

4. Соленость воды в промилле (‰) – это масса (г) растворенных веществ в 1 кг морской воды. Средняя соленость Черного, Белого и Красного морей составляет 18, 28, 41 ‰ соответственно. Температура замерзания морской воды (T_z , °C) связана с соленостью (s , ‰) формулой Гелланд-Ганзена:

$$T_z = -0.003 - 0.0527s - 4 \cdot 10^{-5}s^2 - 4 \cdot 10^{-7}s^3$$

Зависимость солености Черного моря от глубины (h , м) до 300 м может быть выражена следующим образом:

$$s = 25.4 - 5.61\cos(1.76 \cdot 10^{-2}h) + 9.78 \cdot 10^{-2}h$$

1) Определите, из какого моря, вероятнее всего, был взят образец морской воды, имеющий температуру замерзания -2.3 °C. Ответ подтвердите расчетами.

2) Рассчитайте, насколько изменится соленость воды Черного моря при погружении с 36 до 70 м. Объясните, почему наблюдается именно такая тенденция изменения солености с глубиной.

3) Что можно увидеть невооруженным глазом, если пресную воду медленно и аккуратно налить поверх соленой, предотвращая их смешивание? Объясните наблюдаемый эффект.

№ 4

II вариант

1) Можно напрямую решить кубическое уравнение Гелланд-Ганзена и найти значение солености, однако для простоты решим перебором, подставив три значения 18, 28, 41 ‰, тогда получим -0.97 , -1.52 и -2.26 °C соответственно. Таким образом, образец морской воды, вероятнее всего, был взят из **Красного моря**.

2) Подставим в приведенную формулу $s(h)$ два значения: 36 и 70 м, тогда получим 24.4 и 30.4 ‰ соответственно. Это означает, что соленость воды **увеличится на 6.0 ‰**. Тенденция

увеличения солености морской воды с глубиной может быть объяснена **различной плотностью разных слоев морской воды**: чем ближе к поверхности, тем плотность и содержание растворенных веществ воды меньше.

3) Будет заметна видимая граница раздела двух прозрачных жидкостей из-за **различия в плотностях** пресной и соленой воды. Такой эффект наблюдается из-за **различных коэффициентов преломления** двух водных сред.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Определение моря (без расчетов – 0 баллов) | 2 балла |
| 2. Расчет изменения солености (увеличение на 6.0 ‰) – 1 балл | 2 балла |
| Замечание: 1 балл выставляется также и в том случае, если в функцию косинуса подставляется величина в градусах, а не радианах | |
| Объяснение изменения солености с глубиной – 1 балл | |
| 3. Указание на границу раздела – 0.5 балла | 1 балл |
| Объяснение – 0.5 балла | |

ИТОГО: 5 баллов