

УДК 551.463.5

## СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ ДНЕВНОГО СВЕТА С ГЛУБИНОЙ ВИДИМОСТИ БЕЛОГО ДИСКА

© 2014 г. В. И. Маньковский

Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь

e-mail: emankovskaya@mail.ru

Поступила в редакцию 09.07.2012 г.

Построена полуэмпирическая модель связи показателя вертикального ослабления дневного света  $\alpha_{\downarrow}$  с глубиной видимости белого диска  $Z_6$ . Согласно модели, параметр  $\Psi = \alpha_{\downarrow} Z_6$  не является величиной постоянной, он увеличивается с возрастанием  $Z_6$ . По данным натурных наблюдений, в океанских водах установлена связь  $\Psi = f(Z_6)$ , подтверждающая модельные расчеты.

DOI: 10.7868/S0030157414010080

### ВВЕДЕНИЕ

Показатель вертикального ослабления нисходящего потока дневного света  $\alpha_{\downarrow}$  является одной из основных гидрооптических характеристик, определяющих параметры светового поля в море. В частности, знание величины  $\alpha_{\downarrow}$  необходимо при расчете важной экологической характеристики водоемов – толщины эвфотического слоя. Вследствие этого определение величин  $\alpha_{\downarrow}$  является одной из актуальных задач в оптике моря.

Определяют  $\alpha_{\downarrow}$  путем измерения погружаемым фотометром облученности сверху  $E_{\downarrow}$ . Вычисляется  $\alpha_{\downarrow}$  по формуле

$$\begin{aligned} \alpha_{\downarrow}(H), \text{ м}^{-1} &= \\ &= \ln[E_{\downarrow}(H_1)/E_{\downarrow}(H_2)]/(H_2 - H_1), \quad (1) \\ H &= (H_1 + H_2)/2, \quad H_2 > H_1, \end{aligned}$$

где  $H, H_1, H_2$  – глубина.

В ряде работ исследовалась возможность определения величины  $\alpha_{\downarrow}$  более простым методом – по глубине видимости белого диска  $Z_6$ . Было установлено, что между средней величиной  $\alpha_{\downarrow}$  в слое  $0-Z_6$  и  $Z_6$  существует тесная связь с коэффициентом корреляции, составляющим в ряде экспериментов 0.8–0.9 единиц, что позволяет достаточно точно оценивать величину  $\alpha_{\downarrow}$  в слое от поверхности до глубины  $H = Z_6$ .

В обзоре [14] литературных данных о связи  $\alpha_{\downarrow}$  с величиной  $Z_6$  сделан вывод, что для различных по прозрачности и географии вод произведение  $\alpha_{\downarrow} Z_6$  в области длин волн 490–520 нм изменяется в пределах 1.39–1.70, наиболее вероятное значение – 1.50.

Обозначим эту оптическую характеристику вод как параметр  $\Psi = \alpha_{\downarrow} Z_6$ .

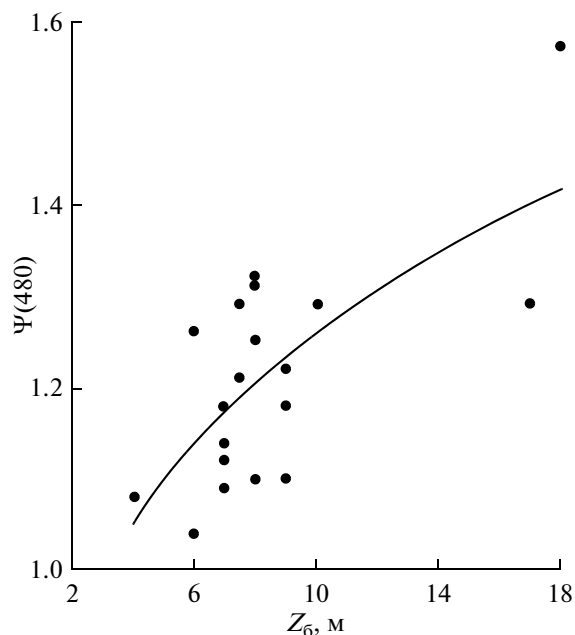
В работе [8] приведены данные о параметре  $\Psi$  (длина волны 490 нм) по результатам измерений в Черном море, Индийском и Атлантическом океанах. Величина  $\Psi$  в этих экспериментах составила соответственно: 1.73, 1.36, 1.06. Среднее значение по всем измерениям в трех экспериментах получилось равным 1.52 с коэффициентом корреляции  $r = 0.846$ .

В [12] проводились измерения  $\alpha_{\downarrow}$  (длина волны 550 нм) и  $Z_6$  в центральной и северо-восточной частях Тихого океана, величина  $\Psi$  лежала в пределах 1.4–1.90.

Как видно из всех упомянутых работ, величина параметра  $\Psi$  варьируется в широких пределах. Однако, с чем это связано, не исследовалось. Обычно искалась линейная связь величин  $\alpha_{\downarrow}$  с величинами  $1/Z_6$  и вычислялось среднее по всем измерениям значение параметра  $\Psi$ , которое принималось характерным для исследуемых вод. Считалось, что величина данного параметра не связана с глубиной видимости белого диска. Однако это не так.

Анализ данных, представленных в работе [12], показывает, что параметр  $\Psi$  связан с глубиной видимости белого диска, а именно – он увеличивается с ростом  $Z_6$ . В трех экспериментах получены следующие соотношения: 1. “Manning cruise 32”:  $\langle Z_6 \rangle = 13$  м,  $\Psi = 1.4$ ; 2. “Smith cruise 52”:  $\langle Z_6 \rangle = 21$  м,  $\Psi = 1.66$ ; 3. “Manning cruise 36”:  $\langle Z_6 \rangle = 26$  м,  $\Psi = 1.90$ .

Такая же закономерность изменения параметра  $\Psi$  (длина волны 480 нм) в зависимости от  $Z_6$  была получена по нашим измерениям на озере Байкал (рис. 1). Хотя разброс точек на графике большой (следствие влияния волнения при измерениях), в целом четко видно значительное увеличение  $\Psi$  при возрастании глубины видимости белого диска.



**Рис. 1.** Связь параметра  $\Psi(480)$  с глубиной видимости белого диска в водах озера Байкал. Тонкая линия – аппроксимация поля экспериментальных точек, показанных на рисунке, зависимостью  $\Psi(480) = 0.7986Z_6^{0.1976}$ . Коэффициент корреляции  $R = 0.7$ .

### МОДЕЛЬ СВЯЗИ $\Psi = f(Z_B)$

Рассмотрим связь параметра  $\Psi$  с величиной  $Z_6$  по модельным расчетам. Теория белого диска [11] дает следующую связь  $Z_6$  с гидрооптическими характеристиками:

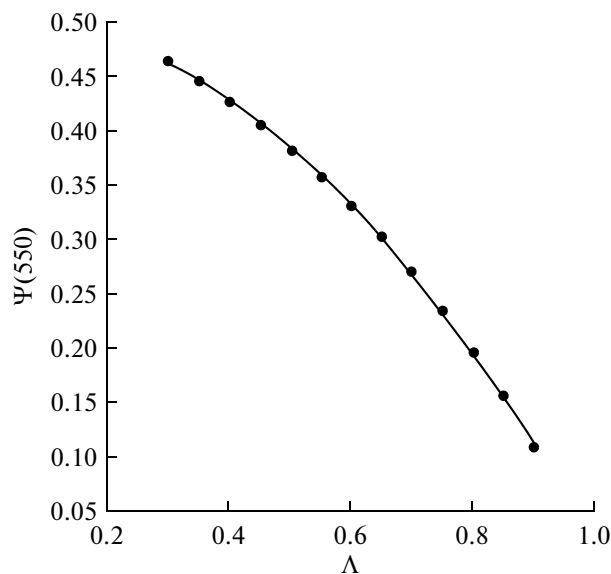
$$Z_6 = C/(\varepsilon + \alpha \downarrow), \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  и  $\alpha \downarrow$  – показатель ослабления направленного света и показатель вертикального ослабления дневного света соответственно,  $C$  – коэффициент. Показатели  $\varepsilon$  и  $\alpha \downarrow$  в формуле (2) представляют собой средние величины в слое  $0-Z_6$  и относятся к области спектра, соответствующей максимальному пропусканию океанской водой солнечного излучения.

Показатель ослабления света  $\alpha \downarrow$  тесно связан с показателем поглощения света водой  $\kappa$ . В работе [2] установлено, что в океанских водах  $\alpha \downarrow$  связан с  $\kappa$  в среднем соотношением

$$\delta = \kappa/\alpha \downarrow = 0.81(+/-0.08). \quad (3)$$

То есть, выражая  $\alpha \downarrow$  через  $\kappa$ , запишем:  $\alpha \downarrow = 1.23\kappa$ . Показатель ослабления направленного света является суммой показателей поглощения и рассеяния  $\varepsilon = \kappa + \sigma$ . Согласно этому соотношению, величину показателя поглощения запишем как:  $\kappa = \varepsilon(1 - \Lambda)$ , где  $\Lambda = \sigma/\varepsilon$  (вероятность выживания фотона).



**Рис. 2.** Связь параметра  $\Psi(550)$  с параметром  $\Lambda$  по модели (коэффициент  $C = 1$ ). Уравнение аппроксимации  $\Psi(550) = -0.4851\Lambda^2 + 0.0039\Lambda + 0.5024$ .

С учетом соотношений  $\alpha \downarrow = 1.23\kappa$  и  $\kappa = \varepsilon(1 - \Lambda)$  получаем

$$\Psi = \alpha \downarrow Z_6 = C1.23(1 - \Lambda)/[1 + 1.23(1 - \Lambda)]. \quad (4)$$

Расчет по формуле (4) изменчивости параметра  $\Psi$  в зависимости от  $\Lambda$  при коэффициенте  $C = 1$ , показан на рис. 2. Параметр  $\Psi$  с увеличением  $\Lambda$  уменьшается.

Вероятность выживания фотона  $\Lambda$  в океанских водах не постоянна, она изменяется в зависимости от  $\varepsilon$ . Для длины волны 550 нм в [4] установлена связь

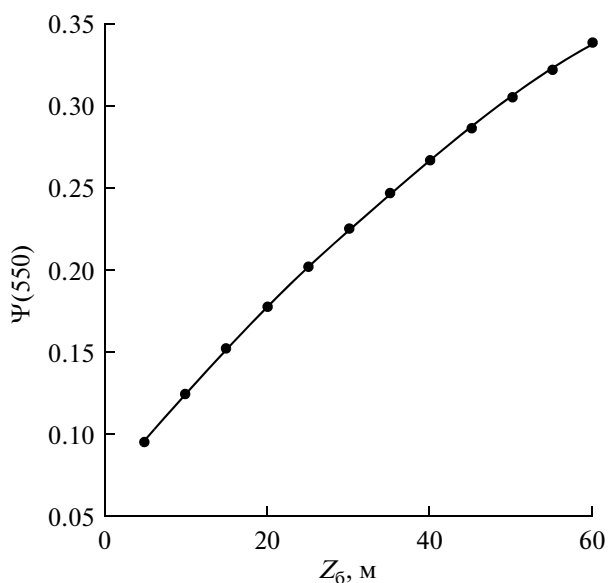
$$\Lambda(550) = 0.944 - 0.048/\varepsilon(550). \quad (5)$$

Рассчитаем по формуле (4), с учетом формулы (5), параметр  $\Psi$  для длины волны 550 нм при разных  $Z_6$ . Для этого в формуле (5) выразим  $\varepsilon(550)$  через  $Z_6$ , воспользовавшись эмпирической формулой связи показателя ослабления направленного света с глубиной видимости белого диска в океанских водах из работы [5]. Для  $\lambda = 505$  нм она имеет вид

$$\varepsilon(505) = 7.7/Z_6. \quad (6)$$

Коэффициент пропорциональности в этой формуле для 550 нм должен быть несколько больше; в наших расчетах он принят равным 8. Результаты расчета параметра  $\Psi(550)$  по формуле (4), для коэффициента  $C = 1$ , при изменчивости  $Z_6$  от 5 до 60 м представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, модельный расчет согласуется со сделанным выше выводом по экспериментальным данным, а именно, величина  $\Psi(550)$  возрастает с увеличением  $Z_6$ .



**Рис. 3.** Связь параметра  $\Psi(550)$  с глубиной видимости белого диска  $Z_6$  по модели (коэффициент  $C=1$ ). Уравнение аппроксимации  $\Psi(550) = -2E-05Z_6^2 + 0.006Z_6 + 0.0673$ .

В работе [11], где выведена формула (2), величина коэффициента  $C$  в этой формуле не определена. Определим его величину, используя данные наблюдений  $\Psi_{\text{эксп}}(550)$  из работы [12] и связь  $\Psi_{\text{мод}}(550)$  с  $Z_6$ , рассчитанную по модели при коэффициенте  $C_{\text{мод}} = 1$  (формула (4)). Из формулы (4) коэффициент  $C(550)$  определится как  $C(550) = \Psi_{\text{эксп}}(550)/\Psi_{\text{мод}}(550)$ . Результаты расчетов представлены в табл. 1. Коэффициент  $C(550)$  не постоянен – он уменьшается при возрастании  $Z_6$ .

Была проведена валидация полученных величин коэффициента  $C$ . Для этого коэффициенты  $C$ , представленные в табл. 1, были использованы для расчета параметра  $\Theta = \varepsilon Z_6$  и результаты сравнили с величинами этого параметра, рассчитанными по теории белого диска в работе [3]. Параметр  $\Theta = \varepsilon Z_6$  рассчитывался по следующей фор-

**Таблица 1.** Результаты расчета коэффициента  $C$  для длины волны 550 нм в формуле (2) по данным измерений параметра  $\Psi_{\text{эксп}}(550)$  в работе [12] и по модельным расчетам  $\Psi_{\text{мод}}(550)$

№	$\langle Z_6 \rangle, \text{ м}$	$\Psi_{\text{эксп}}(550)$	$\Psi_{\text{мод}}(550)$	$C(550)$
1	13	1.40	0.142	9.86
2	21	1.66	0.181	9.17
3	26	1.90	0.210	9.05

муле, полученной путем преобразования формулы (2) вышеизложенным методом:

$$\Theta = \varepsilon Z_6 = C(550)/\{1 + 1.23(1 - \Lambda)\}. \quad (7)$$

Результаты расчетов по формуле (7) представлены в табл. 2. Там же даны теоретические значения параметра  $\Theta$ , определенные по диаграмме из работы [3] для случая измерений белым диском в безоблачную погоду с теневого борта при отсутствии волнения. Сравнение показывает близкие значения параметра  $\Theta$ , рассчитанные по формуле (7) и по теоретическим данным из работы [3].

### СВЯЗЬ $\Psi = f(Z_6)$ ПО НАТУРНЫМ ДАННЫМ

Кроме расчета по модели, была рассчитана по натурным данным изменчивость параметра  $\Psi$  при изменении величин  $Z_6$ , имеющем место в океанских водах. Особый интерес представляют воды с максимальными величинами  $Z_6$ , наблюдающимися в антициклональных круговоротах. Так, в антициклональном субтропическом круговороте в южной части Тихого океана величина  $Z_6$  по [7] составила 67 м, что является максимальной величиной, зарегистрированной в водах Мирового океана.

Для расчетов взят показатель вертикального ослабления дневного света на длине волны 525 нм. Кроме экспериментальных данных, коих было недостаточно, были использованы данные, полученные путем сопоставления распределения в Мировом океане оптических типов вод из [1] (с. 148–155 в [1]) и климатических величин  $Z_6$  из [10]. При сопоставлении с типами вод из [1] в нескольких случаях величина  $Z_6$  в районе расположения данного оптического типа вод была определена по наблюдениям в этом районе, выполненным в рейсах научно-исследовательских судов “Михаил Ломоносов” и “Академик Вернадский”.

В табл. 3 представлены исходные данные, использовавшиеся при расчетах. Величины  $\alpha_{\downarrow}(525)$  для каждого оптического типа вод в табл. 3 даны согласно таблице 27 из работы [1]. Для измерений в Черном море в табл. 3 приведены средние значения величин  $\alpha_{\downarrow}(525)$  и  $Z_6$ , так как глубина видимости белого диска в этих экспериментах изменялась в небольших пределах – несколько метров.

Результаты расчетов связей  $\alpha_{\downarrow}(525) = f(1/Z_6)$  и  $\Psi(525) = f(Z_6)$  представлены на рис. 4 и 5.

Из рис. 4 видно, что связь между величинами  $\alpha_{\downarrow}(525)$  и  $1/Z_6$  в целом нелинейная. Она может быть аппроксимирована прямой линией лишь на отдельных участках.

Рис. 5 показывает, что параметр  $\Psi(525)$ , как и было найдено выше, возрастает с увеличением  $Z_6$ . В максимально прозрачных водах океана величина

**Таблица 2.** Величина параметра  $\Theta = \varepsilon Z_6$ , рассчитанная по модели (формула (7)) и по теории из работы [3]

№	$Z_6$ , м	$\Lambda$	$C(550)$	$\Theta$ , модель	$\Theta$ , теория
1	13	0.866	9.86	8.46	8.4
2	21	0.818	9.17	7.49	7.9
3	26	0.788	9.05	7.18	7.6

**Таблица 3.** Показатель вертикального ослабления дневного света  $\alpha_{\downarrow}(525)$ , глубина видимости белого диска  $Z_6$  и тип вод по классификации Ерлова [1]

№	Район Мирового океана	Тип вод	$\alpha_{\downarrow}(525) \times 10^2, \text{ м}^{-1}$	$Z_6$ , м	Источник данных
1	Индийский. 5° ю.ш., 55° в.д.,	IB	5.4	30	[1, 11]
2	Атлантический. 45° с.ш., 20° з.д.	II	7.6	22	[1, 11]
3	Атлантический. 3°–6° с.ш., 25°–27° з.д.	IA	4.8	31	[1, 47МЛ]
4	Атлантический. 25° с.ш., 55° з.д.	IA	4.8	35	[1, 11]
5	Атлантический. 21°–22° с.ш., 53°–57° з.д.	I	4.3	38	[1, 40AB]
6	Атлантический. 40° с.ш., 50° з.д.	IB	5.4	30	[1, 11]
7	Атлантический. 00° с.ш., 16° з.д.	II	7.6	16	[1, 47МЛ]
8	Атлантический. 30.43° с.ш., 76.38° з.д.	–	5.5	33	[20МЛ]
9	Тихий океан. 45° с.ш., 140°–180° з.д.	II	7.6	20	[1, 11]
10	Тихий океан. 20° с.ш., 120° з.д.	IA	4.8	35	[1, 12]
11	Тихий океан. 35° с.ш., 175° з.д.	IB	5.4	25	[1, 11]
12	Тихий океан. 0°–10° ю.ш., 175° з.д.	IB	5.4	35	[1, 11]
13	Тихий океан. 20° с.ш., 150° з.д.–150° в.д.	IA	4.8	35	[1, 11]
14	Тихий океан. 35° с.ш., 175° з.д.	IB	5.4	25	[1, 11]
15	Тихий океан. 0°–10° ю.ш., 175° з.д.	IB	5.4	35	[1, 11]
16	Тихий океан. 18.2° с.ш., 163.8° з.д.	–	3.6	60	[6, 7]
17	Тихий океан. Перуанский апвеллинг	–	12.8	10	[13]
18	Тихий океан. Перуанский апвеллинг	–	11.0	10	[13]
19	Тихий океан. 12.1° с.ш., 164.8° в.д.	–	4.5	43	[20МЛ]
20	Тихий океан. 11.71° с.ш., 161.51° в.д.	–	4.4	36	[20МЛ]
21	Тихий океан. 20.24° с.ш., 140.4° з.д.	–	3.2	58	[20МЛ]
22	Черное море. Платформа. 44.393° с.ш., 33.984° в.д.				
	1-я съемка	–	⟨10.4⟩	⟨10.5⟩	[9]
23	» 3-я съемка	–	⟨10.9⟩	⟨12.5⟩	[9]
24	» 4-я съемка	–	⟨13.0⟩	⟨9.0⟩	[9]
25	Черное море	–	⟨11.7⟩	⟨11.0⟩	[41ПВ]
26	Черное море	–	⟨9.7⟩	⟨15.0⟩	[33ПК]

Примечание. МЛ – Михаил Ломоносов, АВ – Академик Вернадский, ПВ – Профессор Водяницкий, ПК – Профессор Колесников. Числа рядом – номера рейсов.

на  $\Psi$  примерно в два раза выше по сравнению с мутными прибрежными водами. Связь  $\Psi(525) = f(Z_6)$  нелинейная.

При сравнении рис. 5 и 3 видно, что в модели (рис. 3) характер изменения  $\Psi(550)$  при изменении  $Z_6$  такой же, как и  $\Psi(525)$  по натурным данным (рис. 5). Отметим, что по модели относи-

тельное увеличение параметра  $\Psi(550)$  с возрастанием  $Z_6$  больше, чем по натурным данным: в диапазоне  $Z_6 = 10...60$  м по модели  $\Psi(550)$  увеличивается в 2.7 раза, по натурным данным  $\Psi(525)$  увеличивается в 1.7 раза. Это объясняется тем, что при расчете по модели связи  $\Psi(550) = f(Z_6)$  коэффициент  $C(550)$  был принят постоянным и рав-

**Таблица 4.** Величина параметра  $\Psi(525)$  в океанских водах и  $\Psi(480)$  в озере Байкал при разных  $Z_6$

$Z_6$ , м	Океанские воды $\Psi(525) = 0.6109 Z_6^{0.2882}$	Озеро Байкал $\Psi(480) = 0.7888 Z_6^{0.2042}$
6	1.02	1.14
12	1.25	1.31
18	1.41	1.42
24	1.53	1.51

ным единице. А результаты расчетов реальной величины коэффициента  $C(550)$ , представленные в табл. 1, показывают, что он с возрастанием  $Z_6$  уменьшается, и учет этого должен приводить к уменьшению относительного увеличения параметра  $\Psi(550)$  при возрастании  $Z_6$ . Расчет по данным табл. 1 (три точки при  $Z_6$ , равном 13, 21 и 26 м) дал связь  $C(550) = 13.319 Z_6^{-0.135}$ . С учетом этой (приблизительной) связи относительное изменение модельной величины  $\Psi(550)$  в диапазоне  $Z_6 = 10 \dots 60$  м будет меньше и составит 2.1 раза.

Кроме того, возможно влияние различных спектральных участков, в которых рассчитывались величины  $\Psi$  в модели и в эксперименте.

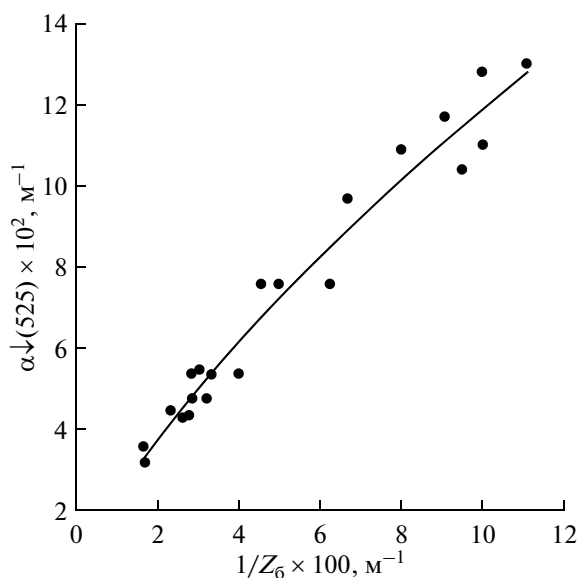
Обратимся еще раз к изменчивости параметра  $\Psi$  на длине волны 480 нм в зависимости от  $Z_6$  по данным измерений в озере Байкал и сравним ее с

результатами, полученными в океанских водах для длины волны 525 нм. Такое сравнение приведено в табл. 4, где даны величины параметра  $\Psi$ , рассчитанные по эмпирическим формулам для разных  $Z_6$ .

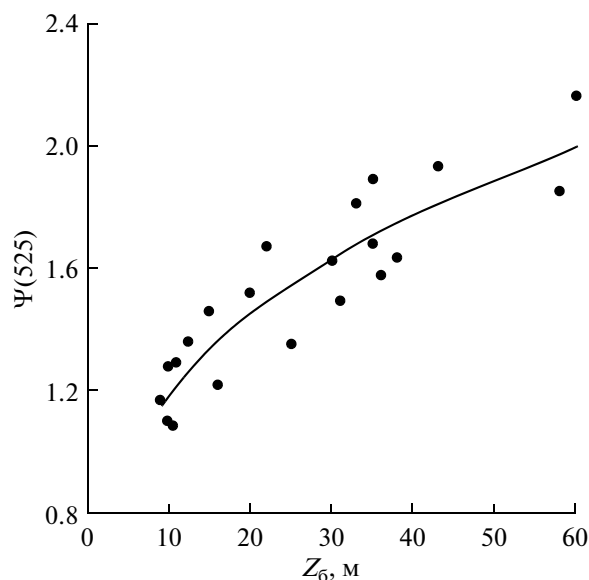
В табл. 4 обращает на себя внимание изменение соотношений между параметрами  $\Psi(525)$  и  $\Psi(480)$  при изменении  $Z_6$ : в диапазоне  $Z_6 = 6 \dots 18$  м параметр  $\Psi(525) < \Psi(480)$ , причем с увеличением  $Z_6$  разница между ними уменьшается, а при  $Z_6 = 24$  м соотношение изменяется и  $\Psi(525) > \Psi(480)$ . Этот эффект объясняется характером спектрального распределения величин  $\alpha \downarrow(\lambda)$  в водах разного типа.

## ВЫВОДЫ

1. Построена полуэмпирическая модель связи параметра  $\Psi = \alpha \downarrow Z_6$  с глубиной видимости белого диска  $Z_6$ .
2. Величина параметра  $\Psi(550)$  по модельным расчетам возрастает с увеличением  $Z_6$ .
3. Определена величина коэффициента  $C(550)$  для разных  $Z_6$  в теоретической формуле связи  $Z_6 = C/(\varepsilon + \alpha \downarrow)$ . Величина  $C(550)$  не постоянна, она изменяется, уменьшаясь при увеличении  $Z_6$ .
4. Проведено сравнение величин параметра  $\Theta = \varepsilon Z_6$ , рассчитанных по модели в настоящей работе, с его теоретическими величинами из работы



**Рис. 4.** Связь показателя вертикального ослабления  $\alpha \downarrow(525)$  с глубиной видимости белого диска  $Z_6$  в океанских водах по данным натурных наблюдений. Тонкая линия – аппроксимация поля экспериментальных точек, показанных на рисунке, зависимостью  $\alpha \downarrow(525) \times 10^2 = 2.3051(1/Z_6 \times 10^2)^{0.7111}$ . Коэффициент корреляции  $R = 0.98$ .



**Рис. 5.** Связь параметра  $\Psi(525)$  с глубиной видимости белого диска  $Z_6$  в океанских водах по данным натурных наблюдений. Тонкая линия – аппроксимация поля экспериментальных точек, показанных на рисунке, зависимостью  $\Psi(525) = 0.6109 Z_6^{0.2882}$ . Коэффициент корреляции  $R = 0.893$ .

[3], показавшее близкие значения этого параметра, рассчитанного разными методами.

5. По натурным данным установлена связь параметра  $\Psi(525)$  с глубиной видимости белого диска, подтверждающая модельные расчеты.

6. Установлено, что связь между величинами  $\alpha_{\downarrow}(525)$  и  $1/Z_6$  в целом нелинейная. Она может быть аппроксимирована прямой линией лишь при небольших интервалах изменения  $Z_6$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ерлов Н.Г.* Оптика моря. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 247 с.
2. *Иванов А.П., Шемшур В.Е.* Метод оценки величины показателя поглощения света водой // Морск. гидрофиз. исследования. 1973. № 1(60). С. 110–118.
3. *Левин И.М.* К теории белого диска // Изв. АН СССР. Физ. атм. и океана. 1980. Т. 16. № 9. С. 678–683.
4. *Левин И.М., Копелевич О.В.* Корреляционные соотношения между первичными гидрооптическими характеристиками в спектральном диапазоне около 550 нм // Океанология. 2007. Т. 47. № 3. С. 374–379.
5. *Маньковский В.И.* Эмпирическая формула для оценки показателя ослабления света в морской воде по глубине видимости белого диска // Океанология. 1978. Т. 18. № 4. С. 750–753.
6. *Очаковский Ю.Н., Пелевин В.Н., Карлсен Г.Г. и др.* Распространение естественного излучения в океане // Гидрофизические и гидрооптические исследования в Атлантическом и Тихом океанах. М.: Наука, 1974. С. 166–190.
7. *Павлов В.М.* Прозрачность морской воды // Гидрофизические и гидрооптические исследования в Атлантическом и Тихом океанах. М.: Наука, 1974. С. 127–138.
8. *Сорокина Н.А., Земляная Л.А.* Связь глубины видимости белого диска с показателем вертикального ослабления дневного света в некоторых районах Мирового океана // Морск. гидрофиз. исследования. 1970. № 4 (50). С. 143–148.
9. *Толкаченко Г.А., Маньковский В.И., Соловьев М.В.* Гидрооптические наблюдения в прибрежных водах Крыма летом и осенью 2001 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2003. Вып. 7. С. 93–99.
10. *Шифрин К.С.* Океанология. Физика океана. Т. 1. Гидрофизика океана. М.: Наука, 1978. С. 359–365.
11. *Шифрин К.С.* Введение в оптику океана. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 23–29.
12. *Graham J.J.* Secchy Disk observations and extinction coefficients in the central and eastern North Pacific Ocean // Limnology and Oceanography. 1966. V. 11. № 2. P. 184–190.
13. *Kullenberg G.* Relationships between Optical Parameters in Different Oceanic Areas // Studies in physical oceanography. Papers dedicated to professor Nils G. Jerlov in commemoration of his seventieth birthday. Report № 42. Copenhagen. Kobenhavns Universitet. July 1980. P. 57–80.
14. *Pilgrim D.A.* The Secchy Disk in principle and in use // Hydrobiology J. 1984. № 33. P. 25–30.

## Relation between the Diffuse Attenuation Coefficient and the Secchy Disk Depth

V. I. Mankovsky

A semi-empirical model of the relation between the diffuse attenuation coefficient  $\alpha_{\downarrow}$  and Secchy Disk depth  $Z_d$  is suggested. According to the model parameter  $\Psi = \alpha_{\downarrow} Z_d$  is not a constant value, it increases when  $Z_d$  increases. This relation was also confirmed by the experimental data in the oceanic waters.