

А.Д. Апонасенко

## Оценка содержания и квантового выхода флуоресцирующих фракций растворенного органического вещества

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск*

Поступила в редакцию 6.07.2006 г.

Проведены исследования характеристик и свойств растворенного органического вещества (РОВ), его флуоресцирующих фракций (ФРОВ) в водах рек Енисей и Ангары на основе определения спектральных показателей поглощения света (в области спектра 400–800 нм) и интенсивности флуоресценции РОВ на трех длинах волн (505, 525 и 540 нм) при длине волны возбуждающего излучения 390 нм. Использовались параметры: коэффициенты, характеризующие наклон спектрального распределения поглощения света и свечения РОВ, удельные показатели поглощения излучения РОВ и ФРОВ на длине волны возбуждения флуоресценции ( $\kappa_{уд}$ ,  $\kappa_{ф.уд}$ ), энергетические (и квантовые) выходы флуоресценции для РОВ и его флуоресцирующей фракции и удельная флуоресценция для РОВ и ФРОВ. Доля ФРОВ в общем РОВ для исследованных вод варьирует от 8 до 40% при среднем значении 19%. Квантовый выход изменяется от 0,18 до 0,40 (среднее значение 0,28). Удельные показатели поглощения света РОВ и ФРОВ в среднем близки между собой ( $\kappa_{ф.уд}/\kappa_{уд}$  составляет 0,93).

### Введение

В водах океанов, рек, озер содержится большое количество разнообразных органических соединений, в основном находящихся в растворенном виде. Содержание растворенного органического вещества (РОВ) является важным биогеохимическим показателем состояния водной среды, который позволяет судить о пригодности этой среды для продуктивного развития природных экосистем. Многообразие состава и свойств органического вещества, незначительная концентрация и сложность определения обуславливают недостаточную изученность его распределения в природных водах.

Определенная часть РОВ флуоресцирует под действием возбуждающего излучения ультрафиолетового и видимого диапазонов [1–3]. Представляет интерес выяснить, существует ли связь между содержанием РОВ и его флуоресцирующей компонентой. В некоторых случаях наблюдается корреляционная связь между показателем поглощения света на длине волны возбуждения и интенсивностью флуоресценции. Однако полностью отождествлять поглощающую и флуоресцирующую части РОВ нельзя.

Среди физических характеристик флуоресценции РОВ лучше всего изучено ее спектральное распределение. Форма спектра флуоресценции мало изменяется, если спектральный состав возбуждающего излучения постоянен. Напротив, изменения последнего сильно влияют на положение максимума и форму полосы свечения РОВ [1]. С уменьшением

длины волны возбуждающего света максимум флуоресценции РОВ сдвигается в коротковолновую область спектра, при этом возрастает и его относительная величина. Максимум полосы свечения сдвинут относительно линии возбуждения на 80–100 нм в сторону больших длин волн. В этом заключается отличие флуоресценции РОВ от флуоресценции растворов, у которых положение и форма полосы свечения не зависят от спектрального состава возбуждающего излучения.

Измерения интенсивности флуоресценции РОВ для морских вод проводились многими исследователями [1–6]. Ведутся такие исследования и для внутренних водоемов [5, 7, 8].

Целью данной статьи является исследование характеристик и свойств растворенного органического вещества, оценка доли флуоресцирующих РОВ (ФРОВ) и их параметров.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводились на р. Ангаре (август 1990 и июль 1991 г. от устья до плотины Усть-Илимской ГЭС), р. Енисее и Красноярском водохранилище, а также измерялись характеристики модельных растворов чистых гуминовых кислот трех различных концентраций.

Определялись спектральные показатели поглощения и рассеяния света ( $\kappa$  и  $\sigma$  соответственно). Определение общей концентрации РОВ ( $C$ ) проводилось по данным измерения химического потребления кислорода (стандартным методом бихроматного

окисления) с использованием общепринятого коэффициента пересчета, равного 0,75.

Измерение интенсивности флуоресценции  $I_f$  растворенных органических веществ проводилось на флуориметре ЛФЛИ собственного изготовления на длинах волн 505, 525 и 540 нм при возбуждении флуоресценции на длине волны  $\lambda = 390$  нм. Для учета спектральной селективности прибора измеренные величины  $I_f$  корректировались по интегральным коэффициентам пропускания светофильтров и спектральной чувствительности ФЭУ. Для вод Красноярского водохранилища измерено спектральное распределение интенсивности флуоресценции РОВ в области от 430 до 600 нм.

Во многих водоемах значительная часть органических веществ, поступивших в водную среду в растворенном виде, адсорбируется на живых и неживых взвесьях. Поэтому измерение всех параметров проводилось непосредственно в пробах воды (без фильтрации) для того, чтобы определять не только чисто растворенное органическое вещество, но и адсорбированное из растворенной фазы органическое вещество (АОВ) на частицах взвеси, которое для исследуемых вод варьирует от 10 до 40% в зависимости от содержания взвешенного вещества. Флуоресценция хлорофилла фитопланктона (в среднем содержание хлорофилла составляло около 2,6 мкг/л) вносит в большинстве случаев незначительные искажения в спектры флуоресценции РОВ.

## Результаты и обсуждение

Изучение изменений интенсивности флуоресценции растворенного органического вещества совместно с определением гидрооптических характеристик позволяет получить ряд параметров, дающих возможность судить о качественном изменении состава и свойств РОВ.

Известно, что спектральная зависимость показателя поглощения света к растворенным органическим веществам в области спектра от 250 до 600 нм аппроксимируется экспонентой [9]:

$$\kappa(\lambda) = K \exp(-\mu\lambda), \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент пропорциональности. Коэффициент  $\mu$ , характеризующий наклон (производную логарифма показателя поглощения по длине волны  $\mu = d \ln(\kappa) / d\lambda$ ) спектрального распределения показателя поглощения света, очевидно, отражает качественные изменения состава РОВ. Коэффициент  $\mu$  рассчитывался по длинам волн 400 и 425 нм:

$$\mu = [\ln\kappa(400) - \ln\kappa(425)] / 25. \quad (2)$$

Для исследованных вод величины  $\mu$  варьировали от 0,012 до 0,020.

Спектральную зависимость интенсивности флуоресценции РОВ  $I_f$  в области спектра от 500 до 600 нм (рис. 1) также можно аппроксимировать экспонентой  $I_f(\lambda) = K_f \exp(-\mu_f \lambda)$ .

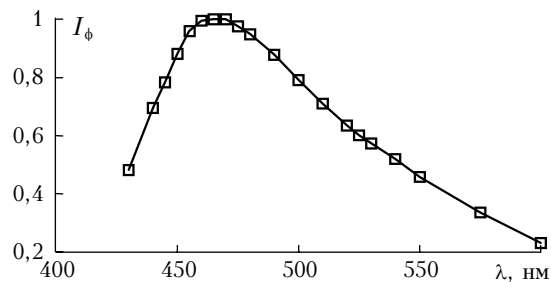


Рис. 1. Нормированное на максимум спектральное распределение интенсивности флуоресценции при возбуждении на длине волны 390 нм

Коэффициент  $\mu_f$  рассчитывался по длинам волн 505 и 525 нм:

$$\mu_f = [\ln I_f(505) - \ln I_f(525)] / 20. \quad (3)$$

Из определения  $\mu_f$  и  $\mu$  видно, что на величину  $\mu_f$  оказывают влияние изменения качественного состава только флуоресцирующей части РОВ, в то время как на величину  $\mu$  влияет поглощение света как ФРОВ, так и других компонентов РОВ.

От компонентного состава РОВ и ФРОВ зависят и их удельные показатели поглощения света:

$$\begin{aligned} \kappa_{уд}(\lambda) &= \kappa(\lambda) / C = K \exp(-\mu\lambda) / C, \\ \kappa_{ф,уд}(\lambda) &= \kappa_f(\lambda) / C_f = K_f \exp(-\mu_f \lambda) / C_f, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $C_f$  – содержание ФРОВ.

Естественно, что от изменений качественного состава и количественного соотношения компонентов РОВ зависят величины энергетического выхода флуоресценции для общего РОВ ( $I_{вых}$ ) и его флуоресцирующей фракции ( $I_{ф,вых}$ ):

$$\begin{aligned} I_{вых} &= I_f / I_{п} = I_f / I_0 [1 - \exp(-\kappa l)] \approx \\ &\approx I_f / I_0 \kappa l \approx I_f / I_0 \kappa_{уд} C l, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} I_{ф,вых} &= I_f / I_{ф,п} = I_f / I_0 [1 - \exp(-\kappa_f l)] \approx \\ &\approx I_f / I_0 \kappa_f l \approx I_f / I_0 \kappa_{ф,уд} C_f l, \end{aligned} \quad (6)$$

и величины удельной флуоресценции для общего РОВ ( $I_{уд}$ ) и его флуоресцирующей фракции ( $I_{ф,уд}$ ):

$$I_{уд} = I_f / C = I_f \kappa_{уд} / \kappa, \quad (7)$$

$$I_{ф,уд} = I_f / C_f = I_f \kappa_{ф,уд} / \kappa_f, \quad (8)$$

где  $I_0$  – поток излучения возбуждения, Вт;  $I_{п}$ ,  $I_{ф,п}$  – величины поглощенного излучения всего РОВ и ФРОВ соответственно, Вт;  $l$  – толщина слоя (в кювете флуориметра), м. В (5) и (6) в силу того, что  $\kappa l \ll 1$  и  $\kappa_f l \ll 1$ , после разложения выражений в квадратных скобках в ряд по степеням экспоненты использованы приближенные соотношения  $[1 - \exp(-\kappa l)] \approx \kappa l$  и  $[1 - \exp(-\kappa_f l)] \approx \kappa_f l$ .

Данные параметры в той или иной степени взаимосвязаны друг с другом. Так, отношение величин удельной флуоресценции и выхода флуоресценции пропорционально удельному показателю поглощения света для общего РОВ ( $I_{уд} / I_{вых} \approx I_0 / \kappa_{уд}$ ), а для флуоресцирующей части РОВ аналогичное отношение пропорционально удельному показателю поглощения света флуоресцирующих компонентов РОВ.

Аппроксимация связей (линейные тренды) между удельными характеристиками свечения и поглощения и коэффициентами  $\mu_f$  и  $\mu$  для исследованных вод показывает, что при увеличении  $\mu_f$  удельная флуоресценция РОВ и удельный показатель поглощения света на длине волны возбуждения флуоресценции возрастают. При увеличении  $\mu$  эти параметры уменьшаются. Надо отметить, что основные характеристики компонентного состава РОВ для разных периодов исследования различаются. На выход флуоресценции  $\mu_f$  и  $\mu$  оказывают слабое влияние, что говорит о не очень существенных изменениях квантового выхода ФРОВ от пробы к пробе.

Наблюдается разнонаправленность влияния процессов свечения и поглощения света РОВ на изменение рассматриваемых характеристик. Можно сделать вывод, что отношение  $q = \mu_f/\mu$  должно отражать изменения характеристик флуоресценции и поглощения света. На рис. 2 приведены зависимости удельной флуоресценции от величины  $q$ .

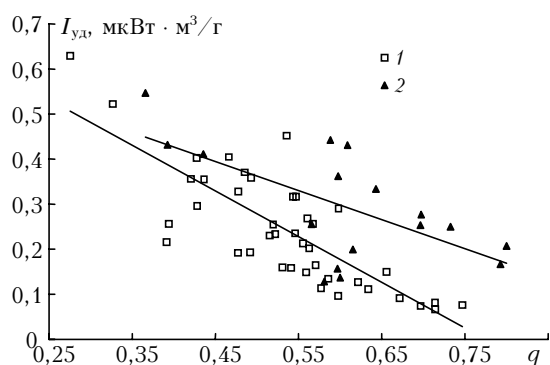


Рис. 2. Зависимости удельной флуоресценции от отношения коэффициентов  $\mu_f$  и  $\mu$ : 1 – измерения 1991 г., 2 – 1990 г.

Тренды выражаются соотношениями:  $I_{уд} = -1,01q + 0,78$  при  $r^2 = 0,65$  (1);  $I_{уд} = -0,65q + 0,68$  при  $r^2 = 0,40$  (2). Удельный показатель поглощения аппроксимируется следующими выражениями: для 1990 г. –  $\kappa_{уд} = -1,00q + 0,89$  при  $r^2 = 0,41$ ; для 1991 г. –  $\kappa_{уд} = -1,59q + 1,32$  при  $r^2 = 0,53$ .

В исследованных водных объектах между интенсивностью свечения  $I_f$  и поглощения света РОВ (для  $\lambda = 390$  нм), с одной стороны, и концентрацией РОВ, – с другой, наблюдается слабая связь:  $I_f = 0,17C$  при  $r^2 = -0,06$  (1990 г.) и  $I_f = 0,27C$  при  $r^2 = 0,46$  (1991 г.);  $\kappa = 0,18C$  при  $r^2 = 0,10$  (1990 г.) и  $\kappa = 0,39C$  при  $r^2 = 0,24$  (1991 г.). Для гуминовых кислот  $I_f = 0,32C$  при  $r^2 = 0,99$  и  $\kappa = 2,64C$  при  $r^2 = 0,98$ . Видно, что гуминовые кислоты по своим характеристикам отличаются от природных вод, особенно по поглощению излучения.

Как отмечено в работе [1] для морских вод, независимость флуоресценции и поглощения света от  $C$  означает, что та часть РОВ, которая ответственна за оба процесса, составляет малую долю РОВ, присутствующих в воде. Этот вывод справедлив, если возбуждение флуоресценции и измерение поглощения осуществлять в ультрафиолетовой области спектра (менее 250 нм). В ультрафиолетовой области излучение поглощают все органические

вещества, а слабая связь между показателем поглощения на длине волны 390 нм и содержанием РОВ может определяться тем обстоятельством, что в этой области вклад отдельных компонентов РОВ может быть не пропорционален их содержанию в воде. Особенно это справедливо для той части РОВ, максимум поглощения которой сдвинут в вакуумную область УФ-спектра и, соответственно, длинноволновая часть электронной полосы поглощения в видимой области спектра будет в меньшей степени отражать содержание этих компонентов.

Аппроксимация показателя поглощения света экспонентой (1) позволяет оценить его величины и в неизмеряемой экспериментально ультрафиолетовой области спектра. При этом коэффициенты корреляции между показателем поглощения света и содержанием РОВ (рис. 3) возрастают при уменьшении длины волны света (вплоть до рентгеновского излучения). Для растворов гуминовых кислот коэффициент корреляции между этими характеристиками остается практически постоянным на всех длинах волн.

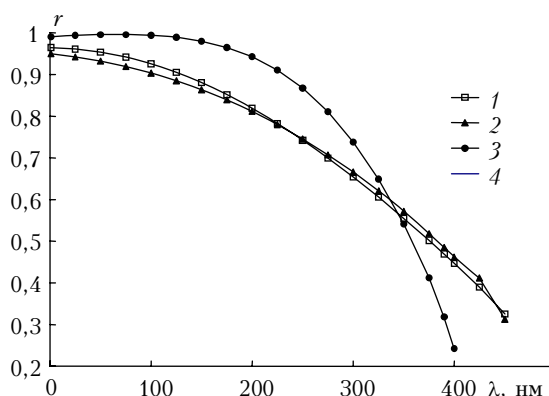


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между показателем поглощения света и содержанием РОВ: 1 – для объединенного массива данных; 2 – для измерений 1991 г.; 3 – для измерений 1990 г.; 4 – для растворов гуминовых кислот

Оценить ту часть РОВ, которая вносит вклад в поглощение света на длине 390 нм, можно из следующих соображений. Пронормируем спектральные показатели поглощения на показатель поглощения при фиксированной длине волны ( $\lambda_0$ ) в ультрафиолетовой области (рис. 4 для  $\lambda_0 = 200$  нм).

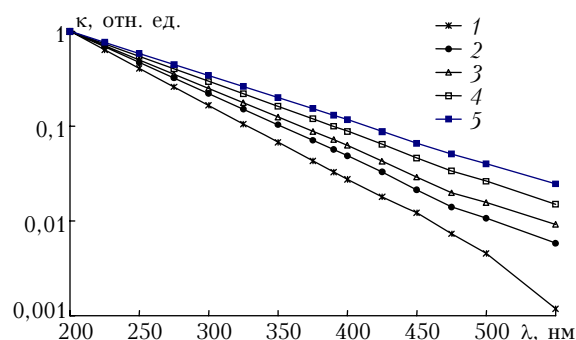


Рис. 4. Нормированные спектральные характеристики поглощения света: 1–4 – р. Ангара (635, 215, 30, 41 км соответственно); 5 – раствор гуминовых кислот

Если считать, что на длине волны  $\lambda_0$  все компоненты РОВ увеличивают поглощение света на величины, пропорциональные содержанию компонента в воде, то на больших длинах волн для разных вод это соотношение существенно различается. Для гуминовых кислот пропорциональность поглощения и содержания сохраняется для всех длин волн (см. рис. 3). Исходя из этого, часть РОВ, которая ответственна за поглощение на длинах волн больше  $\lambda_0$ , можно определить следующим соотношением:

$$C_p/C = K_2 \exp[-(\mu - \mu_g)(\lambda - \lambda_0)], \quad (9)$$

где  $\mu_g$  — коэффициент  $\mu$  для раствора гуминовых кислот;  $C_p$  — содержание части РОВ, которая поглощает свет на длине волны  $\lambda$ ;  $K_2$  — коэффициент, определяющий долю хромофоров гуминовых кислот, вносящих вклад в поглощение света на длине волны возбуждения флуоресценции.

Расчет для длины волны возбуждения флуоресценции и  $\lambda_0 = 200$  нм дает варибельность величины  $C_p/C$  для исследованных вод от 0,20 до 0,68 при среднем значении 0,36. Регрессионные уравнения связи между  $\kappa$  и  $C_p$  для отдельных периодов измерений сближаются между собой, что дает возможность рассматривать объединенный массив данных. Уравнение связи для объединенного массива  $\kappa = 1,18C_p$  ( $r^2 = 0,75$ ). Более сильная связь отмечается и между интенсивностью флуоресценции и  $C_p$ :  $I_f = 0,82C_p$  при  $r^2 = 0,58$ . Для гуминовых кислот связь выражается уравнением  $\kappa = 3,20C_p$  ( $r^2 = 0,98$ ). Выбор  $\lambda_0 = 200$  нм обусловлен тем, что неизвестно, сохраняется ли экспоненциальная зависимость (1) на более коротких длинах волн. В литературе такие данные отсутствуют. Хотя небезынтересно отметить, что при использовании меньших длин волн корреляция между  $\kappa$  и  $C_p$  возрастает. Так, при  $\lambda_0 = 75$  нм  $r^2$  уже равно 0,90. Уменьшается и разность между тангенсами угла наклона регрессионных уравнений для природных вод и растворов гуминовых кислот — 2,07 и 3,22 соответственно.

Для того чтобы оценить содержание ФРОВ, надо знать удельную флуоресценцию  $I_{ф,уд}$ . Зависимости величин удельной флуоресценции от параметра  $q$  с учетом рассчитанных значений  $C_p$  следующие:

$$I_{уд} = -0,50q + 1,25 \quad (1990 \text{ г.}),$$

$$I_{уд} = -2,21q + 1,81 \quad (1991 \text{ г.}).$$

Исходя из предположения, что общий ход зависимостей удельного выхода флуоресценции от величины  $q$  будет таким же и для флуоресцирующих компонентов РОВ, для оценки содержания ФРОВ можно применить алгоритм расчета, используя соотношения:

$$I_{ф,уд} = -0,50q + A, \quad I_{ф,уд} = -2,21q + B, \quad (10)$$

где  $A, B$  — коэффициенты, значения которых ограничиваются определенными соотношениями.

Изменяя коэффициенты  $A$  и  $B$  в (10) и используя формулу (7), можно найти вероятные пределы изменения  $C_f$  в зависимости от величин  $q$ ,

рассчитанных по экспериментально измеренным показателям поглощения и интенсивности флуоресценции. Критерием диапазона варибельности  $A$  и  $B$  в наиболее общем случае является соблюдение соотношения  $0 < C_f/C_p \leq 1$ .

Дальнейшие расчеты величин  $I_{ф,вых}$ ,  $\kappa_{ф,уд}$  позволяют уточнить использованные пределы, поскольку на величину выхода флуоресценции ФРОВ и удельный показатель поглощения света ФРОВ также можно ввести ограничения. Исходя из полученной в работе [1] оценки излучательного времени жизни ( $\tau = 6$  нс) флуоресценции РОВ для морских вод, следует, что квантовый выход флуоресценции РОВ  $Q$  не может быть высоким, так как молекулам веществ, отличающихся высокими величинами  $Q$ , соответствуют более короткие излучательные времена жизни (порядка 1 нс), а обычно время затухания флуоресценции порядка 10 нс [10]. Вероятный квантовый выход флуоресценции ФРОВ в максимуме полосы свечения может составить не более 0,6. Для ФРОВ внутренних водоемов максимум флуоресценции при возбуждении на  $\lambda = 390$  нм наблюдается на длине волны  $\lambda = 465$  нм (см. рис. 1). С учетом этого квантовый выход ФРОВ  $Q_f$  на  $\lambda = 505$  нм будет не выше 0,55. Понятно, что величина  $Q_f$  будет всегда выше, чем значение  $Q$ , рассчитанное на общее содержание РОВ.

Кроме того, отсутствие связи между удельным показателем поглощения света и концентрацией РОВ, а также между  $\kappa_{уд}$  и интенсивностью свечения ФРОВ указывает на то, что удельные показатели поглощения света для РОВ и ФРОВ не могут значительно отличаться, т.е. их отношение в среднем близко к единице.

Таким образом, расчет возможных параметров ФРОВ производим с использованием установленных ограничений:  $0 \leq C_f/C_p \leq 1$ ;  $Q \leq Q_f \leq 0,55$ ;  $\kappa_{ф,уд}/\kappa_{уд} \approx 1$ . Проведенные расчеты показали, что наиболее вероятные величины относительного содержания флуоресцирующих фракций  $C_f/C$  для исследованных вод варьируют от 8 до 40% при среднем значении 19%. Относительное содержание флуоресцирующих фракций  $C_f/C_p$  с учетом компонентов РОВ, вносящих примерно пропорциональный вклад в поглощение света на длине волны 390 нм, изменяется от 22 до 100% при среднем значении 57%. Отсюда следует, что не все поглощающие свет РОВ флуоресцируют.

Отмечается некоторое снижение доли флуоресцирующих фракций РОВ при увеличении как общего содержания РОВ, так и содержания ФРОВ, что говорит о различном соотношении ФРОВ и нефлуоресцирующих фракций в аллохтонном ОВ, за счет которого происходят основные изменения в содержании РОВ, и в автохтонном ОВ, образующемся в самом водоеме за счет фотосинтеза.

Связь удельного показателя поглощения света с величиной  $q$  для объединенного массива данных с использованием расчетных величин содержания  $C_p$  выражается регрессионным уравнением  $\kappa_{уд} = -2,35q + 2,38$  при  $r^2 = 0,52$ . Величины удельного показателя поглощения света ФРОВ рассчитываем

по уравнению  $\kappa_{ф. уд} = -2,35q + E$ . Варьируя свободный член  $E$  уравнения, находим, что наилучшее соблюдение установленных ограничений наблюдается, когда квантовый выход флуоресценции  $Q_f$  на длине волны 505 нм (при возбуждении флуоресценции на длине волны 390 нм) меняется в пределах от 0,18 до 0,40 при среднем значении 0,28. Среднее отношение удельных показателей поглощения  $\kappa_{ф. уд}/\kappa_{уд}$  при этом составляет 0,93.

Связь интенсивности флуоресценции для исследованных вод и гуминовых кислот с рассчитанным содержанием ФРОВ выражается общим уравнением  $I_f = 1,41C_f$  ( $r^2 = 0,96$ ).

В заключение отметим, что спектры поглощения и флуоресценции ФРОВ могут быть определены только путем прямых измерений параметров и свойств флуоресцирующих фракций РОВ. Однако необходимые методы фракционирования РОВ отсутствуют, и поэтому исследователи вынуждены ограничиваться сравнением флуоресценции РОВ с измерениями в спектральных интервалах, где преобладает поглощение РОВ [1]. Но это не вполне корректно, так как не все поглощающие свет РОВ флуоресцируют.

В данном исследовании показано, что в видимой и ближней ультрафиолетовой областях спектра не все компоненты РОВ вносят вклад в поглощение света, пропорциональный их содержанию в водной среде. Предложена методика расчета относительно содержания той части РОВ, которая в указанных спектральных диапазонах поглощает свет пропорционально ее концентрации. Показана также возможность оценки параметров флуоресцирующих

фракций РОВ на основе изучения спектральной интенсивности флуоресценции растворенного органического вещества совместно с определением спектральных показателей поглощения света РОВ.

1. *Карабаев Г.С.* Флуоресценция в океане. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 200 с.
2. *Kalle K.* The problem of the Gelbstoff in the Sea // *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1966. N 4. P. 91–104.
3. *Люцарев С.В.* Измерение флуоресценции морской воды // Методы рыбохозяйственных химико-океанографических исследований. Ч. 1. М.: ВНИРО, 1968. С. 158–172.
4. *Brown M.* Laboratory measurements of fluorescence spectra of Baltic waters // *Rep. Inst. Phys. Oceanogr. Univ. Copenhagen*, 1974. N 29. 31 p.
5. *Ivanoff A., Morel A.* Spectral distribution of the natural fluorescence of seawaters // *Proc. Joint Oceanogr. Assem. Tokyo*, 1970. 1971. P. 178–179.
6. *Duursma E.K.* The fluorescence of dissolved organic matter in the sea // *Optical Aspects of Oceanography*. New York: Academic Press, 1974. P. 237–255.
7. *Анонасенко А.Д., Филимонов В.С., Сиренко Л.А., Перфильев В.А., Шевченко С.Н.* Концентрация хлорофилла а, флуоресценция растворенных органических веществ и первичные гидрооптические характеристики вод Дуная // *Гидробиол. ж.* 1991. Т. 27. № 5. С. 22–27.
8. *Кондратьев К.Я., Гительсон А.А., Дубовицкий Г.А.* Дистанционный метод определения концентраций растворенных органических веществ в водных экосистемах // *Докл. АН СССР*. 1987. Т. 295. № 3. С. 568–571.
9. *Ерлов Н.Г.* Оптика моря. Л.: Гидрометеоздат, 1980. 248 с.
10. *Лакович Дж.* Основы флуоресцентной спектроскопии / Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 496 с.

***A.D. Aponasenko. Estimation of content and quantum yield of fluorescent fractions of the dissolved organic matter.***

Studies of characteristics and properties of dissolved organic matter (DOM), its fluorescent fractions (FDOM) in waters of Yenisei and Angara rivers has been carried out. Spectral light absorption coefficients (in spectral range 400–800 nm), as well as the intensity of DOM fluorescence at three wave lengths (505, 525 and 540 nm) at exciting radiation of 390 nm have been determined. The following parameters were used: coefficients characterizing inclination of spectral distribution of light absorption and DOM fluorescence, specific absorption coefficients of DOM and FDOM radiation. The FDOM share in the total DOM varies in studied waters from 8 to 40% at an average value of 19%. The quantum efficiency varies from 0.18 to 0.40 (the average value is 0.28). Specific light absorption coefficients of DOM and FDOM are on the average close to each other ( $\kappa_{f.sp}/\kappa_{sp}$  makes 0.93).