

Основы экологии и охраны окружающей среды.

A9-11

20 января 2011 г.

Оглавление

1	Тема 1	4
1.1	Задача 1.1	4
1.2	Формулы	4
1.3	Задача 1.3	4
1.4	Задача 1.6	5
1.5	Задача 1.8	5
1.6	Задача 1.9	5
1.7	Задача 1.14	5
1.8	ДЗ	5
2	Тема 2	6
2.1	Необходимые формулы	6
2.2	Задача 7.3	6
2.3	Задача 2.6	6
2.4	Задача 2.8	7
2.5	Задача 2.9	7
2.6	Задача 2.10	7
2.7	ДЗ	7
3	Тема 3.	8
3.1	Основные формулы и константы раздела	8
3.2	Задача 3.1.	8
3.3	Задача 3.2	8
3.4	Задача 8.2	8
3.5	Задача 8.3	9
3.6	Задача 3.5	9
3.7	Задача 3.6	9
3.8	Задача 3.12	9
3.9	ДЗ	9
4	Тема 4.	10
4.1	Задача 4.1	10
4.2	Задача 4.3	10
4.3	Задача 4.4	10
4.4	Задача 4.5	11
4.5	Задача 4.6	11
4.6	Задача 4.7	11
4.7	ДЗ	11
5	Тема 5	12
5.1	Задача 5.1	12
5.2	Задача 5.2	12
5.3	Задача 5.5	12
5.4	Задача 5.8	13
5.5	Задача 5.9	13
5.6	ДЗ	13

6	Тема 6	14
6.1	Задача 6.2	14
6.2	Задача 6.3	14
6.3	Задача 6.6	14
6.4	6.8	15
6.5	6.9	15
6.6	6.10	15
6.7	ДЗ	15

Преподаватель: Дмитриев Алексей Михайлович. Кафедра “Биофизики, радиационной физики и экологии”, к. Д-202.

Сборник задач по курсу «Основы экологии и охраны окружающей среды», Поляпко В.В., Ксенофонов.

Глава 1

Тема 1

1.1 Задача 1.1

Измеренная экспресс-методом объемная концентрация CO (окись углерода) в выхлопе автомобиля составляет 1.2%. Выразить эту концентрацию в $г/м^3$ при нормальном давлении и температуре 30 градусов цельсия.

Моль CO весит $16+12=28$ грамм. Один моль CO при 0 цельсия занимает 22.4 литра.

$$PV = \nu RT$$

$$C[г/м^3] = 1.2 \times 10^{-2} \times 28[г/моль] \times \frac{273}{303} = 13.5[г/м^3]$$

Ответ: 13.5 $г/м^3$

1.2 Формулы

$$S \left[\frac{\text{единица массы}}{\text{единица времени}} \right] = Q \times C + kCV + \frac{d(CV)}{dt}$$

Есть два упрощения:

1. $S = QC + kCV$

2. $S = QC$

$$c(t) = [C_0 - C_\infty] \exp[-(k + \frac{Q}{V})t] + C_\infty$$

$$C_\infty = \frac{S}{Q + kV}$$

1.3 Задача 1.3

В текущий поток с $Q_F = 25 м^3/с$; $C_S = 20 мг/л$; вливается загрязненный поток с $Q_W = 5 м^3/с$; $C_W = 60 мг/л$. Считай, что они полностью перемешиваются найти суммарную концентрацию C_Σ .

Загрязнитель является консервативным. Поэтому воспользуемся формулой:

$$Q_m S_m = Q_1 C_1 + Q_2 C_2$$

Считаем, что мощности потоков складываются $\rightarrow Q_m = 30$

Значит получим $C_m = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_m} = \frac{800}{30} = 26.7 мг/л$

Ответ: 26.7 $мг/л$

1.4 Задача 1.6

Нужно выкопать искусственный водоем, необходимый для сбора потока воды мощностью $0.1 \text{ м}^3/\text{с}$ и концентрацией неконсервативного загрязнителя 30 мг/л при коэффициенте скорости реакции 0.2 сутки^{-1}

Каким должен быть объем водоема, если на выходе из него концентрация 10 мг/л ?

Воспользуемся формулой $S = QC + kCV$. Предположим, что $Q_m = Q_S$, т.к. водоем не переполняется, а значит сколько в него вливается, столько и выливается.

$$QC + kCV = QC_0; k = \frac{QC - QC_0}{kC} = \frac{30 \times 0.1 - 10 \times 0.1}{0.2 \times 0.1} = 86400$$

Ответ: 86400 м^3

1.5 Задача 1.8

Внутри бара объемом 500 м^3 находится 50 курильщиков, каждый из которых выкуривает 2 сигареты в час. Одна сигарета выпускает 0.7 мг формальдегида (CH_2O). Формальдегид превращается в двуокись углерода, притом $k = 0.2 \text{ час}^{-1}$. Потoki свежего воздуха, поступающего в помещение и отводимого задымленного воздуха имеют одинаковую мощность $1000 \text{ м}^3/\text{час}$. Оценить стационарную концентрацию формальдегида в воздухе.

$$S = Q_m C_m + k C_m V; C_m = \frac{S}{Q_m + kV}$$

$$S = 50 * 2 * 0.7$$

$$C_m = \frac{50 * 2 * 0.7}{1000 + 0.4 * 500} = \frac{70}{1200} = 0.0585$$

Ответ: 0.0585 мг/м^3

1.6 Задача 1.9

Потоки свежего воздуха из задачи 1.8 имеют мощность 1000 кубометров в час. Предположим, что в 17 часов воздух чистый. Чему будет равна концентрация формальдегида через час?

$$c(t) = -0.0585 * \exp\left[-\left(0.2 + \frac{1000}{500}\right)t\right] + 0.0585$$

Ответ: 0.0532

1.7 Задача 1.14

Лишенная слуха и зрения летучая мышь мечется в воздухе со скоростью $V=1 \text{ м/с}$ с открытым ртом, площадь которых равна 10 мм^2 . Плотность комаров равна $10/\text{м}^3$.

Найти время за которое мышь поймает хотя бы одного комара. $S \cdot V \cdot t = N$ забираемая

$Q_n = N/t$; Ответ: 10000 секунд

1.8 ДЗ

ДЗ 1.2, 1.4, 1.5, 1.11

Глава 2

Тема 2

2.1 Необходимые формулы

$$\Delta U = mc\Delta T, c = 4.18 \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{с})$$

$$\text{Вт} = \text{Дж}/\text{с}$$

Начнем с задачи 7.3 (она ближе по духу ко второму разделу, чем к 7-ому)

2.2 Задача 7.3

1 метр осадков в год

Количество энергии для 1 кг воды при 17 цельсия – 2460кДж/кг

От солнца – 167 Вт/м²

Площадь - 510 * 10⁶ км².

$$S_{\text{шара}} = 4\pi R^2$$

$$\Delta E = m * H; \Delta E_{\text{уд}} = m * H/S = \rho * V * H/S = \rho * l * H * S/S = \rho * l * H$$

$$W_{\text{уд}} = E_{\text{уд}}/t = \frac{\rho l H}{t} = \frac{1000 \text{кг}/\text{м}^3 * 1 \text{метр} * 2360 * 10^3 \text{Дж}/\text{кг}}{365 * 24 * 60 * 60} = 74.8 \text{Вт}/\text{м}^2$$

$$W_{\text{уд}}/W_{\text{сол}} = 75/167 \simeq 0.47$$

2.3 Задача 2.6

Температура 17 градусов $S = 100 \text{м}^2$ $l = 2 \text{см}$ каждую неделю 2см воды $1.89 \text{руб}/(\text{кВт} * \text{ч})$ $t = 1 \text{неделя} = 604800 \text{сек}$. $H = 2460 \text{кДж}/\text{кг}$ 3000р .

$$E = mH = \rho V H = \rho S h H = 10^3 * 10^2 * 10^{-2} * 2460 = \frac{4.92 * 10^6}{3600} = 1.36 * 10^3 \text{кВт} * \text{ч}$$

$$C = E * 1.89 \text{руб}/(\text{кВт} * \text{ч}) = 2583 \text{руб}$$

$$C_1 = C/2 = 1292 \text{руб}$$

$$t = 3000(\text{руб})/(1292 \text{руб}/\text{нед}) = 2.32 \text{недели} = 16.3 \text{суток}$$

2.4 Задача 2.8

15 цельсия S= 510 млн км кв

$$W = \sigma S T^4$$

$$\begin{aligned} \text{Sigma} &= 5.67 * 10^{-8} \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4) \\ \lambda_{max} T &= b \quad b = 2.90 * 10^{-3} \end{aligned}$$

$$W_3 = \sigma S_3 (273 + T)^4 = 1.98 * 10^{17}$$

$$\lambda_{max} = b/T = 10069 \text{нм} \simeq 10 \text{мкм}$$

2.5 Задача 2.9

Максимум: 0.48 мкм

$c = 3 * 10^8 \text{м}/\text{с}$; $m = 2 * 10^{30} \text{кг}$; $R = 7 * 10^8 \text{м}$; 1% потерь - ?

$$\lambda_{max} * T = b; T = b/\lambda_{max} = 6041 \text{К}$$

$$W = \sigma S T^4 = 4.647336517484532 * 10^{26}$$

$$E = mc^2$$

$$T = mc^2 * 1\% / (W) = 1.22 * 10^{11} \text{лет}$$

2.6 Задача 2.10

КПД 33.3% Мощность 1000МВт 15% выбросов (2/3) в дымовую трубу 85% греют воду в реке. Мощность потока $100 \text{м}^3/\text{с}$, температура 20 градусов. Какой расход воды, если нельзя нагреть более чем на 10 градусов? Какова будет температура воды в реке после того, как выльется нагретая вода?

2000МВт - общая мощность.

Мощность нагревающая - 1700МВт

$$W = Q * \rho * c * \Delta t$$

;

$Q = W/(\rho * c * \Delta T) = 40.7 \text{м}^3/\text{с}$ – поток воды, необходимый, чтобы нагрелся не более чем на 10 градусов

$$\Delta T = W/(\rho * c * Q) = 4.06 \text{градуса}$$

$$T = T_0 + \Delta T = 24$$

2.7 ДЗ

ДЗ: 2.11, 2.12, 2.16

Глава 3

Тема 3.

3.1 Основные формулы и константы раздела

$$1\text{кал} = 4.19\text{Дж}$$

$$dN/dt = r \cdot N$$

$$N = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$

Экспоненциальное выражение процесса: $N = n_0 e^{r \cdot t}$

3.2 Задача 3.1.

Сколько тонн условного топлива необходимо калорийностью 7000 ккал/кг необходимо ежегодно для обеспечения всего населения земли (6 млрд чел) энергией 10кВт*год/чел

$$E_{\text{общ}} = E_{\text{уд}} \cdot N = 6 \cdot 10^9 \text{чел} \cdot 10 \left[\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{чел}} \right] = 6 \cdot 10^{10} \frac{\text{кДж}}{\text{с}} \cdot 3.15 \cdot 10^7 \text{с} = 18.9 \cdot 10^{17}$$

$$m = \frac{E_{\text{общ}}}{q} = \frac{18.9 \cdot 10^{17}}{7000 \cdot 4.19} = 6.4 \cdot 10^{13} \text{кг}$$

3.3 Задача 3.2

Предположим, валовый национальный продукт (ВНП) страны на душу населения растет со скоростью 3%, а численность населения увеличивается со скоростью 0.5% в год. Предположим также, что благодаря усилиям по энергосбережению энергия, необходимая для создания 1 рубля ВНП, в последние годы уменьшается экспоненциально. Десять лет назад отношение (энергия/ВНП) составляло 1.0МДж/руб, а в настоящее время - 0.8МДж/руб. Какова полная скорость роста потребления энергии?

$$r = \sum_i r_i = r_1 + r_2 + r_3 = 3\% + 0.5\% + (-2.2\%) = 1.3\%$$

$$N = N_0 e^{r \cdot t}$$

$$r = \ln \frac{N}{N_0}$$

$$r_3 = \frac{\ln \frac{0.8}{1}}{10 \text{лет}} = 0.022\%$$

3.4 Задача 8.2

$$r_0 = r_1 + r_2 + r_3 = 4\%$$

Чтобы найти время удвоения нужно:

$$t = \frac{\log(2)}{0.04} = \frac{0.693}{0.04[1/\text{год}]} = 17.3 \text{лет}$$

3.5 Задача 8.3

См. 8.2, предположим что начальные выбросы...

$$Q = \frac{P_0}{r}(e^{rt} - 1)$$
$$P_0 = \frac{P}{2} = 2.5 \cdot 10^9 \text{Т/год}$$
$$Q = 7 \cdot 10^{11} \text{тонн}$$
$$t = \frac{\ln \frac{Qr}{P_0} + 1}{r} = 62.5 \text{года}$$

3.6 Задача 3.5

$$t_m = \Sigma \sqrt{2 \ln \frac{P_m}{P_0}} = \frac{Q_\infty}{\sqrt{2\pi} 4P_0} \sqrt{2 \ln 4} = \frac{2 \cdot 27.510^9 T \sqrt{\ln 4}}{4\sqrt{\pi} 30610^6} \simeq 30$$
$$Q_\infty = \sqrt{2\pi} \sigma P_m; \sigma = \frac{Q_\infty}{\sqrt{2\pi} 4P_0}; P_m = 4P_0$$

3.7 Задача 3.6

$$Q = \frac{P}{\sigma}(e^{rt} - 1); t = \frac{\ln(\frac{Qr}{P_0} + 1)}{r}$$
$$t_2 = \ln\left(\frac{4 \cdot 10^9 \cdot 0.026}{2c \cdot 10^6} + 1\right) / 0.026 = 150 \text{лет}$$

3.8 Задача 3.12

Масса атмосферы земли Ежегодная продуктивность биосферы тонн в год
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{глюкоза} + 6\text{O}_2$

$t = M_{\text{сатм}} / M_{\text{глюк}}$.

$$M_{\text{сатм}} = M_{\text{атм}} * 47 * 10^{-5} 12/44 = 5.9 * 10^{15} * 47 * 10^{-5} * 12/44 = 75.610^{10} \text{т.}$$

$$M_{\text{сглюк}} = 2.32 * 10^{11} 72/180 = 0.93 * 10^{11}$$

$$t = 75.6 * 10^{10} / (0.93 * 10^{11})$$

3.9 ДЗ

ДЗ: 8.1, 3.3, 3.7, 3.10, 3.11

Подготовится к КР. Можно пользоваться тетрадками и КР. Приносить калькулятор.
Будет 3 задачи на целую пару.

Глава 4

Тема 4.

4.1 Задача 4.1

$$\ln \frac{N}{t} = rt$$

$$r = \frac{1}{t} \ln \frac{N}{N_0} = \frac{1}{169} \ln \frac{6 \cdot 10^9}{10^9} = 0.0106 \text{ год}^{-1}$$

$$t = \ln(2/r) \simeq 65 \text{ лет}$$

4.2 Задача 4.3

$$N = \frac{K}{1 + e^{-\frac{r_0}{1 - N_0/K} \cdot (t - \frac{1 - N_0/K}{r_0} \ln K/N_0 - 1)}}$$

$$K = 15 * 10^9; t^* = \frac{1}{r} \ln K/N_0 - 1$$

$$r = \frac{r_0}{1 - N_0/K}$$

$$N = \frac{K}{1 - e^{-r(t-t^*)}}$$

$$-r(t - t^*) = \ln(K/N - 1); t = 1/r \ln(K/N - 1) + t^* = t^* - 1/r \ln(K/N - 1)$$

$$r = r_0/(1 - N_0/K) = 0.028 \text{ год}^{-1}$$

$$t^* = \frac{1}{r} \ln(K/N_0 - 1) = 14.5 \text{ лет}$$

$$t_1 = 14.5 - 1/(0.028) \ln(15/7.5 - 1) = 14.5$$

$$t_2 = 14.5 - 1/(0.028) \ln(15/14 - 1) = 108.7 \text{ года}$$

4.3 Задача 4.4

$$dN/dt = r * N * (1 - N/K)$$

$$\frac{d^2 N}{dt^2} = r dN/dt - r^2 N / k dN/dt = 0$$

$$r dN/dt (1 - 2N/K) = 0; 1 - 2N/k = 0; N = K/2$$

4.4 Задача 4.5

$$\frac{dN}{dt}_{max} = \frac{r_0}{1 - N_0/K} * \frac{K}{2} \left(1 - \frac{K}{2K} = \frac{r_0 K^2}{4(K - N_0)}\right)$$

4.5 Задача 4.6

$$r_0 = \ln(2)/t = 0.606$$

$$\frac{dN}{dt}_{max} = \frac{r_0}{1 - N_0/K} * \frac{K}{2} \left(1 - \frac{K}{2K} = \frac{r_0 K^2}{4(K - N_0)}\right) = \frac{0.606 * (4000)^2 / (4 * (4000 - 50))}{\simeq} 702$$

Физический смысл в том, что столько каждый год может вылавливать.

4.6 Задача 4.7

В 1997 году при населении 147.6 млн. чел. Россия имела коэффициенты рождаемости 9.3, смертности 14.5 и детской смертности 17.3 соответственно. Какова доля детской смертности в общем количестве смертей? Если коэффициент детской смертности равнялся бы 9, сколько детских смертей можно было бы избежать каждый год?

$$\eta = \frac{N_{D_d}}{N_D} = \frac{9.3 * 10^3 * 17.3}{10^3 * 14.5 * 10^3} = 1.1\%$$

$$N_{D_d} = N \cdot B \cdot D_d$$

$$N_D = N \cdot D$$

$$N'_{D_d} = NB(D_d - D'_d) = 147.6 * 10^6 * 9.3 * 10^{-3} - 9.3 * 10^{-3} = 11393 \text{детей}$$

4.7 ДЗ

ДЗ: 4.2, 4.8, 4.9, 4.10

Глава 5

Тема 5

5.1 Задача 5.1

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow 3T_{1/2} = \frac{2.079}{\lambda}; \tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow 2\tau = \frac{2}{\lambda}$$
$$3T_{1/2} > 2\tau$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}; N_0 - N = \Delta N; \eta = \frac{\Delta N}{N} = \frac{N_0 - N}{N} = \frac{N_0 - N_0 e^{-\lambda t}}{N_0}$$

$$\eta = 1 - e^{-\lambda t}; \eta_1 = 1 - e^{-1} = 0.632; \eta_2 = 1 - e^{-2} = 0.865$$

5.2 Задача 5.2

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}; N\left(\frac{1}{2}T_{1/2}\right) = 1000 \cdot e^{-0.347} = 707 \text{ ядер}$$

$$N(10T_{1/2}) = 1000 \cdot e^{-6.93} = 0.97$$

$$P = \frac{0.9}{1000} \simeq 10^{-3}$$

5.3 Задача 5.5

$$7.04 \cdot 10^8 = \frac{0.693}{\lambda}; \lambda = 0.098 \cdot 10^{-8} = 0.98 \cdot 10^{-9} [1/\text{год}]$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}; 4.47; 4.47 \cdot 10^9 = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = -0.15 \cdot 10^{-9}$$

$$N_{O_{239}} = N \cdot e^{\lambda t} = 99.28 e^{0.5} = 135$$

$$N_{O_{235}} = N \cdot e^{\lambda t} = 0.75 e^{0.98} = 5.15$$

$$\eta_{235}(0) = \frac{N_{O_{235}}}{N_{O_{238}} + N_{O_{235}}} = 0.037 = 3.7\%$$

5.4 Задача 5.8

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}; T_{1/2}({}^{14}\text{C}) = 5.73 \cdot 10^3 \text{ лет}$$

$$\lambda = \frac{0.693}{5.73} \cdot 10^{-3} [1/\text{год}] = 0.12 \cdot 10^{-3} [1/\text{год}]$$

$$\frac{0.7A_0}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow 0.7 = e^{-\lambda t}; t = -\frac{1}{\lambda} \ln 0.7 = -\frac{10^3}{0.12} \cdot (-0.36) = 2.97 \cdot 10^3 \text{ лет}$$

5.5 Задача 5.9

$$\Delta E = cm\Delta T = 419 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 418 \text{ Дж}$$

$$A = \frac{0.693}{2.41 \cdot 10^4} \cdot N = \frac{0.693 \cdot 6.023 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-2}}{2.41 \cdot 10^4 \cdot 239} = 2.3 \cdot 10^7 \text{ распад/сек}$$

$$E = A \cdot 5.21 \cdot 1.6 \cdot 10^{-13} = 19 \cdot 10^{-6} [\text{Дж/МэВ}]$$

$$t = \frac{\Delta E}{E} = \frac{418}{10 \cdot 10^{-16}} = 22 \cdot 10^6$$

5.6 ДЗ

ДЗ: 5.3, 5.6, 5.7, 5.14

Глава 6

Тема 6

6.1 Задача 6.2

$$W = E/t = E/(24 * 3600) = 0.95 \text{ МВт}$$

$$N_{232} = N_A \cdot \frac{m}{M} = \frac{6.022 \cdot 10^{23}}{235} \cdot 1$$

$$E = N_{232} \cdot E' = 200 * N_{232}$$

6.2 Задача 6.3

$$949093.7746256895/24000 = 3416737 \text{ раз}$$

6.3 Задача 6.6

SO_2

$$W_T = \frac{W_s}{0.333} = 3 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3 \text{ кДж/с} \cdot 3600 \text{ с} = 10800 \text{ кДж}$$

$$139 \text{ г[S]} - 10^6; x - 10800$$

$$x = \frac{130 \text{ гS} \cdot 10800}{10^6} = 1.4 \text{ [г/кВт} \cdot \text{ч]} = m_{sg}$$

$$m_{gr} = 0.14$$

$$m_g = 10800/24 = 450 \text{ г/Дж}$$

$$m_s = 450 * 0.02 = 9 \text{ кВт}$$

$$m_r = 450 * 0.1 * 0.7 = 31.5$$

$$\eta_S = (9 - 1.4)/9 = 0.85$$

$$\eta_r = (31.5 - 0.14)/31.5$$

6.4 6.8

$$S_1 = \frac{1900[\text{ккал}] \cdot 1[\text{г}]}{10[\text{ккал/м...}]} = 190\text{м}^2/\text{Вт}$$
$$S = 190 \cdot 10^6 = 190\text{км}^2$$

6.5 6.9

$$1 \text{ ккал} = 4.19\text{Дж}$$

$$W_{\text{уд}} = 0.2 * 4.18 / (10^{-4} * 60) = 139$$

$$S = \frac{W_p}{W_{\text{уд}}\eta} = 100 / (139 * 0.2) = 3.6\text{м}^2$$

6.6 6.10

$$E = 345 * 365 * 24 * 60 * 60 = 1.09 * 10^{19}\text{Дж}$$

$$M = E/q = 9.4 * 10^{11}$$

$$M_c = 9.4 * 10^{11} * 0.6 = 5.6 * 10^{11} = 5.6 * 10^8$$

6.7 ДЗ

ДЗ к зачету: 6.4, 6.5, 5.17

К зачету нужно: тетрадь со всеми домашками + классные