

МОСКОВСКИЙ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)



О.А.СТАВРОВ

# ГИДРОСФЕРА И ЛИТОСФЕРА

Методические указания  
к расчетно-практическим работам  
по курсу  
"ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ"

МОСКВА 2006

МОСКОВСКИЙ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра инженерной экологии

Утверждаю

Зав. кафедрой профессор

*Трофименко* Ю.В. Трофименко

"05" *август* 2005 г.

О.А.СТАВРОВ

## ГИДРОСФЕРА И ЛИТОСФЕРА

Методические указания  
к расчетно-практическим работам  
по курсу  
"ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ"

Главнейшей задачей природоохранной деятельности является определение антропогенного воздействия на окружающую среду.

Для существующей практики охраны окружающей природной среды широко используются расчетные методы определения воздействия на окружающую среду с целью его нормирования и контроля.

Целью данного комплекса расчетно-практических работ является практическое освоение студентами расчетных методов определения воздействия на гидросферу, объемов образования бытовых и производственных отходов и в результате получение необходимых исходных данных для разработки различных природоохранных мероприятий.

Повысить индивидуальную активность студентов в изучении рассматриваемых вопросов и освоении практических навыков решения конкретных экологических задач позволяет использование индивидуальных заданий для каждого учащегося с последующим контролем преподавателем полученных результатов.

Указания предназначены прежде всего для студентов специальности "Инженерная защита окружающей среды" (курс «Промышленная экология»). Отдельные задачи могут использоваться и студентами других специальностей автомобильно-дорожного профиля в процессе изучения общего курса «Экология».

## 1. ЗАДАЧИ

Задача 1. Планируется сбрасывать в водоток сточные воды промышленного предприятия с максимальным расходом  $q$   $m^3/c$ . Ниже по течению от места выпуска сточных вод на расстоянии  $X$  км находится поселок, использующий воду водотока для купания и отдыха. Водоток, по данным Госкомгидромета, характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-ной обеспеченности  $Q$ ,  $m^3/c$ ;
- средняя глубина  $H_{ср}$ , м;
- средняя скорость течения  $V_{ср}$ ,  $m/c$ ;
- коэффициент Шези на этом участке  $C$ ;
- извилистость русла слабо выражена.

Определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе. При расчете принимать  $g$  (ускорение свободного падения) равным 10; округление при расчете  $D$  и  $\alpha$  до 0,0001,  $\beta$  и  $\gamma$  до 0,001.

Численные значения параметров и условия выпуска для разных вариантов даны в табл. 1 (разд. 2 «Исходные данные»).

Задача 2. Найти разбавление сточных вод для глубинного средоточенного выпуска в проточный водоем, если скорость течения в водоеме  $V_n$ ,  $m/c$ ; средняя глубина в месте установленного выпуска сточных вод  $H$ , м; расчетный расход сточных вод  $Q_0$ ,  $m^3/c$ ; диаметр выпускного отверстия  $d_0$ , м. Водоем относится к водным объектам рыбохозяйственного водопользования второй категории, т.е. расчетный створ находится в 500 м от места выпуска.

Расчеты производить с точностью до 0,00001.

Численные значения параметров даны в табл. 2 (разд. 2 «Исходные данные»).

Задача 3. В водоток с расходом  $Q$  ( $m^3/c$ ) после очистных сооружений сбрасываются очищенные сточные воды с расходом  $q$  ( $m^3/c$ ). Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения,  $C_{ст}$  ( $mg/l$ ). Концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса  $C_{ф}$  ( $mg/l$ ). Коэффициент смешения для рассматриваемого участка водоема  $\gamma$ .

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к сбросу, и требуемую эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам.

Расчеты производить с точностью до 0,00001.

Численные значения параметров представлены в табл. 3 (разд. 2 «Исходные данные»).

Задача 4. Определить необходимую степень очистки сточных вод по БПКполн для водного объекта, который используется для культурно-бытовых нужд населения, при следующих условиях:

- расход сточных вод  $q$ ,  $m^3/c$ ;
- средняя скорость течения водотока  $V_{ср}$ ,  $m/c$ ;
- средняя глубина водотока  $H_{ср}$ , м;
- расстояние от места выпуска сточных вод до территории населенного пункта  $L$ , км;
- константа скорости потребления кислорода водой водотока  $k_2=0,1$  (для всех вариантов);
- константа скорости потребления кислорода сточной водой  $k_{ст}=0,16$  (для всех вариантов);
- БПКполн воды водотока до места сброса сточных вод  $L_{в}$ ,  $mg/l$ ;
- БПКполн неочищенных сточных вод  $L_{ст}$ ,  $mg/l$ .

Извилистость водотока слабо выражена. Выпуск сточных вод после очистных сооружений производится через береговой выпуск.

При расчете принимать  $g$  (ускорение свободного падения) равным 10; округление при расчетах до 0,00001.

Численные значения параметров даны в табл.4 (разд.2 «Исходные данные»).

Задача 5. Определить необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ. Водный объект, куда сбрасываются сточные воды, является объектом хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования.

Расчеты производить с точностью до 0,0001.

Концентрация вредных веществ в сточных водах  $C_{ст}$  и в природной воде (до места сброса сточных вод)  $C_0$ , а также кратность разбавления  $n$  даны в табл.5 (разд.2 «Исходные данные»).

Задача 6. Обработать результаты химического анализа воды, выраженные в весовой форме.

Обработку выполнить в следующем порядке:

- ❖ Перевести анализ воды из весовой в эквивалентную форму и рассчитать сумму катионов и анионов для двух форм представления данных химического анализа воды (весовой и эквивалентной).
  - ❖ Вычислить погрешность анализа.
  - ❖ Определить минерализацию воды.
  - ❖ Вычислить общую жесткость воды.
  - ❖ Определить значение коэффициента коррозийной способности воды по отношению к металлу (вода – щелочная).
- Расчеты производить с точностью до 0,0001.

Результаты химического анализа природных вод представлены в табл.6 (разд.2 «Исходные данные»).

Задача 7. На предприятии годовой объем полимерных отходов составляет  $N$ , т, из которых вторично используется  $n$ , т. Неиспользуемые отходы подлежат размещению (захоронению) на полигонах общегородского назначения. Имеется два полигона с различными характеристиками обустройства складирования и местоположением.

Первый полигон расположен на расстоянии менее 3 км от города, специально обустроен и обеспечивает защиту атмосферы и водных источников. Экономическая оценка занимаемой земли под первый полигон  $Z_1$ , руб./га.

Второй полигон расположен на расстоянии более 3км от города, представляет собой выделенное местной администрацией временное место складирования отходов (свалку). Экономическая оценка занимаемой земли под второй полигон  $Z_2$ , руб./га.

Для обоих полигонов считаются одинаковыми:

- удельные затраты на захоронение 1т отходов  $k_1=20,0$  руб./т;
- затраты на рекультивацию земли  $Z_2=71000$  руб./га;
- площадь для захоронения 1т отходов  $S=0,18 \cdot 10^4$ , га;
- показатель относительной опасности отходов  $A=2$ .

Расстояние перевозки отходов на второй полигон на  $L$  (км) больше, стоимость перевозки составляет  $d=2,0$  (можно считать вариант с  $d=3,0$ ) руб./т•км.

Выбрать более выгодный вариант захоронения (рассчитать платежи за размещение отходов по вариантам и увеличение стоимости транспортировки по второму варианту и определить общую разницу расходов по вариантам).

Расчеты производить с точностью до 0,1 (10 коп.).

Численные значения исходных данных даны в табл.7 (разд.2 «Исходные данные»).

Задача 8. Город расположен в К-ой климатической зоне. Численность жителей города  $N$ , тыс. чел. Практически все жилые и общественные здания города благоустроены. Требуется определить:

- ❖ примерный размер образующихся пищевых отходов (т/год);
- ❖ количество (т/год) возможного сбора отходов черных металлов, если от общего их количества в отходах можно отсортировать  $x, \%$ ;

❖ необходимое количество ежедневно работающих мусоровозов (результат расчета округлить до целого в большую сторону), необходимую при прессовании в мусоровозе степень уплотнения (уменьшения объема твердых бытовых отходов - ТБО). Для вывоза ТБО в городе используются автомобили грузоподъемностью 5т, имеющие емкость кузова 3,5м<sup>3</sup>, и ежедневно из города вывозится z,% всех бытовых отходов, накапливающихся за сутки (остаточные сжигаются или утилизируются). Автомобили-мусоровозы работают 365 дней в году.

При расчете использовать минимальные значения нормы накопления ТБО и доли отходов в морфологическом составе ТБО.

Расчеты производить с точностью до 0,01.

Численные значения исходных данных приведены в табл.8 (разд.2 «Исходные Данные»).

Задача 9. Предприятие, эксплуатирующее легковые автомобили (имеются посты для проведения ТО и ТР), располагает также собственным сварочным производством. В административном корпусе имеется столовая для сотрудников.

В помещениях предприятия для освещения используются трубчатые люминесцентные лампы типа ЛБ-40, количество которых N<sub>1</sub>, шт., а среднее время их использования в сутки t<sub>1</sub>, ч. Помещения освещаются только в рабочие дни.

На открытых территориях (стоянки, проезды и т.д.) используются ртутные лампы для наружного освещения типа ДРЛ, количество которых N<sub>2</sub>, шт., а среднее время их использования в сутки t<sub>2</sub>, ч. Наружное освещение включается ежедневно.

Годовой расход бензина всеми автомобилями предприятия Q, т. Расход сварочных электродов составляет W, кг/год. Ежедневно питаются в столовой Z, чел.

Расчитать нормативы образования отходов:

❖ первого класса опасности (люминесцентные лампы ЛБ-40 и ртутные лампы ДРЛ);

❖ второго класса опасности (отработавшие моторные и трансмиссионные масла);

❖ четвертого класса опасности (огарки сварочных электродов);

❖ бытовые отходы (пищевые отходы столовой).

Расчеты производить с точностью до 0,01.

Значения исходных данных по вариантам даны в табл.9 (разд.2 «Исходные данные»).

Задача 10. Определить количество твердых отходов при производстве стационарных поршневых двигателей массой брутто P<sub>бр</sub>, кг, и годовом выпуске m, ед. При этом доли отдельных видов деталей составляют в процентах от общего веса двигателя:

➤ чугунные детали, представляющие литве средних размеров, X%;

➤ стальные детали, представляющие мелкое литве, - Y%;

➤ пластмассовые и резиновые детали - 0,8%;

➤ холодная штамповка мелких стальных деталей - 1,2%;

➤ алюминиевое точное литве - Z%;

➤ бронзовые и медные детали из сортового материала - 1%;

➤ стальные детали из сортового материала - 2%;

➤ деревянная тара - 8,5%;

➤ комплектующие изделия - остальное.

Значение коэффициентов использования материалов принять максимальным из рекомендуемых значений. Расчеты проводить с точностью до 1-го грамма (0,001 кг).

Значения исходных данных по вариантам даны в табл.10 (разд.2 «Исходные Данные»).

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1

№ п/п	$q_1$ , м <sup>3</sup> /с	X, км	$Q_0$ , м <sup>3</sup> /с	$H_{ср.1}$ , м	$V_{ср.1}$ , м/с	C	Условия вы-пуска
1	1,7	3,0	37	1,3	1,2	29	Береговой
2	1,3	1,7	29	1,2	1,3	30	Береговой
3	1,4	2,0	30	1,3	1,4	31	Береговой
4	1,5	2,4	33	1,2	1,5	32	Береговой
5	1,6	2,5	34	1,2	1,3	34	Береговой
6	1,7	2,7	35	1,3	1,4	35	Береговой
7	1,8	2,9	35	1,3	1,5	37	Береговой
8	1,9	3,1	37	1,4	1,3	38	Береговой
9	2,0	2,8	39	1,4	1,4	40	Береговой
10	2,1	2,6	40	1,4	1,5	42	Береговой
11	2,2	1,8	43	1,4	1,3	44	Береговой
12	2,3	1,9	42	1,4	1,4	45	Береговой
13	2,4	2,1	38	1,6	1,5	48	Береговой
14	2,5	2,2	45	1,6	1,3	50	Береговой
15	2,3	3,0	42	1,6	1,4	52	Русловой
16	1,3	1,7	29	1,2	1,3	30	Русловой
17	1,4	2,0	30	1,3	1,4	31	Русловой
18	1,5	2,4	33	1,2	1,5	32	Русловой
19	1,6	2,5	34	1,2	1,3	34	Русловой
20	1,7	2,7	35	1,3	1,4	35	Русловой
21	1,8	2,9	35	1,3	1,5	37	Русловой
22	1,9	3,1	37	1,4	1,3	38	Русловой
23	2,0	2,8	39	1,4	1,4	40	Русловой
24	2,1	2,6	40	1,4	1,5	42	Русловой
25	2,2	1,8	43	1,4	1,3	44	Русловой
26	2,3	1,9	42	1,4	1,4	45	Русловой
27	2,4	2,1	38	1,6	1,5	48	Русловой
28	2,5	2,2	45	1,6	1,3	50	Русловой

Таблица 2

Продолжение табл.2

№ п/п	$V_{н.}$ , м/с	$H_н$ , м	$Q_{0.}$ , м <sup>3</sup> /с	$d_н$ , м	№ п/п	$V_{н.}$ , м/с	$H_н$ , м	$Q_{0.}$ , м <sup>3</sup> /с	$d_н$ , м
1	0,021	30	0,33	0,4	15	0,025	37	0,8	0,62
2	0,01	28	0,4	0,45	16	0,01	28	0,35	0,42
3	0,012	29	0,35	0,42	17	0,012	29	0,4	0,45
4	0,012	30	0,4	0,45	18	0,012	30	0,35	0,42
5	0,014	25	0,35	0,42	19	0,014	25	0,5	0,5
6	0,014	28	0,5	0,5	20	0,014	28	0,5	0,5
7	0,015	27	0,5	0,5	21	0,015	27	0,45	0,45
8	0,017	30	0,45	0,45	22	0,017	30	0,45	0,45
9	0,018	31	0,45	0,45	23	0,018	31	0,5	0,5
10	0,02	32	0,5	0,5	24	0,02	32	0,8	0,62
11	0,021	33	0,8	0,62	25	0,021	33	0,4	0,45
12	0,022	35	0,4	0,45	26	0,022	35	0,45	0,45
13	0,023	35	0,45	0,45	27	0,023	35	0,5	0,5
14	0,024	36	0,5	0,5	28	0,024	36	0,8	0,62

Таблица 3

№ п/п	$Q_0$ , м <sup>3</sup> /с	$q_1$ , м <sup>3</sup> /с	$C_{ср.}$ , мг/л	$C_{ф.}$ , мг/л	$\gamma$	Категория водопользования вод-ного объекта
1	2	3	4	5	6	7
1	35	0,6	250	3	0,71	Рыбохозяйственная, 2 кат.
2	30	0,5	200	5	0,67	Рыбохозяйственная, 2 кат.
3	31	0,6	230	6	0,68	Рыбохозяйственная, 2 кат.
4	32	0,7	240	7	0,69	Рыбохозяйственная, 2 кат.
5	33	0,8	220	6	0,72	Рыбохозяйственная, 2 кат.

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
6	34	0,7	210	5	0,7	Рыбохозяйственная, 2 кат.
7	37	1,0	190	4	0,66	Хоз.-питьевые нужды
8	38	1,1	175	5	0,67	Хоз.-питьевые нужды
9	40	1,2	170	4	0,67	Хоз.-питьевые нужды
10	36	0,9	190	5	0,66	Хоз.-питьевые нужды
11	41	1,2	180	5	0,69	Хоз.-питьевые нужды
12	43	1,2	190	6	0,7	Хоз.-питьевые нужды
13	44	1,3	175	7	0,69	Хоз.-питьевые нужды
14	42	1,2	185	6	0,66	Кульг.-бытовые нужды
15	43	1,3	160	3	0,7	Кульг.-бытовые нужды
16	44	1,4	165	3	0,71	Кульг.-бытовые нужды
17	45	1,5	180	4	0,72	Кульг.-бытовые нужды
18	45	1,6	175	4	0,68	Кульг.-бытовые нужды
19	47	1,8	130	2	0,69	Кульг.-бытовые нужды
20	48	2,0	150	2	0,71	Кульг.-бытовые нужды
21	15	0,5	200	3	0,67	Рыбохозяйственная, 1 кат.
22	16	0,5	190	3	0,69	Рыбохозяйственная, 1 кат.
23	17	0,6	210	3	0,66	Рыбохозяйственная, 1 кат.
24	18	0,6	200	4	0,7	Рыбохозяйственная, 1 кат.
25	19	0,7	230	4	0,71	Рыбохозяйственная, 1 кат.
26	20	0,7	200	4	0,72	Рыбохозяйственная, 1 кат.
27	21	0,8	190	2	0,68	Рыбохозяйственная, 1 кат.
28	22	0,8	210	2	0,69	Рыбохозяйственная, 1 кат.
29	23	0,8	200	2	0,71	Рыбохозяйственная, 1 кат.

Таблица 4

№ п/п	q, м <sup>3</sup> /с	L, км	Q, м <sup>3</sup> /с	H <sub>ср.</sub> , м	V <sub>ср.</sub> , м/с	C	L <sub>в.</sub> , м/л	L <sub>г.</sub> , м/л
1	1,8	2,9	35	1,3	1,5	37	1,5	480
2	1,9	3,1	37	1,4	1,3	38	1,5	480
3	2,0	2,8	39	1,4	1,4	40	1,5	500
4	2,1	2,6	40	1,4	1,5	42	1,5	500
5	2,2	1,8	43	1,4	1,3	44	1,4	500
6	2,3	1,9	42	1,4	1,4	45	1,4	500
7	2,4	2,1	38	1,6	1,5	48	1,4	380
8	2,5	2,2	45	1,6	1,3	50	1,4	380
9	2,3	3,0	42	1,6	1,4	52	1,4	380
10	2,3	3,0	42	1,6	1,4	52	1,6	350
11	1,3	1,7	29	1,2	1,3	30	1,6	350
12	1,4	2,0	30	1,3	1,4	31	1,6	480
13	1,5	2,4	33	1,2	1,5	32	1,5	480
14	1,6	2,5	34	1,2	1,3	34	1,5	480
15	1,7	2,7	35	1,3	1,4	35	1,5	480
16	2,1	2,6	40	1,4	1,5	42	1,7	450
17	2,2	1,8	43	1,4	1,3	44	1,6	350
18	2,3	1,9	42	1,4	1,4	45	1,6	350
19	2,4	2,1	38	1,6	1,5	48	1,6	350
20	2,5	2,2	45	1,6	1,3	50	1,6	350
21	1,7	3,0	37	1,3	1,2	29	1,8	400
22	1,3	1,7	29	1,2	1,3	30	1,8	400
23	1,4	2,0	30	1,3	1,4	31	1,8	400
24	1,5	2,4	33	1,2	1,5	32	1,8	400
25	1,6	2,5	34	1,2	1,3	34	1,8	400
26	1,7	2,7	35	1,3	1,4	35	1,7	450
27	1,8	2,9	35	1,3	1,5	37	1,7	450
28	1,9	3,1	37	1,4	1,3	38	1,7	450
29	2,0	2,8	39	1,4	1,4	40	1,7	450



Таблица 5

№ п/п	Ni, мг/л		Mo, мг/л		As, мг/л		V, мг/л		W, мг/л		Sb, мг/л		Zn, мг/л		N
	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	C <sub>см</sub>	C <sub>в</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,15	0,003	1,1	0,15	0,6	0,002							2,5	0,87	6
2	1,05	0,001	0,9	0,1	1,0	0,001	1,0	0,002					5,2	0,7	8
3	1,1	0,002	0,95	0,15	1,1	0,002	1,1	0,003					7,3	0,75	6
4	1,15	0,003	1,0	0,2					1,0	0,001	0,5	0,0015	8,4	0,8	20
5	1,2	0,004	1,05	0,25					1,1	0,002	0,6	0,0017	7,5	0,85	16
6	1,25	0,003	1,1	0,3					1,2	0,003	0,7	0,0018	8,6	0,9	61
7	1,3	0,002	1,15	0,25					1,3	0,0015	0,8	0,002	10,7	0,95	61
8	1,35	0,001	1,1	0,2	0,7	0,002	0,9	0,002					11,8	0,97	62
9	1,4	0,001	1,0	0,15	0,6	0,0018	1,0	0,0025					1,9	0,95	6
10	1,45	0,002	0,9	0,12	0,5	0,0015	1,1	0,0028					2	0,93	14
11	1,5	0,003	0,95	0,1	0,4	0,0017	1,2	0,0021					12,1	0,87	15
12	1,45	0,004	1,15	0,12					1,2	0,001	0,3	0,002	12,2	0,85	66
13	1,4	0,005	1,2	0,15					1,1	0,0015	0,4	0,0019	12,3	0,83	67
14	1,35	0,004	1,25	0,17					1,0	0,0017	0,5	0,0017	12,4	0,8	28

14

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	1,3	0,003	1,3	0,2					0,9	0,002	0,6	0,0015	12,5	0,79	27
16	1,25	0,002	1,25	0,21					0,8	0,003	0,7	0,0013	12,6	0,77	16
17	1,2	0,001	1,2	0,23					0,9	0,004	0,8	0,002	12,7	0,75	29
18	1,15	0,0017	1,15	0,25					1,1	0,002	0,9	0,0021	12,8	0,8	30
19	1,12	0,002	1,12	0,2	0,9	0,0017	0,9	0,002					12,9	0,85	71
20	1,1	0,003	1,15	0,17	1,0	0,0018	1,0	0,0018					13	0,9	72
21	1,05	0,001	1,1	0,15	1,1	0,0019	1,1	0,0019					13,1	0,92	23
22	1,1	0,0015	1,05	0,18	1,1	0,002	1,2	0,002					13	0,93	70
23	1,2	0,0016	0,95	0,21	0,9	0,0018	1,2	0,0021					12,9	0,94	65
24	1,3	0,0018	0,9	0,22	0,8	0,0017	1,1	0,002					12,8	0,84	66
25	1,4	0,002	1,3	0,22	0,7	0,0018	1,0	0,002					12,7	0,85	67
26	1,5	0,003	1,2	0,24	0,6	0,0016	1,0	0,0022					12,6	0,85	68
27	1,45	0,004	1,25	0,23	0,8	0,0016	0,9	0,0023					12,5	0,86	69
28	1,4	0,0045	1,35	0,13	0,6	0,0015	0,9	0,0026					2,1	0,87	7

- 15 -

Таблица 6

№ п/п	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
1	32	2	75	35	99	33,4	28	25	63
2	7	1	59	16	77	10	16	10	25
3	29	20	106	25	78	39	77	15	75
4	18	11	87	46	82	17	31	5	100
5	78	9	89	24	83	33	27	10	97
6	12	1	42	33	76	2	19	5	45
7	32	1,5	32	8	81	5	9	5	17
8	42	4	90	37	77	7	36	15	103
9	14	1	100	37,5	79	13	33	4	91
10	55	3	21	5	84	2	15	5	20
11	33	1	98	32	113	13	11	5	88
12	54	2	60	15	83	6	21	10	60
13	15	22	98	23	80	16	27	15	75
14	8	12	88	45	81	7	29	5	100
15	30	8	88	23	92	18	16	10	75
16	41	3	41	31	80	5	14	15	75
17	31	2	33	9	77	10	11	5	20
18	19	3	88	39	80	7	21	15	95
19	77	3	98	35	79	32	27	10	150
20	10	4	78	40	75	12	29	5	90
21	30	3	64	33	77	6	16	15	88
22	55	3	100	8	83,5	3	36	10	75
23	12	23	89	37	83	9	33	5	100
24	9	10	86	37,5	113	2	14	5	87
25	27	9	45	5	74	13	11	10	30
26	44	5	34	32	78	6	15	15	75
27	37	4	98	15	82	20	27	5	83
28	22	4	103	23	83	7	29	10	89
29	75	5	77	45	80	38	16	15	120

Таблица 7

N п/п	N, т	n, т	L, км	З <sub>1</sub> , руб./га	З <sub>2</sub> , руб./га
1	20000	10000	10	220000	200000
2	18000	6000	30	200000	180000
3	16000	7000	7	180000	170000
4	14000	3000	35	240000	160000
5	12000	8000	15	250000	190000
6	10000	2500	40	300000	210000
7	11000	3000	12	280000	130000
8	13000	6500	38	270000	190000
9	15000	10000	5	260000	185000
10	17000	10000	35	190000	155000
11	19000	10500	17	210000	205000
12	20000	14000	10	230000	115000
13	18000	13000	30	290000	125000
14	16000	10500	7	285000	135000
15	14000	7000	35	275000	145000
16	12000	3500	15	265000	195000
17	10000	4000	40	255000	195000
18	11000	4500	12	205000	200000
19	13000	5500	38	215000	120000
20	15000	5500	5	225000	100000
21	17000	6000	35	235000	180000
22	19000	7000	17	245000	140000
23	20000	8500	10	195000	150000
24	18000	12000	30	295000	205000
25	16000	9500	7	300000	115000
26	14000	5500	35	200000	125000
27	12000	4500	15	210000	135000
28	10000	4500	40	220000	145000
29	11000	2500	12	250000	120000

Таблица 8

№ п/п	Численность жителей N, тыс.чел.	Климатическая зона	Возможная доля сбора черных металлов, %	Доля ТБО, подлежащая захоронению, %
1	134	Северная	85	65
2	245	Северная	78	70
3	178	Северная	90	78
4	232	Северная	87	68
5	169	Северная	67	87
6	261	Северная	82	82
7	223	Северная	75	75
8	154	Северная	94	88
9	278	Средняя	91	98
10	288	Средняя	88	96
11	255	Средняя	95	95
12	302	Средняя	73	92
13	203	Средняя	81	89
14	122	Средняя	89	79
15	144	Средняя	80	77
16	245	Средняя	78	70
17	178	Средняя	90	78
18	232	Средняя	87	68
19	169	Средняя	67	87
20	261	Средняя	82	82
21	223	Средняя	75	75
22	154	Южная	94	88
23	278	Южная	91	98
24	288	Южная	88	96
25	255	Южная	95	95
26	302	Южная	73	92
27	203	Южная	81	89
28	122	Южная	89	79
29	144	Южная	80	77

Таблица 9

№ п/п	N <sub>1</sub> , шт.	L <sub>1</sub> , ч/сут.	N <sub>2</sub> , шт.	L <sub>2</sub> , ч/сут.	Q, т/год	K, кг/год	Z, чел.
1	533	7	51	6,0	98	1430	120
2	325	8	34	4,5	88	1345	80
3	446	9	41	5,0	78	880	90
4	478	6	35	5,5	67	790	95
5	269	8	30	6,0	57	1125	85
6	390	7	40	6,5	59	1260	100
7	490	9	32	6,0	104	1370	105
8	522	6	21	4,5	86	1490	110
9	223	7	55	5,0	80	1266	130
10	278	8	33	5,5	75	1400	125
11	411	9	21	6,0	90	1430	120
12	455	6	31	6,5	97	1345	80
13	433	8	24	6,0	96	880	90
14	566	7	26	4,5	94	790	95
15	512	9	36	5,0	98	1125	85
16	521	6	22	5,5	88	1260	100
17	488	7	32	6,0	78	1370	105
18	344	8	33	6,5	67	1490	110
19	444	9	43	6,0	57	1266	130
20	531	6	36	4,5	59	1400	125
21	355	8	28	5,0	104	1266	80
22	471	7	31	5,5	86	1400	90
23	198	9	39	6,0	80	1430	95
24	432	6	37	6,5	75	1345	85
25	321	7	41	4,5	90	880	100
26	214	8	43	6,0	97	790	105
27	246	9	33	5,5	96	1125	110
28	472	6	21	5,0	94	1260	130
29	359	8	40	4,5	73	1370	125

Таблица 10

№ п/п	Масса брутто, кг	Годовой выпуск, ед.	X, %	Y, %	Z, %
1	2450	1600	48	15	5
2	2200	1550	50	14	4
3	1870	1450	52	13	3
4	1980	1400	54	12	2
5	1990	2200	56	11	3
6	1678	2100	58	10	4
7	2350	2000	49	9	5
8	2330	1950	51	8	5
9	2167	1900	53	9	4
10	2188	1800	55	9	3
11	2444	1750	57	8	2
12	2540	1700	56	10	2
13	2490	1650	55	11	3
14	2670	1300	50	12	4
15	2688	1600	50	12	5
16	2433	1550	55	13	4
17	2564	1450	56	14	3
18	2005	1400	57	15	2
19	2012	2200	55	14	3
20	2490	2100	53	13	4
21	1887	2000	51	12	5
22	1280	1950	49	11	5
23	2186	1900	58	10	4
24	2478	1800	56	9	3
25	1990	1750	55	8	2
26	1960	1700	57	9	2
27	1975	1650	49	8	3
28	2000	1300	48	10	4

3. РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ И СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Задача 1. Кратность разбавления в водотоке у расчетного створа определяется по формуле

$$n = \frac{\gamma \cdot \bar{Q} + q}{q}$$

где  $\gamma$  – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды водотока участвует в разбавлении;

$q$  – максимальный расход сточных вод, м³/с;

$\bar{Q}$  – расчетный минимальный расход воды в контрольном створе, м³/с.

Коэффициент смешения рассчитывается по формуле

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q \cdot \beta}{q}}$$

где  $\beta = e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}}$ ;

$e$  – основание натуральных логарифмов (2,7182818);

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения;

$L$  – расстояние по фарватеру от места выпуска до расчетного створа, м.

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}$$

где  $\xi$  – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток (береговой –  $\xi = 1$ ; русловой –

$$\xi = 1,5);$$

$\varphi$  – коэффициент извилистости водотока;

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии.

$$D = \frac{g \cdot H_{cp} \cdot V_{cp}}{M \cdot C}$$

где  $g$  – ускорение свободного падения ( $g=9,81$ ),  $m/s^2$ ;

$M$  – коэффициент, зависящий от коэффициента Шези (при  $10 < C < 60$   $M=0,7 \cdot C + 6$ ).

Правильность решения проверяется по значениям параметров и коэффициентов:  $M, D, \alpha, \beta, \gamma, n$ .

Задача 2. Для водоема наименьшее разбавление на расстоянии  $L$  (м) от места выпуска равно:

$$n = A \cdot \left( \frac{0,2 \cdot L}{d_0} \right)^{P \cdot S}$$

где  $A$  – параметр, определяющий изменение разбавления при применении различных конструкций выпуска (при средоточенном выпуске равен 1,0);

$S$  – параметр, зависящий от относительной глубины водоема:

$P$  – параметр, зависящий от скорости проточности водоема и нагрузки на него сточных вод;

$d_0$  – диаметр выпускного отверстия, м.

Параметр  $S$  рассчитывается по формуле

$$S = 0,875 + \frac{0,325 \cdot H}{\left( \frac{V_n}{V_o} \right) \cdot 10^5}$$

где  $H$  – глубина водоема в месте выпуска, м;

$V_n$  – скорость течения в водоеме,  $m/s$ ;

$V_o$  – скорость истечения сточных вод из выпуска,  $m/s$ .

Параметр  $P$  рассчитывается по формуле

$$P = \frac{V_n}{0,000015 \cdot V_o + V_n}$$

Скорость истечения сточных вод из выпуска ( $m/s$ )

$$V_o = \frac{4 \cdot Q_o}{\pi \cdot d_o^2}$$

Правильность решения проверяется по значениям параметров и коэффициентов:  $V_o, P, S, n$ .

Задача 3. Необходимая эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам (%):

$$\xi_{взв} = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100,$$

где  $C_{ст}$  – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистку,  $mg/dm^3$ ;

$C_{оч}$  – концентрация взвешенных веществ в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект,  $mg/dm^3$ .

$$C_{оч} = r \cdot \left( \frac{r \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_{\phi}$$

где  $r$  – разрешенное увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе,  $mg/dm^3$ ;

$C_{\phi}$  – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод,  $mg/dm^3$ .

Разрешенное увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе ( $mg/l$ ) в зависимости от категории водопользования:

- > для хозяйственно-питьевых нужд населения 0,25;
- > для коммунально-бытовых нужд населения 0,75;

- для нужд рыбного хозяйства (высшая и первая категории) 0,25;
- для нужд рыбного хозяйства (вторая категория) 0,75.

Правильность решения проверяется по значениям параметров:  $S_{O_2}$  и  $Z_{взв.}$ .

Задача 4. Необходимая эффективность очистки сточных вод по БПК<sub>полн</sub> (%)

$$Z = \frac{L_a - L_{ст}}{L_a} \cdot 100.$$

Величина БПК<sub>полн</sub> сточных вод, допустимых к отводу в водный объект (мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>)

$$L_{ст} = \frac{\gamma \cdot Q}{q \cdot 10^{-k_{ст} \cdot t}} \cdot (L_{ПДК} - L_0 \cdot 10^{-k_0 \cdot t}) + \frac{L_{ПДК}}{10^{-k_{ст} \cdot t}},$$

где  $\gamma$  – коэффициент смешения;

$K_{ст}$ ,  $k_0$  – константы скорости потребления кислорода соответственно сточной водой и водой водного объекта;

$t$  – длительность перемещения воды от места сброса до расчетного створа, сутки;

$L_{ПДК}$  – значение допустимой величины БПК<sub>полн</sub> смеси сточных вод и воды водного объекта в расчетном створе, мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;

$L_0$  – БПК<sub>полн</sub> воды водного объекта до места выгуска сточных вод, мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Для водных объектов, используемых для культурно-бытовых нужд населения, значение допустимой величины БПК<sub>полн</sub> смеси сточных вод и воды водного объекта в расчетном створе составляет 5 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Расчет коэффициента смешения производится по формулам, данным к задаче 1. Правильность решения проверяется по значениям параметров и коэффициентов:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $t$ ,  $L_{ст}$ ,  $Z$ .

Задача 5. При условии присутствия в расчетном створе только одного вредного вещества, входящего в определенное ЛПВ, необходимая эффективность очистки сточных вод:

$$Z = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}},$$

где  $C_{оч}$  – концентрация вредного вещества в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект, мг/дм<sup>3</sup>;

где  $n$  – кратность разбавления;

ПДК – предельно допустимая концентрация для данного вещества, мг/дм<sup>3</sup>.

При условии присутствия в расчетном створе нескольких вредных веществ, входящих в одно ЛПВ, необходимая эффективность очистки сточных вод

$$Z_z = \left[ 1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum \frac{C_i^l}{ПДК_i}}{\sum \frac{C_i^l}{ПДК_i}} \right] \cdot 100,$$

где  $z$  – количество веществ, относящихся к одному и тому же ЛПВ;

$C_{ст}^i$  – концентрация  $i$ -го вещества, относящегося к рассматриваемому ЛПВ, в сточной воде, поступающей на очистку, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_0^i$  – концентрация  $i$ -го вещества в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/дм<sup>3</sup>;

ПДК <sub>$i$</sub>  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества, относящегося к рассматриваемому ЛПВ, мг/дм<sup>3</sup>.

ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования вредных веществ, рассматриваемых в задаче:

- никель (Ni): ПДК - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- молибден (Mo): ПДК - 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- мышьяк (As): ПДК - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- ванадий (V): ПДК - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- вольфрам (W): ПДК - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- сурьма (Sb): ПДК - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - санитарно-токсикологический;
- цинк (Zn): ПДК - 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, ЛПВ - общесанитарный.

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров и промежуточных результатов расчетов: Э, Э<sub>z</sub>, C<sub>оч</sub>, ΣC<sub>см</sub><sup>1</sup>/ПДК, ΣC<sub>в</sub><sup>1</sup>/ПДК.

Задача 6. Для вод со щелочной реакцией коэффициент коррозирующей способности по отношению к металлу

$$K_k = rMg^{2+} - rHCO_3^-$$

где  $rMg^{2+}$ ,  $rHCO_3^-$  – концентрация в воде соответствующих ионов, выраженная в эквивалентной форме, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Перевод состава вод, выраженного в весовой форме, в эквивалентную:

$$\frac{Mg-экв}{дм^3} = \frac{Mg}{дм^3} \cdot \frac{1}{Э}$$

где Э – химический эквивалент иона.

Значения химического эквивалента для рассматриваемых в задаче ионов

Ион	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
Э	23,0	39,1	21,0	12,2	35,5	48,0	61,0	62,1	18,99

Погрешность анализа воды(%)

$$E = \frac{\sum r_k - \sum r_a}{\sum r_k + \sum r_a}$$

где Σr<sub>k</sub>, Σr<sub>a</sub> – сумма концентраций катионов и анионов, соответственно, выраженных в эквивалентной форме, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Минерализация воды

$$M = \sum m,$$

где Σm – сумма всех ионов, определенных химическим анализом и выраженных в весовой форме, мг/дм<sup>3</sup>.

Общая жесткость воды

$$Ж = rCa^{2+} + rMg^{2+},$$

где rCa<sup>2+</sup>, rMg<sup>2+</sup> – концентрация ионов кальция и магния, выраженная в эквивалентной форме, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров, заданных в условии задачи.

Задача 7. Объем неиспользуемых, подлежащих захоронению отходов (т):

$$Q = N - n,$$

где N – годовой объем образования полимерных отходов, т; n – объем вторично используемых отходов, т.

Размер платы предприятия за размещение неиспользуемых отходов на полигоне

$$П = P \cdot Q, \text{ руб.}$$

Полный норматив платы за размещение 1т отходов на полигоне (руб./т)

$$P = p \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot A,$$

где Z<sub>1</sub> – коэффициент учета местоположения полигона (при

расположении полигона на расстоянии более 3 км от границ города  $Z_1=1,0$ , если полигон расположен ближе 3 км от границ города,  $Z_2=3,0$ );

$Z_2$  – коэффициент учета характера обустройства полигона (если полигон специально обустроен и обеспечивает защиту атмосферы и водных источников,  $Z_2=1,0$ , если же полигон представляет собой временное место складирования отходов – свалку,  $Z_2=2,0$ );

$A$  – показатель относительной опасности отходов;

$P$  – норматив платы по затратам за размещение на полигоне 1 т отходов, руб./т.

Норматив платы исходя из затрат за размещение 1 т отходов на полигоне (руб./т)

$$P = k_1 + k_2,$$

где  $k_1$  – удельные затраты на размещение (захоронение) 1 т отходов (руб./т);

$k_2$  – затраты, связанные с использованием земли (руб./т):

$$k_2 = (Z_1 + Z_2) \cdot S.$$

$Z_1$  – экономическая оценка занимаемой земли, руб./га;

$Z_2$  – затраты на рекультивацию земли, руб./га;

$S$  – площадь, используемая для захоронения 1 т отходов, га.

Увеличение транспортных издержек  $Z_m$  (руб.) при захоронении отходов на дальнем полигоне определяется по формуле

$$Z_m = L \cdot d \cdot Q,$$

где  $L$  – увеличение пробега, км;

$d$  – стоимость перевозки 1 т•км, руб./т•км;

$Q$  – объем перевозок, т.

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров ( $P_1, P_2, Z_m$ ) и разницы затрат по полигонам ( $P_1 - P_2 - Z_m$ ).

Задача 8. Размер образующихся в городе пищевых отходов (т/год)

$$TBO_n = N \cdot \gamma \cdot \delta_n \cdot 10^{-2},$$

где  $N$  – численность жителей города, тыс. чел.;

$\gamma$  – норма накопления ТБО на 1 человека в год, кг (для городов с населением более 100 тыс. чел. по благоустроенным жилым и общественным зданиям  $\gamma=260 \dots 280$ );

$\delta_n$  – доля пищевых отходов в составе ТБО, % по массе (для городов, расположенных в северной климатической зоне,  $\delta_n = 28 \dots 36$ , расположенных в средней климатической зоне –  $30 \dots 38$ , южной –  $35 \dots 45$ ).

Количество возможного сбора отходов черных металлов (т/год), если от общего их количества в отходах можно отсортировать  $x, \%$ :

$$TBO_{чм} = N \cdot \gamma \cdot \delta_{чм} \cdot x \cdot 10^{-4},$$

где  $\delta_{чм}$  – доля черных металлов в составе ТБО, % по массе

(для городов, расположенных в северной климатической зоне  $\delta_{чм} = 3,0 \dots 4,5$ , расположенных в средней климатической зоне –  $2,0 \dots 3,5$ , южной –  $1,5 \dots 2,0$ ).

Необходимое количество ежедневно работающих мусоровозов

(шт.)

$$n = \frac{N \cdot \gamma \cdot z}{365 \cdot q} \cdot 10^{-2},$$

где  $z$  – доля ТБО, подлежащая захоронению, %;

$q$  – грузоподъемность мусоровоза, т.

Необходимая при прессовании в мусоровозе степень уплотнения (уменьшения объема ТБО)

$$\varepsilon = \frac{N \cdot w \cdot z}{365 \cdot n \cdot \theta} \cdot 10^{-2},$$

где  $w$  – норма накопления ТБО на 1 человека в год, м<sup>3</sup> (для



городов с населением более 100 тыс. чел. по благоустроенным жилым и общественным зданиям  $w=1,4 \dots 1,5$ ;

$\theta$  – емкость кузова мусоровоза,  $m^3$ .

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров, заданных в условии задачи.

**Задача 9.** Количество отходов люминесцентных ламп  $i$ -го типа

(кг)

$$M_i = \frac{N_i \cdot t_i \cdot T_i \cdot q_i}{c_i},$$

где  $N_i$  – количество установленных ртутных ламп  $i$ -го типа, шт.;

$t_i$  – среднее время работы в сутки одной лампы  $i$ -го типа, ч/сут.;

$T_i$  – число дней работы в течение года ламп  $i$ -го типа (для люминесцентных ламп типа ЛБ-40, применяемых для

внутреннего освещения,  $T_i=305$  дн., для ламп наружного освещения типа ДРЛ  $T_i=365$  дн.);

$q_i$  – вес лампы  $i$ -го типа (для ЛБ-40  $q_i=0,3$  кг, для ДРЛ

$q_i=0,5$  кг);

$c_i$  – нормативный срок службы одной лампы  $i$ -го типа,

для ЛБ-40  $c_i=13500$  ч, для ДРЛ  $c_i=12000$  ч.

Количество собираемого отработанного масла  $i$ -го типа от легкового (использующего только бензин) автотранспорта (кг)

$$W_i = \frac{Q \cdot w_i \cdot \rho_i \cdot z_i}{100 \cdot q},$$

где  $Q$  – количество израсходованного бензина автомобилями предприятия, т;

$w_i$  – норма расхода  $i$ -го типа масла в зависимости от расхода бензина (моторного – 1,8 л/100л, трансмиссионного – 0,2 л/100л);

$\rho_i$  – плотность  $i$ -го типа масла (моторного – 0,9 кг/л, транс-

миссионного – 0,91 кг/л.)

$z_i$  – норма сбора (от расхода)  $i$ -го типа масла (моторного – 0,25, трансмиссионного – 0,3).

$q$  – плотность бензина,  $q = 0,74$  кг/л.

Количество образующихся за год отгарков электродов (кг)

$$O = \frac{G \cdot n}{100},$$

где  $G$  – количество используемых за год электродов, кг;

$n$  – норма отхода в соответствии с техникой безопасности

при сварочных работах (огарки сварочных электродов),

$n = 15\%$  от массы.

Количество бытовых отходов (пищевые отходы столовой), образующихся за год (кг):

$$P = Z \cdot k,$$

где  $Z$  – среднегодовая ежедневная посещаемость столовой,

чел.;

$k$  – норма образования пищевых отходов,  $k = 35$  кг/чел.год.

Правильность решения проверяется по значениям количества собираемых отходов, заданных в условии задачи.

**Задача 10.** Масса отходов (кг)  $i$ -го вида материала, применяемого при изготовлении машины (механизма), на конкретной технологической операции для отдельных деталей или групп деталей из однородного материала определяется по формуле

$$N_i = n_i \cdot \left( \frac{1}{M_{ij}} - 1 \right),$$

где  $n_i$  – масса отдельных деталей или групп деталей из однородного ( $i$ -го вида) материала в изделии (единице продукции), кг;

$M_{ij}$  – средневзвешенный коэффициент использования  $i$ -го

вида материала (сырья) на конкретной (i-той) технологической операции.

Масса отдельных деталей или групп деталей из однородного (i-го вида) материала в изделии (единице продукции), кг:

$$m_i = \frac{W \cdot \delta}{100}$$

где W – масса брутто изделия, кг;

$\delta$  – доля от общего веса изделия отдельных деталей или групп деталей из однородного материала, %.

Вначале определяют массу отходов при механической обработке отдельных деталей или групп деталей из однородного (i-го вида) материала  $N_{i\text{ мех}}$ . При этом значение коэффициента использования материалов при механической обработке заготовок  $M_{i\text{ мех}}$ :

- Для отливок из чугуна 0,85...0,98;
- Для отливок из стали 0,75...0,8;
- Для штамповки из стали 0,8...0,9;
- Для алюминиевого точного литья 0,95...0,99;
- Для сортового материала из цветных металлов 0,65...0,7;
- Для сортового материала из стали 0,6...0,7.

Затем определяют массу заготовки отдельных деталей или групп деталей из однородного (i-го вида) материала (кг):

$$n_{\text{заг}} = n_i + \frac{N_{i\text{ мех}}}{M_{i\text{ мех}}}$$

Используя полученные значения рассчитывают отходы при заготовительных операциях  $N_{\text{заг}}$ . При этом значения коэффициента использования материалов при заготовительных операциях  $M_{\text{заг}}$  для заготовок деталей, получаемых различными методами:

- чугунные заготовки, представляющие литые средних размеров – 0,84...0,87;
- стальные заготовки, представляющие мелкое литье – 0,5...0,59;
- пластмассовые и резиновые заготовки – 0,59...0,67;
- холодная штамповка мелких стальных деталей – 0,77...0,84;
- алюминиевое точное литье – 0,91...0,95;

- бронзовые и медные заготовки из сортового материала – 0,95...0,97;
- стальные заготовки из сортового материала – 0,95...0,97;
- pigматериалы для изготовления тары – 0,65...0,73.

Количество отходов при изготовлении одного изделия (единицы продукции) для отдельных деталей или групп деталей из однородного (i-го вида) материала (кг)

$$N_{\Sigma}^i = (N_{\text{мех}}^i + N_{\text{заг}}^i) \cdot m$$

Суммарно количество всех видов отходов за год работы производства (кг)

$$N_{\Sigma}^i = \sum_k N_{\Sigma}^i \cdot m$$

где m – количество машин (продукции), выпускаемых за год,

ед.

k – количество деталей или групп деталей из однородных видов материала.

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров и промежуточных результатов расчетов:  $N_{\Sigma}^i, N_{\Sigma}^i$

$N_{\text{заг}}^i$

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ЗАДАЧИ.....	4
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	10
3. РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ И СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ.....	21

Редактор **В. В. Солопова**  
Технический редактор **В. В. Солопова**

Подписано в печать 17.02.2006 г.      Формат 69х84/16  
Печать офсетная      Усл. печ. л. 1,9      Уч.-изд. л. 1,7  
Тираж 100 экз.      Заказ 80      Цена 14 руб.

Отпечатано МДЦ(ГТУ) 125319, Москва, Ленинградский просп., 64