

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА В БЕССТОЧНОМ ВОДОЕМЕ

**И. А. Суторихин, В. И. Букатый, А. В. Котовщиков, О. Б. Акулова**

Институт водных и экологических проблем СО РАН

Алтайский государственный университет

г. Барнаул

Решение проблемы антропогенного загрязнения окружающей среды, в том числе водных экосистем, остается актуальной задачей. В этом направлении необходимы новые методические подходы, разработка эффективных методов и измерительных комплексов для реализации целей экологического мониторинга.

Как известно, определение в водоемах концентраций хлорофилла – фотосинтетического пигмента растительной клетки, позволяет получить однозначную информацию об интенсивности фотосинтеза и биомассе фитопланктона [1], характеристиках качества воды [2], наличии химических загрязнений [3].

В последнее время для оперативного измерения концентраций хлорофилла в водоемах получил развитие спектрофотометрический метод, разработаны его научные основы, создается современная приборная база [5].

Необходимо отметить, что в литературе представлены экспериментальные данные по взаимосвязи соотношения между прозрачностью водоемов и содержанием хлорофилла, в основном, для морей и океанов [6, 7]. В качестве примера развития спектрофотометрического метода в подобных исследованиях в нашей стране для континентальных водоемов и водотоков можно сослаться, например, на работы [6, 7]. Однако экспериментальные результаты, полученные различными авторами, зачастую характеризуются разобщенностью и нередко несопоставимостью, что требует проведения дальнейших исследований в этом направлении с учетом комплексной оценки сложных полидисперсных поликомпонентных водных экосистем, в частности, бессточных водоемов.

**Цель работы** – изучение хода спектральной оптической прозрачности воды в бессточном водоеме (на примере оз. Лапа Алтайского края) на различных глубинах, определение хлорофилла „а“ и нахождение эмпирической зависимости между его содержанием и прозрачностью.

В основе разработки оперативного и функционального на практике спектрофотометрического метода определения прозрачности водоемов лежат измерения на спектрофотометре отношений двух световых потоков: потока, прошедшего через контрольный образец (в нашем случае, дистиллированная вода), и потока, падающего на исследуемый образец. Забор проб для исследования образца проводился на оз. Лапа, вода помещалась в пластиковую посуду, а измерения проводились в лабораторных условиях на спектрофотометре СФ-46. Водные пробы, отобранные на различных глубинах озера, затем разливались в кварцевые кюветы и измерялась прозрачность на различных длинах волн в диапазоне 400-1000 нм. Пробы воды для определения хлорофилла „а“ на разных глубинах отбирались 03.10.2011г. Планктон концентрировали путём фильтрации воды из объёма 100 – 700мл. через мембранные фильтры «Владипор» МФАС-ОС-3 с диаметром пор 0,8мкм. Концентрацию хлорофилла в ацетоновых экстрактах оценивали стандартным спектрофотометрическим методом на длине волны 664нм согласно ГОСТ 17.1.4.02-90 и методическим рекомендациям.

Далее рассчитывался показатель ослабления  $\varepsilon$  по формуле :

$$\varepsilon = \frac{1}{L} \ln 1/T,$$

где  $L$  – длина кюветы, равная 12 мм.,  $T$  – прозрачность.

Известно, что в стоячих и слабопроточных водоёмах, к которым принадлежит изучаемый нами объект - оз.Лапа, основную часть взвешенного вещества составляют клетки микроскопических водорослей, обитающих в толще воды – фитопланктон. Содержание органической составляющей во взвеси в период интенсивного развития фитопланктона может достигать 75% [1].

В связи с тем, что ослабление света в толще воды в водоёме обусловлено, в основном, поглощением и рассеянием на взвешенных частицах, нами проводились также измерения их размеров с помощью светового

микроскопа Nikon Eclipse 80 i. Получено, что средние размеры частиц находились в диапазоне 2-15 мкм. Данные расчетов приведены на рисунках 1-3.

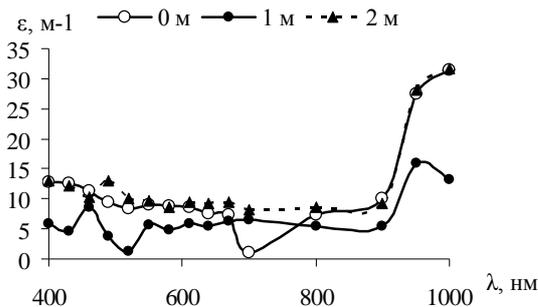


Рисунок 1 – Зависимость показателя ослабления от длины волны на различных глубинах для оз. Лапа 13.09.11.

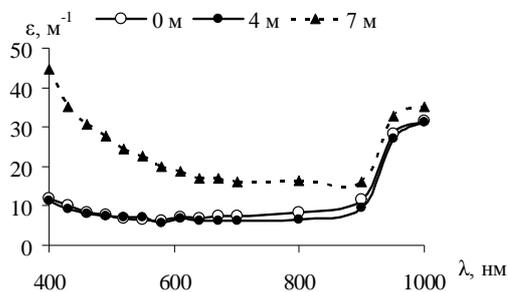


Рисунок 2 – Зависимость показателя ослабления от длины волны на различных глубинах для оз. Лапа 03.10.11. Концентрация хлорофилла "а" : в поверхностном слое – 9,8 мг/м<sup>3</sup>; на глубине 7 м – 22,0 мг/м<sup>3</sup>

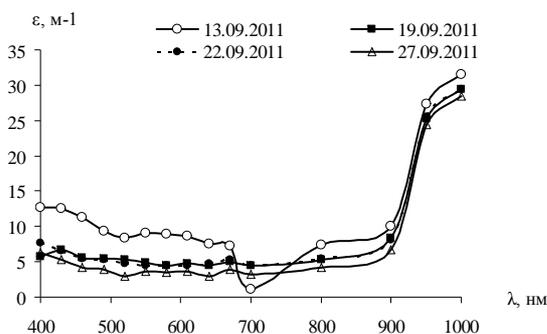


Рисунок 3 – Зависимость показателя ослабления от длины волны в поверхностном слое воды для оз. Лапа с течением времени

На рисунке 1 представлена спектральная зависимость показателя ослабления на различных глубинах по данным измерений 13.09.2011г. Основные отличия в спектре наблюдаются для данных поверхностного слоя

и на глубине 1 м. на длине волны 470 нм.

На втором рисунке показана зависимость показателя ослабления от длины волны на различных глубинах по результатам измерений 03.10.2011г. при различных концентрациях хлорофилла „а“ в поверхностном и придонном слоях озера. Из рисунка видно, что заметные отличия показателя ослабления имеют место в диапазоне 400-900нм., что обусловлено наличием хлорофилла.

На рисунке 3 отражена спектральная зависимость для поверхностного слоя в разные периоды времени, начиная с момента взятия проб. Характерное отличие наблюдается через 13 дней после начала измерений, что связано с деструкцией фитопланктона.

**Выводы.** Результаты измерений спектральной прозрачности на разных глубинах с соответствующим определением концентрации хлорофилла лабораторным методом показали чувствительность спектрофотометрического метода к изменениям содержания хлорофилла „а“ в толще воды в диапазоне длин волн 400-900нм. Проведение калибровки при спектрофотометрических измерениях для ряда различных значений концентрации хлорофилла позволит проводить однозначное его определение по данным о прозрачности воды в подобных водоёмах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоёмов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. – 329с.
2. Бульон В.В. Взаимосвязь между содержанием хлорофилла в планктоне и прозрачностью воды по диску Секки, докл. АН СССР.1977. т.236, №2. С.505-508
3. Сиренко Л.А., Курейшевич А.В. Определение содержания хлорофилла в планктоне пресных вод. Киев: Наукова думка, 1982. – 52с.
4. Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоёмов / Под ред. И. Л.Пыриной. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1993. – 159с.
5. Апонасенко А.Д. Количественная закономерность функциональной организации водных экосистем / Автореф. Диссертация уч.ст.док.физ.-мат. Наук, Санкт-Петербург. 2002. – 47с.
6. Шифрин К.С. Введение в оптику океана. Л.:Гидрометеоиздат, 1983. – 279с.
7. Кронберг П. Дистанционное изучение земли. М.: Мир,1988. – 350с.
8. Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ М.: Наука,2004. – 156с.
9. Суторихин И.А., Бортников В.Ю., Анисимов А.П., Котовщиков А.В. Измерение прозрачности и концентрации хлорофилла в поверхностных водах. Материалы Третьей всероссийской научной конференции с международным участием 24-28 августа 2010 г. – С.253-256