

Оптико-термические фронты подо льдом оз. Байкал и их связь с обновлением придонных вод

П.П. Шерстянкин¹, Г.П. Коханенко², В.Г. Иванов¹, Л.Н. Куимова^{1*}

¹Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

²Институт оптики атмосферы СО РАН им. В.Е. Зуева
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Поступила в редакцию 20.11.2008 г.

Приводятся данные измерений глубинных профилей прозрачности и температуры воды в оз. Байкал в марте–апреле 2006 г. Рассмотрены оптико-термические проявления вертикального обмена поверхностных и глубинных вод во фронтальных зонах озера в подледный период. Обоснованы механизмы проникновения поверхностных вод в придонные в период обратной температурной стратификации.

Ключевые слова: Байкал, температура, показатель ослабления, фронт, обновление придонных вод.

Введение

Оптические свойства природных вод, в особенности физическая прозрачность или показатель ослабления (ПО) светового излучения ϵ , являются очень чувствительными индикаторами содержания и изменения природной взвеси, физической структуры и динамики вод. Особый интерес вызывает подледный период озера Байкал, когда прямые атмосферные воздействия в виде ветра и волнения на границе «воздух–лед» сходят на нет и основными процессами формирования оптико-физических и динамических структур толщи вод остаются температурно-плотностная конвекция и бароградиентные силы [1]. В подледный период в поверхностных слоях воды устанавливается обратная температурная стратификация и на глубинах до 300 м возникает мезотермический максимум температуры (ММТ). По определению, это глубина, на которой профиль реальной температуры воды T пересекается с профилем температуры максимальной плотности T_{md} .

Обратная температурная стратификация и рост плотности воды с глубиной в верхних слоях должны были бы затруднять вертикальный обмен и вентиляцию придонных вод поверхностными, но наблюдения показывают, что этого не происходит [2–4 и др.]. Открытие фронтов по показателю ослабления направленного света ϵ [4] с конвергентными (даунвеллинг) и дивергентными (апвеллинг) зонами с интенсивным вертикальным обменом в подледный период также подтверждает это.

Были также рассмотрены динамические условия фронто- и вихрегенеза на Байкале [5]. Конкретные

детали фронтального обмена и конвективной структуры вод в подледный период, объясняющие механизм вентиляции придонных вод поверхностными, пока не известны, но подробный анализ оптико-термических структур в подледный период может найти их, что и является целью настоящей работы.

1. Аппаратура и методика

Оптико-термические структуры вод оз. Байкал изучались с помощью CTD-зонда MCTD3.5" фирмы Falmouth Scientific, Inc. [6], и фотометра-прозрачномера ФПТД-8 [7]. Канал температуры T CTD-зонда имел погрешность 0,003 °C и разрешающую способность 0,0001 °C. Канал давления P имел погрешность $\pm 0,015\%$ от полной шкалы 200 бар (соответствует 0,3 м по глубине). Фотометр ФПТД-8 с каналами прозрачности θ , температуры T и давления P позволял измерять прозрачность на 8 длинах волн от 410 до 650 нм на базе $L = 1$ м. Оптическая схема ФПТД-зонда сделана так же, как в логарифмическом фотометре-прозрачномере конструкции М. Ли [8].

Электронная и механические части ФПТД-зонда были разработаны и изготовлены в Институте оптики атмосферы СО РАН и Лимнологическом институте СО РАН. Из оцифрованных значений измерительного F_m и опорного F_{ref} световых пучков вычитается значение светового фона F_{bg} , находится значение прозрачности $\theta = (F_m - F_{bg}) / (F_{ref} - F_{bg})$ и показателя ослабления $\epsilon = -\ln \theta / L$ [7].

Корректный учет отражения измерительного пучка от выходного иллюминатора прибора позволил получать абсолютные значения ϵ с погрешностью менее 0,02 м⁻¹. Измерения ϵ проводились в восьми участках видимого диапазона, но более подробно

* Павел Павлович Шерстянкин (ppsherst@lin.irk.ru); Григорий Павлович Коханенко (kokh@iao.ru); Вячеслав Геннадьевич Иванов; Любовь Николаевна Куимова.