



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Экологическая безопасность»

7-8 классы

Заключительный этап

2024-2025

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача № 1 (30 баллов). Для определения содержания ионов железа в воде из скважины был использован фотометрический метод. По представленным данным (таблица 1) постройте градуировочный график зависимости оптической плотности растворов известных концентраций ионов железа от этих концентраций. Найдите по градуировочному графику содержание ионов железа в воде скважины, если оптическая плотность исследуемой воды составила 0,4 отн. ед. Пригодна ли такая вода для использования в качестве питьевой без очистки, если ПДК ионов железа для воды нецентрализованного водоснабжения (согласно СанПин 1.2.3685-21) составляет 0,3 мг/л.

Таблица 1 – Данные результатов определения оптической плотности растворов ионов железа

Концентрация ионов железа, мг/л	0	0,4	1	1,4	2	4
Оптическая плотность, отн. ед.	0	0,07	0,18	0,25	0,36	0,7

Решение.

1. нужно построить градуировочный график (ось x – концентрации ионов железа, ось y – оптическая плотность).
2. По графику. зная, что оптическая плотность исследуемой воды 0,4, находим концентрацию – ориентировочно 2,3 мг/л.
3. Сравниваем полученную концентрацию с ПДК = 0,3 мг/л
 $2,3 > 0,3$, следовательно, вода не пригодна для питья без очистки.

Оптическая плотность, от.ед.



Ответ. Содержание ионов железа в воде скважины ориентировочно 2,3 мг/л, вода не пригодна для питья без очистки.

График построен верно, ответ верный и представлено решение – 30 баллов

График построен верно, значение концентрации найдено верно, но неверно сделано сравнение с ПДК – 20 баллов

График построен верно, но значение концентрации найдено неверно – 10 баллов

Задача № 2 (20 баллов).

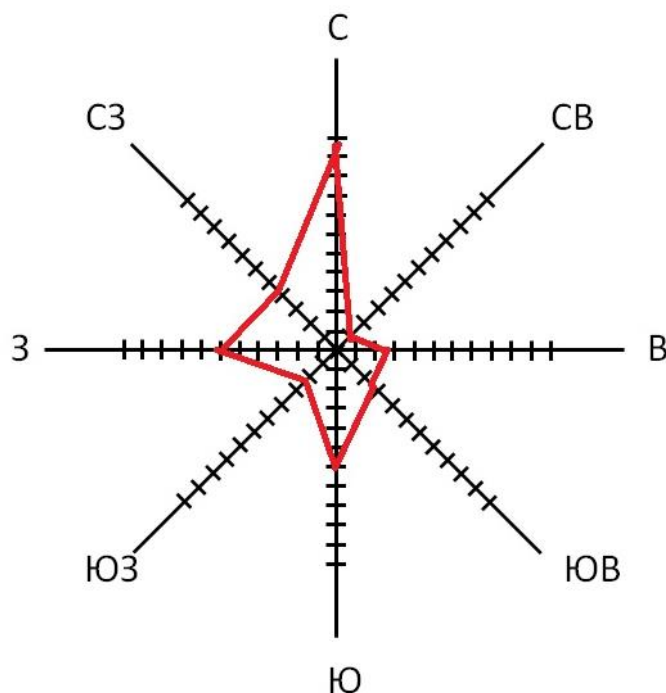
В течение года повторяемость ветров по румбам в данной местности была следующей: С – 105 дней; СВ – 10 дней; В – 23 дня; ЮВ – 25 дней; Ю – 60 дней; ЮЗ – 23 дня; З – 63 дня; СЗ – 43 дня; безветренная погода отмечалась 13 дней.

Постройте розу ветров и укажите место на карте, где должны быть размещены промышленные предприятия, осуществляющие выбросы загрязняющих веществ, чтобы минимизировать загрязнение воздуха в зоне жилой постройки.



Решение.

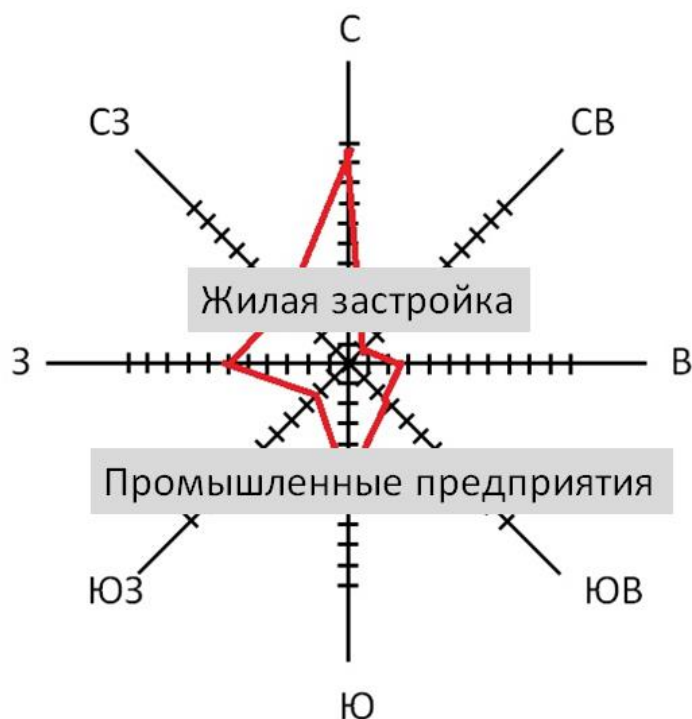
1. нужно построить розу ветров



Преобладающим ветром по повторяемости является северный ветер, дует с севера на юг

Предприятия с учетом преобладающего направления ветров располагают с подветренной стороны (сторона, куда дует ветер) по отношению к жилой застройке.

Ответ.



Роза ветров построена верно, предприятия размещены правильно – 20 баллов

Роза ветров построена верно, но предприятия размещены неправильно – 10 баллов

Роза ветров не построена, но предприятия размещены правильно – 10 баллов

Задача № 3 (20 баллов). Схема очистки дымовых газов предприятия от пыли состоит из двух последовательно установленных аппаратов: циклона и рукавного фильтра. Коэффициент полезного действия рукавного фильтра равен 94,5 %. Суммарная степень очистки равна 99,4 %.

Найдите КПД работы циклона, если суммарная степень очистки рассчитывается по формуле:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2),$$

где η_i – степень очистки газов от пыли в i -ом аппарате.

Ответ дайте в процентах (округлите до десятых).

Решение.

$$1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - 0,945) = 0,994$$

$$\eta_1 = 0,891 \text{ или } 89,1 \%$$

Ответ. Ориентировочно $\eta_1 = 89,1 \%$

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 10 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 5 баллов.

Задача № 4 (30 баллов). Определите эффективность работы очистных сооружений (%) предприятия отдельно по каждому из загрязняющих веществ (таблица 2). Ответ округлите до десятых.

Для каких веществ очистка не эффективна, если требуемая эффективность работы очистных сооружений по каждому из веществ составляет не менее 70 %.

Таблица 2 – Содержание загрязняющих веществ в сточных водах предприятия

№	Загрязняющее вещество	Концентрации загрязняющего вещества, мг/л	
		До очистки	После очистки
1	Взвешенные вещества	190	10
2	Сульфаты	36	13
3	Хлориды	24	5
4	Нефтепродукты	15	11
5	Железо общее	0,35	0,05

Ответ округлите до десятых.

Решение.

Эффективность очистки сточных вод от загрязняющих веществ определяют по формуле:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 \%$$

где C_1 и C_2 – концентрации загрязняющих веществ в сточной воде до и после очистки соответственно, мг/л.

№	Загрязняющее вещество	Концентрации загрязняющего вещества, мг/л		Эффективность очистки, %
		До очистки	После очистки	
1	Взвешенные вещества	190	10	$(190-10)*100/190 = 94,7$
2	Сульфаты	36	13	$(36-13)*100/36 = 63,9$
3	Хлориды	24	5	$(24-5)*100/24 = 79,2$
4	Нефтепродукты	15	11	$(15-11)*100/15 = 26,7$
5	Железо общее	0,35	0,05	$(0,35-0,05)*100/0,35 = 85,7$

Очистка не эффективна для сульфатов и нефтепродуктов (63,9 % и 26,7 % < 70 %).

Ответ: Эффективность работы очистных сооружений:

- Взвешенные вещества – 94,7 %,
- Сульфаты – 63,9 %,
- Хлориды – 79,2 %,
- Нефтепродукты – 26,7 %,
- Железо общее – 85,7 %.

Очистка не эффективна для сульфатов и нефтепродуктов.

Ответ верный и представлено решение – 30 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 15 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 5 баллов