

РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И СЧЁТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ОЗЁР АЛТАЙСКОГО КРАЯ

И.А. Суторихин, В.И. Букатый, К.Ю. Эккердт, М.Е. Литвих

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
Алтайский государственный университет
г. Барнаул

Статья посвящена изучению влияния частиц взвеси в разнотипных озёрах Алтайского края в период 2014-2016 гг. Приведены данные о количественном составе полидисперсных частиц взвеси и их распределения по размерам, а также проведена оценка показателя рассеяния света и определен его спектральный вклад в суммарный показатель ослабления.

Ключевые слова: взвешенное вещество, суммарный показатель ослабления света, чистая вода, жёлтое вещество.

Влияние антропогенных и естественных факторов оказывают существенное воздействие на функционирование водных экосистем. Неотъемлемой частью природного водоёма является взвешенное в толще воды вещество (взвесь), которое в основном определяет его функциональное состояние.

Водная взвесь, состоящая из органических и минеральных частиц, детрита, оказывает важную роль в формировании качества вод и дает объективное представление о экологическом состоянии исследуемых объектов.

В связи с тем, что озёра Алтайского края в гидрооптическом отношении изучены недостаточно, актуальными являются исследования влияния дисперсной структуры водной взвеси на спектральный показатель ослабления света [1].

Целью данной работы является исследование размерного состава и концентрации частиц взвешенного вещества в разнотипных озёрах Алтайского края, а также теоретическая оценка показателя рассеяния света и определение его спектрального вклада в суммарный показатель ослабления.

Исследуемые нами водные объекты (оз. Лапа, оз. Красиловское и оз. Большое Островное) можно отнести к разнотипным озёрам, т.к. они отличаются морфометрическими параметрами, составом вод питающего бассейна, степенью антропогенной нагрузки и т.д. [2].

На наш взгляд, из исследуемых озёр наибольшей степенью антропогенного воздействия отличается озеро Лапа, прежде всего из-за близкого расположения к крупному

промышленному центру.

Для оценки спектрального показателя ослабления света мы использовали спектрофотометрический метод, в основу которого положен принцип измерения отношения двух световых потоков, проходящих через объёмы с исследуемой и эталонной средами. Количество и размеры частиц водной взвеси определялись с помощью счётной камеры Нажотта и светового микроскопа Nikon Eclipse 80i. За исследуемый период (2014 – 2016 гг.) было обработано 27 проб озёрной воды с общим количеством частиц 14632 шт.

Пробы объёмом 1,5 л отбирались батометром с различных глубин с шагом 0,5 м. В ходе исследований в лабораторных условиях проводились измерения спектральной прозрачности (коэффициента пропускания) воды в диапазоне 400–800 нм на спектрофотометре ПЭ-5400УФ с погрешностью, равной 0,5%. Водные пробы, взятые на различных глубинах озёр, помещались в кварцевые кюветы толщиной 10 мм. Необходимо отметить, что измерения прозрачности проводились спустя 1-3 часа после взятия проб. Далее рассчитывалась важная гидрооптическая характеристика – показатель ослабления света ε в воде.

Исходя из поставленной цели, имеет научно – практический интерес исследование распределения частиц по размерам и определение их концентрации. Как видно из рисунков 1-3 при увеличении относительной счётной концентрации частиц происходит монотонное уменьшение их радиуса.

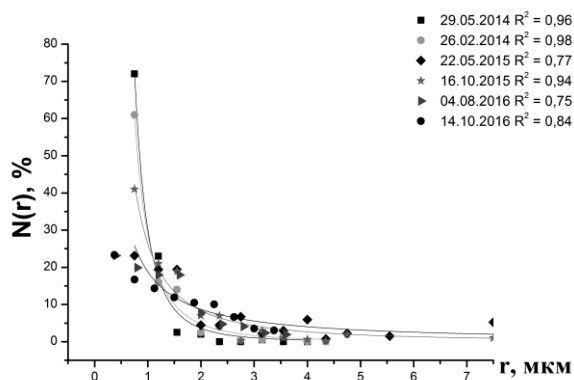


Рисунок 1 – Распределение частиц взвеси по радиусу в оз. Бол. Островное

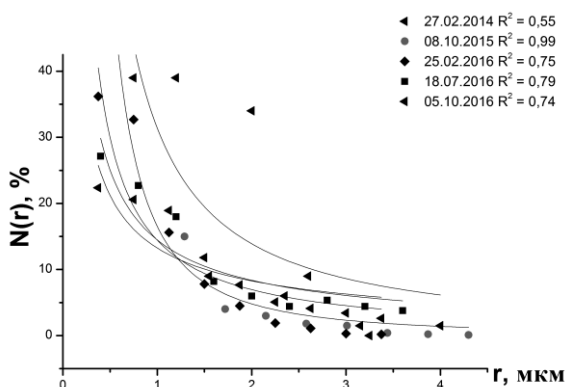


Рисунок 2 – Распределение частиц взвеси по радиусу в оз. Красиловское

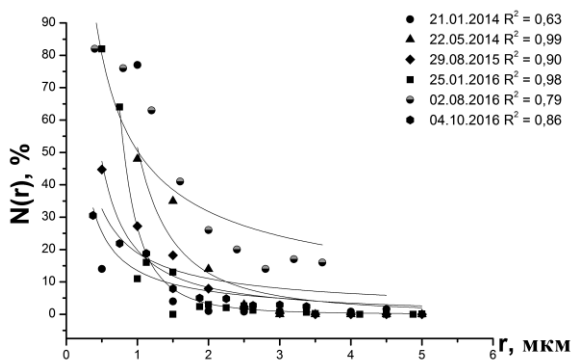


Рисунок 3 – Распределение частиц взвеси по радиусу в оз. Лапа

Распределение частиц по размерам может быть описано функцией типа Юнге

$$N = Ar^{-\gamma}, \quad (1)$$

где: A – нормировочный множитель, N – концентрация частиц, γ – константа, которая по результатам наших измерений варьирует от 1,0 до 2,0. Для сравнения константа γ по данным разных исследователей для океанов и морей варьирует от 0,7 до 6 [3].

На рисунках $N(r)$ – относительное содержание частиц с радиусом r в единице объема, находящихся в интервале $[r, r \pm \Delta r]$.

Актуальность определения размерного состава частиц обусловлена существенной зависимостью спектрального показателя рассеяния $\delta_{вз}$ от безразмерного дифракционного параметра Mi .

Для примера приведем рассчитанные значения $\delta_{вз}$ с использованием спектральной физической модели ослабления света для оз. Большое Островное (рисунок 4).

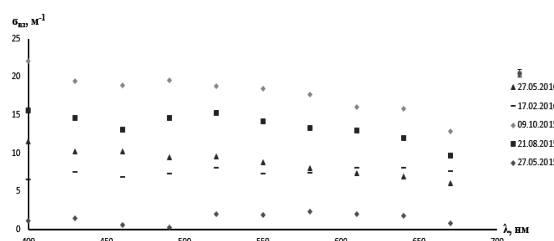


Рисунок 4 – Сезонное изменение показателя рассеяния взвесью от длин волн оз. Бол. Островное

Рассмотрим сезонное изменение показателя рассеяния взвесью от длины волны на примере оз. Бол. Островное. Полагая для упрощения, что исследуемая взвесь состоит из монодисперсных частиц, можно записать [4]:

$$\sigma_{вз} = N\pi r^2 K(\rho), \quad (2)$$

где: N – концентрация измеренных частиц, r – средний радиус, $K(\rho)$ – безразмерный поперечник (фактор эффективности) ослабления света, ρ – дифракционный параметр Mi ,

$$\rho = \frac{2\pi n}{\lambda_0}, \quad n$$

– показатель преломления воды, λ_0 – длина волны света в вакууме.

Сделаем теоретическую оценку зависимости $\delta_{вз}$ от длины волны λ . Частицы в диапазоне измеряемых радиусов 1–10 мкм и в интервале длин волн 400–700 нм являются оптически крупными частицами, т.к. параметр $\rho \gg 1$, следовательно $K(\rho) \cong 2$ для вышеуказанных значений r и λ [4].

Другими словами, величина $\delta_{вз}$ должна быть практически одинаковой во всём изучаемом спектральном диапазоне, что наблюдается в экспериментах на оз. Бол. Островное.

РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И СЧЁТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ОЗЁР АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Однако для других озёр имеет место уменьшение $\delta_{вз}$ с ростом длины волны λ . Это может быть обусловлено наличием в больших количествах оптически малых частиц, где $\rho \ll 1$, т.е. радиусы частиц $r \ll 0,1$ мкм, которые в работе не определялись.

По результатам работы можно сделать следующие выводы. Проведены в различные сезоны с 2014 г. по 2016 г. экспериментальные исследования размеров и концентраций водной взвеси. Определено, что средневзвешенный радиус частиц для оз. Лапа составил 1,0 мкм, для оз. Красиловское – 1,2 мкм и оз. Бол. Островное – 1,3 мкм. Средние значения счётной концентрации за исследуемый период составили: оз. Лапа – $2,7 \times 10^6 \text{ см}^{-3}$, оз. Красиловское и оз. Большое Островное – $3,7 \times 10^6 \text{ см}^{-3}$. Сравнивая полученные результаты с предыдущим периодом исследования, можно говорить о том, что размерный состав и счётная концентрация не претерпели существенных изменений.

Результаты измерений размерного состава удовлетворительно аппроксимируются распределением типа Юнге, при этом показатель степени варьирует от 1 до 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витюк Д.М. Взвешенное вещество и его биогенные компоненты. Киев: Наукова Думка, – 1983. – 212 с Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л., 1983. 150 с.
2. Захаров С.Г. К вопросу о классификации озёр и озёровидных водоёмов // Известия русского географического общества. 2002. Т. 134.– май-июнь. Вып. 3. С. 25–27.
3. Ерлов Н.Г. Оптика моря. Л.: Гидрометеиздат, – 1980. – 248 с.
4. Шифрин К.С. Введение в оптику океана. Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 278 с.

Суторихин Игорь Анатольевич – д.ф.-м.н., проф., г.н.с. лаборатории гидрологии и геинформатики ИВЭП СО РАН, тел.: (3852) 666-502, e-mail: sia@iwer.ru;

Букатый Владимир Иванович – д.ф.-м.н., проф., г.н.с. лаборатории гидрологии и геинформатики ИВЭП СО РАН, e-mail: v.bukaty@mail.ru;

Эккердт Кирилл Юрьевич – студент АлтГУ, e-mail: ekkerdtk@gmail.ru;

Литвих Максим Евгеньевич – аспирант ИВЭП СО РАН, e-mail: litvihmaksim@mail.ru.