэффициента 0 при размещении в соответствии с установленными требованиями отходов, подлежащих временному накоплению и фактически использованных (утилизированных) в течение 3 лет с момента размещения в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение этого срока.

Таблица 1.5

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы
(состояние атмосферного воздуха и почвы), по территориям
экономических районов Российской Федерации

Экономические районы РФ	Значение коэффициента K_z	
	для атмосферного воздуха*	для почвы**
Северный	1,4	1,4
Северо-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Чернозёмный	1,5	2
Поволжский	1,9	1,9
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1	1,1
Калининградская область	1,5	1,3

Примечания: * – применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов;

** – применяется при определении платы за размещение отходов производства и потребления.

Таблица 1.6

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы
(состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента K_2
1	2
Бассейн Балтийского моря, бассейн р. Нева	
Республика Карелия	1,13
Ленинградская область	1,51
Новгородская область	1,14
Псковская область	1,12
Тверская область	1,08
Город Санкт-Петербург	1,51
Прочие реки бассейна Балтийского моря	1,04
Бассейн Каспийского моря, бассейн р. Волга	
Республика Башкортостан	1,12
Республика Калмыкия	1,3
Республика Марий Эл	1,11
Республика Мордовия	1,11
Республика Татарстан	1,35
Удмуртская Республика	1,1
Чувашская Республика	1,11
Астраханская область	1,31
Владимирская область	1,17
Волгоградская область	1,32
Вологодская область	1,14
Ивановская область	1,17
Калужская область	1,17
Кировская область	1,11
Костромская область	1,17
Московская область	1,2
Нижегородская область	1,14
Новгородская область	1,06
Оренбургская область	1,09
Орловская область	1,17
Пензенская область	1,31
Пермская область	1,13
Рязанская область	1,17
Самарская область	1,36
Саратовская область	1,32
Свердловская область	1,1
Смоленская область	1,16
Тамбовская область	1,09
Тверская область	1,17
Тульская область	1,19
Ульяновская область	1,31
Челябинская область	1,1
Ярославская область	1,19

Продолжение табл. 1.6

1	2
Город Москва	1,41
Коми-Пермяцкий автономный округ	1,06
Бассейн р. Терек	
Республика Дагестан	1,11
Республика Ингушетия	1,48
Кабардино-Балкарская Республика	1,11
Республика Калмыкия	1,11
Республика Северная Осетия – Алания	1,12
Чеченская Республика	1,48
Бассейн р. Урал	
Республика Башкортостан	1,14
Оренбургская область	1,45
Челябинская область	1,2
Прочие реки бассейна Каспийского моря	1,06
Бассейн Азовского моря, бассейн р. Дон	
Ставропольский край	1,26
Белгородская область	1,15
Волгоградская область	1,07
Воронежская область	1,15
Курская область	1,11
Липецкая область	1,2
Орловская область	1,11
Пензенская область	1,07
Ростовская область	1,56
Саратовская область	1,07
Тамбовская область	1,12
Тульская область	1,14
Бассейн р. Кубань	
Республика Адыгея	2
Карачаево-Черкесская Республика	1,53
Краснодарский край	2,2
Ставропольский край	1,53
Прочие реки бассейна Азовского моря	1,15
Бассейн Чёрного моря, бассейн р. Днепр	
Белгородская область	1,05
Брянская область	1,3
Калужская область	1,12
Курская область	1,14
Смоленская область	1,33
Прочие реки бассейна Черного моря	1,2
Бассейны морей Северного Ледовитого и Тихого океанов, бассейн р. Печора	
Республика Коми	1,17
Архангельская область	1,34
Ненецкий автономный округ	1,1
Бассейн р. Северная Двина	
Республика Коми	1,1

1	2
Архангельская область	1,36
Вологодская область	1,14
Кировская область	1,02
Бассейн р. Обь	
Республика Алтай	1,04
Республика Хакасия	1,03
Алтайский край	1,04
Красноярский край	1,03
Кемеровская область	1,16
Курганская область	1,05
Новосибирская область	1,08
Омская область	1,1
Свердловская область	1,18
Томская область	1,03
Тюменская область	1,04
Челябинская область	1,13
Ханты-Мансийский автономный округ	1,04
Ямало-Ненецкий автономный округ	1,03
Бассейн р. Енисей	
Республика Бурятия	1,36
Республика Тыва	1,02
Красноярский край	1,17
Иркутская область	1,36
Агинский Бурятский автономный округ	1,1
Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ	1,17
Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	1,1
Эвенкийский автономный округ	1,02
Бассейн р. Лена	
Республика Бурятия	1,24
Республика Саха (Якутия)	1,22
Хабаровский край	1,02
Амурская область	1,01
Иркутская область	1,14
Бассейн р. Амур	
Приморский край	1,04
Хабаровский край	1,27
Амурская область	1,05
Читинская область	1,05
Еврейская автономная область	1,05
Прочие реки бассейнов морей Северного Ледовитого и Тихого океанов	1

2 ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

К стационарным источникам выбросов загрязняющих веществ относятся горячие источники (дымовые трубы котельных, печей, кузниц и др.) и холодные источники (системы вентиляции, кондиционирования и т. п.).

2.1 Плата за выбросы загрязняющих веществ из горячих источников

При сжигании различных видов топлива в окружающую среду поступают горячие газы через специальные дымовые трубы. В состав уходящих газов (кроме CO_2 и H_2O) входят загрязняющие атмосферу вещества: окислы серы SO_2 , азота NO_x , включающие NO и NO_2 , углерода CO , бенз(а)пирена, а также частицы золы и сажи. При сжигании котельного высокосернистого топлива иногда в уходящих газах содержатся и окислы ванадия V_2O_5 .

Для снижения содержания вышеуказанных веществ в уходящих газах используются либо специальные технологические приёмы (рециркуляция газов и ступенчатый подвод воздуха к топке – для уменьшения окислов азота NO_x , ввод присадок – для уменьшения окислов серы, дожигание или каталитическое доокисление – для уменьшения окислов углерода), либо устройства (золоуловители, электрофильтры и т. п. – для уменьшения выбросов золы).

Вышеуказанные загрязняющие вещества через дымовую трубу выбрасываются и рассеиваются в окружающей среде. Чем больше высота дымовой трубы H , тем на большей территории рассеиваются выбросы соответственно при меньшей их концентрации в приземном слое атмосферы.

На характер рассеивания оказывают влияние ряд факторов, включающих состояние атмосферы в данном регионе, где расположен источник выброса, а также скорость оседания вредных веществ в атмосфере в зависимости от размера и фазового состояния вещества и рельефа местности. Исходя, из этих соображений определяют значения предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ.

Предельно допустимыми называются такие выбросы загрязняющих веществ, при которых в приземном слое атмосферы на определённом расстоянии от источника устанавливаются концентрации веществ, равные предельно допустимым значениям (ПДК).

Предельно допустимые выбросы $M_{\text{ПДВ}}$, г/с, из горячих источников с круглым устьем рассчитываются по формуле

$$M_{\text{ПДВ}} = \frac{(\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}}) H^2 \sqrt[3]{V_{\text{д.з.}} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot z}, \quad (2.1)$$

где $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ – максимальная разовая предельно допустимая концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы (определяется по табл. 2.1);

C_{ϕ} – фоновая концентрация данного загрязняющего вещества в рассматриваемом регионе или городе, зависящая от уровня загрязнения атмосферного воздуха другими предприятиями и средствами транспорта. При отсутствии данных в учебных расчётах можно принять $C_{\phi} = (0,1 \dots 0,2) \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, если другие величины не заданы преподавателем;

H – высота дымовой трубы, м;

$V_{\text{д.г.}}$ – объёмный расход дымовых газов, $\text{м}^3/\text{с}$;

ΔT – разность температур уходящих газов $T_{\text{г}}$ и окружающего атмосферного воздуха $T_{\text{в}}$ в самый жаркий день ($\Delta T = T_{\text{г}} - T_{\text{в}}$);

A – коэффициент температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания атмосферных примесей (определяется по табл. 2.2), $\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг}/\text{К}^{1/3}$;

F – безразмерный коэффициент (число Фруда), учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере в зависимости от размера и фазового состояния веществ, равный единице для жидких и газообразных веществ, для твёрдых веществ при коэффициенте $\eta = 90 \%$ $F = 2$; при $\eta = 75 \dots 90 \%$ $F = 2,5$; без очистки $F = 3$;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья; для приближённых расчётов можно принять $m \cdot n = 1$;

z – коэффициент рельефа местности, учитывающий влияние рельефа на рассеивание примесей, равен единице для равнинной местности; для пересечённой местности $z = 2$.

Таблица 2.1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК)
в приземном слое атмосферы, $\text{мг}/\text{м}^3$

Вещество	ПДК _{м.р.}	ПДК _{сс}	Класс опасности
1	2	3	4
Азота диоксид	0,085	0,04	3
Азота оксид	0,6	0,06	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Асбест природный и искусственный	–	0,15	2
Ацетон	0,35	0,35	4
Бенз(а)пирен	–	10^{-6}	1
Бензин (нефтяной, малосернистый, в пересчёте на углерод)	5,0	1,5	4
Бензин сланцевый (в пересчёте на углерод)	0,05	0,05	4
Бром	–	0,04	2
Бутан	200	–	4
Ванадия оксид	–	0,002	1
Взвешенные вещества (пыль населённых мест, нетоксичная)	0,5	0,15	3
Дифторхлорметан (фреон 22)	100	10	4
Дихлордифторметан (фреон 12)	100	10	4
Дихлорэтан	3	1	2

1	2	3	4
Кадмия оксид (в пересчёте на кадмий)	—	0,001	1
Кислота серная по молекуле H_2SO_4	0,3	0,1	2
Кислота азотная HNO_3	0,4	0,4	2
Кислота масляная	0,015	0,01	3
Кислота соляная (хлористый водород)	0,05	0,015	2
Кислота плавиковая (фтористый водород)	0,02	0,005	2
Ксилол	0,2	0,2	3
Кобальт металлический	—	0,001	2
Капролактан (пары, аэрозоль)	0,06	0,06	3
Летучие низкомолекулярные углеводороды (в пересчёте на углерод)	—	1,5	4
Метилмеркаптан	$9 \cdot 10^{-6}$	—	2
Медь сернокислая	0,003	0,001	2
Меди окись	—	0,002	2
Марганец и его соединения (в пересчёте на MnO_2)	0,01	0,001	2
Мышьяк (кроме H_3As)	—	0,003	2
Никель и его оксиды	0,001	0,001	1
Неорганические соединения ртути (в пересчёте на ртуть)	—	0,0003	1
Озон	0,16	0,03	1
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния, %: свыше 70 (динас и др.); 70–20 (шамот, цемент и др.); ниже 20 (доломит и др.)	0,15 0,3 0,5	0,05 0,1 0,15	3 3 3
Пыль хлопковая	0,5	0,05	3
Ртуть металлическая	—	0,0003	2
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца, в пересчёте на свинец)	—	0,0003	1
Сероводород	0,008	0,008	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Углерода оксид	5	3	4
Углерод четырёххлористый	4,0	2,0	4
Фенол	0,01	0,003	1
Фосфорный ангидрид	0,15	0,05	2
Формальдегид	0,035	0,003	1
Фосфора оксид	0,15	0,05	1
Фтористый аммоний	0,02	0,005	1
Фтористый бром	0,02	0,005	1
Фтор и его соединения органические, хорошо растворимые	0,02	0,005	2
Фториды неорганические хорошо растворимые	0,03	0,01	2
Плохо растворимые соединения фтора (фториды)	0,2	0,03	2
Хлор (молекулярный)	0,1	0,03	2
Хлороводород HCl	0,2	0,2	2
Хром шестивалентный (в пересчёте на оксид хрома)	0,0015	0,0015	1
Циановодород (синильная кислота)	—	0,01	2
Цинка окись (в пересчёте на цинк)	—	0,05	2
Эпихлоргидрин	0,2	0,2	2
Этилен	3	3	4

Таблица 2.2

Величина коэффициента температурной стратификации
атмосферы А по странам и регионам

Регион, страна	$A, c^{2/3} \cdot \text{мг/к}^{1/2}$
Центральная часть европейской территории России	120
Прибалтика, Север и Северо-Запад России, Среднее Поволжье, Урал, Украина	160
Казахстан, Средняя Азия, Центральная Сибирь, Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, Северная часть Сибири, Северо-Восточная Сибирь	200
Субтропическая часть Средней Азии	240

Фактические выбросы загрязняющих веществ в атмосферу M_{ϕ} определяются на основе технологических расчётов либо задаются и выражаются в долях от предельно допустимых выбросов.

Зная вышеуказанные значения $M_{\phi i}$ и $M_{\text{ПДВ}i}$, можно определить плату за загрязнение окружающей среды в зависимости от наличия разрешения соответствующих экологических органов на выброс – по формулам (1.1) – (1.4) или его отсутствия – по формуле (1.5).

Пример 2.1

При сжигании каменного угля в паровых котлах через дымовую трубу высотой $H = 45$ м, расположенную в г. Ростове-на-Дону, выбрасываются дымовые газы расходом $5 \text{ м}^3/\text{с}$, содержащие сернистый ангидрид SO_2 в количестве $0,1 M_{\text{ПДВ}}$, диоксид азота NO_2 – $1,1 M_{\text{ПДВ}}$, оксид азота NO – $0,025 M_{\text{ПДВ}}$, оксид углерода CO – $0,03 M_{\text{ПДВ}}$ и золу в количестве $30 M_{\text{ПДВ}}$. Рассчитать плату за разрешённые выбросы этих загрязняющих веществ в атмосферу в 2005 г.

Расчёт

1 Определяем предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ через дымовую трубу по формуле (2.1):

$$M_{\text{ПДВ}} = \frac{(\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\phi}) H^2 \sqrt[3]{V_{\text{д.з.}} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot z}, \text{ г/с};$$

– для сернистого ангидрида SO_2 :

известно, что $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{SO}_2} = 0,5 \text{ мг/м}^3$ (по табл. 2.1), примем $C_{\phi} = 0,1 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, т. е. $C_{\phi}^{\text{SO}_2} = 0,05 \text{ мг/м}^3$; высота трубы $H = 45$ м, объёмный расход уходящих газов $V_{\text{д.з.}} = 5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Примем разность температур уходящих газов и окружающего воздуха $\Delta T = 165 \text{ }^\circ\text{C}$; $m \cdot n = 1$, $z = 1$ и (по табл. 2.2) коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, для г. Ростова-на-Дону $A = 200$, тогда:

$$M_{\text{ПДВ}}^{\text{SO}_2} = \frac{(0,5 - 0,05) 45^2 \sqrt[3]{5 \cdot 165}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 42,7 \text{ г/с};$$

– для диоксида азота NO_2 :

по табл. 2.1 определяем $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}_2} = 0,085 \text{ мг/м}^3$; примем $C_{\phi} = 0,2 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, тогда $C_{\phi}^{\text{NO}_2} = 0,2 \cdot 0,085 = 0,017 \text{ мг/м}^3$; $F = 1$.

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{NO}_2}} = \frac{(0,085 - 0,017) \cdot 45^2 \cdot \sqrt[3]{5 \cdot 165}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 6,46 \text{ г/с};$$

– для оксида азота NO:

по табл. 2.1 определяем $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}} = 0,6 \text{ мг/м}^3$; $F = 1$; примем $C_{\phi} = 0,1 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, тогда $C_{\phi}^{\text{NO}} = 0,1 \cdot 0,6 = 0,06 \text{ мг/м}^3$.

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{NO}}} = \frac{(0,6 - 0,06) \cdot 45^2 \cdot \sqrt[3]{5 \cdot 165}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 51,29 \text{ г/с};$$

– для оксида углерода CO:

по табл. 2.1 определяем $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{CO}} = 5 \text{ мг/м}^3$; $F = 1$; примем $C_{\phi} = 0,1 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, тогда $C_{\phi}^{\text{CO}} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ мг/м}^3$.

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{CO}}} = \frac{(5 - 0,5) \cdot 45^2 \cdot \sqrt[3]{5 \cdot 165}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 427,38 \text{ г/с};$$

– для золы:

по табл. 2.1 определяем $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^3 = 0,15 \text{ мг/м}^3$; $F = 3$, так как золоочистка отсутствует; примем $C_{\phi} = 0,1 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$, тогда $C_{\phi}^3 = 0,1 \cdot 0,15 = 0,015 \text{ мг/м}^3$.

$$M_{\text{ПДВ}^3} = \frac{(0,15 - 0,015) \cdot 45^2 \cdot \sqrt[3]{5 \cdot 165}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 4,27 \text{ г/с}.$$

2 Рассчитаем фактические выбросы:

– для сернистого ангидрида SO₂:

по условию $M_{\phi}^{\text{SO}_2} = 0,1 M_{\text{ПДВ}}^{\text{SO}_2}$; тогда $M_{\phi}^{\text{SO}_2} = 0,1 \cdot 42,7 = 4,27 \text{ г/с}$;

– для диоксида азота NO₂:

по условию $M_{\phi}^{\text{NO}_2} = 1,1 M_{\text{ПДВ}}^{\text{NO}_2}$; тогда $M_{\phi}^{\text{NO}_2} = 1,1 \cdot 6,46 = 7,11 \text{ г/с}$;

– для оксида азота NO:

по условию $M_{\phi}^{\text{NO}} = 0,025 M_{\text{ПДВ}}^{\text{NO}}$; тогда $M_{\phi}^{\text{NO}} = 0,025 \cdot 51,29 = 1,28 \text{ г/с}$;

– для оксида углерода CO:

по условию $M_{\phi}^{\text{CO}} = 0,03 M_{\text{ПДВ}}^{\text{CO}}$; тогда $M_{\phi}^{\text{CO}} = 0,03 \cdot 427,38 = 12,82 \text{ г/с}$;

– для золы:

по условию $M_{\phi}^3 = 30 M_{\text{ПДВ}}^3$; тогда $M_{\phi}^3 = 30 \cdot 4,27 = 128,1 \text{ г/с}$.

3 Рассчитаем годовые фактические и предельно допустимые выбросы, принимая, что котлы работают в течение 10 месяцев в году, т. е. время работы составляет $10 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 = 25,92 \cdot 10^6 \text{ с/год}$. Тогда фактические годовые выбросы сернистого ангидрида составят:

$$\frac{4,27 \cdot 25,92 \cdot 10^6}{1000 \cdot 1000} = 110,68 \text{ т/год}.$$

Аналогичным образом определяем фактические и предельно допустимые выбросы всех остальных загрязняющих веществ, и данные сводим в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Фактические и предельно допустимые выбросы вредных веществ

Загрязняющее вещество	Фактические выбросы $M_{\Phi i}$		Предельно допустимые выбросы $M_{ПДВ i}$	
	г/с	т/год	г/с	т/год
Сернистый ангидрид SO_2	4,27	110,68	42,7	1106,78
Диоксид азота NO_2	7,11	184,29	6,46	167,44
Оксид азота NO	1,28	33,18	51,29	1329,44
Оксид углерода CO	12,82	332,29	427,38	11077,69
Зола	128,1	3320,35	4,27	110,68

4 Сопоставим фактические выбросы с предельно допустимыми, для чего рассмотрим данные, представленные в табл. 2.3. Поскольку фактические выбросы сернистого ангидрида SO_2 , оксида азота, оксида углерода меньше предельно допустимых значений, то плату за загрязнение окружающей среды этими веществами рассчитываем по формуле (1.1).

Выбросы диоксида азота и золы больше ПДВ, следовательно, расчёт платы за загрязнение атмосферного воздуха этими веществами производим по формуле (1.2), так как на выбросы всех указанных веществ получено разрешение (по условию примера).

5 Рассчитаем плату за загрязнение воздуха сернистым ангидридом по формуле (1.1) для 2005 г.:

$$\Pi^{SO_2} = M_{\Phi}^{SO_2} \cdot \Pi^{SO_2} \cdot K_{и} \cdot K_{э}, \text{руб./год.}$$

Здесь $M_{\Phi}^{SO_2} = 110,68$ т/год (из табл. 2.3);

Π^{SO_2} – норматив платы, руб./т, определяемый по табл. 1.1:

$$\Pi^{SO_2} = 21,0 \text{ руб./т;}$$

$K_{и}$ – коэффициент индексации, $K_{и} = 1$ в 2005 г.;

$K_{э}$ – коэффициент экологической ситуации, для г. Ростова-на-Дону

$$K_{э} = 1,6 \cdot 1,2 = 1,92.$$

$$\Pi^{SO_2} = 21 \cdot 110,68 \cdot 1 \cdot 1,92 = 4462,6 \text{ руб./год.}$$

6 Рассчитаем плату за загрязнение воздуха оксидом азота по формуле (1.1):

$$\Pi^{NO} = M_{\Phi}^{NO} \cdot \Pi^{NO} \cdot K_{и} \cdot K_{э}, \text{руб./год,}$$

где $M_{\Phi}^{NO} = 33,18$ т/год; $\Pi^{NO} = 35$ руб./т; $K_{и} = 1,2$;

$$\Pi^{NO} = 33,18 \cdot 35 \cdot 1,2 \cdot 1,92 = 2675,6 \text{ руб./год.}$$

7 Рассчитаем плату за загрязнение воздуха оксидом углерода по формуле (1.1):

$$\Pi^{CO} = M_{\Phi}^{CO} \cdot \Pi^{CO} \cdot K_{и} \cdot K_{э}, \text{руб./год,}$$

где $M_{\Phi}^{CO} = 332,29$ т/год; $\Pi^{CO} = 0,6$ руб./т; $K_{и} = 1,2$;

$$\Pi^{CO} = 332,29 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1,92 = 459,4 \text{ руб./год.}$$

8 Рассчитаем плату за загрязнение воздуха диоксидом азота NO_2 по формуле (1.2):

$$\Pi^{NO_2} = M_{ПДВ}^{NO_2} \cdot \Pi^{NO_2} \cdot K_{и} \cdot K_{э} + (M_{\Phi}^{NO_2} - M_{ПДВ}^{NO_2}) \cdot 5 \Pi^{NO_2} \cdot K_{и} \cdot K_{э}, \text{руб./год.}$$

Из табл. 2.3 следует, что:

$$M_{\text{ПДВ}}^{\text{NO}_2} = 167,44 \text{ т/год}; M_{\text{ф}}^{\text{NO}_2} = 184,28 \text{ т/год}.$$

Из табл. 1.1 определяем $\Pi^{\text{NO}_2} = 52 \text{ руб./т}$, тогда

$$\Pi^{\text{NO}_2} = 167,44 \cdot 52 \cdot 1,2 \cdot 1,92 + (184,28 - 167,44) \cdot 5 \cdot 52 \cdot 1,2 \cdot 1,92 = 30154,5 \text{ руб./год}.$$

9 Рассчитаем плату за загрязнение воздуха золой по формуле (1.2):

$$\Pi^3 = M_{\text{ПДВ}}^3 \cdot \Pi^3 \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} + (M_{\text{ф}}^3 - M_{\text{ПДВ}}^3) \cdot 5 \Pi^3 \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}}, \text{ руб./год}.$$

Из табл. 2.3 следует, что $M_{\text{ПДВ}}^3 = 110,68 \text{ т/год}$, $M_{\text{ф}}^3 = 3320,35 \text{ т/год}$.

Из табл. 1.1 определяем $\Pi^3 = 103 \text{ руб./т}$, тогда:

$$\Pi^3 = 110,68 \cdot 103 \cdot 1,2 \cdot 1,92 + (3320,35 - 110,68) \cdot 5 \cdot 103 \cdot 1,2 \cdot 1,92 = 3834731,8 \text{ руб./год}.$$

10 Определяем общую плату за загрязнение воздушной среды в 2005 г. по формуле (1.4):

$$4,46 + 2,68 + 0,46 + 30,15 + 3834,73 = 4349,66 \text{ тыс. руб./год}.$$

Таким образом, из полученных данных следует, что:

- 1) наибольшую величину составляет плата за выбросы веществ NO_2 и золы, количество которых превышает $M_{\text{ПДВ}}$;
- 2) основная доля платежей (98,9 %) приходится на плату за загрязнение окружающей среды золой;
- 3) плата за выбросы, превышающие $M_{\text{ПДВ}}$, составляет:
 $30,15 + 3834,73 = 3864,88 \text{ тыс. руб./год}$ и осуществляется из прибыли предприятия;
- 4) для увеличения прибыли предприятия следует провести внедрение мероприятий по снижению выбросов диоксида азота и золы.

Пример 2.2

При реконструкции котельной были смонтированы золоуловители, позволившие снизить фактические выбросы золы до $M_{\text{ПДВ}}$. Рассчитать плату котельной за загрязнение окружающей воздушной среды по данным *примера 2.1*.

Так как выбросы золы уменьшатся до предельно допустимых значений, то плата за них составит 26,26 тыс. руб.

Тогда общая плата предприятия за загрязнение воздуха будет равна:

$$4,46 + 2,68 + 0,46 + 26,26 + 30,15 = 64,01 \text{ тыс. руб./год}.$$

По сравнению с первоначальными данными будет сэкономлено:

$$4349,66 - 64,01 = 4285,65 \text{ тыс. руб.}$$

Пример 2.3

Определить, во сколько раз увеличатся платежи за загрязнение приземного слоя золой, если на предприятии вышли из строя золоуловители и фактические выбросы возросли на 20 % от $M_{\text{ПДВ}}$.

Так как $M_{\text{ф}} = 1,2 M_{\text{ПДВ}}$, то расчёт платы следует вести по формуле (1.2):

$$\begin{aligned} \Pi &= M_{\text{ПДВ}} \cdot \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} + (M_{\text{ф}} - M_{\text{ПДВ}}) \cdot 5 \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} = \\ &= M_{\text{ПДВ}} \cdot \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} + (1,2 M_{\text{ПДВ}} - M_{\text{ПДВ}}) \cdot 5 \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} = \\ &= 2 M_{\text{ПДВ}} \cdot \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}}. \end{aligned}$$

Таким образом, плата за загрязнение приземного слоя атмосферы золой в данном случае увеличится вдвое.

Пример 2.4

Определить, насколько увеличится плата за выбросы котельной в 2005 г., если после ввода новых котлов они возросли в 1,5 раза по всем веществам, приведенным в *примере 2.1*, а временно согласованные выбросы (ВСВ) составили 1,2 М_{ПДВ}.

Расчёт

В соответствии с данными примера 2.1 предельно допустимые выбросы М_{ПДВ} составляют:

- для сернистого ангидрида SO₂ 1106,78 т/год;
- для диоксида азота NO₂ 167,44 т/год;
- для оксида азота NO 1329,44 т/год;
- для оксида углерода CO 11077,69 т/год;
- для золы 110,63 т/год.

При вводе новых котлов фактические выбросы вредных веществ М_ф возросли в 1,5 раза и составляют:

- для сернистого ангидрида SO₂ 110,68 · 1,5 = 166,02 т/год;
- для диоксида азота NO₂ 184,29 · 1,5 = 276,43 т/год;
- для оксида азота NO 33,18 · 1,5 = 49,77 т/год;
- для оксида углерода CO 332,29 · 1,5 = 498,44 т/год;
- для золы 3320,35 · 1,5 = 4980,53 т/год.

При этом временно согласованные выбросы М_{ВСВ} составляют:

- для сернистого ангидрида SO₂ 1106,78 · 1,2 = 1328,14 т/год;
- для диоксида азота NO₂ 167,44 · 1,2 = 200,93 т/год;
- для оксида азота NO 1329,44 · 1,2 = 1595,33 т/год;
- для оксида углерода CO 11077,69 · 1,2 = 13293,23 т/год;
- для золы 110,63 · 1,2 = 132,76 т/год.

Полученные данные сведём в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Фактические, предельно допустимые и временно согласованные выбросы загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	М _ф , т/год	М _{ПДВ} , т/год	М _{ВСВ} , т/год
Сернистый ангидрид	166,02	1106,78	1328,14
Диоксид азота	276,43	167,44	200,93
Оксид азота	49,77	1329,44	1595,33
Оксид углерода	498,44	11077,69	13293,23
Зола	4980,53	110,63	132,76

Из данных, представленных в табл. 2.4, следует, что выбросы сернистого ангидрида, оксида азота и оксида углерода в 2006 г. оказались меньше ПДВ и, следовательно, плату за них следует рассчитывать по формуле (1.1):

$$\Pi_i = M_{\phi i} \cdot \Pi_i \cdot K_3 \cdot K_n, \text{ руб./год.}$$

При этом K_n = 1,08 для SO₂ и K_n = 1,3 для NO и CO в 2006 г.

Тогда: $\Pi_{\text{SO}_2} = 166,02 \cdot 21 \cdot 1,92 \cdot 1,08 = 7229,44 \text{ руб./год;}$

$$P_{\text{NO}} = 49,77 \cdot 35 \cdot 1,92 \cdot 1,3 = 4347,91 \text{ руб./год};$$

$$P_{\text{CO}} = 498,44 \cdot 0,6 \cdot 1,92 \cdot 1,3 = 746,46 \text{ руб./год}.$$

Выбросы диоксида азота и золы в 2006 г. превысили лимитированные для них значения, поэтому плата за них рассчитывается по формуле (1.3):

$$P_i = M_{\text{ПДВ}i} \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} + (M_{\text{BCB}i} - M_{\text{ПДВ}i}) \cdot 5 \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} + \\ + (M_{\text{ф}i} - M_{\text{BCB}i}) \cdot 25 \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}}, \text{ руб./год}.$$

$$P_{\text{NO}_2} = 167,44 \cdot 52 \cdot 1,92 \cdot 1,3 + (200,93 - 167,44) \cdot 5 \cdot 52 \cdot 1,92 \cdot 1,3 + \\ + (276,43 - 200,93) \cdot 25 \cdot 1,92 \cdot 1,3 = 21731,7 + 21733,7 + 4711,2 = \\ = 48176,6 \text{ руб./год};$$

$$P_{\text{з}} = 110,63 \cdot 103 \cdot 1,92 \cdot 1,3 + (132,76 - 110,63) \cdot 5 \cdot 103 \cdot 1,92 \cdot 1,3 + \\ + (4980,53 - 132,76) \cdot 25 \cdot 103 \cdot 1,92 \cdot 1,3 = 31285,8 + 28446,8 + 31157587,3 = \\ = 31217319,9 \text{ руб./год}$$

Таким образом, суммарная плата за выбросы загрязняющих веществ в 2006 г. после ввода новых котлов составит:

$$7,229 + 4,348 + 0,746 + 48,177 + 31217,32 = 31277,82 \text{ тыс. руб./год}.$$

В 2005 г. плата составляла 4349,66 тыс. руб./год, следовательно, плата за выбросы в 2006 г. увеличена на:

$$31277,82 - 4349,66 = 26928,16 \text{ тыс. руб./год}.$$

При этом из прибыли предприятия были осуществлены платежи в размере:

$$21733,7 + 4711,2 + 28446,8 + 31157587,3 = 31212479,0 \text{ руб./год}.$$

Следовательно, в 2006 г. после ввода новых котлов вносится общая плата за выбросы загрязняющих веществ в размере 31,28 млн руб./год, причём 31,21 млн руб./год – из прибыли предприятия. Очевидно, в котельной необходимо срочно разрабатывать мероприятия по снижению выбросов золы и диоксида азота.

Контрольная работа № 1

Рассчитать плату за загрязнение воздуха i -м веществом при сжигании топлива в котлах, если известны высота дымовой трубы H , объёмный расход дымовых газов $V_{\text{д.г.}}$ и коэффициент, учитывающий рельеф местности z . Котельная расположена в районе города N .

Исходные данные для расчёта выбрать по соответствующему варианту (табл. 2.5). Номер варианта задания равен порядковому номеру студента в журнале данной студенческой группы. Принять, что фактические выбросы $M_{\text{ф}}$ равны предельно допустимым $M_{\text{ПДВ}}$.

Контрольная работа № 2

Для данных контрольной работы № 1 рассчитать, как изменится плата за загрязнение воздуха i -м веществом, если фактические выбросы увеличатся в m раз.

Таблица 2.5

Данные к контрольной работе № 1

№ варианта	$V_{д.г.},$ м ³ /с	Высота трубы H , м	Загрязняющее ат- мосферу вещество	Город N	m , раз
1	2	3	4	5	6
1	3	15	Зола	Ростов н/Д	2
2	3	30	То же	То же	2
3	3	45	»	»	2
4	3	60	Зола	Ростов н/Д	2
5	3	75	»	»	2
6	4	12,5	SO ₂	Архангельск	1,5
7	4	25,0	То же	То же	1,5
8	4	37,5	»	»	1,5
9	4	50,0	»	»	1,5
10	4	62,5	»	»	1,5
11	5	17,5	NO ₂	Астрахань	1,8
12	5	35	То же	То же	1,8
13	5	52,5	»	»	1,8
14	5	70	»	»	1,8
15	5	87,5	»	»	1,8
16	6	22,5	CO	Туапсе	2,3
17	6	45,0	То же	То же	2,3
18	6	67,5	»	»	2,3
19	6	20,0	»	»	2,3
20	6	112,5	»	»	2,3
21	3,5	10	Зола	Москва	2,2
22	3,5	20	То же	То же	2,2
23	3,5	30	»	»	2,2
24	3,5	40	»	»	2,2
25	3,5	50	»	»	2,2
26	4,5	15	SO ₂	Брест	3,0
27	4,5	25	То же	То же	3,0
28	4,5	35	»	»	3,0
29	4,5	45	»	»	3,0
30	4,5	55	»	»	3,0
31	5,5	10	NO ₂	Барнаул	2,5
32	5,5	20	То же	То же	2,5
33	5,5	30	»	»	2,5
34	5,5	40	»	»	2,5
35	5,5	50	»	»	2,5
36	6,5	15	CO	Волгоград	2,8
37	6,5	25	То же	То же	2,8
38	6,5	35	»	»	2,8
39	6,5	45	»	»	2,8
40	6,5	55	»	»	2,8
41	2,5	10	Зола	Батайск	1,5
42	2,5	20	То же	То же	1,5
43	2,5	30	»	»	1,5
44	2,5	40	»	»	1,5
45	2,5	50	»	»	1,5

2.2 Плата за выбросы загрязняющих веществ из холодных источников

При проведении различных технологических операций на производстве в окружающую среду поступают загрязняющие её вредные вещества. Так, например, при сварочных работах, являющихся обязательной составляющей технологии ремонта вагонов, локомотивов, другой техники и оборудования, в воздух попадают такие вещества, как марганец и его соединения, окислы хрома, фтороводород, окислы азота и углерода, а также твёрдые частицы.

Как правило, сварочные посты оборудованы вентиляционными системами, через которые вредные соединения удаляются от мест их образования и рассеиваются в атмосферном воздухе. Аналогичная ситуация имеет место и при проведении окрасочных и других работ на предприятиях, поэтому предприятие должно оплачивать эти загрязнения окружающей среды.

Выбросы загрязняющих веществ через вентиляционные системы именуется *выбросами из холодных источников*.

Рассмотрим на примере выбросов при производстве сварочных работ, каким образом осуществляются расчёты платы за выбросы из холодных источников. Для этого рассчитаем количество выбрасываемых вредных веществ M_i , кг/год, по формуле

$$M_i = g_i \cdot B \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

где B – масса расходуемых на сварочные работы электродов, кг/год;

g_i – удельный выброс i -го загрязнителя при производстве сварочных работ, зависящий от типа электродов, г/кг (определяется по табл. 2.6).

Таблица 2.6

Удельный выброс вредных веществ в атмосферу при производстве
сварочных работ, г/кг электродов g_i

Марка электрода	Вредные вещества						
	твёрдые			газообразные			
	твёрдые частицы	марганец и его соединения	окислы хрома	фториды	фтороводород	окись азота	окись углерода
1	2	3	4	5	6	7	8
УОНИ-13/45	18,0	0,90	1,4	3,45	0,75	1,5	13,3
13/55	16,0	1,10	1,1	1,1	–	2,7	13,3
13/65	7,5	1,41	0,8	0,8	1,16	–	–
13/80	11,2	0,78	1,05	1,05	1,14	–	–
13/85	12,1	0,69	1,3	1,1	1,1	–	–
АНО-1	9,6	0,43	–	–	2,13	–	–
3	17,0	2,16	–	–	–	–	–
4	17,8	1,05	0,41	–	–	–	–
5	10,7	1,44	–	–	–	–	–
ОЗС-3	15,2	0,41	–	–	–	–	–
4	9,9	1,37	–	–	–	–	–
5	11,4	0,86	–	–	1,53	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8
ЗА-606/11	10,25	0,68	0,3	1,9	0,004	1,3	1,4
395/9	18,5	1,2	0,32	—	0,9	—	0,5
98/15	10,3	0,74	0,81	—	0,8	—	—
400/10у	7,2	0,48	0,85	0,02	—	0,99	—
903/12	25,0	2,8	—	—	—	—	—
48А/2	17,8	0,45	0,91	0,33	1,68	0,9	1,9
МР-8	10,6	1,56	—	—	0,4	—	—

Суммарные выбросы, кг/год, будут определяться как

$$M_{\Sigma} = \Sigma M_i. \quad (2.3)$$

Для расчёта предельно допустимых выбросов через вентиляционные системы необходимо определить расход воздуха в них.

Объёмный расход воздуха Q , м³/с, приближенно можно определить по секундной массе суммарных выбросов M'_{Σ} , кг/с, равной:

$$M'_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{n \cdot 3600 \cdot T}, \quad (2.4)$$

где T – продолжительность работы предприятия в днях за год;

n – число часов работы вентиляционной системы в сутках.

Тогда согласно рекомендациям, представленным в пособии [14]:

$$Q = (50 \dots 1000) M'_{\Sigma}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.5)$$

Зная скорость воздуха v на выходе из вентиляционной трубы в пределах 0,1...10,0 м/с, можно определить площадь поперечного сечения вентиляционных коробов:

$$\omega = Q / v, \text{ м}^2, \quad (2.6)$$

и диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}}, \text{ м}. \quad (2.7)$$

При расчёте диаметра следует обращать внимание на полученную величину. Она должна быть соизмерима с высотой трубы (по конструктивным соображениям).

Обычно в вентиляционных системах устанавливаются трубы диаметром 200, 250, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 1000, 1250 и 1600 мм.

Далее рассчитывается значение $M_{\text{ПДВ}i}$, г/с, для каждого загрязняющего вещества по формуле

$$M_{\text{ПДВ}i} = \frac{(\text{ППД}_{\text{м.р.}}^i - C_{\phi}^i) \cdot H^{4/3} \cdot 8Q}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot z \cdot D}. \quad (2.8)$$

Здесь обозначения величин, входящих в формулу, те же, что для формулы (2.1).

Зная фактические выбросы загрязняющих веществ M_i и предельно допустимые выбросы $M_{\text{ПДВ}i}$, выполняют расчёт платы таким же образом, как описано в подразделе 2.1.

Пример 2.5

Рассчитать плату за выбросы вредных веществ в атмосферу при проведении сварочных работ в депо, если ежедневный расход электродов УОНИ-13/45 составляет 10 кг. Депо работает 252 дня в году. Сварочный пост оборудован вентиляционной системой, выброс загрязнённых газов осуществляется на высоте $H = 30$ м. Депо расположено в г. Ростове-на-Дону на равнинной местности.

Расчёт

1 Из табл. 2.6 определяются удельные выбросы вредных веществ в атмосферу при производстве сварочных работ, которые для электродов УОНИ-13/45 составляют в граммах на кг электродов:

- для твёрдых частиц – 18;
- для марганца и его соединений – 0,9;
- для окислов хрома – 1,4;
- для фторидов – 3,45;
- для фтороводорода – 0,75;
- для окиси азота – 1,5;
- для окиси углерода – 13,3.

2 За год в депо расходуется электродов:

$$B = 10 \cdot 252 = 2520 \text{ кг.}$$

3 При использовании электродов УОНИ-13/45 для сварки в атмосферный воздух выбрасывается количество вредных веществ, определяемое по формуле (2.2):

$$M_i = g_i \cdot B \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год,}$$

а именно:

- твёрдых частиц $M_{\text{т.ч.}} = 18 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 45,36 \text{ кг/год;}$
- марганца и его соединений $M_{\text{Мп}} = 0,9 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 2,27 \text{ кг/год;}$
- окислов хрома $M_{\text{Cr}} = 1,4 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 3,53 \text{ кг/год;}$
- фторидов $M_{\text{F}} = 3,45 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 8,69 \text{ кг/год;}$
- фтороводорода $M_{\text{HF}} = 0,75 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 1,89 \text{ кг/год;}$
- окиси азота $M_{\text{NO}} = 1,5 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 3,78 \text{ кг/год;}$
- окиси углерода $M_{\text{CO}} = 13,3 \cdot 2520 \cdot 10^{-3} = 33,52 \text{ кг/год.}$

4 Тогда суммарные годовые выбросы веществ при проведении сварочных работ составят:

$$M_{\Sigma} = 45,36 + 2,27 + 3,53 + 8,69 + 1,89 + 3,78 + 33,52 = 99,04 \text{ кг/год.}$$

5 Полагая, что сварочные посты работают ежедневно по 2 ч в сутки, а депо работает 252 дня в году, рассчитывают секундную массу суммарных выбросов M'_{Σ} по формуле (2.4):

$$M'_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{n \cdot 3600 \cdot T};$$
$$M'_{\Sigma} = \frac{99,04}{2 \cdot 3600 \cdot 252} = 5,46 \cdot 10^{-5}, \text{ кг/с.}$$

6 Объёмный расход воздуха Q , $\text{м}^3/\text{с}$, определяется по формуле (2.5):

$$Q = (50 \dots 1000) M'_{\Sigma};$$
$$Q = 1000 \cdot 5,46 \cdot 10^{-5} = 5,46 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3/\text{с.}$$

Приняв скорость воздуха в вентиляционной системе $v = 1$ м/с, площадь поперечного сечения трубы определяют по формуле (2.6):

$$\omega = Q / v, \text{ м}^2;$$

$$\omega = \frac{5,45 \cdot 10^{-2}}{1} = 5,46 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^2.$$

По формуле (2.7) находят диаметр трубы:

$$D = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}}, \text{ м};$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{3,14}} = 0,263, \text{ м}.$$

Принимаем $D = 0,4$ м, что при высоте $H = 30$ м допустимо ($H / D = 75$).

7 По формуле (2.8) определяют $M_{\text{ПДВ}i}$, г/с, для каждого загрязняющего вещества:

$$M_{\text{ПДВ}i} = \frac{(\text{ППД}_{\text{м.р.}}^i - C_{\phi}^i) \cdot H^{4/3} \cdot 8Q}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot z \cdot D}.$$

Рассчитывается $M_{\text{ПДВ}}$ для твёрдых частиц (пыли), если известно, что:

$\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{п}} = 0,15$ мг/м³;

$C_{\phi} = 0,1$ ПДК_{м.р.}; $C_{\phi}^{\text{п}} = 0,1 \cdot 0,15 = 0,015$ мг/м³;

$H = 30$ м (по условию);

$Q = 5,46 \cdot 10^{-2}$, м³/с;

$D = 0,4$ м;

$A = 200$ (для г. Ростова-на-Дону);

$F = 3$ (для пыли);

$m \cdot n = 1$;

$z = 1$.

Тогда:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{п}}} = \frac{(0,15 - 0,015) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,02286, \text{ г/с};$$

– для марганца и его соединений $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{Mn}} = 0,01$ мг/м³; $F = 3$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{Mn}}} = \frac{(0,01 - 0,001) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,0152, \text{ г/с};$$

– для окислов хрома $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{Cr}} = 0,0015$ мг/м³; $F = 3$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{Cr}}} = \frac{(0,0015 - 0,1 \cdot 0,0015) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,0002, \text{ г/с};$$

– для фторидов $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{F}} = 0,003$ мг/м³; $F = 1$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{F}}} = \frac{(0,03 - 0,03 \cdot 0,1) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,0137, \text{ г/с};$$

– для фтороводорода $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{HF}} = 0,02$ мг/м³; $F = 1$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{HF}}} = \frac{(0,02 - 0,1 \cdot 0,02) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,0091, \text{ г/с};$$

– для окиси азота $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}} = 0,6$ мг/м³; $F = 1$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{NO}}} = \frac{(0,6 - 0,1 \cdot 0,06) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 0,2743, \text{ г/с};$$

– для окиси углерода $M_{\text{ПДВ}}$, если $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{CO}} = 5 \text{ мг/м}^3$:

$$M_{\text{ПДВ}^{\text{CO}}} = \frac{(5 - 0,1 \cdot 5) \cdot 30^{4/3} \cdot 8 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4} = 2,286, \text{ г/с}.$$

8 Определяются фактические выбросы и предельно допустимые годовые выбросы, если продолжительность их составляет:

$$T = 252 \cdot 2 \cdot 3600 = 1814400 = 1,81 \cdot 10^6 \text{ с/год}.$$

Например, $M_{\text{ПДВпыли}}$ за год $= 0,02286 \cdot 1,81 \cdot 10^6 / 10^6 = 0,0414 \text{ т/год}.$

Данные сводят в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Фактические и предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Фактические выбросы, M_i		Предельно допустимые выбросы	
	кг/год	т/год	г/с	т/год
Твёрдые частицы (пыль)	45,36	0,0454	0,0229	0,0414
Марганец и его соединения	2,27	0,0023	0,0152	0,0275
Оксиды хрома	3,53	0,0035	0,0002	0,00036
Фториды	8,69	0,0087	0,0137	0,0248
Фтороводород	1,89	0,0019	0,0091	0,0165
Оксид азота	3,78	0,0038	0,2743	0,496
Оксид углерода	33,52	0,0335	2,286	4,138

9 Анализ полученных данных показывает, что фактические выбросы всех загрязняющих веществ, кроме пыли и оксидов хрома, меньше предельно допустимых, следовательно, расчёт платы за загрязнение воздуха i -м веществом следует вести по формуле (1.1):

$$P_i = M_i \cdot C_i \cdot K_n \cdot K_3, \text{ руб./год},$$

где C_i – норматив платы за выбросы i -го загрязняющего вещества, руб./т, определяемый по табл. 1.1;

K_3 – коэффициент экологической ситуации в г. Ростове-на-Дону, равный $1,6 \cdot 1,2 = 1,92$;

K_n – коэффициент индексации (в 2004 г. равен 1,1).

Тогда

$$P_i = M_i \cdot C_i \cdot 1,92 \cdot 1,1 = 2,112 M_i C_i, \text{ руб./год}.$$

Для оксидов хрома и пыли P_i рассчитывается по формуле (1.2).

Общая плата за загрязнение окружающей среды выбросами

$$P = \sum P_i$$

Данные всех вычислений сведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Расчёт платы за загрязнение окружающей среды при сварке

Загрязняющее вещество	Фактические выбросы M_i , т/год	Нормативы платы Π , руб./т	Плата Π_i , руб./год
Твёрдые частицы (пыль)	0,0454	41	5,32
Марганец и его соединения	0,0023	2050	9,96
Оксиды хрома	0,0035	1366	46,33
Фториды	0,0087	205	3,77
Фтороводород	0,0019	410	1,64
Оксид азота	0,0038	35	0,28
Оксид углерода	0,0335	0,6	0,04

Итого:

 $\Pi = 67,34$ руб./год.

Таким образом, суммарная плата за загрязнение окружающей среды при проведении сварочных работ составит 67,34 руб./год.

Контрольная работа № 3

Рассчитать плату за загрязнение атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ при проведении сварочных работ, если известно, что ежедневный расход электродов типа N составляет m кг (табл. 2.9). Сварочный пост оборудован вентиляционной системой, выброс из которой осуществляется на высоте H . Депо располагается в Северо-Кавказском регионе.

Таблица 2.9

Исходные данные для расчётов

№ варианта	Тип электродов N	Расход электродов m , кг/сут	Высота трубы H , м	Местность
1	2	3	4	5
1	УОНИ 13/55	5	10	Пересечённая
2	То же	10	12	Равнина
3	УОНИ 13/55	15	14	Пересечённая
4	То же	20	16	Равнина
5	УОНИ 13/65	25	18	Пересечённая
6	То же	30	20	То же
7	»	35	22	»
8	»	40	24	»
9	»	45	26	»
10	»	50	28	»
11	УОНИ 13/80	10	21	Равнина
12	То же	20	23	То же
13	»	30	25	»
14	»	40	27	»
15	»	50	29	»
16	УОНИ 13/85	5	30	Равнина
17	То же	15	28	То же
18	»	25	26	»

1	2	3	4	5
19	УОНИ 13/85	35	24	Равнина
20	То же	45	22	То же
21	АНО-1	8	12	Пересеченная
22	То же	12	14	То же
23	»	14	16	»
24	»	16	18	»
25	АНО-3	18	25	Равнина
26	То же	20	30	То же
27	»	22	35	»
28	»	24	40	»
29	»	26	45	»
30	АНО-4	2	5	Пересеченная
31	То же	4	10	То же
32	»	6	15	»
33	»	8	20	»
34	»	10	25	»
35	АНО-5	3	11	Равнина
36	То же	6	13	То же
37	»	9	15	»
38	»	12	17	»
39	»	15	19	»
40	ОЗС-3	20	30	Пересеченная

3 ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПЕРЕДВИЖНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

К передвижным источникам загрязнения окружающей среды относятся любые автомобили, а также строительные машины, тепловозы, вагоны, отопительные агрегаты, используемые при строительстве железных дорог. В процессе эксплуатации передвижными источниками считаются магистральные и маневровые тепловозы, вагоны с токсичными, пылящими грузами и цистерны с нефтепродуктами, пассажирские вагоны с печным отоплением, путевая техника; при проведении ремонтных работ – путевые и ремонтные машины.

В соответствии с постановлением № 344 (2003 г.) плата за выбросы загрязняющих веществ определяется по расходу топлива G , руб./год, и составляет:

$$\Pi = G \cdot \Pi_{\text{т}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (3.1)$$

где $\Pi_{\text{т}}$ – норматив платы за загрязнение атмосферы выбросами передвижных источников при сжигании 1 т топлива, определяемый по табл. 1.3, руб./год;

G – расход топлива, т/год.

Для группы однотипных передвижных источников, работающих в одинаковых условиях, расчёт платы может производиться сразу для всей группы по известному суммарному расходу топлива.

3.1 Плата за выбросы загрязняющих веществ при работе локомотивов

3.1.1 Расчёт выбросов вредных веществ двигателями локомотивов

Выбросы вредных веществ с отработанными газами зависят от режимов работы двигателей локомотивов.

Для удобства интервалы работы тепловозных двигателей разбиты на пять групп: $Pe_{x.x.}$; $0,25 Pe_n$; $0,5 Pe_n$; $0,75 Pe_n$ и номинальный режим Pe_n , где $Pe_{x.x.}$ – мощность в режиме холостого хода.

Расчёт предельно допустимых выбросов вредных веществ осуществляется по формуле

$$M_{\text{ПДВ}i,j,k} = g_{i,j,k} \cdot \tau_k, \text{ кг/год}, \quad (3.2)$$

где $M_{\text{ПДВ}i,j,k}$ – предельно допустимая масса i -го компонента, выброшенного j -м двигателем при работе на k -м режиме;

$g_{i,j,k}$ – удельный выброс i -го вредного вещества при работе j -го двигателя на k -м режиме, определяемый в зависимости от типа тепловоза и двигателя по табл. 3.1, кг/ч;

τ_k – продолжительность работы двигателя на k -м режиме, определяемая с учётом процентного распределения времени работы двигателей, приведенного в табл. 3.2, ч/год.

Таблица 3.1

Значения удельных выбросов вредных веществ в отработанных газах дизельных двигателей локомотивов основных серий, кг/ч (на одну секцию)

Тип тепловоза и двигателя	Номинальная мощность одного двигателя, кВт	Вредное вещество	Режим работы двигателя				
			$Pe_{x.x.}$	25 % Pe_n	50 % Pe_n	75 % Pe_n	Pe_n
1	2	3	4	5	6	7	8
ТЭЗ (2Д100) две секции	1470	CO	0,44	1,94	4,46	17,2	93,3
		NO ₂	1,36	15,71	40,17	14,8	50,76
		SO ₂	0,53	1,94	2,23	3,7	6,58
		Сажа	0,01	0,151	0,739	0,73	0,715
2ТЭ116, 2ТЭ10Л (В) (10Л100) две секции	2200	CO	0,26	5,47	5,65	34,4	73,11
		NO ₂	0,29	14,36	27,32	40,1	67,88
		SO ₂	0,081	1,62	3,01	3,15	3,147
		Сажа	0,83	2,39	4,54	3,41	3,22

1	2	3	4	5	6	7	8
(2Д70) 2ТЭ10Л	2200	CO	0,36	1,94	3,46	19,73	41,83
		NO ₂	0,298	8,82	22,43	37,8	59,67
		SO ₂	0,163	1,15	5,48	6,01	6,57
		Сажа	0,3	1,23	3,38	3,23	2,98
2М62 (14Д40)	1470	CO	0,23	2,57	5,85	17,23	34,00
		NO ₂	1,41	16,2	24,98	40,5	68,63
		SO ₂	0,31	1,22	1,87	2,96	4,13
		Сажа	—	0,14	0,23	0,64	0,90
ТЭМ2 (ПД1М) одна секция	880	CO	0,63	1,89	2,23	7,75	15,19
		NO ₂	0,11	4,67	15,53	27,1	41,63
		SO ₂	0,18	0,99	2,26	2,14	1,87
		Сажа	0,003	0,09	0,28	0,33	0,38
ТЭМ1 (Д50) одна секция	735	CO	0,8	0,99	1,24	1,75	3,51
		NO ₂	2,0	3,98	6,98	8	9,36
		SO ₂	0,17	0,84	1,96	1,87	1,74
		Сажа	0,01	0,08	0,23	0,29	0,31
ЧМЭЗ (К6S310Др)	995	CO	0,6	0,53	2,06	4,3	6,37
		NO ₂	3,9	9,8	10,6	12,4	11,7
		SO ₂	0,27	1,18	2,76	3,11	3,17
		Сажа	0,004	0,095	0,31	0,31	0,36

Таблица 3.2

Процентное распределение времени работы двигателей тепловозов
при различных нагрузочных режимах

Тип тепловоза	Режим работы двигателя				
	Р _{е.х.}	25 % Р _{е.н.}	50 % Р _{е.н.}	75 % Р _{е.н.}	Р _{е.н.}
ТЭЗ	67,31	1,5	1,5	2,9	26,70 %
2ТЭ10Л (В)	62	9,7	11,8	11	5,5 %
2ТЭ116	60	7,2	10,8	14,9	7,1 %
2М62	67,5	2,3	4,5	3,5	22,2 %
ТЭМ2, ТЭМ1, ЧМЭЗ	45,6	39,8	12,9	1,2	0,5 %

Фактические выбросы загрязняющих веществ в атмосферу устанавливаются при проведении реостатных испытаний в пунктах экологического контроля тепловозов.

Расчёт платы за выбросы загрязняющих веществ при работе двигателей внутреннего сгорания выполняют по формуле (3.1), для чего следует определить расход топлива G , который устанавливается по фактическим данным предприятия или расчётным путём.

3.1.2 Расчёт расхода топлива двигателями локомотивов

Расход топлива двигателями локомотивов определяют следующим образом. В результате исследований профессора Ю. А. Магнитского установлены

удельные расходы дизельного топлива g_i при разных режимах работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), приведенные в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Удельные расходы дизельного топлива ДВС

Режим работы двигателя	P_{en}	75 % P_{en}	50 % P_{en}	25 % P_{en}	Холостой ход
Удельные расходы дизельного топлива, g_i , г/кВт-ч	$\frac{210}{230}$	$\frac{220}{245}$	$\frac{250}{260}$	$\frac{270}{280}$	$\frac{42 P_{en}}{46 P_{en}}$, г/ч

Примечание. В числителе – данные мощных ДВС,
в знаменателе – двигателей малой мощности.

Зная удельные расходы топлива при работе двигателя в соответствующем режиме g_i (по табл. 3.3) и время работы его в этом режиме (по табл. 3.2), определяют расход топлива, т/год, в каждом режиме работы ДВС:

$$\begin{aligned} G_{x.x.} &= q_{x.x.} \cdot \tau_{x.x.} \cdot 10^{-6}, \text{ т/год;} \\ G_{25\%P_{en}} &= q_{25\%P_{en}} \cdot 0,25 P_{en} \cdot \tau_{25\%P_{en}} \cdot 10^{-6}; \\ G_{50\%P_{en}} &= q_{50\%P_{en}} \cdot 0,5 P_{en} \cdot \tau_{50\%P_{en}} \cdot 10^{-6}; \\ G_{75\%P_{en}} &= q_{75\%P_{en}} \cdot 0,75 P_{en} \cdot \tau_{75\%P_{en}} \cdot 10^{-6}; \\ G_{P_{en}} &= q_{P_{en}} \cdot P_{en} \cdot \tau_{P_{en}} \cdot 10^{-6}, \end{aligned} \quad (3.3)$$

где P_{en} – номинальная мощность двигателя локомотива, определяемая по табл. 3.1, кВт;

$\tau_{x.x.}$, $\tau_{25\%P_{en}}$, $\tau_{50\%P_{en}}$, $\tau_{75\%P_{en}}$, $\tau_{P_{en}}$ – соответственно общая продолжительность работы двигателя в данном режиме, ч, равная

$$\tau_j = R \cdot m_j. \quad (3.4)$$

Здесь R – общая продолжительность работы локомотива за год, ч;

m_j – процентное распределение времени работы двигателя тепловоза в различных нагрузочных режимах (см. табл. 3.2).

Общий расход топлива, т/год, одним новым двигателем со сроком эксплуатации до двух лет равен:

$$G = G_{x.x.} + G_{25\%P_{en}} + G_{50\%P_{en}} + G_{75\%P_{en}} + G_{P_{en}}. \quad (3.5)$$

Если в локомотиве установлено n двигателей (обычно $n = 1$ или 2), то:

$$G_{\Sigma} = n \cdot G, \text{ т/год.} \quad (3.6)$$

Если срок эксплуатации двигателей более двух лет, то расход топлива увеличивается до:

$$G' = G_{\Sigma} \cdot K_f, \text{ т/год,} \quad (3.7)$$

где K_f – коэффициент влияния технического состояния тепловоза, равный для новых двигателей единице, для двигателей старше двух лет $K_f = 1,2$.

3.1.3 Расчёт платы за выбросы маневровых тепловозов

Для новых ДВС и двигателей тепловозов со сроком службы до двух лет плата за выбросы вредных веществ в атмосферу определяется по формуле (3.1).

При увеличении срока службы двигателей тепловозов увеличивается количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, так как возрастает количество сожжённого топлива в K_f раз. При наличии согласования с экологическими службами плата за эти выбросы определяется по формуле

$$П = G_{\Sigma} \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma} + (G' - G_{\Sigma}) \cdot 5 \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma}.$$

С учётом формулы (3.7) получим:

$$\begin{aligned} П' &= G_{\Sigma} \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma} + 0,2 G_{\Sigma} \cdot 5 \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma} = \\ &= 2 G_{\Sigma} \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma}, \text{ руб./год.} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Пример 3.1

Рассчитать годовую плату за загрязнение окружающей среды выбросами 15 новых маневровых тепловозов серии ТЭМ2. Тепловозы находятся на станции Ростов-Главный.

Установить, как изменятся платежи за загрязнение окружающей среды через два года их эксплуатации.

Расчёт

1 Принимая, что в году 252 рабочих дня, с учётом данных табл. 3.2 определяем расчётное время работы каждого тепловоза в различных режимах.

Из табл. 3.2 следует, что 45,6 % времени тепловоз работает в режиме холостого хода; 39,8 % – при нагрузке, составляющей 25 % $P_{ен}$, 12,9 % – при нагрузке 50 % $P_{ен}$; 1,2 % – при нагрузке 75 % $P_{ен}$ и 0,5 % – при номинальной нагрузке $P_{ен}$.

Если принять, что суммарное время работы тепловозов в сутки равно 22,5 ч, общая продолжительность работы за год составит:

$$22,5 \cdot 252 = 5670 \text{ ч/год.}$$

Тогда время работы в каждом режиме равно:

$$\tau_{х.х.} = 5670 \cdot 0,456 = 2585,5 \text{ ч/год;}$$

$$\tau_{0,25P_{ен}} = 5670 \cdot 0,398 = 2256,7 \text{ ч/год;}$$

$$\tau_{0,5P_{ен}} = 5670 \cdot 0,129 = 731,4 \text{ ч/год;}$$

$$\tau_{0,75P_{ен}} = 5670 \cdot 0,012 = 68,0 \text{ ч/год;}$$

$$\tau_{P_{ен}} = 5670 \cdot 0,005 = 28,4 \text{ ч/год.}$$

Итого: 5670 ч/год.

2 Определяем годовые выбросы оксида углерода одной секцией по формуле (3.2):

$$M^{CO} = \sum g_{j,k}^{CO} \cdot \tau_k,$$

где $g_{j,k}^{CO}$ – удельные выбросы оксида углерода в разных режимах, определяемые по табл. 3.1 и равные для тепловоза ТЭМ2:

- для режима холостого хода – 0,63 кг/ч;
- для 25 % $P_{е}$ – 1,89 кг/ч;
- для 50 % $P_{е}$ – 2,23 кг/ч;
- для 75 % $P_{е}$ – 7,75 кг/ч;
- для $P_{е}$ – 15,19 кг/ч.

Тогда

$$\begin{aligned} M^{CO} &= 0,63 \cdot 2585,5 + 1,89 \cdot 2256,7 + 2,23 \cdot 731,4 + 7,75 \cdot 68 + \\ &+ 15,19 \cdot 28,4 = 8483,5 \text{ кг/год,} \end{aligned}$$

или 8,48 т/год.

3 Аналогичным образом определяем годовые выбросы диоксида азота одной секцией тепловоза:

$$M^{NO_2} = 0,11 \cdot 2585,5 + 4,67 \cdot 2256,7 + 15,53 \cdot 731,4 + 27,1 \cdot 68 + 41,63 \cdot 28,4 = 25206,9 \text{ кг/год, или } 25,21 \text{ т/год.}$$

4 Определяем годовые выбросы сернистого ангидрида одной секцией тепловоза:

$$M^{SO_2} = 0,18 \cdot 2585,5 + 0,99 \cdot 2256,7 + 2,26 \cdot 731,4 + 2,14 \cdot 68 + 1,87 \cdot 28,4 = 4551,1 \text{ кг/год, или } 4,55 \text{ т/год.}$$

5 Определяем годовые выбросы сажи одной секцией тепловоза:

$$M^c = 0,003 \cdot 2585,5 + 0,09 \cdot 2256,7 + 0,28 \cdot 731,4 + 0,33 \cdot 68 + 0,38 \cdot 28,4 = 448,9 \text{ кг/год, или } 0,45 \text{ т/год.}$$

6 Определяем годовые выбросы оксида углерода 15 тепловозами:

$$M^{CO}_{\Sigma} = 15 \cdot 8,48 = 127,2 \text{ т/год.}$$

7 Определяем годовые выбросы диоксида азота 15 тепловозами:

$$M^{NO_2}_{\Sigma} = 15 \cdot 25,21 = 378,2 \text{ т/год.}$$

8 Определяем годовые выбросы сернистого ангидрида 15 тепловозами:

$$M^{SO_2}_{\Sigma} = 15 \cdot 4,55 = 68,25 \text{ т/год.}$$

9 Определяем годовые выбросы сажи 15 тепловозами:

$$M^c_{\Sigma} = 15 \cdot 0,45 = 6,75 \text{ т/год.}$$

Все вычисления сводим в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Выбросы тепловозов

Загрязняющее вещество	Годовые выбросы, т/год
Оксид углерода	127,2
Диоксид азота	378,2
Сернистый ангидрид	68,25
Сажа	6,75

Всего: 580,4 т/год

Следовательно, 15 новых маневровых тепловозов выбрасывают ежегодно 580,4 т загрязняющих веществ. Через два года их эксплуатации это количество возрастёт в 1,2 раза и составит 696,5 т/год.

10 Определяем расход топлива на одну секцию нового тепловоза ТЭМ2.

По данным табл. 3.3 устанавливаем значения удельного расхода дизельного топлива на каждом режиме, которые составляют:

$$q_{x.x.} = 46 P_{ен}, \text{ г/ч;}$$

$$q_{25\%P_{ен}} = 280 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч;}$$

$$q_{50\%P_{ен}} = 260 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч;}$$

$$q_{75\%P_{ен}} = 245 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч;}$$

$$q_{P_{ен}} = 230 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч при } P_{ен} = 880 \text{ кВт.}$$

Тогда расход дизельного топлива в каждом режиме работы двигателя составит:

$$G_{x.x.} = 46 \cdot 880 \cdot 2585,6 \cdot 10^{-6} = 104,7 \text{ т/год;}$$

$$G_{25\%P_{ен}} = 280 \cdot 0,25 \cdot 880 \cdot 2256,7 \cdot 10^{-6} = 138,0 \text{ т/год;}$$

$$G_{50\%P_{ен}} = 260 \cdot 0,5 \cdot 880 \cdot 731,4 \cdot 10^{-6} = 84,4 \text{ т/год;}$$

$$G_{75\%Рен} = 245 \cdot 0,75 \cdot 880 \cdot 68 \cdot 10^{-6} = 11,0 \text{ т/год};$$

$$G_{Рен} = 230 \cdot 880 \cdot 28,4 \cdot 10^{-6} = 5,7 \text{ т/год}.$$

Суммарный годовой расход дизельного топлива на одну секцию нового тепловоза ТЭМ2 равен:

$$G = 104,7 + 139,0 + 84,4 + 11,0 + 5,7 = 344,4 \text{ т/год}.$$

11 Расход топлива на 15 новых тепловозов составит:

$$344,4 \cdot 15 = 5166 \text{ т/год}.$$

12 Плата за выбросы загрязняющих веществ 15 новыми тепловозами ТЭМ2 определяется по формуле (3.1):

$$П = G_{\Sigma} \cdot Ц_{\Gamma} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma}, \text{ руб./год},$$

где $Ц_{\Gamma}$ – норматив платы за выбросы при сжигании 1 т дизельного топлива, $Ц_{\Gamma} = 2,5 \text{ руб./т}$;

$K_{э} = 1,6$ для г. Ростова-на-Дону;

$K_{\Gamma} = 1,2$;

$K_{\Gamma} = 1$;

$K_{и} = 1,1$ в 2004 г.

$$П = 5166 \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 1,6 \cdot 1,2 = 27276,5 \text{ руб./год}.$$

Через два года их эксплуатации плата составит:

$$П' = 2 \cdot 27276,5 = 54553 \text{ руб./год}.$$

Таким образом установили, что через два года эксплуатации 15 маневровых тепловозов их выбросы в атмосферу возрастут с 580,4 т/год до 696,5 т/год, а платежи, рассчитанные по расходу топлива, с 27276,5 руб./год до 54553 руб./год.

Контрольная работа № 4

Рассчитать годовую плату за загрязнение атмосферного воздуха выбросами нового тепловоза серии N , если на станции находятся m тепловозов и их фактические выбросы равны предельно допустимым значениям (табл. 3.5).

Как изменится плата за выбросы загрязняющих веществ через два года эксплуатации этих локомотивов?

Таблица 3.5

Исходные данные

№ варианта	Тип тепловоза N	Количество тепловозов m	№ варианта	Тип тепловоза N	Количество тепловозов m
1	2	3	4	5	5
1	ТЭЗ 2Д100	2	23	ТЭМ1	6
2	То же	4	24	То же	8
3	»	6	25	»	10
4	»	8	26	ЧМЭЗ	3
5	»	10	27	То же	6
6	2ТЭ10Л (В)	3	28	»	9
7	То же	6	29	»	12
8	»	9	30	»	15
9	»	12	31	ТЭМ2	2

1	2	3	4	5	6
10	2ТЭ10Л(В)	18	32	ТЭМ2	4
11	2ТЭ10Л	2	33	То же	6
12	То же	3	34	»	8
13	»	4	35	»	10
14	2ТЭ10Л	5	36	ТЭ3	3
15	То же	6	37	То же	6
16	2М62	3	38	»	9
17	То же	6	39	»	12
18	»	9	40	»	18
19	»	12	41	2ТЭ	2
20	»	15	42	То же	4
21	ТЭМ1	2	43	»	6
22	То же	4	44	»	8

3.2 Определение расчётного расхода топлива при работе автотранспорта

Расчётный расход топлива при работе автотранспорта зависит от типа автомашины (легковые, грузовые, автобусы), мощности двигателя, условий эксплуатации, состояния трассы, времени года, рельефа местности, степени износа двигателя. Если эти данные известны, то расход топлива G , т/год, можно найти по формуле

$$G = 10^{-5} \cdot H_S \cdot L \cdot (1 + 0,01 \Sigma \bar{A}) \cdot \rho, \quad (3.9)$$

где H_S – базовая норма расхода топлива на 100 км пробега автомобиля, л/100 км (приложение 2);

L – годовой пробег автомобиля, км/год;

ρ – плотность топлива, кг/л;

$\Sigma \bar{A}$ – поправочный коэффициент, учитывающий сумму процентных добавок к нормативному расходу топлива в зависимости от условий работы автотранспортных средств, %, определяемый по табл. 3.6.

Плотность бензина $\rho_{\text{б.}} = 0,7...0,76$ кг/л, плотность дизельного топлива $\rho_{\text{д.т.}} = 0,84...0,88$ кг/л.

Таблица 3.6

Процентные добавки \bar{A} к нормативному расходу топлива

Условия работы автотранспортных средств	Процентная добавка
1	2
«Зимняя» добавка:	
в южных районах	До 5 %
в северных	До 15 %
в остальных	До 10 %
на Крайнем Севере	До 20 %

1	2
«Высотная» добавка: высота H от 500 до 1500 м $1500 \text{ м} < H \leq 2000 \text{ м}$ $2000 \text{ м} < H \leq 3000 \text{ м}$ $H > 3000 \text{ м}$	До 5 % До 10 % До 15 % До 20 %
«Городская» добавка: в городах с численностью более 2,5 млн. чел. менее 0,5 млн. чел. остальные	До 20 % До 10 % До 15 %
«Режимная» добавка при частых остановках (более 1 на 1 км)	До 10 %
«Скоростная» добавка: движение со скоростью до 20 км/ч (колонна, характер груза)	До 10 %
«Поворотная» добавка: сменный план дороги (на 100 км пути более 501 поворота)	До 10 %
«Возрастная» добавка: для возраста автомобиля более 8 лет	До 5 %
«Комфортная» добавка: езда с кондиционером	До 5 %

Нормативное значение расхода топлива H_S для известных марок машин определяется по прил. 2. Если марки не заданы, то в учебных целях допускается принимать среднее значение H_S : для легковых автомашин – 85, для грузовых дизельных – 44,7, для автобусов – 32,7 л на 100 км пробега [14].

Если же условия эксплуатации и состояние автотранспортного средства неизвестны, то расход топлива можно рассчитать следующим образом. Фактический расход топлива Q в кг на 100 км пробега по эксплуатационным данным определяется по формуле [6]

$$Q = H_S \cdot \rho = 3,36 + 16,149 \cdot 10^4 \Pi + 10,277 \cdot 10^8 \Pi^2, \text{ кг/100 км}, \quad (3.10)$$

где Π – комплексный показатель, равный для:

- легковых автомобилей, $\Pi_{\text{л.а.}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 10^4, \text{ кг} \cdot \text{л/кВт}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$;
- автобусов, работающих на бензине, $\Pi_{\text{авт.}} = (0,4 \dots 1,3) \cdot 10^4, \text{ кг} \cdot \text{л/кВт}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$;
- грузовых автомобилей и автобусов, работающих на дизельном топливе, $\Pi_{\text{диз}} = (2 \dots 4) \cdot 10^4, \text{ кг} \cdot \text{л/кВт}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$.

Тогда расход топлива автотранспортным средством при пробеге L км/год равен:

$$G = Q \cdot L \cdot 10^{-5}, \text{ т/год}, \quad (3.11)$$

$$\text{или } G = (3,36 + 16,149 \cdot 10^4 \Pi + 10,277 \cdot 10^8 \cdot \Pi^2) L \cdot 10^{-5}, \text{ т/год} \quad (3.12)$$

Пример 3.2

Определить плату за выбросы грузовых автотранспортных средств, работающих на дизельном топливе в Северо-Кавказском регионе, годовой пробег которых составил 10 тыс. км.

Расчёт расхода дизельного топлива следует выполнять по формуле (3.12), так как условия эксплуатации и состояние автомобилей не конкретизированы:

$$G = (3,36 + 16,149 \cdot 10^4 P + 10,277 \cdot 10^8 P^2) L \cdot 10^{-5}, \text{ т/год},$$

где $P = 3 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{л} / \text{кВт}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$ для грузовых автомашин, работающих на дизельном топливе.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } G &= (3,36 + 16,149 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-4} + 10,277 \cdot 10^8 \cdot 3^2 \cdot 10^{-8}) 10^4 \cdot 10^{-5} = \\ &= 1443 \text{ т/год}. \end{aligned}$$

Плата за выбросы загрязняющих веществ при сжигании 1443 т/год дизельного топлива составит:

$$П = G \cdot Ц_{\text{т}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{э}}, \text{ руб./год}.$$

Норматив платы за выбросы загрязняющих веществ автотранспортным средством, работающим на дизельном топливе, по табл. 1.3 составляет 2,5 руб./т. В 2004 г. коэффициент индексации $K_{\text{и}} = 1,1$. «Городской» коэффициент $K_{\text{г}} = 1$, так как автомобили работают в полевых условиях; $K_{\text{т}} = 1$. Коэффициент экологической ситуации в Северо-Кавказском регионе $K_{\text{э}} = 1,6$.

Тогда

$$П = 1443 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 6349,2, \text{ руб./год},$$

что составляет плату за загрязнение среды выбросами грузовых автомашин, подсчитанную по расходу топлива.

Пример 3.3

Рассчитать плату за загрязнение атмосферы выбросами автомашин ГАЗ 24-3, ЗиЛ-157, «Икарус-365», работающих ежедневно по 9 ч со средней скоростью 41 км/ч. Принять, что годовая продолжительность их работы в г. Кисловодске составляет 310 дней в году. Нормы расхода топлива автомашинами приведены в прил. 2.

Расчёт

По формуле (3.9) определяется расход топлива каждой машины, г/км:

$$G_{\text{т}} = 10 H_{\text{с}} (1 + 0,01 \bar{A}) \cdot \rho,$$

где $H_{\text{с}}$ – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км (см. прил. 2);

ρ – плотность топлива, кг/л;

\bar{A} – поправочный коэффициент (процентные добавки к нормативному расходу топлива в зависимости от условий работы автотранспортного средства), % (определяется по табл. 3.6);

- работа в зимнее время (южные регионы) – 5 %;
- работа в горных условиях (H от 500 м до 1500 м) – 5 %;
- «городская» добавка при населении менее 0,5 млн чел. – 16 %;
- «возрастная» добавка (при эксплуатации более 8 лет) – 5 %;
- «поворотная» добавка – 10 %;
- «остановочная» добавка – 10 %.

Тогда для автомашины ГАЗ 24-03:

$$G_{\text{т}}^{\text{ГАЗ}} = 10 \cdot 13,5 (1 + 0,01 \cdot 41) \cdot 0,7 = 133,245 \text{ г/км};$$

– для автомашины ЗиЛ-157:

$$G_{\text{т}}^{\text{ЗиЛ}} = 10 \cdot 39 \cdot (1 + 0,01 \cdot 41) \cdot 0,7 = 384,93 \text{ г/км};$$

– для автобуса «Икарус-365»:

$$G_{\Sigma}^{\text{И}} = 10 \cdot 34 \cdot (1 + 0,01 \cdot 41) \cdot 0,85 = 436,39 \text{ г/км.}$$

При средней скорости 41 км/ч и ежедневной продолжительности работы этих машин 9 ч/сут годовой пробег каждой машины составит:

$$L = 41 \cdot 9 \cdot 310 = 114390 \text{ км/год.}$$

Тогда расход бензина автомашиной ГАЗ 24-03 равен:

$$G_{\Sigma}^{\text{ГАЗ}} = 133,245 \cdot 114390 \cdot 10^{-6} = 15,24 \text{ т/год.}$$

Расход бензина автомашиной ЗиЛ-157 составит:

$$G_{\Sigma}^{\text{ЗиЛ}} = 384,93 \cdot 114390 \cdot 10^{-6} = 44,03 \text{ т/год.}$$

Расход дизельного топлива автобусом «Икарус-365» равен:

$$G_{\Sigma}^{\text{И}} = 436,39 \cdot 114390 \cdot 10^{-6} = 49,92 \text{ т/год.}$$

При нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками, равными для бензина 1,3 руб./т, а для дизельного топлива – 2,5 руб./т, плата за выбросы каждой машиной равна:

$$P_i = G_{\Sigma}^i \cdot \Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{Г}} \cdot K_{\text{к}}, \text{ руб./год,}$$

где $K_{\text{и}}$ – коэффициент индексации, равный в 2005 г. 1,2;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации в Южном федеральном округе, равный 1,6;

$K_{\text{Г}}$ – «городской» коэффициент, равный 1,2;

$K_{\text{к}}$ – «курортный» коэффициент, равный 2.

Тогда плата за выбросы в атмосферу автомашиной ГАЗ 24-03 составит:

$$P^{\text{ГАЗ}} = 15,24 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 2 = 91,29 \text{ руб./год.}$$

Плата за выбросы автомашиной ЗиЛ-157 составит:

$$P^{\text{ЗиЛ}} = 44,03 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 2 = 263,75 \text{ руб./год.}$$

Плата за выбросы автобусом «Икарус-365» составит:

$$P^{\text{И}} = 49,92 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 2 = 575,08 \text{ руб./год.}$$

Суммарные годовые платежи за выбросы загрязняющих веществ автомашинами составят:

$$P_{\Sigma} = 91,29 + 263,75 + 575,08 = 930,12 \text{ руб./год.}$$

3.3 Расчёт платы за выбросы загрязняющих веществ путевой техникой

В соответствии с постановлением № 344 (2003 г.) путевая техника относится к передвижным транспортным средствам, для которых плата за загрязнение окружающей среды определяется по формуле (3.1):

$$P = G \cdot \Pi_{\text{Г}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{Г}} \cdot K_{\text{к}}, \text{ руб./год,}$$

Зная общую продолжительность работы данной путевой машины τ , ч/год, определяем продолжительность её работы, ч/год, в режимах холостого хода $\tau_{\text{х.х.}}$ и под нагрузкой $\tau_{\text{нагр.}}$:

$$\tau_{\text{х.х.}} = 0,7 \tau; \quad (3.13)$$

$$\tau_{\text{нагр.}} = 0,3 \tau_{\text{нагр.}} \quad (3.14)$$

Принимаем коэффициент влияния технического состояния дизелей $K_{\text{Г}}$ при сроке их службы более двух лет равным 1,2, а для новых – равным 1; коэф-

коэффициент влияния климатических условий работы дизеля K_t для районов, расположенных ниже 44° северной широты, $K_t = 1,2$; для районов, расположенных выше 60° северной широты, $K_t = 0,8$; для остальных районов $K_t = 1$.

Номинальную мощность дизеля Ne данной путевой техники находим по табл. 3.7, а удельные расходы дизельного топлива по табл. 3.4 составят:

$$q_{x.x.} = 0,2 Ne \cdot q_n, \text{ г/ч; причем } q_n = 230 \text{ г/кВт-ч.}$$

Тогда расход дизельного топлива в режиме холостого хода:

$$G_{x.x.} = q_{x.x.} \cdot \tau_{x.x.} \cdot K_f \cdot K_t \cdot 10^{-6} = q_{x.x.} \cdot 0,7 \tau \cdot 10^{-6} \cdot K_f \cdot K_t, \text{ т/год,} \quad (3.15)$$

а на номинальной нагрузке Ne :

$$\begin{aligned} G_n &= q_n \cdot Ne \cdot K_m \cdot \tau_n \cdot K_f \cdot K_t \cdot 10^{-6} = \\ &= q_n \cdot Ne \cdot 0,3 \tau \cdot 10^{-6} \cdot K_f \cdot K_t, \text{ т/год,} \end{aligned} \quad (3.16)$$

где K_m – коэффициент использования мощности, определяющий среднюю эксплуатационную нагрузку двигателя (см. табл. 3.7).

Общий расход топлива G , т/год, равен:

$$G = G_{x.x.} + G_n.$$

После подстановки (3.15) и (3.16) получим:

$$G = (0,14 + 0,3 K_m) \cdot Ne \cdot q_n \cdot \tau \cdot 10^{-6} \cdot K_f \cdot K_t, \text{ т/год.} \quad (3.17)$$

Таблица 3.7

Значения мощности дизеля и коэффициента его использования для различных видов путевой техники [13]

Наименование путевой машины	Мощность дизеля $N_n, \text{ кВт}$	Коэффициент использования мощности, K_m
Путеукладочные краны УК-25/2	110,3	0,3
Моторные платформы МПД	110,3	0,1
Щебёночно-очистительные машины ЩОМ-Д	73,5	0,5
Щебеночно-очистительные машины ЩОМ-4	220,6	0,5
Балластно-очистительные машины БМС	294,1	0,5
Выправочно-подбивочные машины ВПО-3000	220,6	0,4
Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины ВПР-1200	177	0,4
Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины ВПРС-500	177	0,2
Рихтовочные машины Р-2000	177	0,4
Путевые моторные гайковёрты ПМГ	220,6	0,4
Рельсоочистительные машины РОМ-3	220	0,5
Передвижные рельсосварочные машины ПРСМ	220,6	0,4
Балластно-уплотнительные машины	177	0,4
Дрезины ДГКу и мотовозы МПТ-4	183,8	0,15

Пример 3.4

Определить плату за выбросы загрязняющих веществ при работе щебнеочистительной машины ЩОМ-Д, если продолжительность её работы в районе г. Ростова-на-Дону в 2004 г. составила $\tau = 20$ ч/год.

Расчёт

По табл. 3.7 определим мощность двигателя щебеночно-очистительной машины ЩОМ-Д $N_n = 73,5$ кВт и коэффициент использования мощности $K_m = 0,5$. Найдём продолжительность работы ЩОМ-Д на холостом ходу:

$$\tau_{x.x.} = 0,7 \text{ т, ч/год};$$

$$\tau_{x.x.} = 0,7 \cdot 20 = 14 \text{ ч/год.}$$

То же в режиме под нагрузкой:

$$\tau_{\text{нагр.}} = 0,3 \text{ т, ч/год};$$

$$\tau_{\text{нагр.}} = 0,3 \tau_{\text{нагр.}} \cdot 20 = 6 \text{ ч/год.}$$

Определяем расход дизельного топлива в режиме холостого хода для нового дизеля по формуле (3.15):

$$G_{x.x.} = q_{x.x.} \cdot \tau_{x.x.} \cdot 10^{-6} \cdot K_f \cdot K_t, \text{ т/год.}$$

Принимаем коэффициенты $K_f = 1$ и $K_t = 1$. Тогда:

$$q_{x.x.} = 0,2 \cdot 73,5 \cdot 230 = 3381 \text{ г/ч};$$

$$G_{x.x.} = 3381 \cdot 14 \cdot 10^{-6} = 0,047 \text{ т/год.}$$

В режиме под нагрузкой при $K_m = 0,5$ находим расход дизельного топлива по формуле (3.16):

$$G_{\text{нагр.}} = q_n \cdot Ne \cdot K_m \cdot \tau_n \cdot 10^{-6} \cdot K_f \cdot K_t, \text{ т/год};$$

$$G_{\text{нагр.}} = 230 \cdot 73,5 \cdot 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 1 = 0,05 \text{ т/год.}$$

Общий расход дизельного топлива составил:

$$G = G_{x.x.} + G_{\text{нагр.}}, \text{ т/год};$$

$$G = 0,047 + 0,05 = 0,097 \text{ т/год} \approx 0,1 \text{ т/год.}$$

Плата за выбросы загрязняющих веществ для новой техники рассчитывается по формуле (3.1):

$$\Pi = G \cdot \Pi_t \cdot K_n \cdot K_3 \cdot K_r \cdot K_t, \text{ руб./год.}$$

Принимаем $\Pi_t = 2,5$ руб./год; $K_n = 1,1$ (в 2004 г.); $K_3 = 1,6$ (для г. Ростова-на-Дону); $K_r = 1,2$; $K_t = 1$. Тогда получаем:

$$\Pi = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 0,53 \text{ руб./год.}$$

Следовательно, за 20 ч работы нового двигателя машины ЩОМ^Д плата за выбросы загрязняющих веществ в 2004 г. составила 53 коп.

Если щебнеочистительная машина находилась в эксплуатации более двух лет, то коэффициент $K_f = 1,2$. Полагая, что выбросы загрязняющих веществ согласованы с экологическими службами, определение платы будем производить по формуле (3.8), тогда:

$$\begin{aligned} \Pi &= G \cdot \Pi_t \cdot K_n \cdot K_3 \cdot K_r \cdot K_t + 0,2 G \cdot 5 \Pi_t \cdot K_n \cdot K_3 \cdot K_r \cdot K_t = \\ &= 2 G \cdot \Pi_t \cdot K_n \cdot K_3 \cdot K_r \cdot K_t, \end{aligned}$$

т.е. в два раза больше, чем для новой машины.

3.4 Расчёт платы за выбросы вредных веществ строительными машинами

При работе строительных машин (экскаваторов, автокранов, бульдозеров, автосамосвалов и др.) образуются загрязняющие вещества, поступающие в ок-

ружающую среду. Расчёт выбросов этих веществ производится как от неорганизованных источников по удельному расходу топлива, т/ч, и коэффициентам эмиссии загрязняющих веществ α (CO, C_nN_m, NO₂, сажа, SO₂), т/т, численные значения которых приведены в табл. 3.8 [11] (удельные расходы топлива других строительных машин приведены в прил. 1).

Таблица 3.8

Удельные расходы топлива и коэффициенты эмиссии загрязняющих веществ в выбрасываемых отработанных газах

Источник выбросов	Мощность, л. с.	Удельный расход топлива $q_{уд}$, т/ч	Коэффициент эмиссии α , т/т					
			CO	C _n N _m	NO ₂	Сажа	SO ₂	C ₂₀ H ₁₂ (бензпирен)
Экскаватор	80	0,0084	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸
Автокран МКАТ-20		0,0072	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸
Бульдозер Т-130	100	0,0105	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸
Компрессор передвижной КВ-10	90	0,0095	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸
Автосамосвал, бетоновоз, КамАЗ		0,015	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸
Электростанция ЖЭС-65	93	0,0098	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	32·10 ⁻⁸

Расход топлива G , т/год, определяется по формуле

$$G = q_{уд} \cdot \tau,$$

где $q_{уд}$ – удельный расход топлива, т/ч (прил. 1);

τ – продолжительность работы двигателя строительной машины, ч/год;

Выбросы i -го загрязняющего вещества M_i , т/год, равны:

$$M_i = \alpha \cdot G, \quad (3.18)$$

где α – коэффициент эмиссии, т/т топлива.

Пример 3.5

Определить выбросы загрязняющих веществ от двигателя экскаватора и плату за них, если известно, что продолжительность работы экскаватора 200 ч/год. Двигатель работает на дизельном топливе в г. Ростове-на-Дону.

Решение

По данным табл. 3.8 определяем удельный расход дизельного топлива при работе экскаватора, который составляет 0,0084 т/ч. Тогда годовой расход топлива равен:

$$G = 0,0084 \cdot 200 = 1,68 \text{ т/год.}$$

Плата за выбросы загрязняющих веществ в 2004 г. составляет:

$$П = G \cdot Ц_{г} \cdot K_{и} \cdot K_{э} \cdot K_{г} \cdot K_{т}, \text{ руб./год;}$$

$$П = 1,68 \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 1,6 \cdot 1,2 = 8,866 \text{ руб./год.}$$

Выбросы окиси углерода составляют:

$$M^{CO} = 0,1 \cdot 1,68 = 0,168 \text{ т/год.}$$

Выбросы углеводородов равны:

$$M^{C_nH_m} = 0,03 \cdot 1,68 = 0,0504 \text{ т/год.}$$

Выбросы двуокиси азота равны:

$$M^{\text{NO}_2} = 0,04 \cdot 1,68 = 0,0672 \text{ т/год.}$$

Выбросы сажи составляют:

$$M^c = 0,00155 \cdot 1,68 = 0,02604 \text{ т/год.}$$

Выбросы сернистого ангидрида равны:

$$M^{\text{SO}_2} = 0,02 \cdot 1,68 = 0,0336 \text{ т/год.}$$

Выбросы бенз(а)пирена равны:

$$M^{\text{бп}} = 0,00000032 \cdot 1,68 = 5,376 \cdot 10^{-7} \text{ т/год.}$$

Пример 3.6

Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в г. Ростове-на-Дону от дорожно-строительных машин и плату за загрязнение окружающей среды ими в 2004 г., если известно, что работают следующие машины и механизмы, данные о работе которых приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Характеристики дорожно-строительных машин

Источник загрязнения	Мощность двигателя, л.с.	Продолжительность работы, ч	Удельный расход топлива, т/ч
Экскаватор ЭО-3323	80	1200	0,0084
Автокран МКАТ-20	—	1200	0,0072
Компрессор передвижной НВ-10	90	600	0,0095
Автосамосвал	—	1200	0,015
Электростанция ЖЭС-65	93	800	0,0098

Зная удельный расход топлива $q_{\text{уд}}$, определяем расход топлива для каждого источника загрязнения по формуле

$$G = q_{\text{уд}} \cdot \tau, \text{ т/год:}$$

– экскаватор ЭО-3323

$$G_{\text{экс.}} = 0,0084 \cdot 1200 = 10,08 \text{ т/год,}$$

– автокран МКАТ-20

$$G_{\text{МКАТ}} = 0,0072 \cdot 1200 = 8,64 \text{ т/год,}$$

– компрессор НВ-20

$$G_{\text{комп.}} = 0,0095 \cdot 600 = 5,7 \text{ т/год,}$$

– автосамосвал

$$G_{\text{а/с.}} = 0,015 \cdot 1200 = 18,0 \text{ т/год,}$$

– электростанция ЖЭС-65

$$G_{\text{э/ст.}} = 0,0098 \cdot 800 = 7,8 \text{ т/год.}$$

Суммарный расход топлива всеми машинами равен:

$$G_{\Sigma} = 10,08 + 8,64 + 5,7 + 18,0 + 7,84 = 25,84 \text{ т/год.}$$

Тогда плата за выбросы загрязняющих веществ составит:

$$П_{\Sigma} = G_{\Sigma} \cdot Ц_{\text{т}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{э}}, \text{ руб./год,}$$

где $Ц_{\text{т}}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ при сжигании 1 т дизельного топлива, равная 2,5 руб./т;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент индексации, в 2004 г. равный 1,1;

K_3 – коэффициент экологической ситуации в г. Ростове-на-Дону, равный $K_3 = 1,6 \cdot 1,2 = 1,92$;

$$P_{\Sigma} = 25,84 \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 1,92 = 136,4 \text{ руб./год.}$$

Используя данные табл. 3.8, устанавливаем значения коэффициентов эмиссии α_i для каждого i -го источника загрязнения и по формуле (3.18) рассчитываем выбросы этих веществ M_i .

Результаты вычислений сведены в табл. 3.10. Следовательно, общее количество загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, составляет 10,3 т/год. Плата за эти выбросы равна 136,4 руб./год.

Таблица 3.10

Выбросы загрязняющих веществ дорожно-строительными машинами

Источник выбросов	Определяемая величина	Ингредиенты					
		СО	С _n H _m	NO ₂	сажа	SO ₂	бенз(а)пирен
Экскаватор ЭО-3323	α_i , т/т	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	0,00000032
	M_i , т/год	1,008	0,302	0,403	0,156	0,202	0,0000032
Автокран МКАТ-20	α_i , т/т	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	0,00000032
	M_i , т/год	0,864	0,259	0,346	0,134	0,173	0,0000028
Компрессор передвижной НВ-10	α_i , т/т	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	0,00000032
	M_i , т/год	0,570	0,171	0,228	0,088	0,114	0,0000018
Автосамосвал	α_i , т/т	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	0,00000032
	M_i , т/год	1,8	0,54	0,72	0,279	0,36	0,0000576
Электростанция ЖЭС-65	α_i , т/т	0,1	0,03	0,04	0,0155	0,02	0,00000032
	M_i , т/год	0,784	0,235	0,314	0,122	0,157	0,0000025
Итого:		5,026	1,507	2,025	0,779	1,006	0,000016

Всего: $M_{\Sigma} = 10,343$ т/год

4 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ СБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЁМЫ

Под предельно допустимыми сбросами $M_{ПДС}^i$ подразумевается то наибольшее количество данного загрязняющего вещества, которое может быть отведено со сточными водами в водоём и при котором после процессов смешения и разбавления стоков речной водой концентрация загрязняющих веществ в последней не будет превышать предельно допустимых значений (ПДК), т/год:

$$M_{ПДС}^i = C_{дон}^i \cdot q \cdot 10^{-6}, \quad (4.1)$$

где $C_{дон}^i$ – допустимая концентрация i -го вещества в отводимых в водоём сточных водах, мг/дм³ или г/м³;

q – расход сточных вод, м³/год.

4.1 Расчёт допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах

Для предприятий железнодорожного транспорта основными загрязняющими веществами в сточных водах являются взвешенные вещества и нефтепродукты. При выпуске сточных вод в водоём происходит их смешивание с речной водой и разбавление стоков ею. Эти процессы характеризуются особыми коэффициентами: коэффициентом смешения a и кратностью разбавления n .

Коэффициент смешения зависит от скорости движения речной воды, глубины и извилистости реки, а также от места выпуска сточных вод и может быть определён по специальным расчётным формулам. Подробно об этом можно прочитать в [2].

Кратность разбавления n определяется по формуле

$$n = \frac{a \cdot Q + q}{q}, \quad (4.2)$$

где Q, q – соответственно расход воды в реке и расход загрязнённых стоков, м³/год;

a – коэффициент смешения.

Зная величины коэффициентов смешения a и кратности разбавления n , можно определить допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах.

Допустимая концентрация взвешенных веществ в спускаемых сточных водах $C_{\text{дон}}^{6.6.}$ равна:

$$C_{\text{дон}}^{6.6.} = n \cdot C_y + C_0, \quad (4.3)$$

где C_0 – концентрация взвешенных веществ в водоёме выше выпуска сточных вод, мг/дм³;

C_y – допустимое увеличение концентрации взвешенных веществ в воде водоёма, равное 0,25 мг/дм³ для водоёмов 1-й категории (проточных) и 0,75 мг/дм³ – для 2-й категории (непроточных водоёмов).

Допустимая концентрация нефтепродуктов $C_{\text{дон}}^{\text{н}}$ в сточных водах равна:

$$C_{\text{дон}}^{\text{н}} = (n - 1) \cdot (C_{\text{ПДК}}^{\text{н}} - C_0^{\text{н}}) + C_{\text{ПДК}}^{\text{н}}, \quad (4.4)$$

где $C_{\text{ПДК}}^{\text{н}}$ – предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в речной воде, зависящая от назначения водного объекта;

$C_0^{\text{н}}$ – содержание нефтепродуктов в реке.

4.2 Расчёт необходимой степени очистки сточных вод

Сравнивая фактическую концентрацию загрязняющего вещества в сточной воде C_i и допустимую $C_{\text{дон}}^i$, рассчитывают необходимую степень очистки сточных вод по формуле

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_i - C_{\text{дон}}^i}{C_i} \cdot 100 \%. \quad (4.5)$$

4.3 Расчёт платы за сбросы сточных вод в водоём

Количество i -го загрязняющего вещества M_i , сбрасываемого со сточными водами в водоём, т/год, определяется по формуле

$$M_i = C_i \cdot q_i \cdot 10^{-6}, \quad (4.6)$$

где C_i – фактическая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/дм³ или г/м³;

q – расход сточных вод, м³/год.

Аналогично определяются годовые предельно допустимые сбросы вредных веществ $M_{ПДС}^i$ – см. формулу (4.1). При этом величина концентрации $C_{дон}^i$ подставляется в мг/дм³, что численно равно концентрации в г/м³. Пересчёт в тонны на год делается с помощью сомножителя 10^{-6} .

Если фактическое количество загрязнений, сбрасываемых со сточными водами $M_{год}^i$, меньше предельно допустимых сбросов $M_{ПДС}^i$, то расчёт платы ведётся по формуле (1.1).

Когда фактическое количество загрязнений, сбрасываемых со сточными водами $M_{год}^i$, больше, чем предельно допустимые сбросы $M_{ПДС}^i$, но в пределах лимитированных значений $M_{ВСС}^i$, то плата рассчитывается по формуле (1.2). Если же фактические сбросы загрязняющих веществ со сточными водами выше лимитированных значений $M_{ВСС}^i$, то расчёт платы ведётся по формуле (1.3).

Следует обратить внимание на то, что коэффициент экологической ситуации K_e определяется для водных объектов по бассейнам основных рек по табл. 1.6, а норматив платы Π_i за сброс 1 т загрязняющих веществ – по табл. 1.2.

Если на сбросы загрязнений в водоём нет разрешений соответствующих экологических органов, то расчёт платы ведётся по формуле (1.5).

Пример 4.1

Предприятие сбрасывает сточные воды в реку с концентрацией взвешенных веществ $C^{в.в.} = 1000$ мг/дм³ и нефтепродуктов $C^н = 50$ мг/дм³ в количестве $q = 20000$ м³/год. Расчётная кратность разбавления $n = 100$ раз. Содержание взвешенных веществ в реке $C^{в.в.}_0 = 9,8$ мг/дм³, а нефтепродуктов $C^н_0 = 0,05$ мг/дм³. Рассчитать плату за сброс загрязняющих веществ в бассейн р. Дон (Ростовская область) в 2005 г.

Расчёт

1 Определяем допустимую концентрацию взвешенных веществ в сточной воде по формуле (4.3), полагая, что река первой категории:

$$C_{дон}^{в.в.} = n \cdot C_y + C_0, \text{ мг/дм}^3.$$

Для реки $C_y = 0,25$ мг/дм³; $C_0 = 9,8$ мг/дм³, тогда

$$C_{дон}^{в.в.} = 100 \cdot 0,25 + 9,8 = 34,8 \text{ мг/дм}^3.$$

2 Определяем допустимую концентрацию нефтепродуктов в сточных водах по формуле (4.4):

$$C_{дон}^н = (n - 1) \cdot (C_{ПДК}^н - C_0^н) + C_{ПДК}^н.$$

Из табл. 4.1 следует, что ПДК_в нефтепродуктов в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения равна 0,1 мг/дм³, а C^н₀ = 0,05 мг/дм³, тогда

$$C_{доп}^н = (100 - 1) \cdot (0,1 - 0,05) + 0,1 = 5,05 \text{ мг/дм}^3.$$

3 Рассчитаем фактические годовые сбросы взвешенных веществ:

$$M_{год}^{в.в.} = \frac{C^{в.в.} \cdot q}{1000 \cdot 1000} = 10^{-6} \cdot C^{в.в.} \cdot q, \text{ т/год};$$

$$M_{год}^{в.в.} = 1000 \cdot 20000 \cdot 10^{-6} = 20 \text{ т/год}.$$

4 Рассчитаем фактические годовые сбросы нефтепродуктов:

$$M_{год}^н = 10^{-6} \cdot C^н \cdot q, \text{ т/год};$$

$$M_{год}^н = 10^{-6} \cdot 50 \cdot 20000 = 1 \text{ т/год}.$$

5 Определяем предельно допустимые сбросы взвешенных веществ:

$$M_{ПДС}^{в.в.} = C_{доп}^{в.в.} \cdot q \cdot 10^{-6}, \text{ т/год};$$

$$M_{ПДС}^{в.в.} = 34,8 \cdot 20000 \cdot 10^{-6} = 0,696 \text{ т/год}.$$

6 Определяем предельно допустимые сбросы нефтепродуктов:

$$M_{ПДС}^н = C_{доп}^н \cdot q \cdot 10^{-6}, \text{ т/год};$$

$$M_{ПДС}^н = 5,05 \cdot 20000 \cdot 10^{-6} = 0,1 \text{ т/год}.$$

7 Сравниваем фактические и предельно допустимые значения сбрасываемых веществ. Так как фактические сбросы взвешенных веществ и нефтепродуктов превышают предельно допустимые значения, то плата за них определяется по формуле (1.2).

Таблица 4.1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ
в водных объектах, мг/л

Наименование ингредиента	Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Водные объекты рыбохозяйственного назначения	
	Лимитирующий показатель вредности	ПДК _в	Лимитирующий показатель вредности	ПДК _{рх}
1	2	3	4	5
Аммиак	Общесанитарный	2,0	Токсикологический	0,5
Ацетон	Общесанитарный	0,06	То же	—
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,50	»	0,5
Бром	То же	0,2	»	—
Барий	Органолептический	4,0	»	—
Ванадий	Санитарно-токсикологический	0,1	»	—
Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)	То же	0,1	»	Недопустим
Дихлорэтан	Органолептический	2,0	»	—
Железо	То же	0,5	»	—

1	2	3	4	5
Кадмий	Санитарно-токсикологический	0,01	Токсикологический	0,05
Кобальт	То же	1,0	То же	0,01
Капролактан	Общесанитарный	1,0	»	—
Керосин	Органолептический	0,1	»	—
Карбофос	То же	0,03	»	0,05
Медь	»	1,0	»	—
Мышьяк	Санитарно-токсикологический	0,05	»	0,05
Молибден	Общесанитарный	0,5	»	—
Метилмеркаптан	Органолептический	0,0002	»	—
Нитраты по азоту	Общесанитарный	10,0	»	0,1
Нефть много-сернистая	Органолептический	0,1	Рыбохозяйственный	0,05
Никель	Санитарно-токсикологический	0,1	Токсикологический	0,01
Ртуть	Общесанитарный	0,05	То же	—
Свинец	То же	0,1	Общесанитарный	0,1
Селен	»	0,001	То же	—
Сурьма	»	0,05	»	—
Стирол	Органолептический	0,1	Органолептический	0,1
Силикат натрия	Санитарно-токсикологический	50,0	Органолептический	—
Стронций	То же	2,0	То же	—
Сульфиды	Общесанитарный	—		—
Фенол	Органолептический	0,001	Рыбохозяйственный	0,001
Формальдегид	Общесанитарный	0,5	То же	—
Фреоны	Санитарно-токсикологический	10,0	»	—
Фтор	То же	1,5	Токсикологический	0,05
Хлор активный	Общесанитарный	—	То же	—
Хром	Органолептический	0,1	Санитарно-токсикологический	0,001
Цианиды	Санитарно-токсикологический	0,1	Токсикологический	1,0
Цинк	Общесанитарный	1,0	То же	0,1

8 Рассчитаем плату за загрязнение реки взвешенными веществами, если эти сбросы разрешены (лимитированы):

$$П^{Б.Б.} = M^{Б.Б.}_{ПДС} \cdot Ц^{Б.Б.} \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_H + (M^{Б.Б.}_{\phi} - M^{Б.Б.}_{ПДС}) \cdot 5Ц^{Б.Б.} \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_H,$$

руб./год.

Так как $M^{Б.Б.}_{ПДС} = 0,7$ т/год; $M^{Б.Б.}_{\phi} = 20$ т/год; $Ц^{Б.Б.} = 366$ руб./т; $K_H = 1,2$ в 2005 г.; $K_3 = 1,56$ (по табл. 1.6); $K_B = 9,8 : (0,25 + 9,8) = 0,975$,

$$\begin{aligned} \text{то } \Pi^{\text{Б.Б.}} &= 0,7 \cdot 366 \cdot 0,975 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + 5(20-0,7) \cdot 366 \cdot 0,975 \cdot 1,56 \cdot 1,2 = \\ &= 64931,86 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

9 Определяем плату за загрязнение реки нефтепродуктами. Так как $M_{\text{ПДС}}^{\text{н}} = 0,1 \text{ т/год}$; $M_{\text{ф}}^{\text{н}} = 1 \text{ т/год}$; $\Pi^{\text{н}} = 5510 \text{ руб./т}$,

$$\begin{aligned} \text{то } \Pi^{\text{н}} &= 0,1 \cdot 5510 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + (1-0,1) \cdot 5 \cdot 5510 \cdot 1,56 \cdot 1,2 = \\ &= 45662,47 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

10 Общая плата за загрязнение реки сбросами равна:

$$64,93 + 45,66 = 110,59 \text{ тыс. руб./год.}$$

11 Анализ составляющих платы за загрязнение реки сбросами показывает, что большая часть приходится на плату за превышение фактических сбросов над предельно допустимыми, поэтому необходимо разработать мероприятия по уменьшению сбросов. С этой целью рекомендуется перед сбросом сточных вод в водоём осуществить их очистку с эффективностью:

– по взвешенным веществам:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}^{\text{в.в.}} &= \frac{C^{\text{в.в.}} - C_{\text{дон}}^{\text{в.в.}}}{C^{\text{в.в.}}} \cdot 100 \% ; \\ \mathcal{E}^{\text{в.в.}} &= \frac{1000 - 34,8}{1000} \cdot 100 = 93,5 \% ; \end{aligned}$$

– по нефтепродуктам:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}^{\text{н}} &= \frac{C^{\text{н}} - C_{\text{дон}}^{\text{н}}}{C^{\text{н}}} \cdot 100 \% ; \\ \mathcal{E}^{\text{н}} &= \frac{50 - 5,05}{50} \cdot 100 = 89,9 \% . \end{aligned}$$

Пример 4.2

Определить, как изменятся платежи за сбросы загрязняющих веществ в примере 4.1, если предприятие не выполнило мероприятия по сокращению сбросов загрязняющих веществ в реку, а разрешённые лимитированные сбросы составили величину, в $K = 1,1$ раза больше, чем ПДС.

Расчёт

По данным примера 4.1 фактические сбросы взвешенных веществ составляют $M_{\text{ф}}^{\text{Б.Б.}} = 20 \text{ т/год}$ при нормативе допустимых сбросов $M_{\text{ПДС}}^{\text{Б.Б.}} = 0,7 \text{ т/год}$; а фактические сбросы нефтепродуктов $M_{\text{ф}}^{\text{н}} = 1 \text{ т/год}$ при $M_{\text{ПДС}}^{\text{н}} = 0,1 \text{ т/год}$. Лимитированные сбросы $M_{\text{ВСС}}$ в 1,1 раза больше ПДС и составляют:

$$\begin{aligned} M_{\text{ВСС}}^{\text{Б.Б.}} &= 1,1 \cdot 0,7 = 0,77 \text{ т/год}; \\ M_{\text{ВСС}}^{\text{н}} &= 1,1 \cdot 0,1 = 0,11 \text{ т/год.} \end{aligned}$$

Сравнивая фактические сбросы со сточными водами взвешенных веществ и нефтепродуктов с лимитированными, делаем вывод о том, что они значительно больше разрешённых значений. Плату за сброс в 2005 г. следует провести по формуле (1.3):

$$\begin{aligned} \Pi_i &= M_{\text{ПДС}i} \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{и}} + 5 (M_{\text{ВСС}i} - M_{\text{ПДС}i}) \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{и}} + \\ &+ 25 (M_{\text{ф}i} - M_{\text{ВСС}i}) \cdot \Pi_i \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{и}}, \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Тогда в 2005 г. при $K_{\text{и}} = 1,2$ плата за сброс взвешенных веществ в реку составит:

$$\begin{aligned} \Pi^{\text{Б.Б.}} &= 0,7 \cdot 366 \cdot 0,975 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + 5 (0,77 - 0,7) \cdot 366 \cdot 0,975 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + \\ &+ 25 (20 - 0,77) \cdot 366 \cdot 0,975 \cdot 1,56 \cdot 1,2 = \end{aligned}$$

$$= 467,63 + 199,84 + 321152,15 = 321819,58 \text{ руб./год.}$$

Плата за сброс в 2005 г. со сточными водами нефтепродуктов равна:

$$\begin{aligned} \Pi^H &= 0,1 \cdot 5510 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + 5 (0,11-0,1) \cdot 5510 \cdot 1,56 \cdot 1,2 + \\ &+ 25 (1,0-0,11) \cdot 5510 \cdot 1,56 \cdot 1,2 = \\ &= 1031,48 + 515,73 + 229502,52 = 231049,73 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Общие платежи в 2005 г. за сбросы загрязняющих веществ составят:

$$321,82 + 231,05 = 552,87 \text{ тыс. руб./год.}$$

Таким образом, в 2005 г. плата за загрязнение реки возросла с 110,59 тыс. руб. до 552,87 тыс. руб., т.е. на

$$552,87 - 110,59 = 442,28 \text{ тыс. руб.}$$

Контрольная работа № 5

Рассчитать плату за разрешённый сброс сточных вод в бассейн реки N в количестве q м³/год, загрязнённых взвешенными веществами концентрации $C^{B.B.}$ и нефтепродуктами концентрации C^H , если известны кратность разбавления n , содержание взвешенных веществ в реке $C^{B.B.}_0$ и нефтепродуктов C^H_0 (табл. 4.2).

Определить, как изменится плата за сбросы загрязняющих веществ в реку, если лимитированные сбросы составят величину, в «К» раз большую, чем ПДС.

Таблица 4.2

Исходные данные

№ вариан- та	Р	Расход сточных вод q, м³/год	Концентрация веществ, мг/дм³				Крат- ность раз- бавле- ния n	Река
			в реке		в сточной воде			
			взвешен- ных ве- ществ	нефтепро- дуктов	взвешен- ных ве- ществ	нефтепро- дуктов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,05	1000	15	0,05	100	30	50	Дон
2	1,08	2000	15	0,05	95	25	50	То же
3	1,07	3000	15	0,05	90	20	50	»
4	1,06	4000	15	0,05	85	15	50	»
5	1,09	5000	15	0,05	80	10	50	»
6	1,10	6000	15	0,05	75	5	50	»
7	1,11	7000	15	0,05	70	4	50	»
8	1,12	8000	15	0,05	65	3	50	»
9	1,13	9000	15	0,05	60	2	50	»
10	1,14	10000	15	0,05	55	1	50	»
11	1,15	11000	10	0,08	50	6	75	Кубань
12	1,16	12000	10	0,08	60	7	75	То же
13	1,17	13000	10	0,08	70	8	75	»
14	1,18	14000	10	0,08	80	9	75	»
15	1,19	15000	10	0,08	90	10	75	»
16	1,20	16000	10	0,08	100	11	75	»
17	1,21	17000	10	0,08	110	12	75	»
18	1,22	18000	10	0,08	120	13	75	»
19	1,23	19000	10	0,08	130	14	75	»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1,24	20000	10	0,08	140	15	75	Кубань
21	1,1	21000	20	1,0	20	16	100	Днепр
22	1,12	22000	20	1,0	30	17	100	То же
23	1,14	23000	20	1,0	40	18	100	»
24	1,16	24000	20	1,0	50	19	100	»
25	1,18	25000	20	1,0	60	20	100	»
26	1,20	26000	20	1,0	70	21	100	»
27	1,25	27000	20	1,0	80	22	100	»

5 РАСЧЁТ ПЛАТЫ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ

Промышленные отходы – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично потребительские свойства (ГОСТ 25.916–83).

Бытовые отходы – твёрдые вещества, не утилизируемые в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей.

5.1 Определение класса опасности отходов

По степени возможного негативного воздействия на окружающую среду все отходы делятся на пять классов:

- I класс – чрезвычайно опасные;
- II класс – высокоопасные;
- III класс – умеренно опасные;
- IV класс – малоопасные;
- V класс – практически неопасные.

Для 640 наиболее распространённых отходов класс опасности указан в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО), в котором вид отхода и его классификационные признаки обозначены 13-значным кодом.

Первые восемь цифр указывают на происхождение отхода (1 – твёрдый, 2 – жидкий, 3 – пастообразный; 4 – шлам; 5 – гель; 6 – эмульсия; 7 – суспензия; 8 – сыпучий); девятая и десятая цифры – агрегатное состояние (9 – гранулят; 10 – порошкообразный; 11 – пылеобразный; 12 – волокно; 13 – готовое изделие, потерявшее потребительские свойства; 99 – иное); одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для описания опасных свойств и их комбинации (0 – данные не установлены; 1 – токсичность (т), 2 – взрывоопасность (в), 3 – пожароопасность (п), 4 – высокая реакционная способность (р), 5 – содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6 – т + в, 7 – т + п, 8 – т + р, 9 – в + п, 10 –

в + р, 11 – в + и, 12 – п + р, 13 – п + и, 14 – р + и, 15 – т + в + п, 16 – т + в + р, 17 – т + п + р, 18 – в + п + р, 19 – в + п + и, 20 – п + р + и, 21 – т + в + п + р, 22 – в + п + р + и, 99 – опасные свойства отсутствуют); тринадцатая цифра (последняя) указывает класс опасности для окружающей среды (0 – класс опасности не установлен, 1 – I класс опасности, 2 – II класс опасности, 3 – III класс опасности, 4 – IV класса опасности, 5 – V класс опасности).

Так, например, шпалы железнодорожные деревянные, пропитанные антисептическими средствами, отработанные в брак, имеют III класс опасности, а отходы известняка и доломита в кусковой форме – V класс опасности.

Если отходы не вошли в ФККО, то класс опасности определяется с помощью расчётного или экспериментального методов. Если отходы отнесены расчётным методом к V классу опасности, это должно быть подтверждено экспериментальным методом, в противном случае эти отходы относят к IV классу опасности.

Рассмотрим *расчётный метод* определения класса опасности отхода. Для этого находим показатель K_{Σ} , мг/кг, характеризующий степень опасности отхода на окружающую среду:

$$K_{\Sigma} = \Sigma K_i,$$

где K_i – показатель степени опасности компонента отхода.

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}. \quad (5.1)$$

Здесь C_i – концентрация компонента отхода, мг/кг отхода;

W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода для окружающей среды.

Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды является условным показателем, численно равным количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на окружающую среду. Для определения этого коэффициента устанавливаются степени опасности влияния каждого компонента на воду, воздух, пищевые продукты, почву в соответствии с данными табл. 5.1.

Таблица 5.1

Степень опасности компонентов отходов для различных природных сред

Первичный показатель опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода по каждому компоненту отхода			
1	2	3	4	5
ПДК _п , мг/кг (для почвы)	< 1	1...10	10,1...100	> 100
Класс опасности в почве	1	2	3	Не установлен
ПДК _в , мг/л (для воды)	< 0,01	0,01...0,1	0,1...1	> 1
Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого назначения	1	2	3	4

1	2	3	4	5
ПДК _{р.х.} , мг/л (для водоёмов рыбохозяйственного назначения)	< 0,001	0,001...0,01	0,011...0,1	> 0,1
Класс опасности в воде рыбохозяйственного назначения	1	2	3	4
ПДК _{сс} , мг/м ³ (для атмосферного воздуха)	< 0,01	0,01...0,1	0,11...1	> 1
Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
ПДК _{п.п.} , мг/кг (для продуктов питания)	< 0,01	0,01...1	1,1...10	> 10
lg (S, мг/л / ПДК _в)*	> 5	5...2	1,9...1	< 1
Lg (C** _{насыщ} , мг/м ³ / ПДК _{сс} или ПДК _{м.р.})	> 5	5...2	1,9...1	< 1
LD ₅₀ , мг/кг	< 15	15...150	151...5000	> 5000
LC ₅₀ , мг/м ³	< 500	500...5000	5001...50000	> 50000

Примечания: * S (мг/л) – растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С;

** C_{нас} (мг/м³) – насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении;

LD₅₀ (мг/кг) – смертельная доза компонента в мг действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % животных;

LC₅₀ (мг/м³) – средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при ингаляции.

Кроме того, в перечень показателей, используемых для расчёта W_i , включается показатель информационного обеспечения J для учёта недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для окружающей среды:

$$J = \frac{n}{N}, \quad (5.2)$$

где n – число установленных показателей;

N – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для окружающей среды, $N = 12$.

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения J , (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Баллы при различных значениях показателя J

Диапазон изменения показателя $J = n/N$	Балл
< 0,5 ($n < 6$)	1
0,5...0,7 ($n = 6...8$)	2
0,71... 0,9 ($n = 9 - 10$)	3
> 0,9 ($n > 11$)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для окружающей среды в различных природных средах рассчитывается относительный

параметр опасности компонента отхода для окружающей среды x_i путем деления суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент степени опасности W_i определяется по одной из формул:

$$\lg W_i = 4 - 4/Z_i \quad \text{для } 1 < Z_i < 2; \quad (5.3)$$

$$\lg W_i = Z_i \quad \text{для } 2 < Z_i < 4; \quad (5.4)$$

$$\lg W_i = 2 + 4/(6 - Z_i) \quad \text{для } 4 < Z_i < 5, \quad (5.5)$$

где $Z_i = 4x_i / 3 - 1/3$;

x_i – балл, присваиваемый каждому компоненту.

Коэффициент степени опасности компонента отхода определяется также по данным прил. 3. Зная степень опасности отхода K_Σ , по табл. 5.3 можно определить класс его опасности.

Таблица 5.3

Класс опасности отходов

Отнесение отхода к классу опасности по степени опасности. Класс опасности	Степень опасности отхода для окружающей среды, K_Σ
I	$10^6 \geq K_\Sigma > 10^4$
II	$10^4 \geq K_\Sigma > 10^3$
III	$10^3 \geq K_\Sigma > 10^2$
IV	$10^2 \geq K_\Sigma > 10$
V	$K_\Sigma \leq 10$

Пример 5.1

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 %.

1 Определяем концентрацию C_i каждого компонента по формуле

$$C_i = \frac{m_i}{M}, \text{ мг/кг,}$$

где m_i – масса i -го компонента, мг;

– для песка

$$m_1 = 9000000 \text{ мг;}$$

$$C_1 = \frac{9000000}{10} = 900000 \text{ мг/кг,}$$

– для цинка

$$m_2 = 300000 \text{ мг;}$$

$$C_2 = \frac{300000}{10} = 30000 \text{ мг/кг,}$$

– для меди

$$m_3 = 300000 \text{ мг;}$$

$$C_3 = 30000 \text{ мг/кг;}$$

– для красителя

$$m_4 = 200000 \text{ мг;}$$

$$C_4 = 20000 \text{ мг/кг;}$$

– для 1,3,7-триметилксантина

$$m_5 = 200000 \text{ мг.}$$

$$C_5 = 20000 \text{ мг/кг.}$$

2 Находим для каждого компонента коэффициенты опасности W_i по данным прил. 3:

- для цинка – 463,4;
- для меди – 358,9;
- песок состоит из кремния и кислорода, практически неопасных компонентов со средним баллом $x = 4$.

Следовательно,

$$Z = 4 \cdot 4/3 - 1/3 = 5;$$

$$\lg W_i = 2 + 4 : (6 - 5) = 6;$$

$$W_i = 10^6.$$

На основе качественного состава отхода по справочной литературе устанавливаются, санитарно-гигиенические, физико-химические и токсикологические показатели опасности каждого компонента.

Показатели опасности выбираются из перечня табл. 5.1, а их значения – из справочных данных и заносятся в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Определение общего индекса токсичности отхода K_{Σ}

Показатели опасности	Наименование компонентов отхода и его концентрация 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-триметилксантин, 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
ПДК _в , мг/л							0,2	3	0,1	2
Класс опасности в воде хоз.-питьевого использования							4	4	3	3
ПДК _{сс} , мг/м ³							0,05	2	0,03	2
Класс опасности в атм. воздухе							3	3	3	3
LD ₅₀ , мг/кг									192	3
L C ^{воды} ₅₀ , мг/л / 964									87	3
Lg (S мг/л / ПДК _в мг/л)									8,3	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Биоаккумуляция									Нет накопления	4
J							1			2
X							2,6			2,55
W	10^6		463,4		358,9		1380		11749	
K	0,9		64,7		83,6		14,49		17,02	
$K_{\Sigma} = 0,9 + 64,7 + 83,6 + 14,49 + 17,02 = 180,71$										

В соответствии с данными табл. 5.1 по значению показателя опасности для красителя органического активного бирюзового и 1,3,7-триметилксантина присваиваются баллы (см. табл. 5.3).

3 Далее определяются величины x_4 и x_5 с учётом $J = n/N = n/12$:

при $n < 6$ $J = 1$;

при $n = 8$ $J = 2$.

Тогда $x_4 = (3 + 4 + 2 + 3 + 1) = 13 : 5 = 2,6$;

$x_5 = (2 + 3 + 2 + 3 + 3 + 3 + 1 + 4 + 2) = 23 : 9 = 2,55$.

Находим $Z_4 = 4 \cdot 2,6 : 3 - 1/3 = 3,14$;

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

Так как Z_4 и Z_5 больше 2 и меньше 4, то: $\lg W_i = Z$;

$W_4 = 1380$; $W_5 = 1174,9$.

Тогда $K_1 = 900000 : 10^6 = 0,9$;

$K_2 = 30000 : 463,4 = 64,7$;

$K_3 = 30000 : 358,9 = 83,6$;

$K_4 = 20000 : 1380 = 14,49$;

$K_5 = 20000 : 588,8 = 17,02$;

$K_{\Sigma} = 0,9 + 64,7 + 83,6 + 14,49 + 17,02 = 180,71$.

Так как $10^3 > K_{\Sigma} > 10^2$, то данный отход относится к III классу опасности.

5.2 Расчёт платы за размещение отходов

Расчёты платежей за размещение отходов производят по формулам (1.1) и (1.2), в которых вместо выбросов (в тоннах) подставляют отходы, а вместо нормативов ПДВ – лимиты размещения отходов. Нормативы платы за размещение единицы измерения отходов в пределах установленных лимитов определяются по табл. 1.4 в зависимости от класса опасности отходов.

Если отходы размещены на специализированных полигонах или промышленных площадках, оборудованных в соответствии с установленными требованиями и расположенных в пределах промышленной зоны источника негативного воздействия, то при определении платежей применяется коэффициент 0,3.

В случае временного размещения отходов на площадках предприятия в соответствии с установленными требованиями (когда отходы подлежат временно накоплению с последующей утилизацией) плата не производится, т. е. $\Pi = 0$.

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние почвы) по территориям экономических районов Российской Федерации, приведены в табл. 1.5 (значение K_3 для почвы).

Если же отходы размещаются на несанкционированных свалках, то плата увеличивается в 5 раз за всю массу отходов и умножается на дополнительный штрафной коэффициент $K_{ш} = 5$ (если размещение в пределах городов, населённых пунктов, водоохранных зон, водоёмов, рекреационных зон) и $K_{ш} = 3$ (если расстояние от границ вышеперечисленных объектов менее 3 км).

Пример 5.2

Рассчитать плату за размещение разрешённых отходов на специальном производственном полигоне в г. Ростове-на-Дону, состав которых приведен в *примере 5.1*.

Расчёт

Так как отходы относятся к III классу опасности, то норматив платы составляет 497 руб./т. Масса отходов – 1 т. На размещение отходов на полигоне получено разрешение, поэтому плата определяется по формуле

$$\Pi = M \cdot \Pi \cdot K_3 \cdot K_{и} \cdot 0,3, \text{ руб.}$$

Коэффициент экологической ситуации $K_3 = 1,9$ для почвы Северо-Кавказского региона. Коэффициент индексации $K_{и} = 1,1$ (в 2004 г.).

Тогда

$$\Pi = 1 \cdot 497 \cdot 1,9 \cdot 1,1 \cdot 0,3 = 312 \text{ руб.}$$

Следовательно, за размещение 1 т отходов на производственном полигоне следует заплатить 312 руб.

Если же 1 т отходов будет размещена в несанкционированных надзорными экологическими органами местах (х5) в пределах города (х5), то плата увеличится в 25 раз. Исключив коэффициент согласования 0,3, получим:

$$\Pi' = (\Pi \cdot 5 \cdot 5) / 0,3 = (312 \cdot 25) / 0,3 = 26000 \text{ руб.}$$

6 ШУМОВЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Шум относится к физическим загрязнениям окружающей среды. Источниками шума являются передвижные транспортные средства, различные машины и механизмы и т. п. Шум измеряется в децибелах (дБ). Более подробно о шуме изложено в учебном пособии [2].

6.1 Шум движущегося поезда

Шумовая характеристика движущегося поезда зависит от скорости его движения и рассчитывается по формуле

$$L_{AW} = 63 + 25 \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБА}, \quad (6.1)$$

где L_{AW} – шумовая характеристика движущегося поезда, дБА;

V – скорость поезда, м/с; $V_0 = 1$ м/с.

Для оценки шумового режима пользуются понятием максимального значения уровня звука, т. е. уровня для момента прохождения поезда непосредственно перед наблюдателем:

$$L_{Aj \max} = L_{AW}^{(1)} + 10 \lg \left\{ \frac{l_0}{8\pi} \left[\frac{3l}{r_0^2 + (l - 12)^2} + \frac{10}{r_0} \arctg \frac{l}{2r_0} \right] \right\}, \text{ дБА}, \quad (6.2)$$

где $L_{Aj \max}$ – максимальное значение уровня звука в момент прохождения поезда, дБА;

l – длина поезда, м; $l_0 = 1$ м;

r_0 – расстояние от наблюдателя до магистрали, м.

Нормируемым параметром шума (шум движущегося поезда) считается эквивалентный по энергии уровень звука – «эквивалентный уровень звука отдельного поезда», определяемый по формуле

$$L_{Aj \text{ экв}} = L_{Aj \max} + 10 \lg \frac{1,3r_0 + l}{V \cdot T}, \quad (6.3)$$

где $T = 28800$ с (8 ч).

Данные о нормах допустимых уровней звука приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Данные о нормах допустимых уровней звука (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Назначение помещения или территории	$L_{A \max}$, дБА		$L_{A \text{ экв}}$, дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Больница	50	40	35	25
Поликлиника	50	–	35	–
Школа	55	–	40	–
Жилое помещение	55	45	40	30
Гостиница	60	50	45	35
Магазин	75	–	60	–
Территория у больницы	60	50	45	35
Территория у гостиницы	75	65	60	50
Территория у жилого дома	70	60	55	45

Пример 6.1

Рассчитать эквивалентный уровень звука грузового поезда протяжённостью 1000 м, движущегося со скоростью 40 км/ч, если здания жилой застройки расположены на расстоянии 30 м от железнодорожного полотна.

Расчёт

1 Найдём шумовую характеристику движущегося грузового поезда по формуле (6.1):

$$L_{AW} = 63 + 25 \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБА.}$$

Так как $V_0 = 1 \text{ м/с}$; $V = 40 \text{ км/ч}$, или $11,1 \text{ м/с}$,

то $L_{AW} = 63 + 25 \lg 11,1 = 88,13 \text{ дБА}$.

2 Определим по формуле (6.2) максимальное значение уровня звука в момент прохождения грузового поезда:

$$L_{Aj \max} = L_{AW} + 10 \lg \left\{ \frac{l_0}{8\pi} \left[\frac{3l}{r_0^2 + (l - 12)^2} + \frac{10}{r_0} \arctg \frac{l}{2r_0} \right] \right\}, \text{ дБА.}$$

Так как $l_0 = 1 \text{ м}$; $l = 1000 \text{ м}$; $r_0 = 30 \text{ м}$,

то $L_{Aj \max} = 88,13 + 10 \lg \left\{ \frac{1}{8 \cdot 3,14} \left[\frac{3 \cdot 1000}{30^2 + (1000 - 12)^2} + \frac{10}{30} \arctg \frac{1000}{2 \cdot 30} \right] \right\} = 71,16 \text{ дБА}$.

3 Определяем по формуле (6.3) эквивалентный уровень звука поезда:

$$L_{Aj \text{ экв}} = L_{Aj \max} + 10 \lg \frac{1,3r_0 + l}{V \cdot T}, \text{ дБА.}$$

Так как $T = 28800 \text{ с}$; $V = 11,1 \text{ м/с}$; $r_0 = 30 \text{ м}$; $l = 1000 \text{ м}$,

то $L_{Aj \text{ экв}} = 71,16 + 10 \lg \frac{1,3 \cdot 30 + 1000}{11,1 \cdot 28800} = 46,28 \text{ дБА}$.

Таким образом установили, что эквивалентный уровень звука грузового поезда, движущегося со скоростью 40 км/ч , составляет $46,73 \text{ дБА}$.

6.2 Расчёт шума потока поездов

Эквивалентный уровень звука потока однотипных поездов $L_{A \text{ экв} \Sigma}$ определяем как

$$L_{A \text{ экв} \Sigma} = 10 \lg \Sigma 10^{0,1 L_{Aj \text{ экв}}}, \quad (6.4)$$

где $L_{A \text{ экв} \Sigma}$ – эквивалентный уровень шума всех поездов, проходящих на данном участке;

$L_{Aj \text{ экв}}$ – эквивалентный уровень шума одного поезда, дБА.

Для однотипных грузовых поездов при их числе $n_{гр}$ и соответственно пассажирских поездов $n_{пасс}$ эквивалентный уровень шума определяется как

$$L_{A \text{ экв} \Sigma} = 10 \lg (n_{гр} \cdot 10^{0,1 L_{A \text{ экв} \cdot гр}} + n_{пасс} \cdot 10^{0,1 L_{A \text{ экв} \cdot пасс}}). \quad (6.5)$$

Далее сопоставляются значения $L_{A \text{ экв} \Sigma}$ с нормативами допустимого уровня шума по табл. 4.1 и в случае его превышения определяется величина акустического дискомфорта ΔL :

$$\Delta L = L_{A \text{ экв} \Sigma} - L_{\text{дон}}, \text{ дБА.} \quad (6.6)$$

Если эта величина превышает 5 дБА , то следует разработать мероприятия по снижению уровня шума. В этом случае можно рекомендовать посадку однородной зелёной изгороди, ширина которой определяется по формуле

$$b = \frac{\Delta L - 1,5}{a_{ш}}, \text{ м}, \quad (6.7)$$

где $\bar{a}_{ш} = 0,5$.

Эффективным методом снижения шума от потока поездов является улучшение конструктивных характеристик локомотивов, вагонов и железнодорожного пути. Так, если применить бесстыковой путь, то коэффициент при втором (скоростном) слагаемом в формуле шумовой характеристики (6.1) может быть снижен с 25 до 20–23 единиц. Улучшение конструкции локомотивов и вагонов (скоростные поезда) позволяет снизить и первое (конструктивное) слагаемое в формуле (6.1) с 63 до 56–58 дБ.

Пример 6.2

Для условий примера 4.1 рассчитать уровень шума потока грузовых поездов, количество которых за 8 ч днём составляет 10 поездов.

Расчёт

Эквивалентный уровень шума одного грузового поезда составил 46,28 дБА. Тогда эквивалентный уровень шума потока поездов составит по формуле (6.4):

$$L_{\text{Аэк}\Sigma} = 10 \lg \sum 10^{0,1 L_{\text{Аэк}p}} = L_{\text{Аэк}p} + 10 \lg n_p;$$

$$L_{\text{Аэк}\Sigma} = 46,28 + 10 \lg 10 = 56,28 \text{ дБА}.$$

Таким образом, эквивалентный уровень шума потока грузовых поездов, проходящих со скоростью 40 км/ч у жилого здания, составил 56,28 дБА, что в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 создаёт акустический дискомфорт:

$$\Delta L = 56,28 - 55 = 1,28 \text{ дБА}.$$

Так как эта величина меньше 5 дБА, то мероприятия по снижению уровня шума разрабатывать не следует.

Контрольная работа № 6

Рассчитать эквивалентный уровень шума потока поездов, движущихся со скоростью V , состоящего из $n_{гр}$ грузовых поездов протяжённостью $l_{гр}$ или $n_{пасс}$ пассажирских поездов протяжённостью $l_{пасс}$, если здания жилой застройки находятся на расстоянии r_0 от железнодорожных путей.

Для нечётных вариантов заданий выбирать исходные данные для грузовых поездов; четных – исходные данные для пассажирских поездов (табл. 6.2). При необходимости определить ширину шумопоглощающей полосы.

Таблица 6.2

Исходные данные

№ варианта	Скорость V , км/ч	Число поездов за 8 ч n , шт.		Протяжённость поезда l , м		Расстояние до здания r_0 , м
		грузовых	пассажир- ских	грузового	пассажир- ского	
1	2	3	4	5	6	7
1/2	20	10	12	800	500	20
3/4	20	10	12	800	500	25
5/6	20	10	12	800	500	30
7/8	20	10	12	800	500	35
9/10	20	10	12	800	500	40
11/12	30	15	17	1000	450	45
13/14	30	15	17	1000	450	50
15/16	30	15	17	1000	450	55
17/18	30	15	17	1000	450	60
19/20	30	15	17	1000	450	65
21/22	40	20	10	600	400	70
23/24	40	20	10	600	400	75
25/26	40	20	10	600	400	80
27/28	40	20	10	600	400	85
29/30	40	20	10	600	400	90
31/32	40	20	10	600	400	95
33/34	40	20	10	600	400	100
35/36	50	25	20	900	550	110
37/38	50	25	20	900	550	115
39/40	50	25	20	900	550	120
41/42	50	25	20	900	550	125
43/44	50	25	20	900	550	130
45/46	50	25	20	900	550	135
47/48	60	30	15	700	400	20
49/50	60	30	15	700	400	30
51/52	60	30	15	700	400	40
53/54	60	30	15	700	400	50

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 **Гарин, В. М.** Расчёты воздействия объектов транспорта на окружающую среду : учеб. пособие. Ч. 1 / В. М. Гарин, В. И. Сапрыкин, Т. А. Шатихина ; РГУПС. – Ростов н/Д, 2000. – 74 с.
- 2 **Гарин, В. М.** Расчёты воздействия объектов транспорта на окружающую среду : учеб. пособие. Ч. 2 / В. М. Гарин, В. И. Сапрыкин, Т. А. Шатихина; РГУПС. – Ростов н/Д, 2000. – 73 с.
- 3 Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ремонтно-обслуживающих предприятий и машиностроительных заводов агропромышленного комплекса. – М. : ГОСИНТИ, 1992. – 73 с.
- 4 Постановление Правительства РФ «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» от 12.06.2003 г. № 344.
- 5 **Гарин, В. М.** Промышленная экология : учебник / В. М. Гарин, И. А. Клёнова, В. И. Колесников ; РГУПС. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 219 с.
- 6 **Луканин, В. Н.** Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко. – М. : Высшая школа, 2001. – 273 с.
- 7 **Тамбовцева, А. Р.** Расчёт экологических платежей на новой правовой основе // Бухучёт и налогообложение. – 2003.
- 8 Двигатели внутреннего сгорания. Тепловозные дизели. Газотурбинные установки : учебник для вузов ж.-д. трансп. / А. Э. Симсон, А. З. Хомич, А. А. Куриц [и др]. – М. : Транспорт, 1980.
- 9 Обращение с опасными отходами : учеб. пособие / В. М. Гарин [и др]. – М. : ТК Велби; Проспект, 2005. – 224 с.
- 10 Техническая эксплуатация дорожных машин : справочник – М., 1975.
- 11 Методическое пособие по расчёту выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. – М., 1995.
- 12 **Шатихина, Т. А.** Выбросы загрязняющих веществ дизелей и при сварочных работах : методические указания / Т. А. Шатихина ; РГУПС. – Ростов н/Д, 1995. – 16 с.
- 13 **Гарин, В. М.** Оценка выбросов в атмосферу при производстве электронной аппаратуры : учеб. пособие / В. М. Гарин ; РГУПС. – Ростов н/Д, 1995. – 48 с.
- 14 Расход топлива и горюче-смазочных материалов. – М. : Приор, 2000. – 48 с.
- 15 Постановление Правительства РФ «О внесении изменений в приложение № 1 к постановлению Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344» от 01.07.2005 г. № 410.
- 16 Постановление Правительства РФ «Об утверждении порядка платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов и другие виды вредного воздействия» от 28.08.1992 г. № 632.

17 Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89.

18 Постановление Правительства РФ «О порядке ведения Государственного кадастра отходов и паспортизации опасных отходов» от 26.10.2000 г. № 818.

19 Приказ МПР России «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» от 02.12.2002 г. № 786.

20 Приказ МПР России «О внесении изменений и дополнений в приказ МПР России от 11.09.2003 г. № 829 «О введении Государственного реестра объектов размещения отходов» от 20.11.2003 г. № 1028.

21 Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Удельные расходы топлива строительными машинами

Машина	Марка машины или механизма	Марка основного двигателя	Топливо	Норма расхода на 1 маш.-ч работы
1	2	3	4	5
Автобетонолом на шасси автомобиля МАЗ-200	Д-198	АЯЗ-204	Дизельное топливо	8,0 кг
Автобензозаправщик	БЗ-39	ЗИЛ-5	Автомобильный бензин	12,0 л
Автобитумовоз ёмкостью 7000 л	ДС-41А (Д-642А)	ЗИЛ-130В	То же	9,0 л
Автобитумовоз ёмкостью 14500 л	ДС-10 (Д-351)	ЯМЗ-236	»	12,0 л
Автобитумовоз ёмкостью 15000 л	ДС-10 (Д-351)	АЯЗ-206	Дизельное топливо	21,0 л
Автогрейдер лёгкого типа	ДЗ-61 (Д-710)	СМД-14	То же	7,8 кг
	ДЗ-40 (Д-598)	СМД-14	»	7,8 кг
	ДЗ-40А (Д-598А)	Д-60	»	7,6 кг
Автогрейдер среднего типа	ДЗ-2А (Д-144А)	КДМ-100	»	8,5 кг
	ДЗ-11 (Д-557)	Д-108М	»	8,5 кг
Автогрейдер тяжёлого типа	ДЗ-14 (Д-395)	2Д-6	»	11,5 кг
Автогудронатор ёмкостью: 3000 л	Д-251	ЗИЛ-164	Автомобильный бензин	10,0 л
5000 л	Д-164А	АЯЗ-204	То же	13,6 л
3600 л	ДС-39 (Д-640)	ЗИЛ-130	»	10,0/8,0 л *
5000 л	9132	АЯЗ-206	Дизельное топливо	10,0 кг
Автогудронатор емкостью 7000 л	ДС-40 (Д-641)	ЗИЛ-130М	Автомобильный бензин	10,0/4,5 л **
Автокомпрессор	ВВК-200	ЗИЛ-5	То же	9,0 л
	АПКС-3	ГАЗ-51	»	7,0 л
	АПКС-6	ЗИЛ-120	»	9,0 л
Автомобили технической службы – ремонтная мастерская	ПРМ-4	ГАЗ-63	»	5,6 л
	ПРМ-3	ГАЗ-51А	»	4,5 л
Автомобильный кран с электроприводом механизмов грузоподъёмностью 1,25 т	К-2,5-1Э	ГАЗ-51	»	5,4 л

1	2	3	4	5
Автомобильный кран с гидравлическим приводом механизмов грузоподъемностью 1,5 т	ЛЗА-4-3- ЛЗА-4031	ЗИЛ-164 ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	4,0 л 4,0 л
Автомобильный кран с механическим приводом механизмов грузоподъемностью 3 т	ЛАЗ-690 ЛАЗ-690 АК-ЗГС-1	ЗИЛ-120 ЗИЛ-164 ЗИЛ-120	То же	4,5 л 4,5 л 4,5 л
Автомобильный кран с механическим приводом механизмов башенно-стреловой грузоподъемностью 3 т	КТС-3 КТС-3Г	ЗИЛ-164 ЗИЛ-164	То же »	4,5 л 4,5 л
Автомобильный кран с механическим приводом механизмов грузоподъемностью 5 т	АК-5Г ГКМ-5 АК-5 К-51	ЗИЛ-120 ЗИЛ-164 ЗИЛ-164 ЗИЛ-204	То же » » Дизельное топливо	4,5 л 4,5 л 4,5 л 5,0 кг
То же с электрическим приводом механизмов	К-52 ДЭК-51	АЯЗ-204 АЯЗ-204	То же »	4,4 кг 4,4 кг
Автомобильный кран с гидравлическим приводом механизмов грузоподъемностью 6 т	К-61	АЯЗ-204	То же	4,4 кг
То же грузоподъемностью 6,3 т	К-63 КС-2561 4056	ЗИЛ-164 ЗИЛ-130 ЗИЛ-164	Автомобильный бензин	4,5 л 6,1 л 4,5 л
Автомобильный кран с механическим приводом механизмов грузоподъемностью 7,5 т	АК-75 К-53	ЗИЛ-164 АЯЗ-204	Дизельное топливо	4,4 кг
Автомобильный кран с электрическим приводом механизмов грузоподъемностью 7,5 т	СМК-7	АЯЗ-204	То же	4,4 кг
То же грузоподъемностью 10 т	К-104 на шасси автомобиля АЯЗ-210 или КрАЗ-219	АЯЗ-206	»	8,0 кг
» грузоподъемностью 15 т	КС-4561 (К-162)	АЯЗ-206	»	10,6 кг
Автомобильный кран с механическим приводом механизмов грузоподъемностью 10 т	МКА-10М	АЯЗ-204	»	6,0 кг
Автомаслозаправщик	МЗ-51 БПС-50 БПС-51	ГАЗ-51 ГАЗ-51 ГАЗ-51	Автомобильный бензин То же	7,2 л 10,0 л 12,0 л
Автомобиль грузовой со снегоочистительным оборудованием на шасси ЗИЛ-150	П-11 ПС-4	ЗИЛ-120 ЗИЛ-120	То же »	69,5* л 69,5* л
То же на шасси ЗИЛ-164	П-11 ПС-4	ЗИЛ-164 ЗИЛ-164	» »	69,5* л 69,5* л

1	2	3	4	5
Автомобиль-самосвал со снегоочистительным оборудованием на шасси ЗИЛ-585	ПС-4 ПС-11	ЗИЛ-120 ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	69,5* л 69,5* л
Автомобиль бортовой со снегоочистительным оборудованием	На шасси автомобиля ЗИЛ-164 ЗИЛ-150	ЗИЛ-164 ЗИЛ-120	То же »	69,5* л 69,5* л
Автомобиль-самосвал со снегоочистительным оборудованием	На шасси автомобиля ЗИЛ-585	ЗИЛ-120	»	69,5* л
Автомобиль поливомоечный на шасси ЗИЛ-150	ПМ-8 Д-298	ЗИЛ-120 ЗИЛ-120	» »	(57; 62; 65,5)*л (57; 62; 65,5)*л
То же на шасси ЗИЛ-164	ПМ-10 КДМ-1	ЗИЛ-164 ЗИЛ-164	» »	(57; 73; 85)* л (58,5; 62; 65,5)*л
Автомобиль-пескоразбрасыватель на шасси ГАЗ-51	ПД-4М	ГАЗ-51	»	41,0* л
То же на шасси ЗИЛ-150	ПД-6	ЗИЛ-120	»	48,5* л
» на шасси ЗИЛ-164	ПД-7	ЗИЛ-120	»	48,5* л
» на шасси ЗИЛ-130	КДМ-1	ЗИЛ-164	»	63,0* л
» на шасси ЗИЛ-150	ПР-130	ЗИЛ-130	»	86,5* л
» на шасси ЗИЛ-150	ПР-53	ЗИЛ-130	»	80,0* л
» на шасси ЗИЛ-150	ПР-53	ЗМЗ-53	»	74,5* л
» на шасси ЗИЛ-150	Д-307	ЗИЛ-120	»	50,0* л
Автомобиль поливомоечный со снегоочистительным оборудованием на шасси автомобиля ЗИЛ-150	ПМ-8	ЗИЛ-120	»	64,0* л
То же на шасси ЗИЛ-164	ПМ-10	ЗИЛ-164	»	63,0* л
Автомобиль со снегоочистительным оборудованием на шасси автомобиля ЗИЛ-164	Д-307А Д-298 КДМ-1	ЗИЛ-164 ЗИЛ-164 ЗИЛ-164	» » »	65,0* л 65,0* л 84,0* л
То же на шасси ЗИЛ-130	ПМ-130 КДМ-130 ПР-130	ЗИЛ-130 ЗИЛ-130 ЗИЛ-130	» » »	84,0* л 85,0* л 82,0* л
» на шасси ГАЗ-53А	ПР-53	ЗМЗ-53	»	72,0 л
Автопогрузчик грузоподъемностью 3 т	4000М 4043 4001	ГАЗ-51 ГАЗ-51 ГАЗ-51	» » »	8,4 л 8,4 л 8,4 л
То же грузоподъемностью 5 т	4003 4006 4046	ГАЗ-51 ГАЗ-51 ГАЗ-51	» » »	5,0 л 8,4 л 8,4 л
» грузоподъемностью 10 т	4045А 4008	ГАЗ-51 ЗИЛ-121	» »	12,2 л 12,2 л
Автомобиль-снегопогрузчик на шасси ГАЗ-51	С-4	ГАЗ-51	» »	8,2 л
То же на шасси ЗИЛ-150	2С-3 ДС-3 Т-105	ЗИЛ-120 ЗИЛ-120 ЗИЛ-120	» » »	8,5 л 8,5 л 8,5 л

1	2	3	4	5
Автомобиль-снегоочиститель (роторный) на шасси ГАЗ-63	РС-263	ГАЗ-63	Автомобильный бензин	8,0 л
То же на шасси ГАЗ-63	РС-363	ГАЗ-63	То же	9,8 л
» на шасси ЗИЛ-150	РС-3	ГАЗ-120	»	10,0 л
» на шасси ЗИЛ-164	РС-2М	ЗИЛ-164	»	9,5 л
» на шасси ЗИЛ-157	Д-470	ЗИЛ-164	»	15,0 л
» на шасси ЗИЛ-151	Д-262	ЗИЛ-120	»	15,0 л
» на шасси МАЗ-502	Д-450	АЯЗ-204	Дизельное топливо	20,0 кг
Автонасос	На шасси автомобиля ЗИЛ-150	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	15,0 л
Авторемонтер	То же ГАЗ-51	ГАЗ-51	То же	5,0 л
Автотопливозаправщик	ТЗ-200	АЯЗ-204	Дизельное топливо	8,1 кг
То же	ТЗ-150	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	7,0 л
»	ТЗ-151	ЗИЛ-120	То же	7,0 л
»	ТЗ-16	ЗИЛ-120	»	14,0 л
»	МЗ-150	ЗИЛ-120	»	10,2 л
Автотермос-ремонтёр	Д-187 А	ЗИЛ-120	»	37,0 л
Автоцистерна на шасси автомобиля ЗИЛ-150	ЗИЛ-150	ЗИЛ-120	»	1,2 л
Автомобиль-цементовоз на шасси автомобиля ЗИЛ-164Н	НС-571	ЗИЛ-120	»	3,0 л (на разгрузку и обдув цистерны)
То же на шасси АЯЗ-210	С-386	АЯЗ-206	Дизельное топливо	16,0 кг
Асфальтоукладчик	ДС-1 (Д-150Б)	Д-38	То же	4,5 кг
Асфальтосмеситель передвижной производительностью 4–6,5 т/ч	ДС-4 (Д-288)	Д-48	»	7,5–8,5 кг
		Форсунки	Топочный мазут	40,0 кг
Асфальтосмеситель стационарный производительностью 10 т/ч	Д-225	То же	То же	72,0 кг
То же производительностью 15 т/ч	Г-1М	»	»	127,0 кг
» производительностью 25 т/ч	ДС-35А (Д-597 А)	»	»	127,0 кг
» производительностью 30 т/ч	ДС-5 (Д-325)	»	»	127,0 кг

1	2	3	4	5
Бетономешалка передвижная ёмкостью 100 л	С-187	ЛЗ/2	Автомобильный бензин	0,7 л
Бетоноукладочная машина	ДС-502 (Д-345)	Д-28	Дизельное топливо	3,5 кг
Битумоварочный котёл ёмкостью 7500 л	ДС-6 (Д-335Б)	Форсунки	Топочный мазут	26,0 кг
Бульдозер с неповоротным отвалом и тросовым управлением на тракторе Т-100	Д-259 А	КДМ-100	Дизельное топливо	8,0 кг
Бульдозер с неповоротным отвалом и гидравлическим управлением на тракторе Т-100	Д-494 ДЗ-17 (Д-492)	Д-108 Д-108	То же »	11,0 кг 8,0 кг
То же на тракторе МТЗ-5	Д-312	Д-35	»	3,8 кг
» на тракторе ДТ-55	Д-315	Д-54	»	8,5 кг
» на тракторе Т-75	ДЗ-29 (Д-535)	СМД-14	»	7,8 кг
» на тракторе МТЗ-5	Д-449	Д-35	»	6,0 кг
» на тракторе МТЗ-5	Д-449	Д-40	»	4,9 кг
» на тракторе ДТ-75	ДЗ-42 (Д-606)	А-41	»	6,5 кг
» на тракторе ДТ-75	ДЗ-62 (Д-712)	СМД-14	»	6,5 кг
» на тракторе Т-100	ДЗ-54С (Д-687)	Д-108	»	8,0 кг
Бульдозер с поворотным отвалом и гидравлическим управлением на тракторе Б-75-С2	ДЗ-43 (Д-607)	СМД-14	»	6,5 кг
То же на тракторе Т-100МГП	ДЗ-18 (Д-493А)	Д-108	»	8,0 кг
Бульдозер с неповоротным отвалом и канатным управлением на тракторе Т-100М	ДЗ-53 (Д-686)	Д-108	»	8,0 кг
Бульдозер универсальный с гидравлическим управлением на тракторе Т-180Г	ДЗ-25 (Д-522)	Д-180	»	8,0 кг
То же на тракторе Т-180	ДЗ-35 (Д-575)	Д-180	»	8,0 кг
Бур на тракторе «Беларусь»	Д-309А	Д-54	»	8,0 кг
Бурильно-крановая машина	На автомобиле ЗИЛ-164	ЗИЛ-120	»	6,0 л
То же	На автомобиле ГАЗ-63А	ГАЗ-51	»	6,0 л
»	На тракторе Т-100	КДМ-100	»	9,5 кг
Бур-столбостав на тракторе МТЗ-2		Д-36	»	5,4 кг

1	2	3	4	5
Газонокосилка	«Дружба»	«Дружба»	Автомобильный бензин	1,6 л
Грейдер-элеватор полуприцепной к трактору Т-100	ДЗ-501 (Д-437 А)	СМД-14	Дизельное топливо	8,2 кг
Грейдер-элеватор полуприцепной к трактору Т-180	ДЗ-502 (Д-616)	6КДМ-50	Дизельное топливо	21,0 кг
Грейдер-элеватор самоходный на базе одноосного тягача БелАЗ-531	ДЗ-503 (Д-633)	ЯМЗ-240	То же	32,0 кг
Грейдер-элеватор прицепной к трактору Т-100	Д-192	Д-53	»	6,0 кг
Грунтосмесительная машина	ДС-16 (Д-391)	2Д-12Б	»	40–50 кг
Дизель-молот с массой ударной части: 600 кг	С-254		»	1,7 кг
1200 кг	СП-1 (С-222)		»	2,3 кг
1800 кг	СП-3 (С-268)		»	3,5 кг
2500 кг	СП-6 (С-330)		»	4,0 кг
Двигатель бензиновый мощностью: 3 л. с.		Л-3/2	Автомобильный бензин	1,0 л
6 л. с.		Л-6/3	То же	1,7 л
12 л. с.		Л-12/4	»	2,5 л
Двигатель дизельный мощностью: 13 л. с.		Т-62	Дизельное топливо	2,0 кг
35 л. с.		Д-35	То же	7,0 кг
54 л. с.		Д-54	»	9,3 кг
88...94 л. с.		КДМ-46	»	12,8 кг
150 л. с.		2Д-6	»	17,0 кг
Дробильно-сортировочная установка производительностью 30 т/ч, первичный агрегат	СДМ-8 (СМ-8)	КДМ-46	»	8,4 кг
То же, вторичный агрегат	СМД-9 (СМ-9)	КДМ-46	»	8,4 кг
Дорожная щётка на тракторе «Беларусь»	Д-311	Д-35	»	5,5 кг
Заливщик трещин в асфальтобетонном покрытии	На шасси автомобиля ГАЗ-51	ГАЗ-51	Автомобильный бензин	8,5 л

1	2	3	4	5
Заливщик трещин в асфальто-бетонном покрытии	То же ЗИЛ-150	ЗИЛ-150	То же	10,0 л
То же	» ЗИЛ-164	ЗИЛ-164	»	10,0 л
Каток самоходный, средний, двухвальцовый массой: 6,4 т	ДУ-11А (Д-469 А)	Д-37М	Дизельное топливо	3,5 кг
9...12 т	ДУ-8 (Д-399А)	СМД-7	То же	5,5 кг
Каток самоходный, тяжёлый, трехвальцовый массой: 10 т	ДУ-1В	СМД-7	»	4,5 кг
10...13 т	ДУ-18 (Д-553)	СМД-7К	»	4,8 кг
10...14 т	ДУ-9А (Д-400А)	СМД-7	»	5,5 кг
Каток самоходный, вибрационный, легкий, тротуарный, двухвальцовый массой 0,6 т	ДУ-36А (Д-684)	УД-2	Автомобильный бензин	1,2 л
Каток самоходный, вибрационный, двухвальцовый массой: 1,3 т	Д-484	УД-2	То же	1,1 л
1,5 т	ДУ-10 (Д-455)	УД-2	»	3,0 л
8,5 т	ДУ-34 (Д-634)	Д-37М	Дизельное топливо	3,0 кг
Каток прицепной вибрационный	ДУ-14 (Д-480)	Д-20	То же	3,0 кг
Каток на пневматических шинах	Д-365	КДМ-100	»	8,0 кг
Каток самоходный, тяжелый, статического действия на пневматических шинах массой 10...16 т	ДУ-31 (Д-627)	КДМ-46 (Д-108М)	»	8,2 кг
Ковш грейферный	На шасси автомобиля ЗИЛ-585	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	6,2 л
Компрессор прицепной, передвижной производительностью 5,0 м ³ /мин	ПКС-5	ЗИЛ-120	То же	12,5 л
	ВКС-1-Д	КДМ-46	Дизельное топливо	7,0 кг
	ВКС-6	АЯЗ-204	То же	14,0 кг
	ВКС-6	Д-54	»	6,0 кг
	ЗИФВКС-6	АЯЗ-204	»	10,9 кг
	КС-9	КДМ-46	»	10,5 кг
	ДК-9	КДМ-46	»	8,4 кг
	ЗИФ-50	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	12,4 л

1	2	3	4	5
Кран на пневматических шинах грузоподъёмностью: 10 т	К-102	КДМ-46	Дизельное топливо	5,3 кг
12 т	К-124	СМД-7	То же	4,5 кг
Кран на пневматических шинах грузоподъёмностью: 16 т	КС-4361 (К-161)	СМД-14	Дизельное топливо	5,3 кг
25 т	К-252	2Д-6	То же	7,5 кг
25 т	КС-5361	ЯАЗ-М-204- А	»	6,7 кг
40 т	К-401	КДМ-100	»	6,7 кг
60 т	КС-7361 (К-631)	ЯМЗ-236	»	8,7 кг
Кран гусеничный грузоподъ- емностью: 25 т	ДЭК-25-Г МКГ-25	КМД-100 КМД-100	»	5,0 кг 5,0 кг
25 т	Э-1254	2Д-6	»	8,0 кг
25 т	ЭО-7161 (Э-2508)	2Д12-Б	»	15,0 кг
30 т	МКГ-30	КМД-100	»	5,0 кг
40 т	СКГ0-40	64Н12/14	»	6,3 кг
Кран-укосина	На шасси автомобиля ЗИЛ-164	ЗИЛ-164	Автомобильный бензин	3,0 л
Кран-трубоукладчик на тракторе С-80	ТК	КДМ-46	Дизельное топливо	6,0 кг
	ТЛ-3	КДМ-46	То же	6,0 кг
	ТЛ-4	КДМ-46	»	6,0 кг
Корчеватель на тракторе Т-100М	ДП-2 (Д-496А)	Д-108	»	9,8 кг
То же на тракторе Т-100МГП	ДП-3 (Д-513А)	Д-108	»	9,8 кг
» на тракторе Т-100	ДП-20 (К-1А)	КДМ-100	»	9,8 кг
» на тракторе Т-100МГП	ДП-21 (К-2А)	Д-108	»	9,8 кг
Корчеватель-собира- тель на тракторе С-80	Д-210А	КМД-46	»	9,8 кг
То же на тракторе Т-100	Д-210Б	КМД-100	»	9,8 кг
Кусторез на тракторе Т-100	Д-174В	КМД-100	»	10,5 кг
Косилка на тракторе «Бела- русь»	Д-310Б	Д-35	»	8,0 кг
Машина для удаления уплот- ненного снега	Д-447	Трактор «Беларусь»	»	5,4 кг
Мотопомпа	М-1200	Л-6/2	Автомобильный бензин	3,0 л

1	2	3	4	5
Мотовоз	МУЗ-4	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	8,0 л
То же	Т-60	Т-62	Дизельное топливо	1,8 кг
»	МК-2-15	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	67,0* л
Насос центробежный	С-245	Т-62	Дизельное топливо	7,0 кг
Погрузчик одноковшовый на тракторе С-80	Т-107	КМД-46	То же	12,8 кг
То же на тракторе Т-2100	ТО-1 (Т-157)	КМД-100	»	12,8 кг
Погрузчик многоковшовый	Т-166А	Д-40	»	7,0 кг
	Д-451	Д-40	»	6,5 кг
	Д-452	Д-48Л	»	6,5 кг
	ТМ-1 (Д-565)	Д-50	»	6,0 кг
Погрузчик	СП-1	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	9,0 л
Погрузчик для срезания кустарника на тракторе ДТ-55	М-4	Д-54	Дизельное топливо	8,0 кг
Парообразователь прицепной	ДС-2 (Д-163)	Л-3/2	Автомобильный бензин, дизельное топливо	1,0 л
	ДС-19 (Д-563)	Форсунки		40,0 кг
Распределитель дорожно-строительных материалов	ДС-54 (Д-724)	Д-50	То же	6,5 кг
	ДС-8 (Д-337А)	Д-50	»	10,0 кг
Распределитель цемента	ДС-9 (Д-343Б)	Д-54	»	8,0 кг
Рыхлитель навесной на тракторе Т-130 или тракторе Т-100 МГП	ДП-5С (Д-515С)	Д-108	»	12,8 кг
Рыхлитель на тракторе Т-180С в агрегате с бульдозером ДЗ-35С	ДП-16С (Д-711С)	Д-180	»	23,0 кг
Рыхлитель на тракторе Т-1800С	ДП-22С	Д-180	»	23,0 кг
Рыхлитель навесной на тракторе ДЭТ-250	ДП-9С (Д-652А)	В-30	»	39,0 кг
Скрепер самоходный ёмкостью:			»	
4,5 м ³	Д-468	АЯЗ-204		12,0 кг
9,0 м ³	ДЗ-11 (Д-357М)	ЯМЗ-236	»	18,0 кг
10,0 м ³	ДЗ-32 (Д-567)	ЯМЗ-238	»	22,0 кг

1	2	3	4	5
15,0 м ³	ДЗ-13 (Д-392)	ЯМЗ-240	Автомобильный бензин, дизельное топливо	32,5 кг
Снегопогрузчик на специальном шасси	Д-460	Д-40	То же	6,0 кг
То же на шасси ЗИЛ-150	Т-105	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	8,5 л
Снегоочиститель на тракторе С-80	ДЭ-201 (Д-180Б)	КДМ-46	Дизельное топливо	8,5 кг
Снегоочиститель плужный с пескоразбрасывателем на шасси автомобиля ЗИЛ-150	Д-307	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	50,0 л
Снегоочиститель шнекороторный	Д-450	ЯМЗ-236	Дизельное топливо	21,4 кг
Снегоочиститель	Д-450	АЯЗ-206	То же	23,0 кг
Снегоочиститель	ДЭ-207 (Д-601)	2Д-6	»	19,5 кг
Снегоочиститель	РС-363	ГАЗ-51	Автомобильный бензин	4,5 л
Снегопогрузчик	С-4М	ГАЗ-51	То же	7,0 л
То же	Д-460	Д-40М	Дизельное топливо	4,8 кг
Смеситель прицепной (для приготовления черных гравийно-щебеночных смесей)	ДС-11 (Д-370)	КМД-100	То же	7,5 кг
Трактор, работающий с прицепным грейдером ДЗ-6 (Д-241А)	Т-74	Форсунка СМД-14	Керосин, дизельное топливо	7,0 кг 7,8 кг
То же с прицепным грейдером ДЗ-1 (Д-20Б)	Т-100	КМД-100	То же	11,3 кг
» с рыхлителем ДП-22С (Д-162)	Т-100	КМД-100	»	12,8 кг
» со скрепером ДЗ-30 (Д-541) и ДЗ-33 (Д-569) емкостью ковша 3 м ³	Т-74	СМД-14	»	10,0 кг
» со скрепером Д-222А емкостью ковша 6,5 м ³	Т-100	КМД-100	»	10,5 кг
» со скрепером ДЗ-12 (Д-374) емкостью ковша 8 м ³	Т-100	КДМ-100	»	10,7 кг
» со скрепером ДЗ-20А (Д-498А) емкостью ковша 8 м ³	Т-100	Д-108М	»	11,5 кг
» со скрепером ДЗ-5 (Д-213А) емкостью ковша 10,0 м ³	Т-140	6КДМ-50Т	»	11,6 кг
» со скрепером ДЗ-26 (Д-523) емкостью ковша 10,0 м ³	Т-140	6КДМ-50	»	14,0 кг

» со скрепером ДЗ-23 (Д-511) емкостью ковша 15,0 м ³	ДЭТ-250	В-30	Керосин, дизельное топливо	34,0 кг
Трактор-погрузчик	Д-422	Д-55	То же	4,0 кг
Трактор трелевочный	ТДТ-60	Д-54Т	»	9,2 кг
То же	ТДТ-40	Д-48	»	6,0 кг
Трактор	«Беларусь»	Д-40	»	6,5 кг
То же	ДТ-20	Д-20	»	3,0 кг
»	Д-28	Д-28	»	5,3 кг
»	ДТ-55	Д-54	»	5,0 кг
»	ДТ-75	Д-75	»	6,5 кг
»	Т-74	СМД-14	»	7,8 кг
Трактор	Т-100	КМД-100	Керосин, дизельное топливо	8,2 кг
То же	ДЭТ-250	В-748-1	То же	21,0 кг
Тягач колесный, одноосный	МАЗ-529В МАЗ-533	АЯЗ-206 АЯЗ-204	Дизельное топливо	11,9 кг 10,9 кг
Универсальный агрегат на тракторе С-80	Т-106	КМД-46	То же	8,0 кг
Фреза дорожная	ДС-18 (Д-530)	Д-108М	»	8,7 кг
Экскаватор одноковшовый емкостью ковша: 0,15 м ³	Д-153	Д-36	»	6,4 кг
0,15 м ³	ЭО-1621 (Э-153А) Э-155, 156,157 Э-156	Д-48 Д-20 Д-16	» » »	6,5 кг 3,0 кг 1,9 кг
0,25 м ³	Э-255 Э-257 Э-258	Д-54 Д-35 Д-35	» » »	6,3 кг 6,4 кг 6,4 кг
Экскаватор одноковшовый на шасси автомобиля ЗИЛ-151 емкостью ковша 0,25 м ³	ДК-0,25	ЗИЛ-121	Автомобильный бензин	8,0 л
То же на пневматическом ходу емкостью ковша 0,30 м ³	ЭО-3311Б (Э-302) ЭО-3311 (Э-302А) ЭО-3111А (Э-303) ЭО-3211Б (Э-304)	Д-35 Д-48 Д-35 Д-35	Дизельное топливо То же » »	6,5 кг 6,5 кг 4,3 кг 4,3 кг
» на гусеничном ходу емкостью ковша: 0,35 м ³	ЭО-3212Б (Э-352) ЭО-3212Б (Э-352) ЭО-4111А (Э-652)	Д-35 Д-38 КДМ-46	» » »	4,3 кг 4,3 кг 8,1 кг

1	2	3	4	5
0,65 м ³	КМ-601	ЭС-110	Дизельное топливо	8,0 кг
» на пневматическом ходу емкостью ковша 0,65 м ³	Э-656	КДМ-100	То же	8,1 кг
» на гусеничном ходу емкостью ковша: 0,8 м ³	Э-801	КДМ-100	»	8,1 кг
1,0 м ³	Э-1004	2Д-6	»	12,0 кг
1,0 м ³	Э-1011	КДМ-100	»	9,0 кг
1,25 м ³	ЭО-6111Б (Э-1252)	2Д-6	»	12,5 кг
2,0 м ³	Э-2002	2Д-12	»	18,5 кг
2,0 м ³	Э-2005	2Д-12	»	26,5 кг
Экскаватор роторный емкостью ковша: 40 л	ЭР-5/Р-5А	1/Д-6	Дизельное топливо	11,5 кг
50 л	ЭР-7А ЭР-4	КДМ-100 КДМ-100	То же »	8,0 кг 8,0 кг
Экскаватор-кран грузоподъем- ностью 15 т	Э-1004	2Д-6	»	8,0 кг
Электросварочный агрегат	АСБ-300	ГАЗ-321	Автомобильный бензин	3,6 л
То же	АСД-3-1	АЯЗ-204	Дизельное топливо	6,0 кг
»	АСД-300	44-8,5/11	То же	2,3 кг
»	ПС-400	ЗИЛ-120	Автомобильный бензин	8,0 л
Электростанция мощностью: 3 кВА	ЖЭС-3	Л-6/3	То же	1,0 л
4 кВА	ЖЭС-4	Л-6/3	»	1,4 л
4,5 кВА	ЖЭС-4,5	Л-6/3	»	2,0 л
9 кВА	ЖЭС-9	Л-12/4	»	2,0 л
30 кВА	ЖЭС-30Д	Д-54	Дизельное топливо	6,0 кг
30 кВА	ДЭС-30	Д-40	То же	6,5 кг
35 кВА	ДСС-4	Д-54	»	6,0 кг
40 кВА	ДЭС-40	Д-40	»	6,0 кг
50 кВА	ДЭС-50	КДМ-100	»	10,5 кг
60 кВА	ДСС-3	КДМ-46	»	11,8 кг
60 кВА	ПЭС-60	1Д-6	»	8,6 кг
65 кВА	ЖЭС-65	1Д-6	»	8,6 кг
100 кВА	ПЭС-100	1Д-6	»	14,0 кг
100 кВА	ДЭС-100	1Д-6	»	14,0 кг
130 кВА	ВЭС-1	В-2-300	»	19,5 кг
190 кВА	ВЭС-20	В-2-300	»	27,0 кг
200 кВА	КЭС-3	2Д-12	»	23,1 кг

Примечания:

* – на 100 км пробега.

1 Расход жидкого топлива на пробег к месту работы и обратно для машин, смонтированных на автомобильном шасси, устанавливается по нормам для базовых грузовых автомобилей.

2 Расход жидкого топлива для новых или прошедших капитальный ремонт машин может быть увеличен до 5 % на первые 100 ч работы машины.

3 Расход бензина для пуска дизельных двигателей установлен до 3 % летом и до 4 % зимой в зависимости от расхода дизельного топлива.

4 Для поливомоечных машин указан расход топлива на 100 км пробега: первая цифра – при поливе, вторая – при мойке проезжей части, третья – при мойке лотков.

5 Норма расхода жидкого топлива для оборудования, установленного на автомобиле, учитывает только работу указанного оборудования, а норма расхода топлива на холостые пробеги принимается по нормам расхода на 100 км пробега для автомобилей.

6 Для гидравлической системы дорожных машин применяется веретенное масло при температуре воздуха от 0 до 15 °С. При температуре воздуха от минус 30 до 0 °С заменяется трансформаторным маслом и индустриальным «40».

7 Расход масла для двигателей, а также трансмиссионных консистентных смазок устанавливается на каждые 100 л расхода жидкого топлива (по норме) в следующих размерах: масло для карбюраторных двигателей – 3,5 л; дизельных – 5,0 л; трансмиссионное масло – 1,0 л; консистентная смазка – 1,5 л. Расход масла для дизельных двигателей типов Д-6 и Д-12 принимается согласно инструкции по эксплуатации двигателя завода-изготовителя.

РОСЖЕЛДОР
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(РГУПС)

В. М. Гарин, Т. А. Шатихина

РАСЧЁТ ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону
2006