

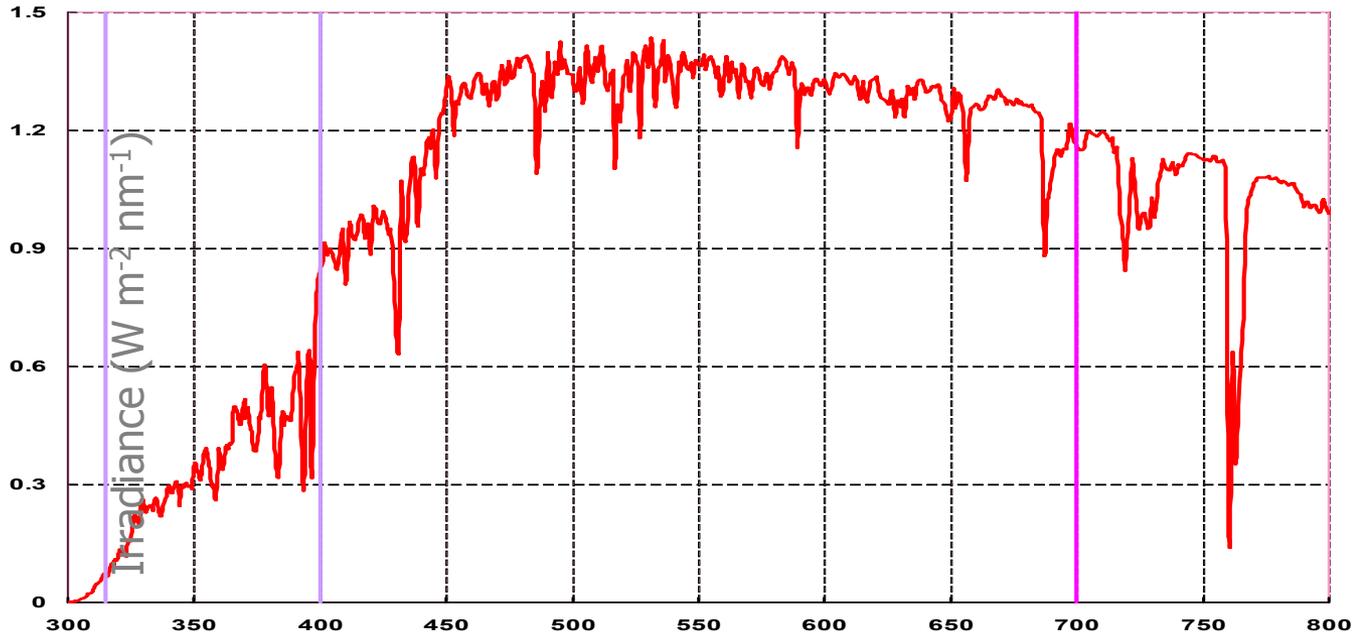
Лекция 1

Спектрофотометрия и электронные уровни молекул

Спектр солнечного излучения

UV-A

IR

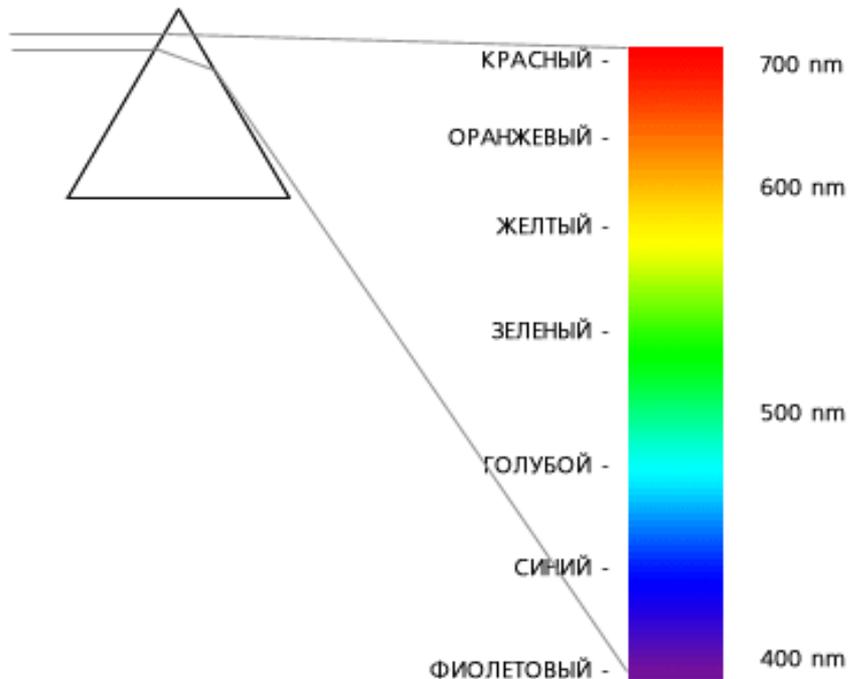


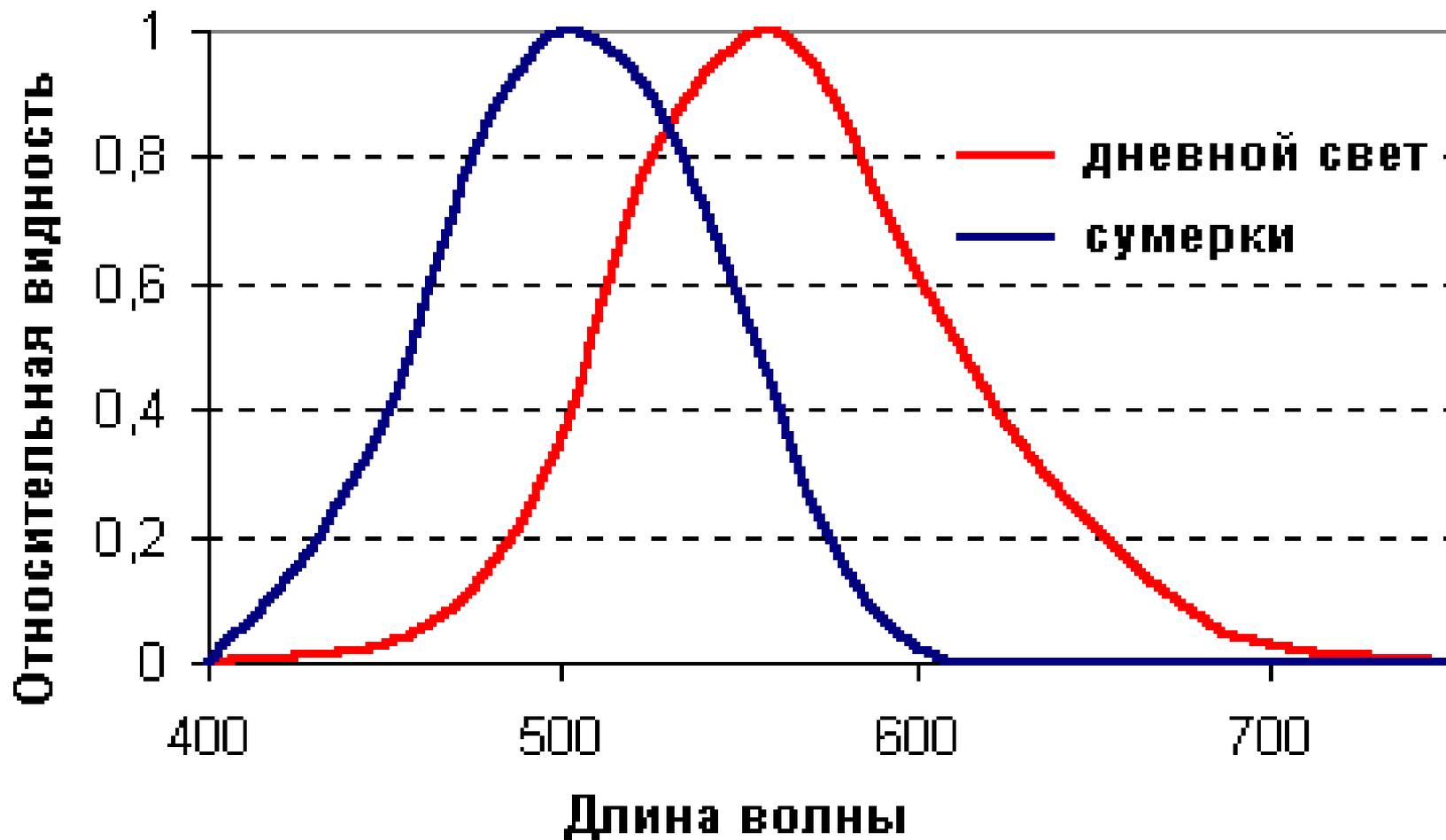
Visible range



$$E = hc/\lambda$$

Вид излучения, диапазон, нм	Длина волны, нм	Энергия кванта, эВ	Эйнштейн, ккал/моль	Эйнштейн, кДж/моль
ИК-излучение (свыше 740 нм)	1400	0,88	20,4	85,5
Красный свет, (647-740)	680	1,82	42,1	176
Зеленый свет, (491-550)	520	2,14	55,0	230
Синий свет, (424-491)	460	2,7	62,2	260
УФ-излучение (короче 400 нм)	254	4,88	112,5	470





Закон Бугера-Ламберта-Бера

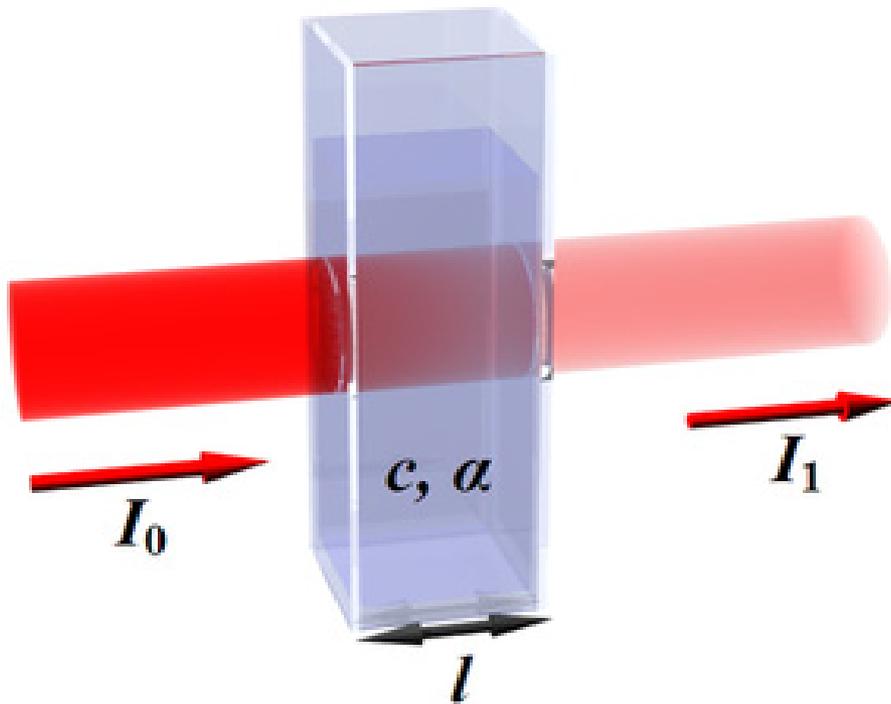
коэффициент пропускания $T = I_1 / I_0$

коэффициент поглощения $(1 - T)$

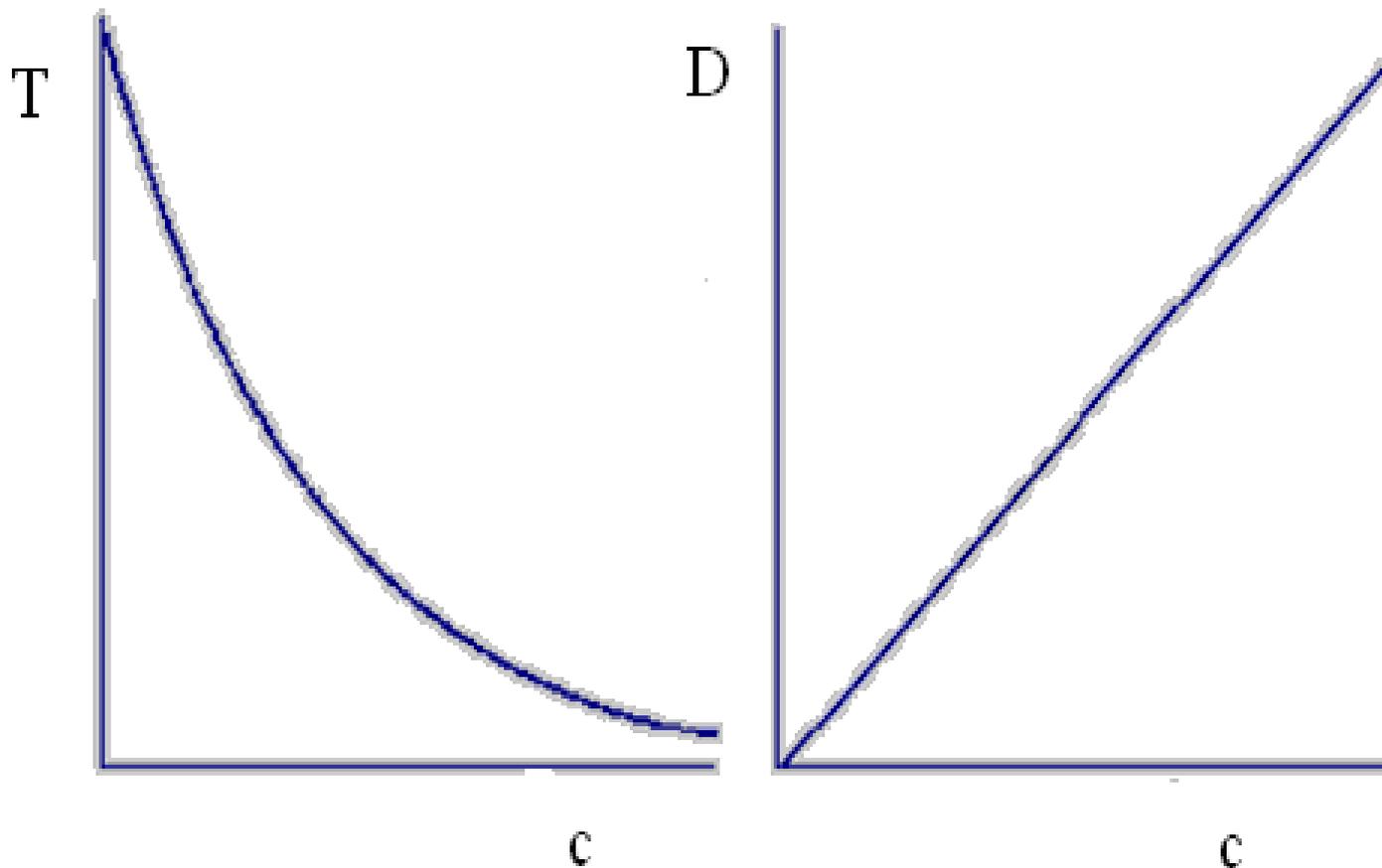
оптическая плотность $D = -\lg T = \epsilon c l$,

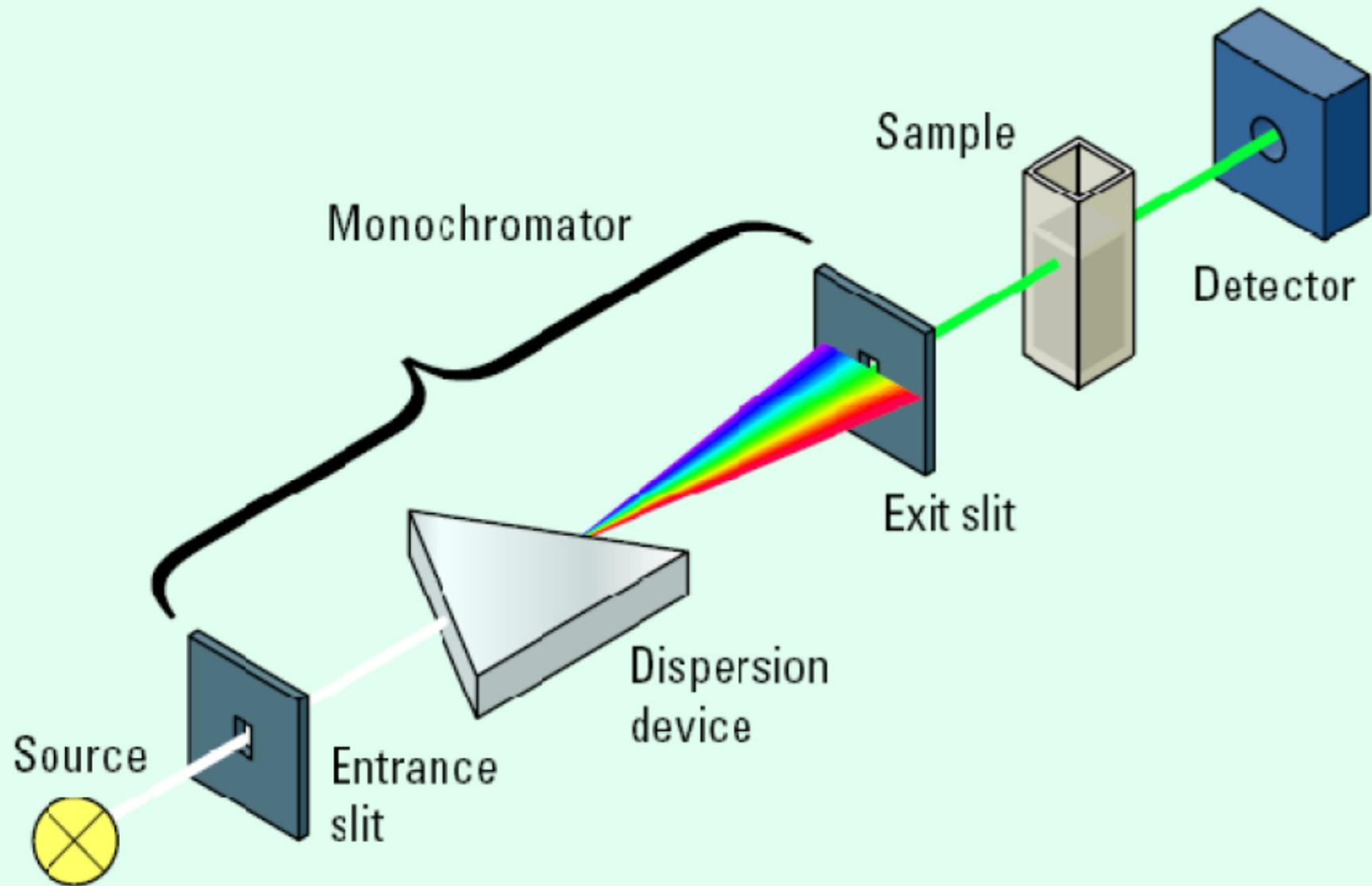
где ϵ -мольный коэффициент поглощения [л/моль см],

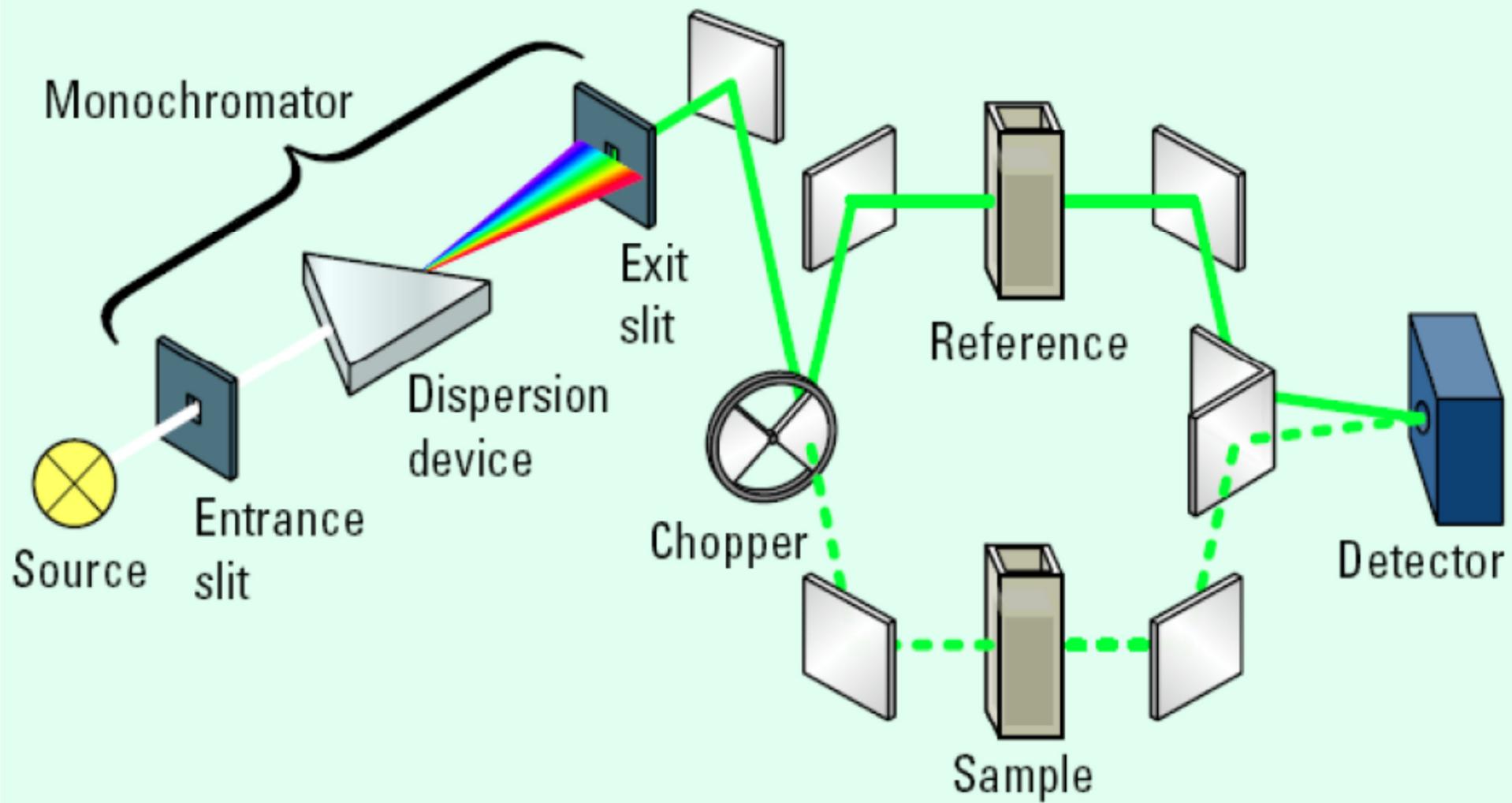
c -концентрация [моль/л]

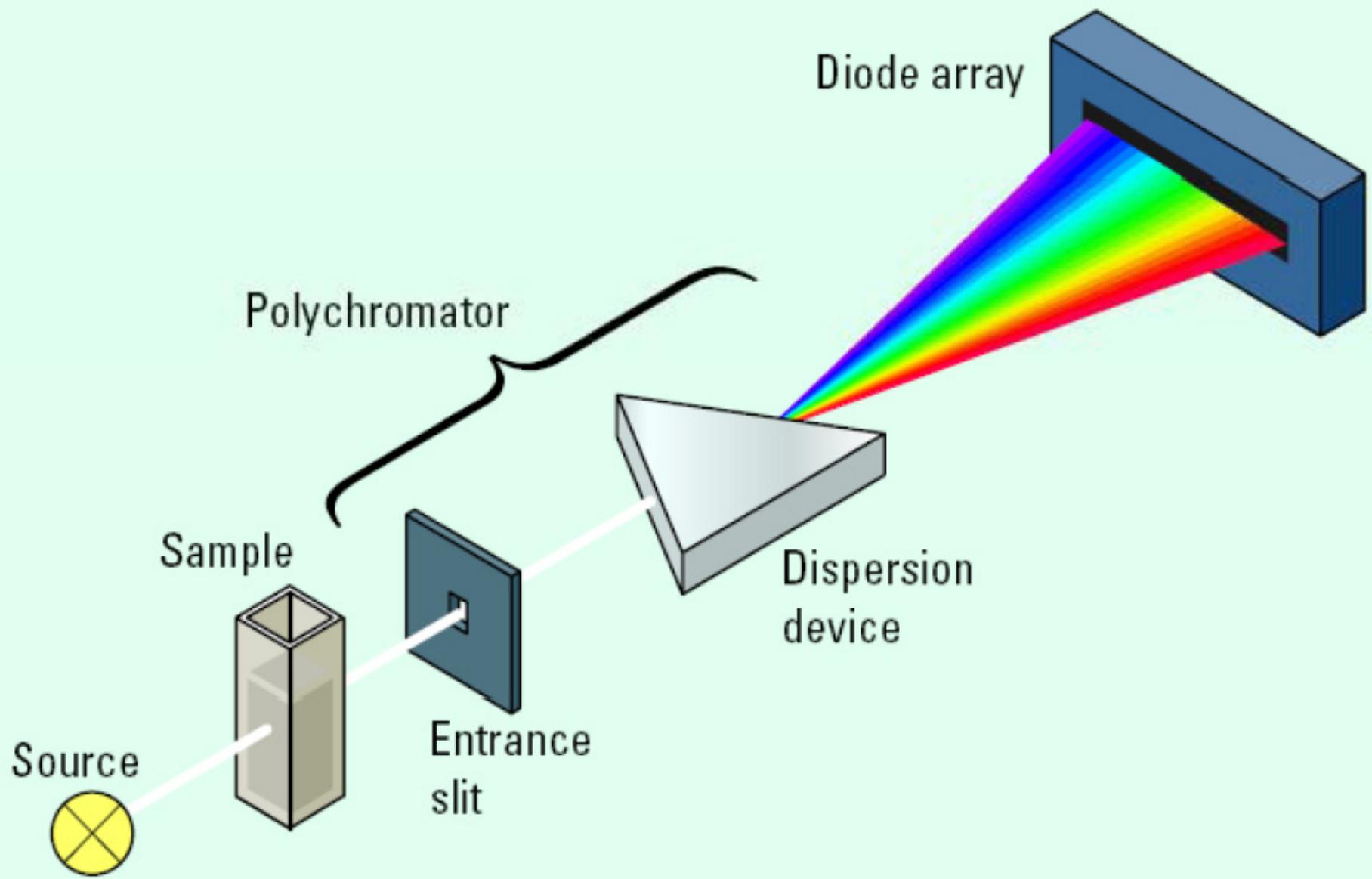


Зависимости коэффициента поглощения (Т) и оптической плотности (D) от концентрации хромофора

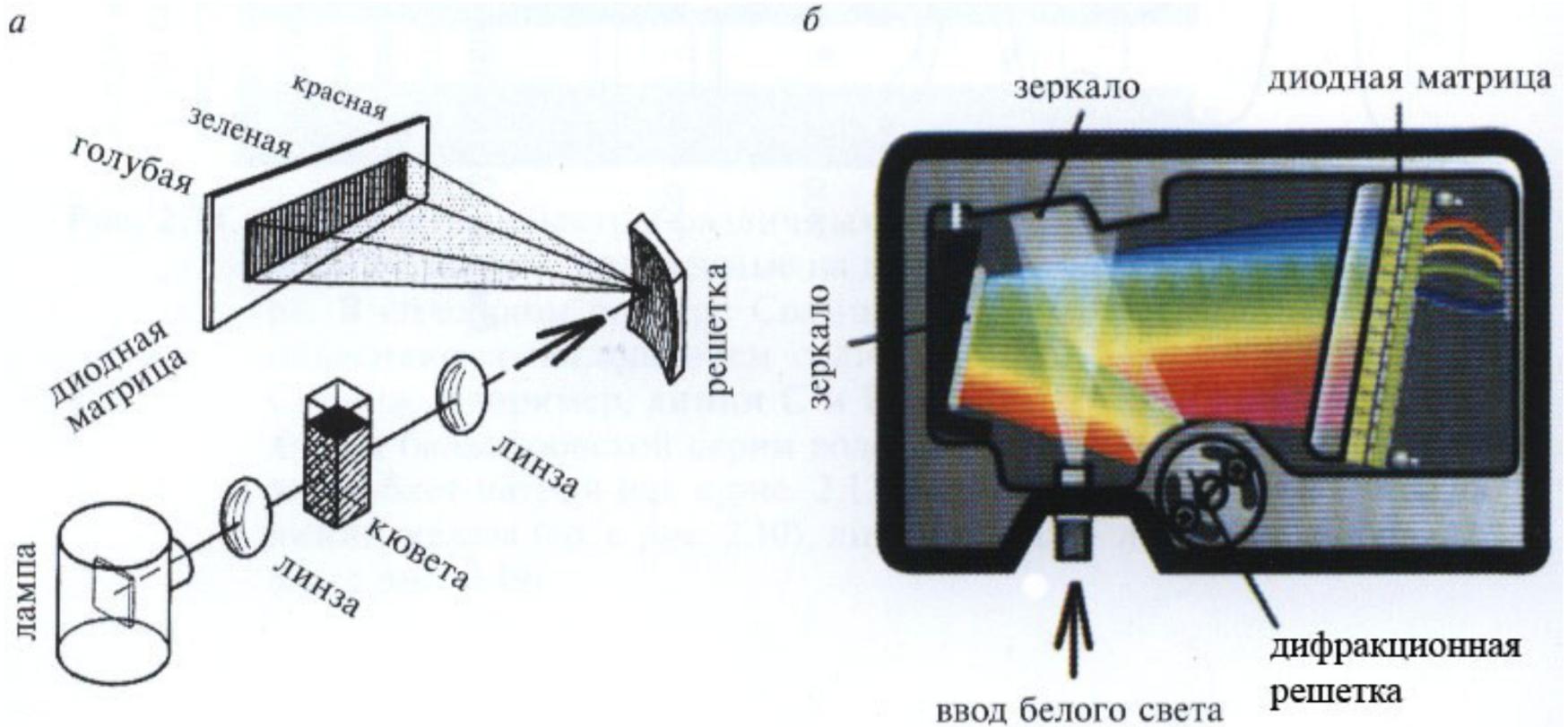








а – Схема матричного спектрофотометра (оптического многоканального анализатора – ОМА);
б – Миниатюрная версия ОМА (USB 2000, Ocean Optics)



A Fiber-Optics spectrometer for reflection measurements



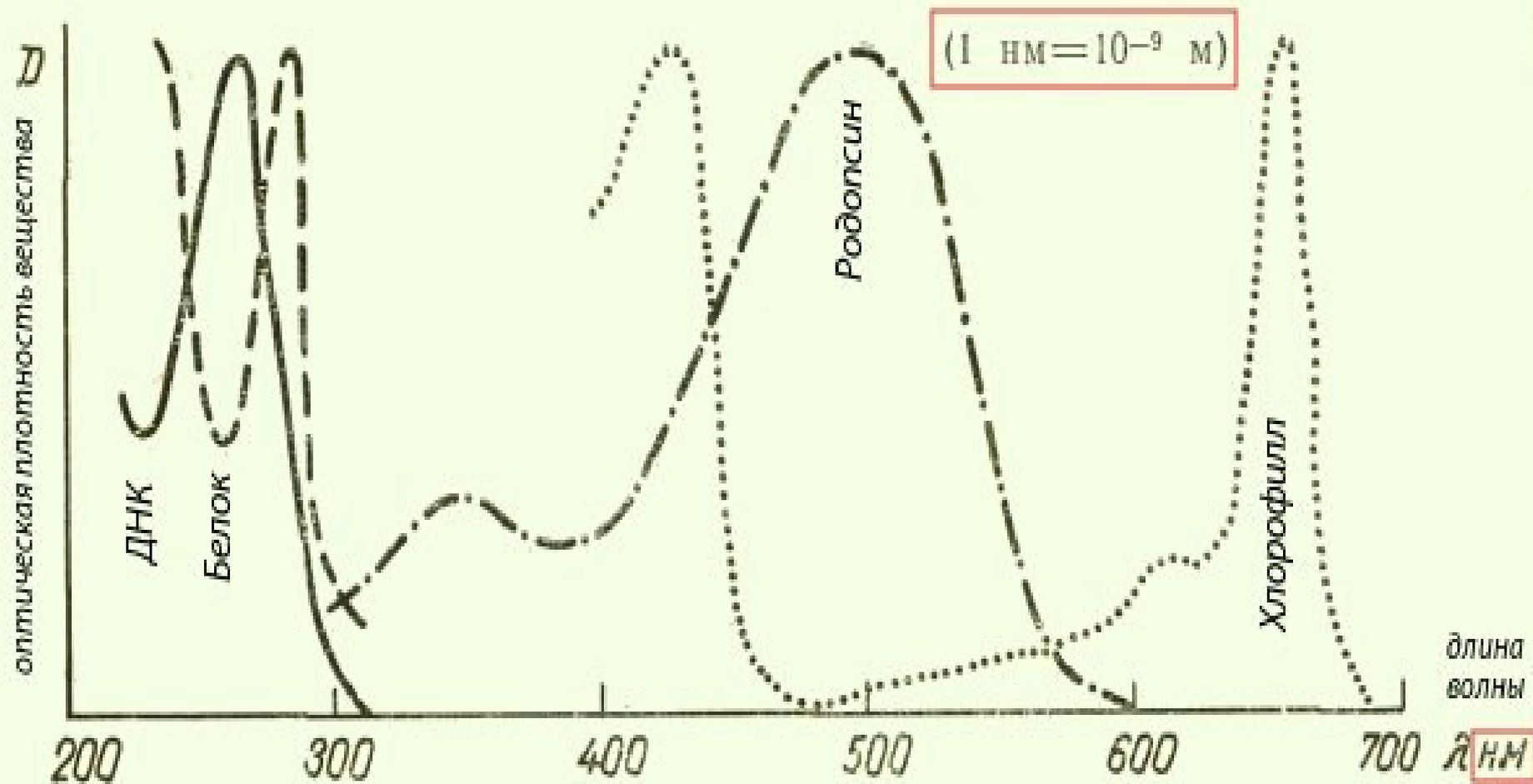
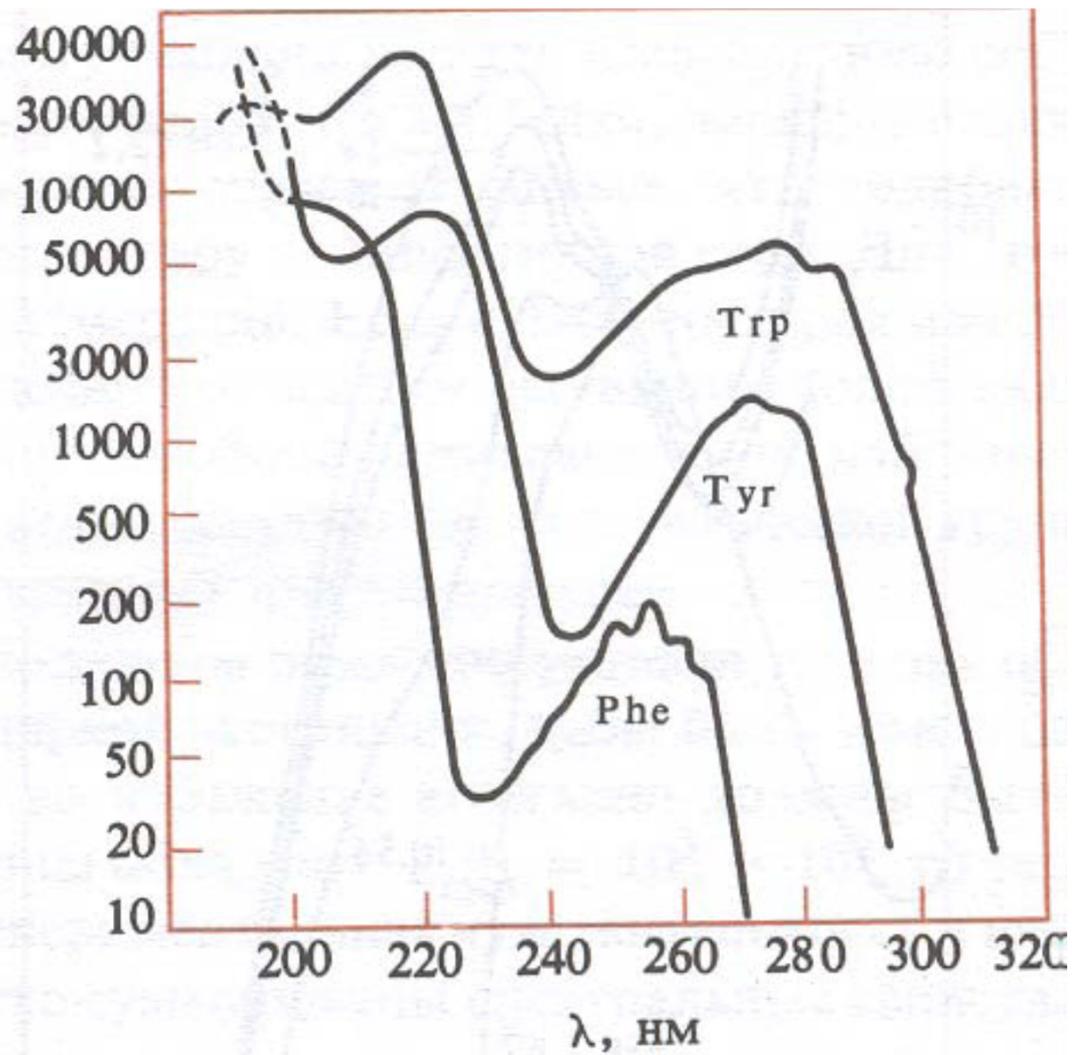
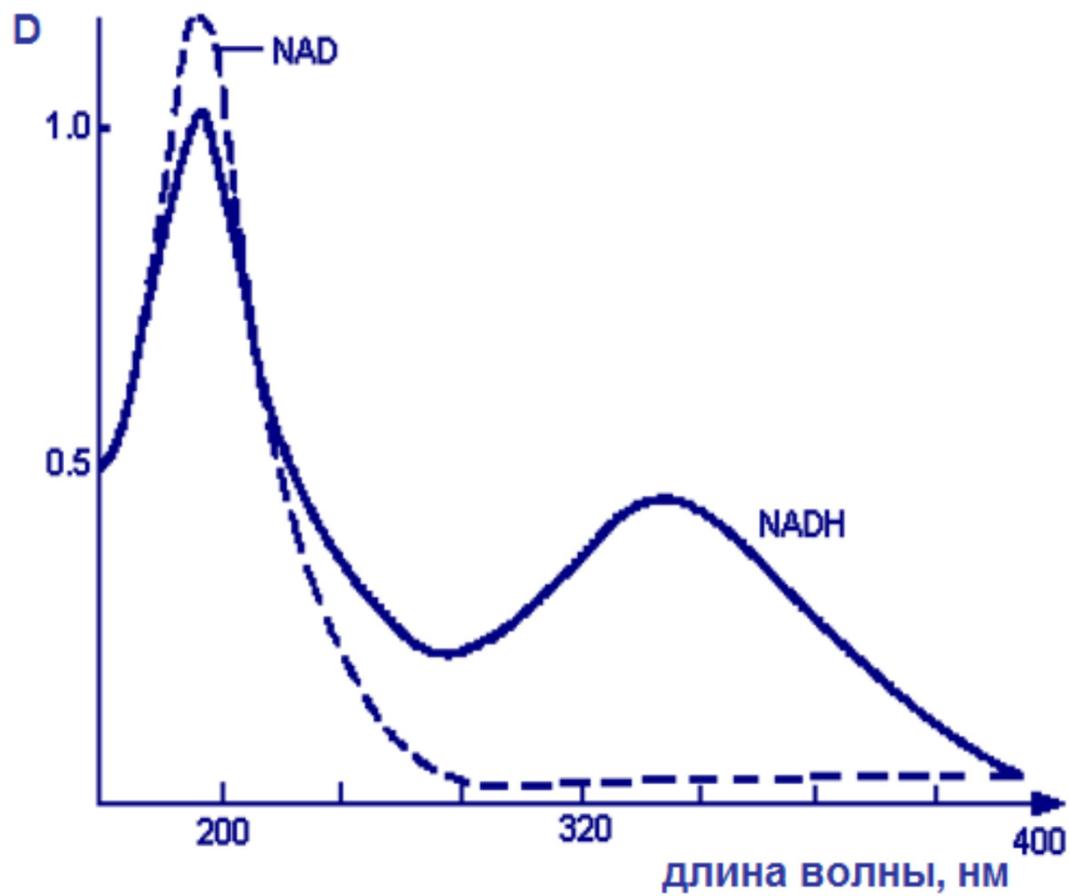
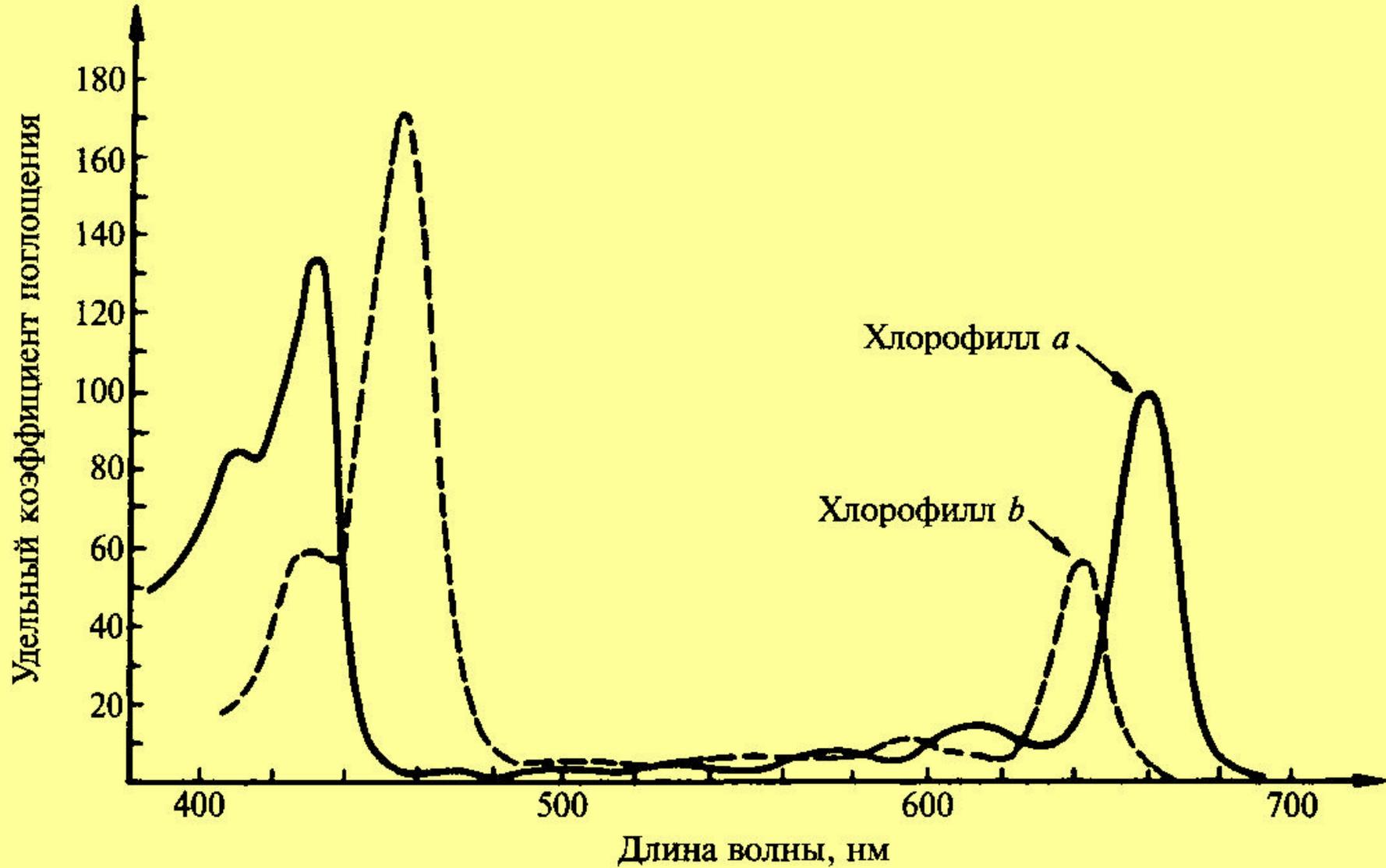


Рис. 1. Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений



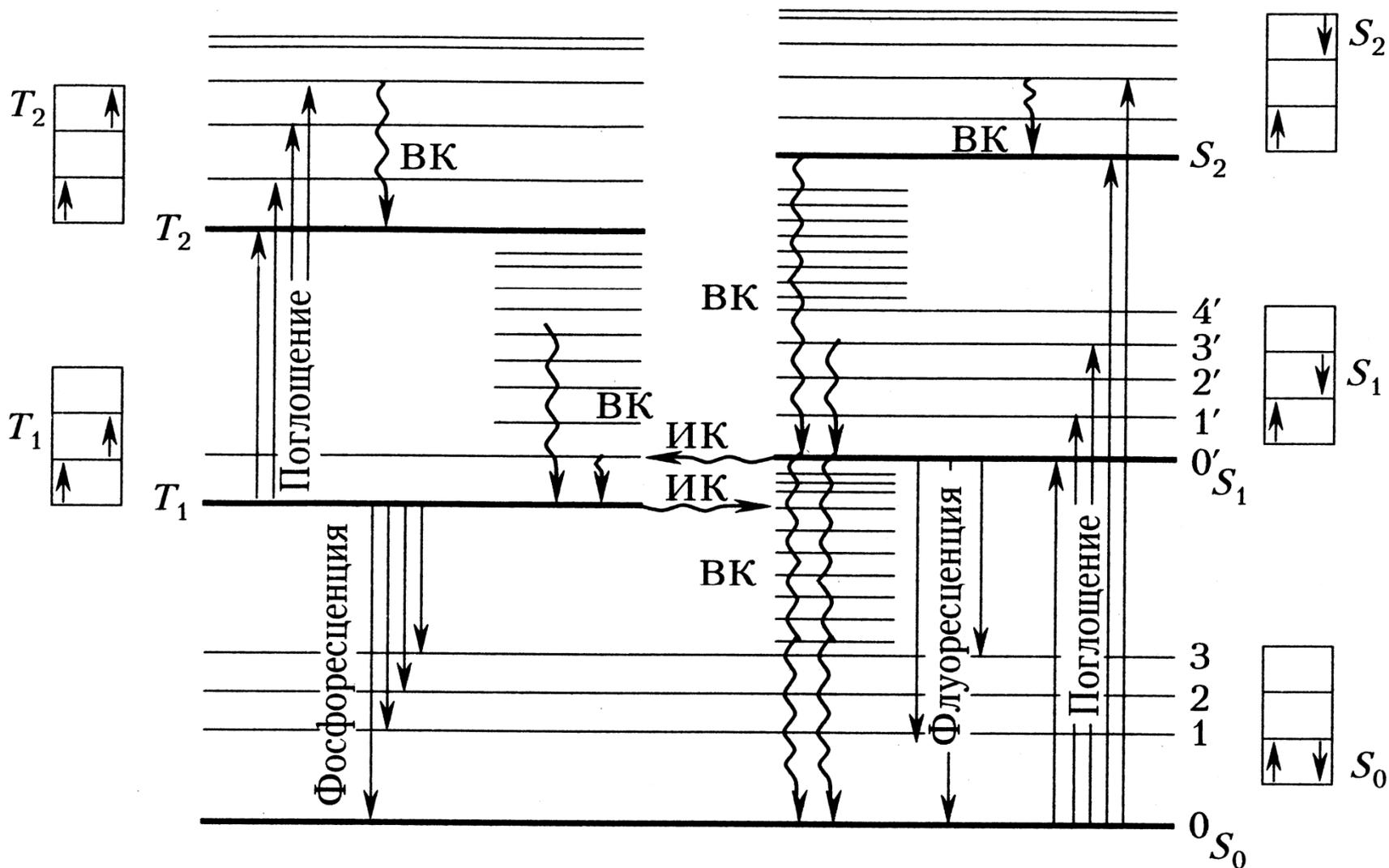
Определение концентраций NAD и NADH

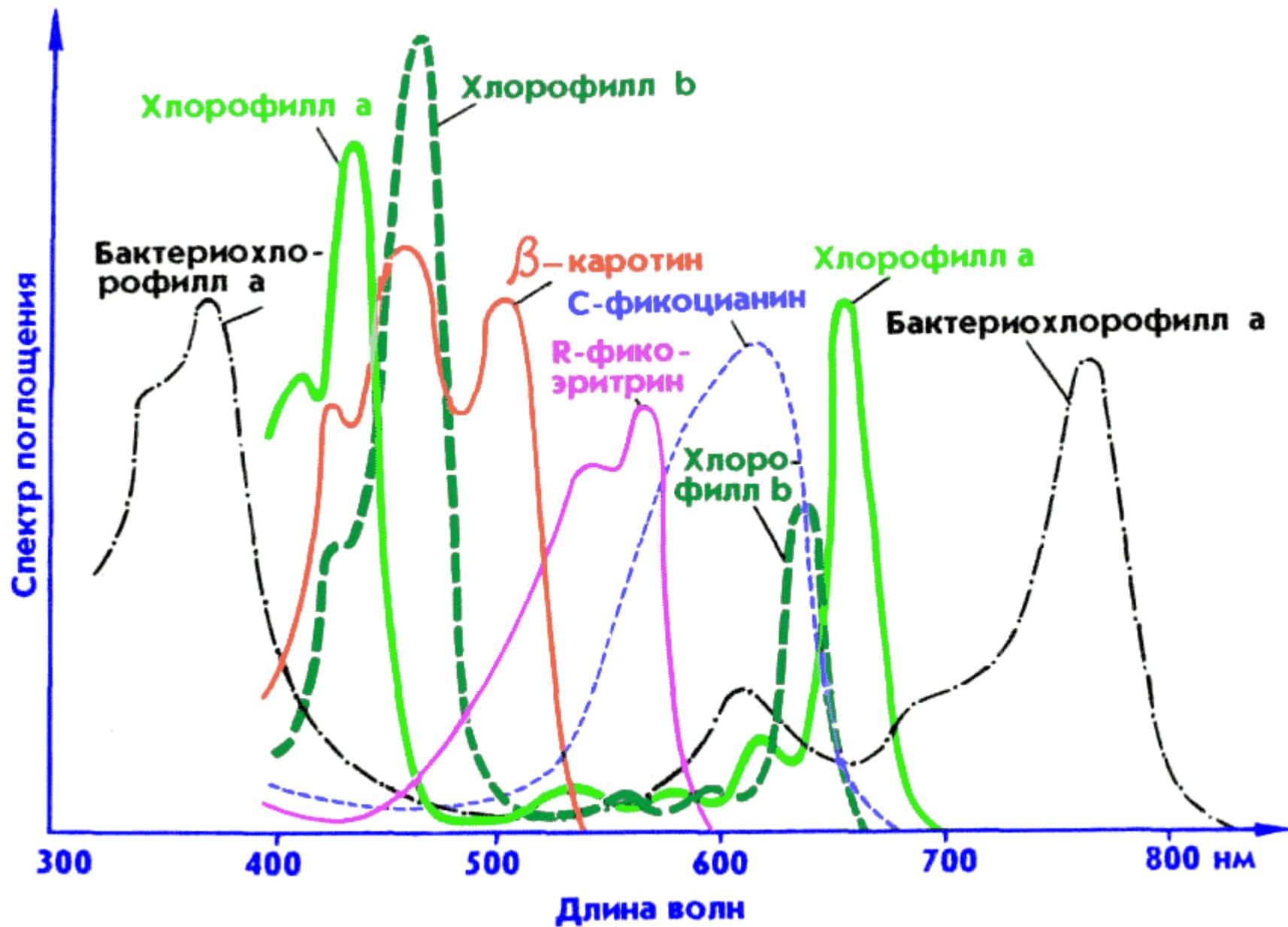




Спектры поглощения хлорофиллов *a* и *b*

Электронные переходы в биомолекулах (диаграмма Яблонского)





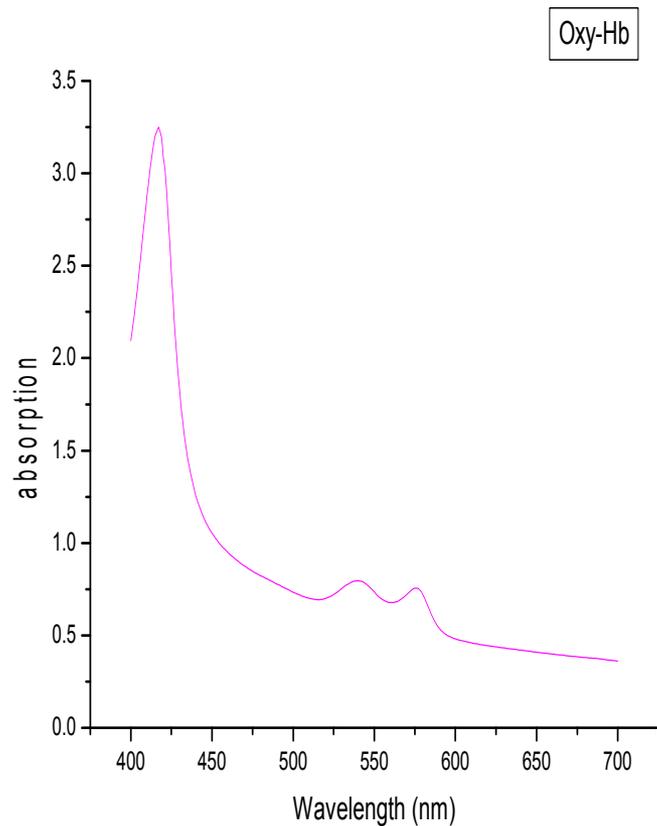


oxyHb(Fe²⁺)

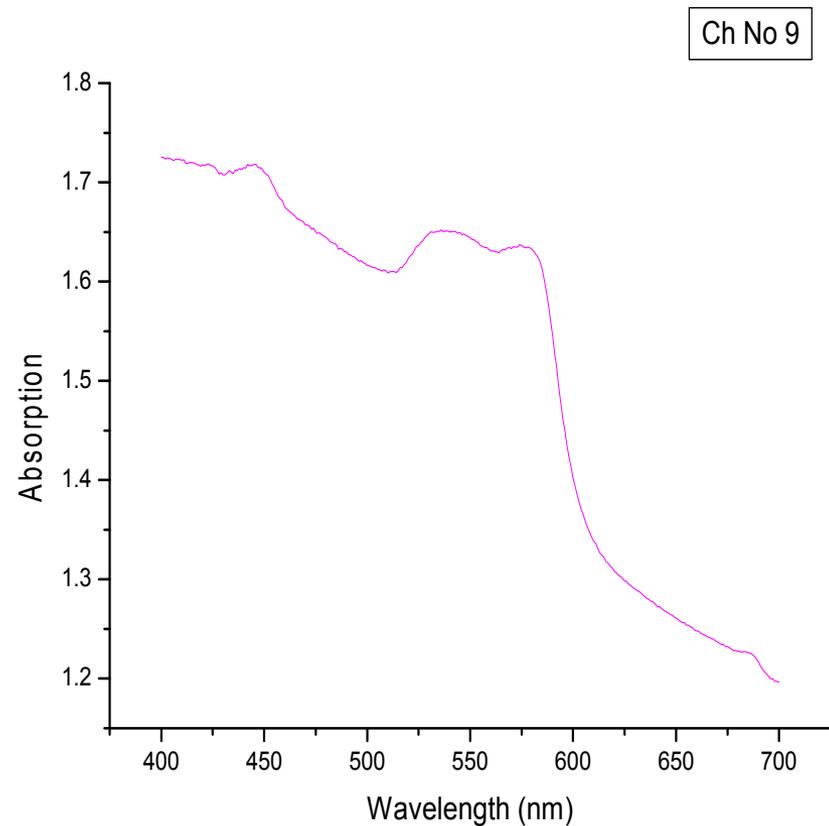


metHb(Fe³⁺)

Optical absorption spectra of oxy-hemoglobin (Fe^{2+} ; $\text{S}=0$)

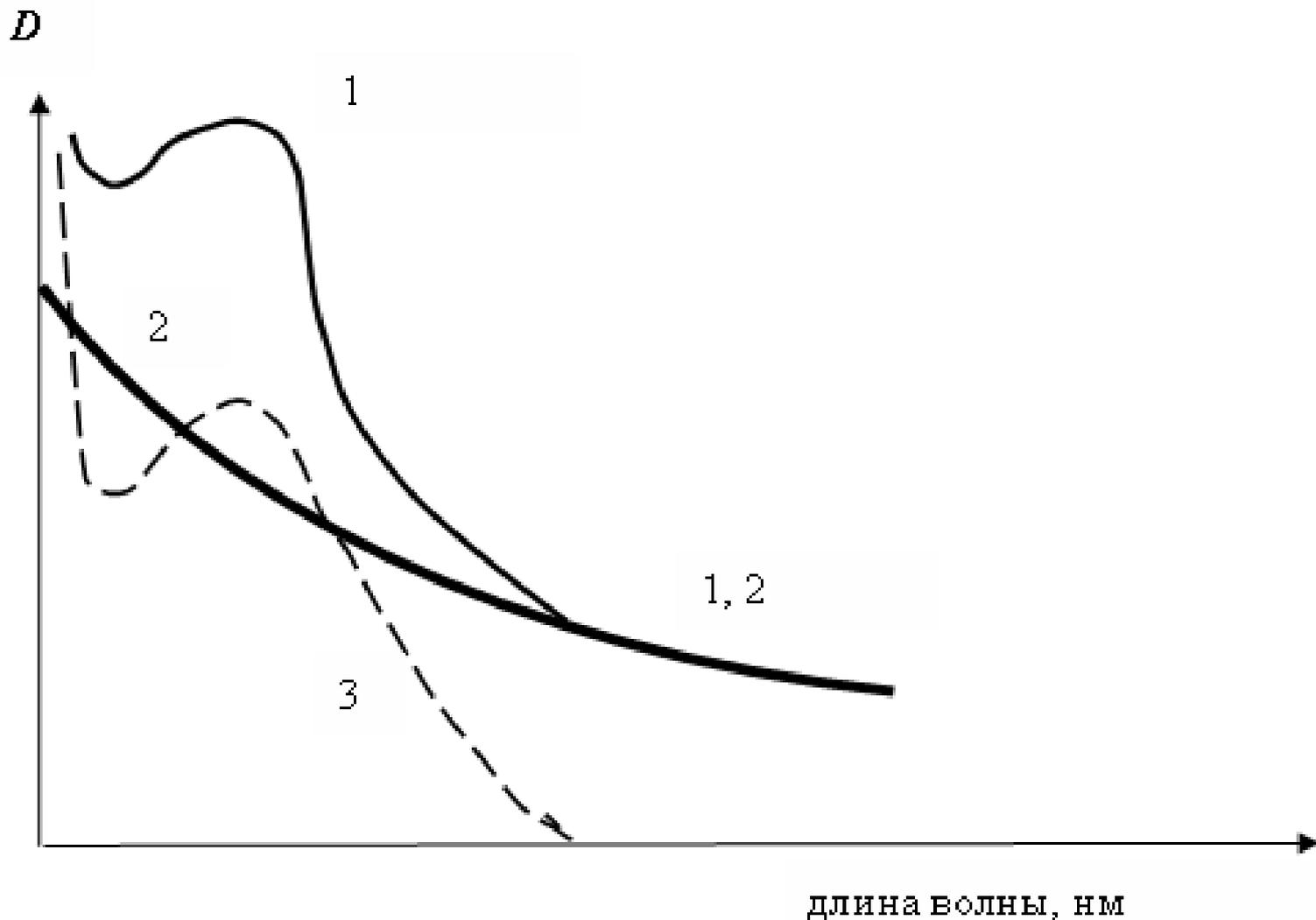


Absorption spectrum of Methemoglobin and Hemoglobin

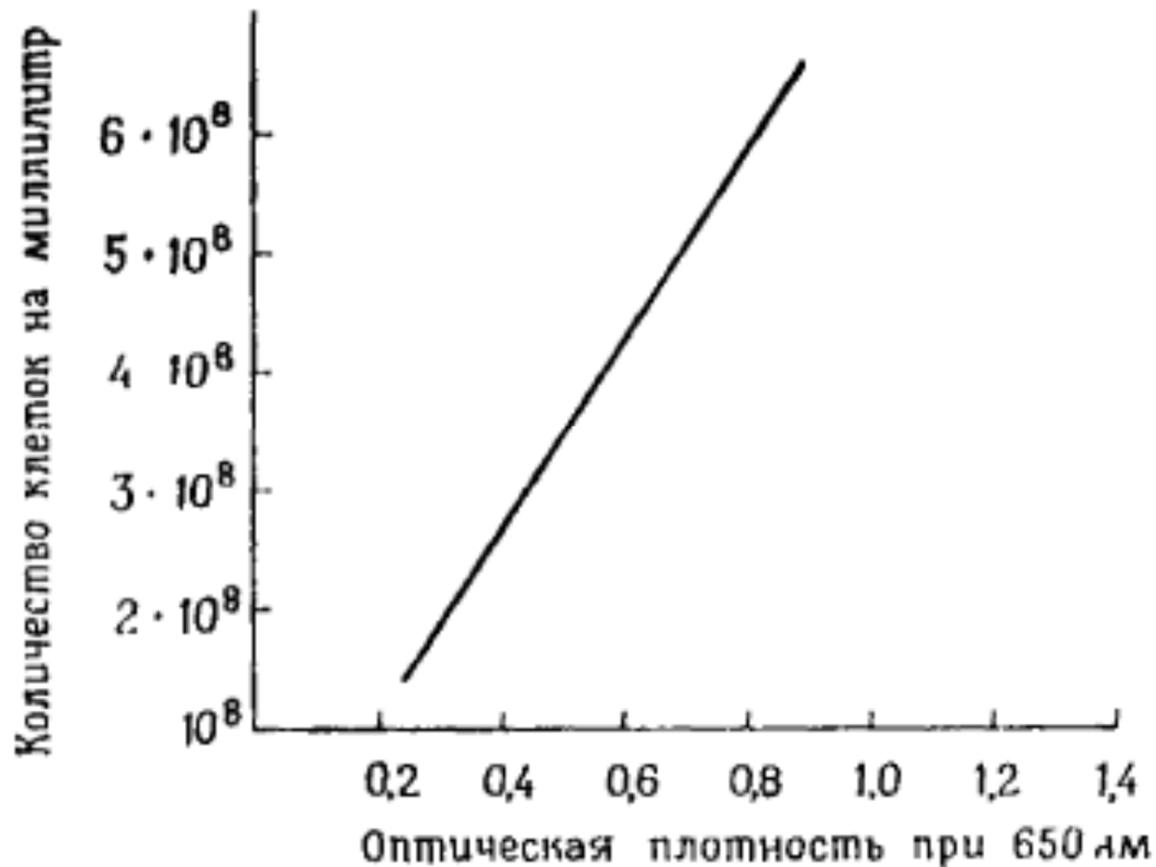


Спектр поглощения раствора:

- 1 – экспериментальный;
- 2 – кажущееся поглощение из-за светорассеяния;
- 3 – истинное поглощение: кривая 1 минус кривая 2

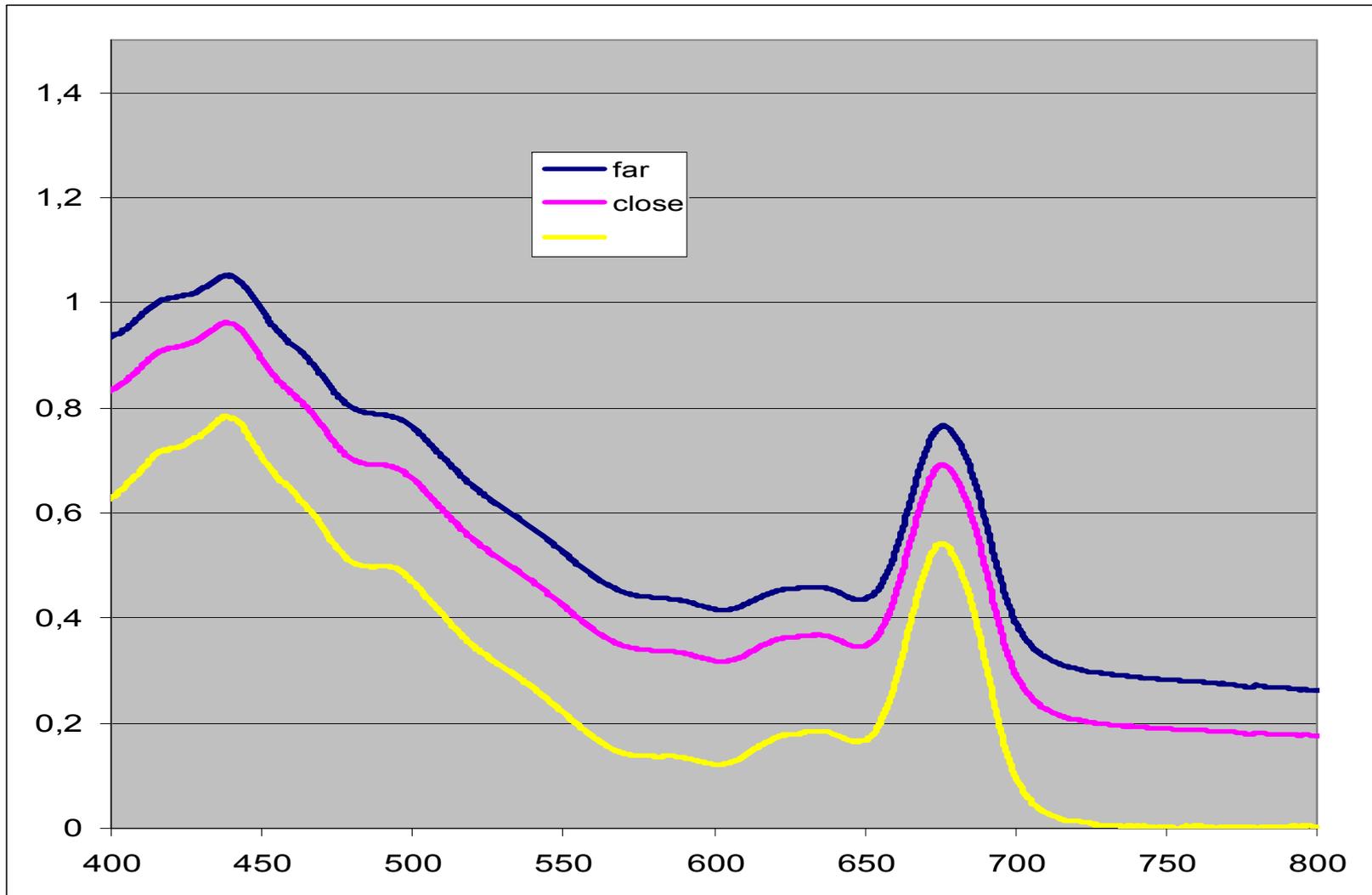


Концентрация бактерий,
определенная по рассеянию
(ослабление интенсивности света вычислено как оптическая
плотность при 650 нм).



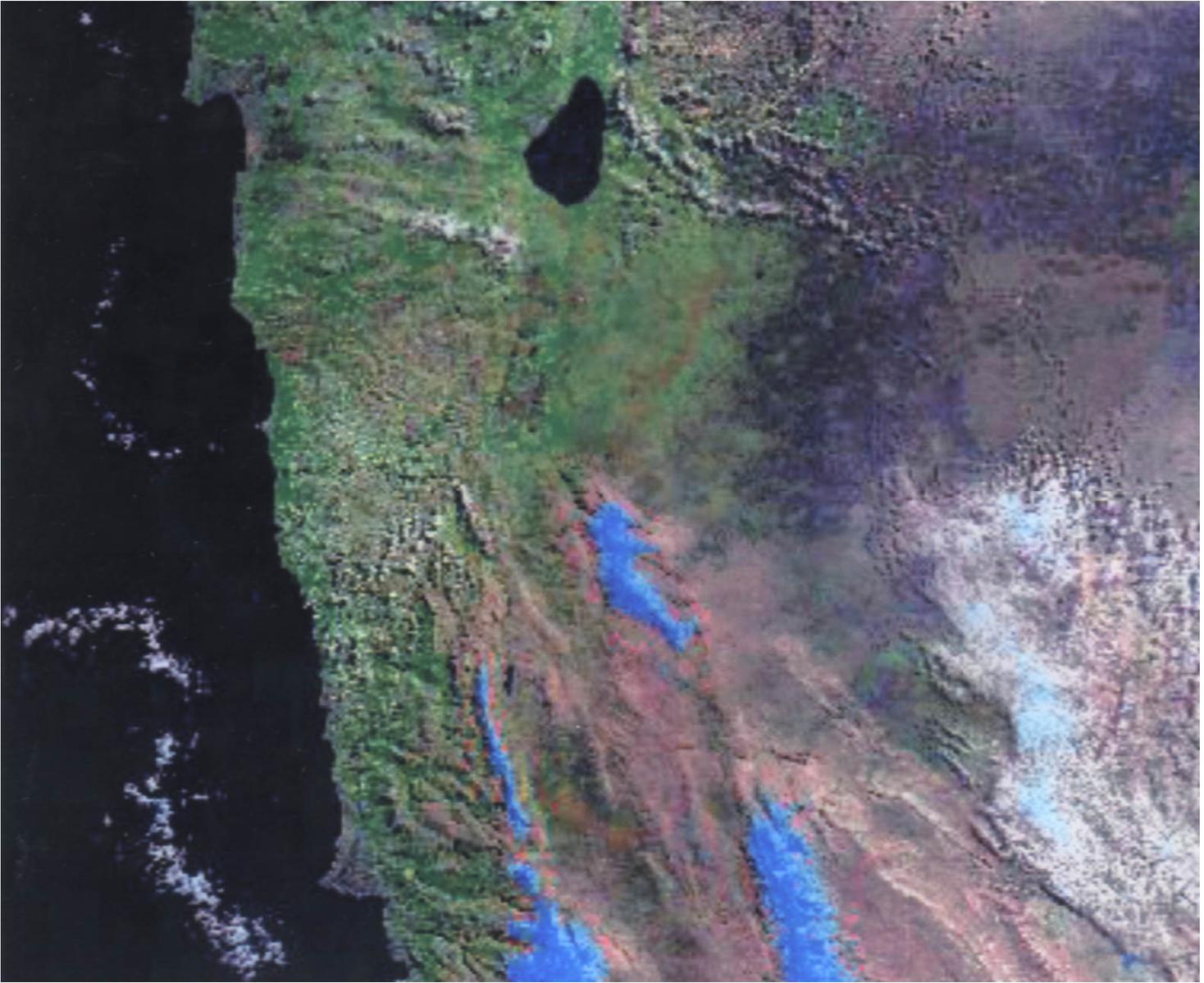
$$A(\lambda) = A_2(\lambda) - [A_2(800)/(A_2(800) - A_1(800))] * [A_2(\lambda) - A_1(\lambda)],$$

где $A_1(\lambda)$ - вблизи входного окна интегрирующей сферы и $A_2(\lambda)$ на некотором расстоянии от неё, $A_1(800)$ и $A_2(800)$ – оптические плотности при 800 нм.



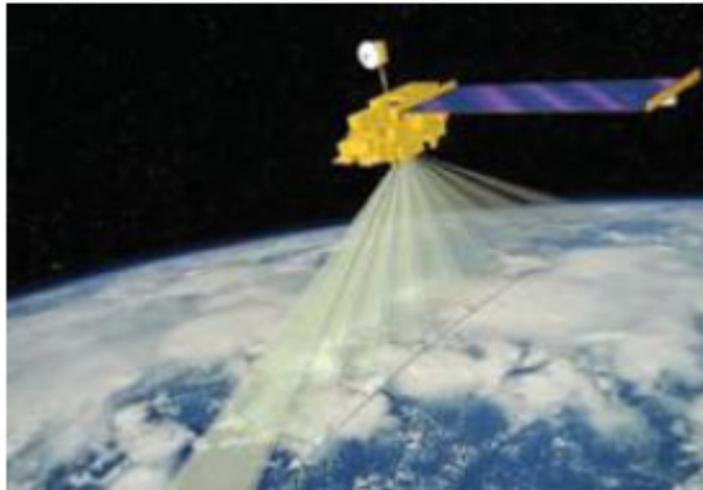
Отражение и пропускание света





MODIS

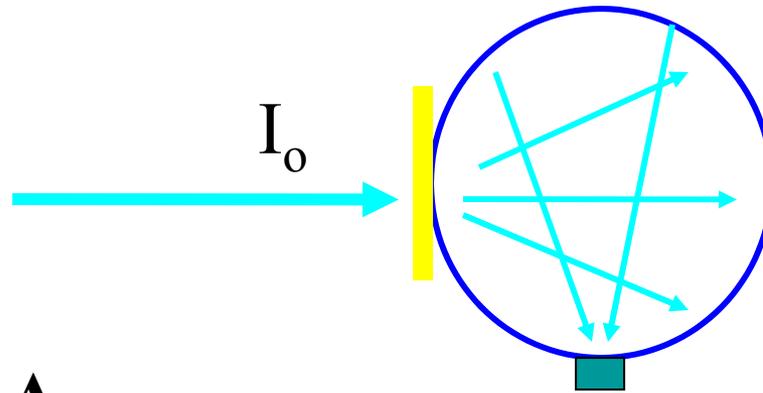
Moderate Resolution Imaging Spectrometer



Band	Wavelength (nm)	Resolution (m)	Primary Use
1	620–670	250m	Land/Cloud/Aerosols Boundaries
2	841–876	250m	
3	459–479	500m	
4	545–565	500m	Land/Cloud/Aerosols Properties
5	1230–1250	500m	
6	1628–1652	500m	
7	2105–2155	500m	
8	405–420	1000m	Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry
9	438–448	1000m	
10	483–493	1000m	
11	526–536	1000m	
12	546–556	1000m	
13	662–672	1000m	
14	673–683	1000m	
15	743–753	1000m	Atmospheric Water Vapor
16	862–877	1000m	
17	890–920	1000m	
18	931–941	1000m	
19	915–965	1000m	Surface/Cloud Temperature
20	3.660–3.840	1000m	
21	3.929–3.989	1000m	
22	3.929–3.989	1000m	Atmospheric Temperature
23	4.020–4.080	1000m	
24	4.433–4.498	1000m	Cirrus Clouds Water Vapor
25	4.482–4.549	1000m	
26	1.360–1.390	1000m	Cloud Properties
27	6.535–6.895	1000m	
28	7.175–7.475	1000m	Ozone
29	8.400–8.700	1000m	
30	9.580–9.880	1000m	Surface/Cloud Temperature
31	10.780–11.280	1000m	
32	11.770–12.270	1000m	Cloud Top Altitude
33	13.185–13.485	1000m	
34	13.485–13.785	1000m	
35	13.785–14.085	1000m	
36	14.085–14.385	1000m	

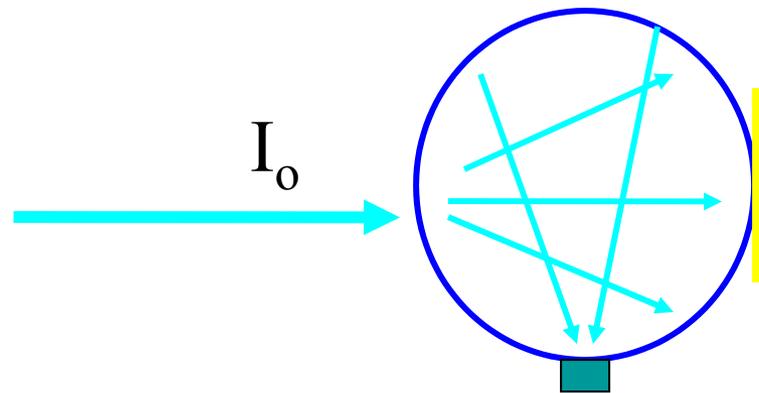
Измерение пропускания, отражения и поглощения

$$1 = T + R + A$$



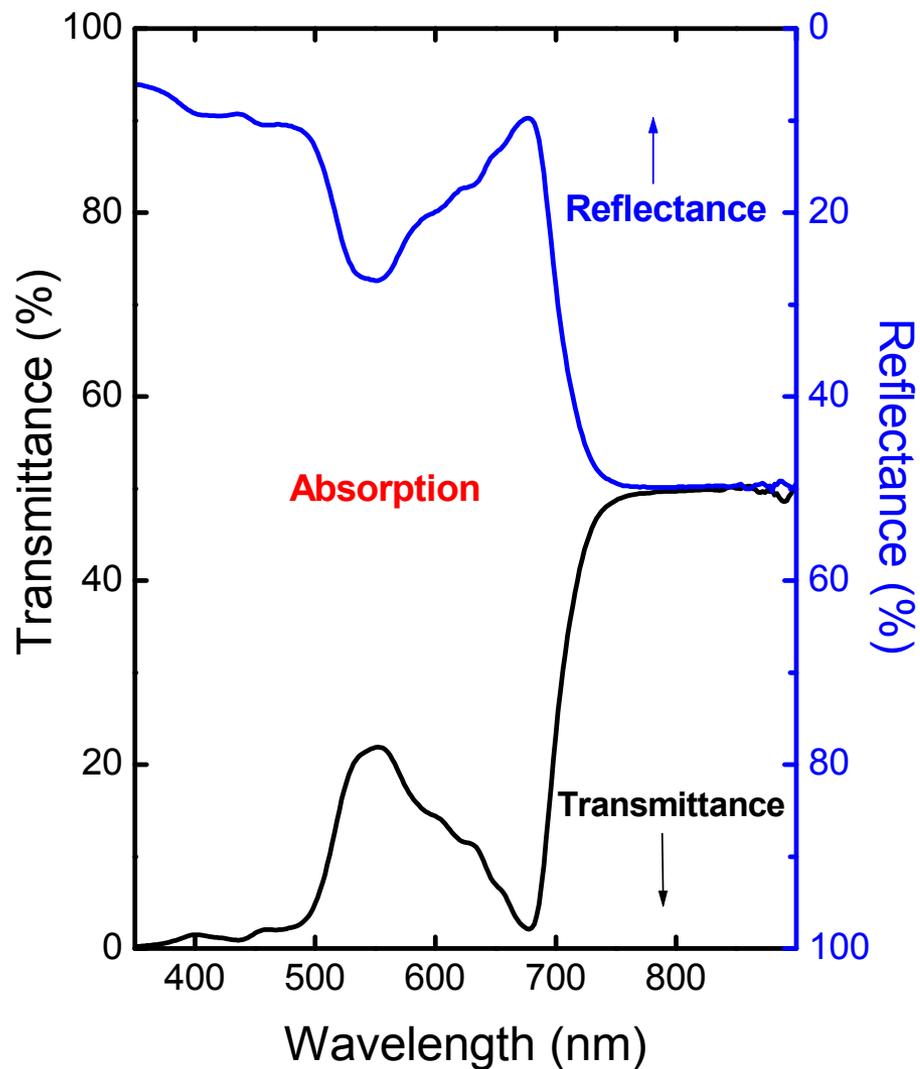
Пропускание
(T, Transmission)

Поглощение
(A, Absorption)

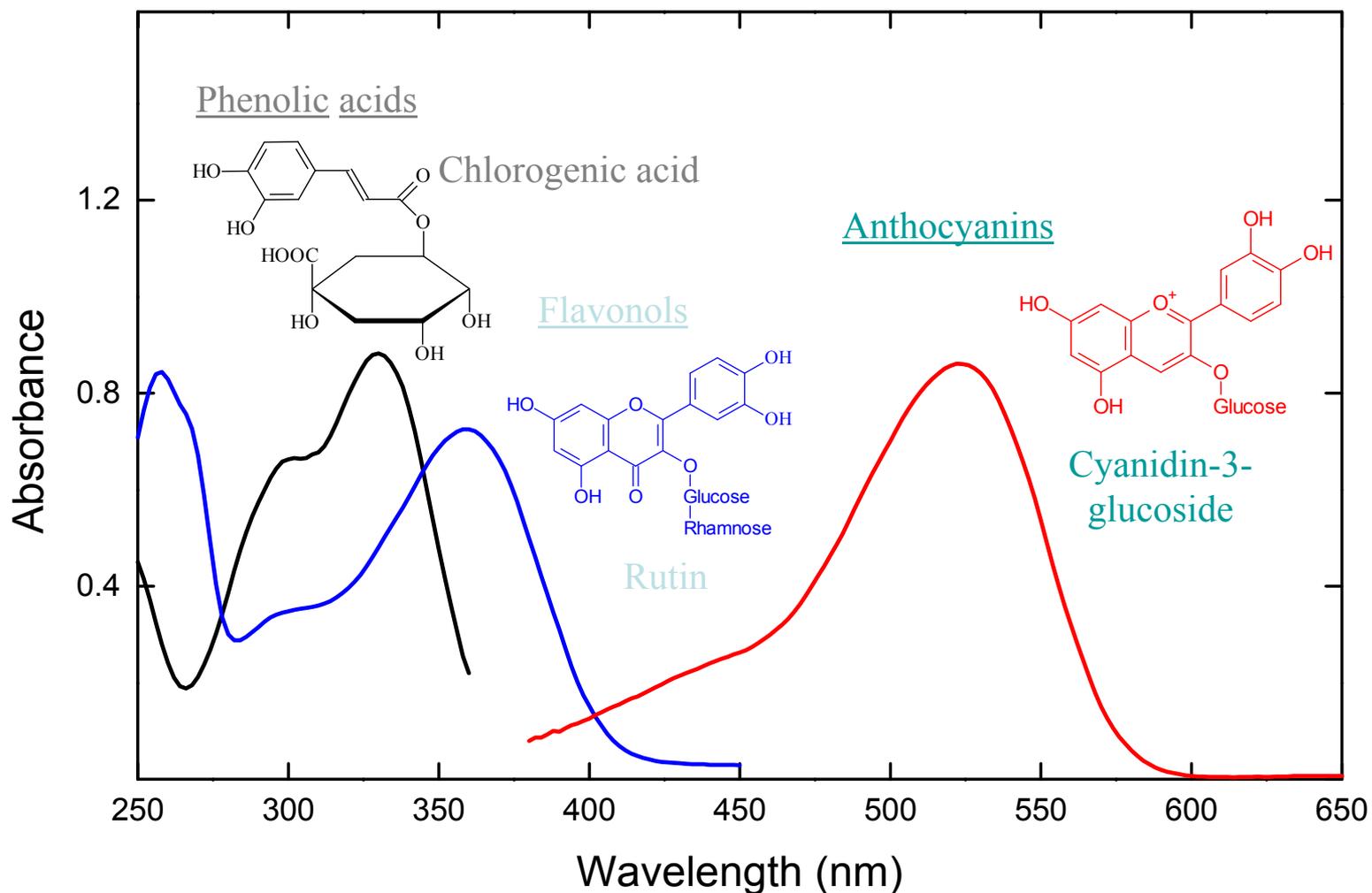


Отражение
(R, Reflection)

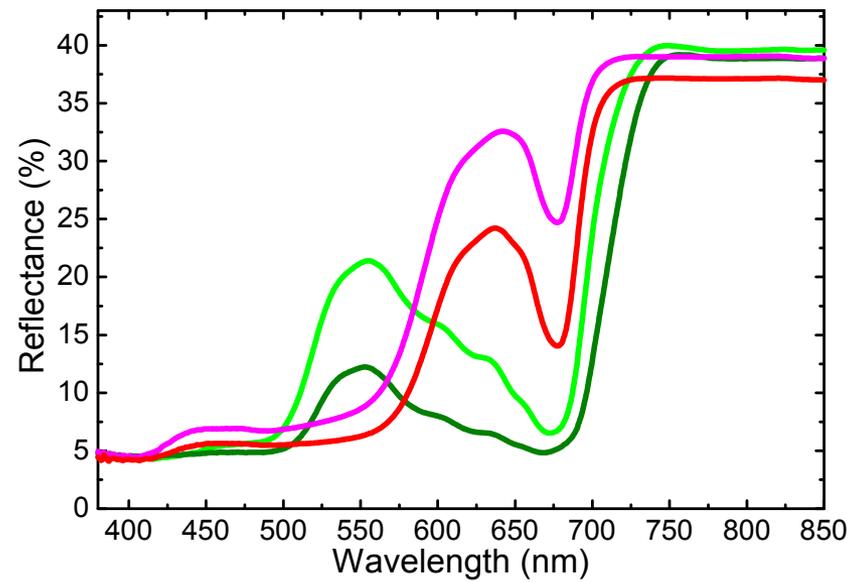
Спектры пропускания, отражения и поглощения листа



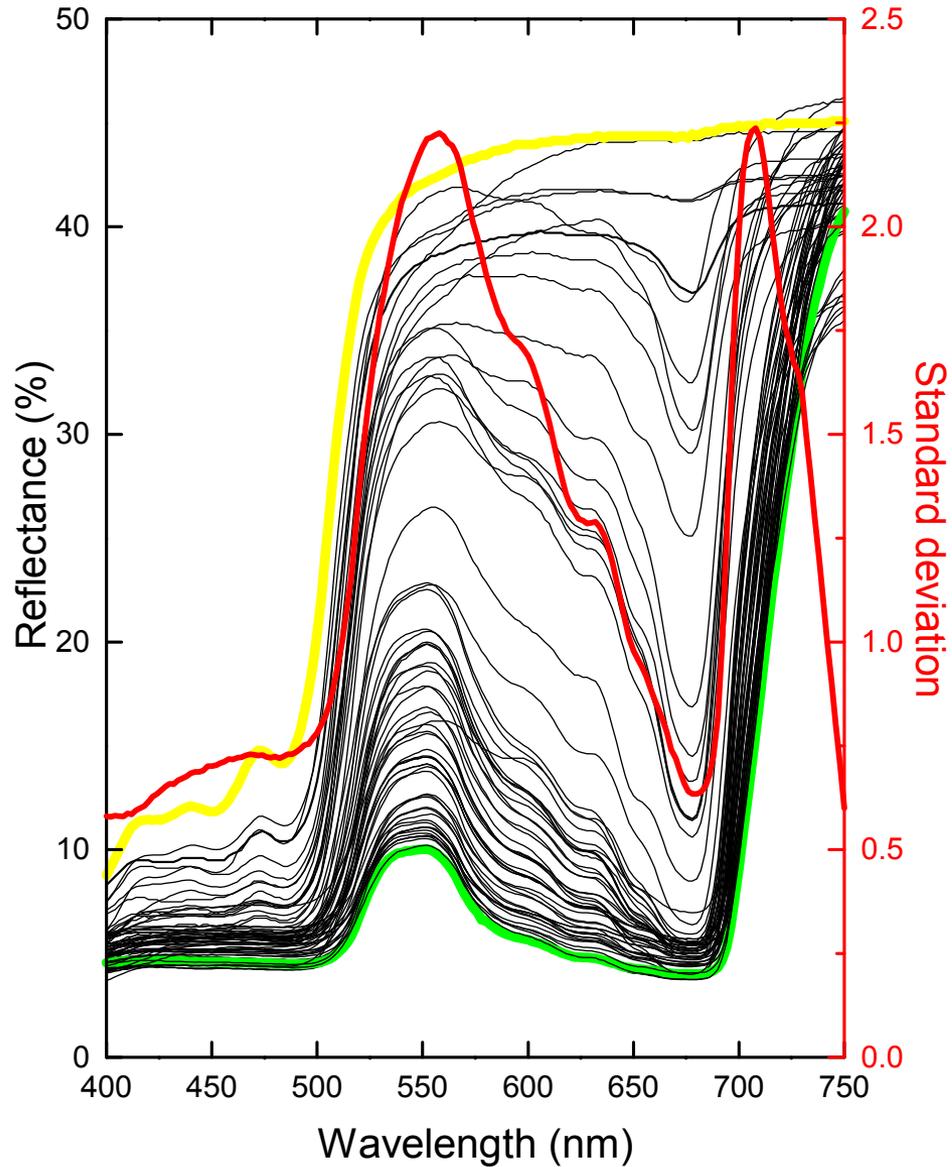
Фенольные соединения высших растений, обладающие фотозащитным действием



Aloe arborescens

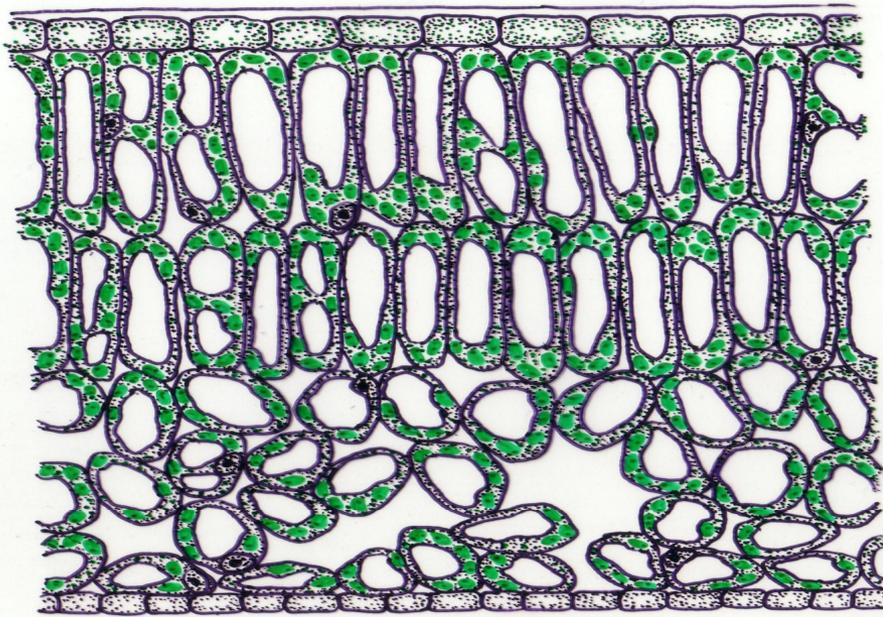


Спектры отражения листьев клёна (*Acer platanoides* L.)

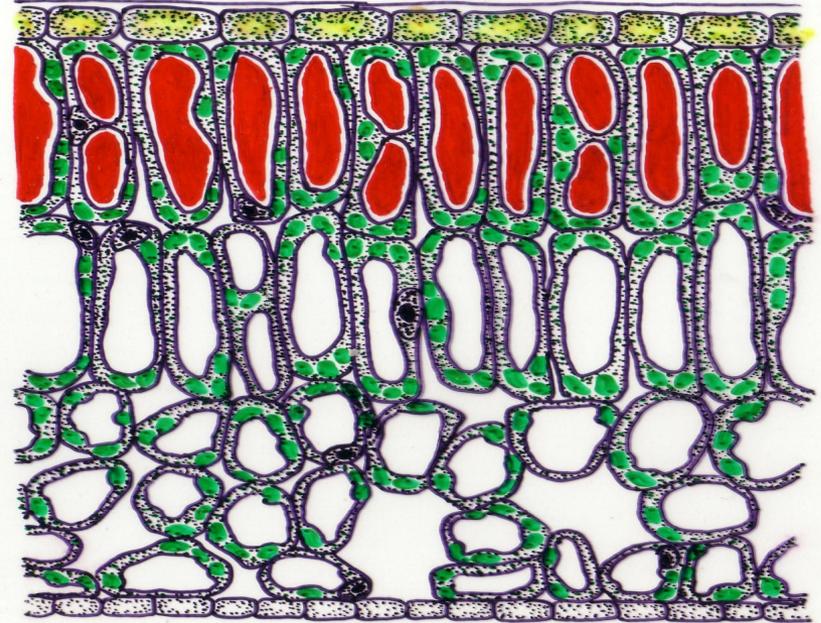


Cotoneaster integerrimus L. (осенние листья)

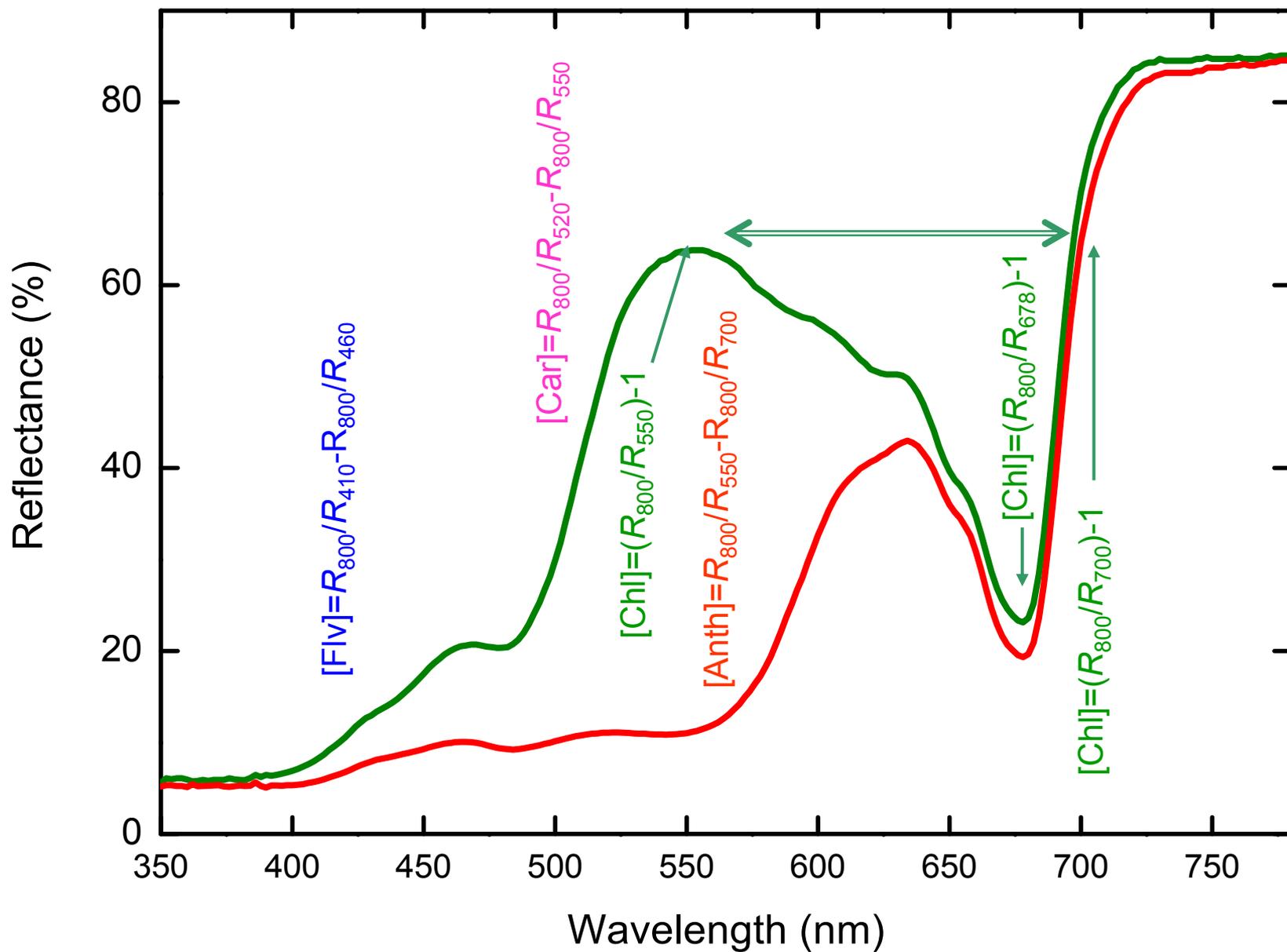
Green

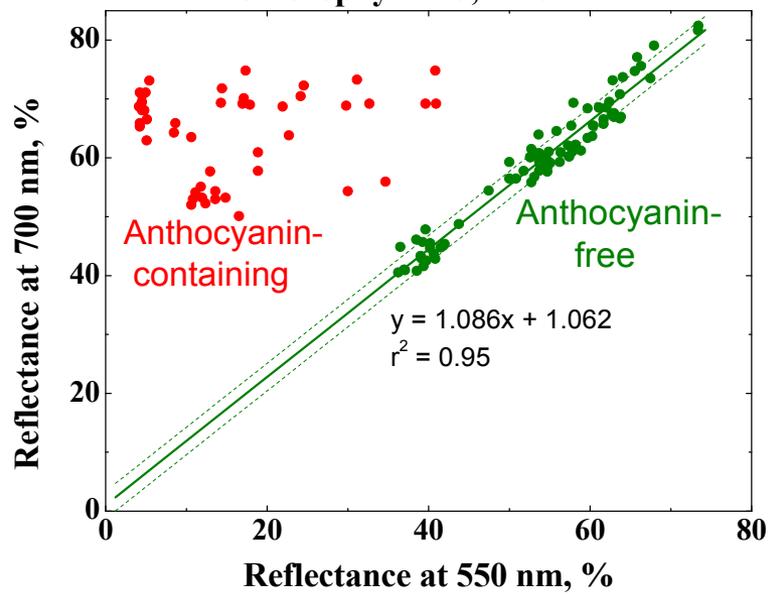
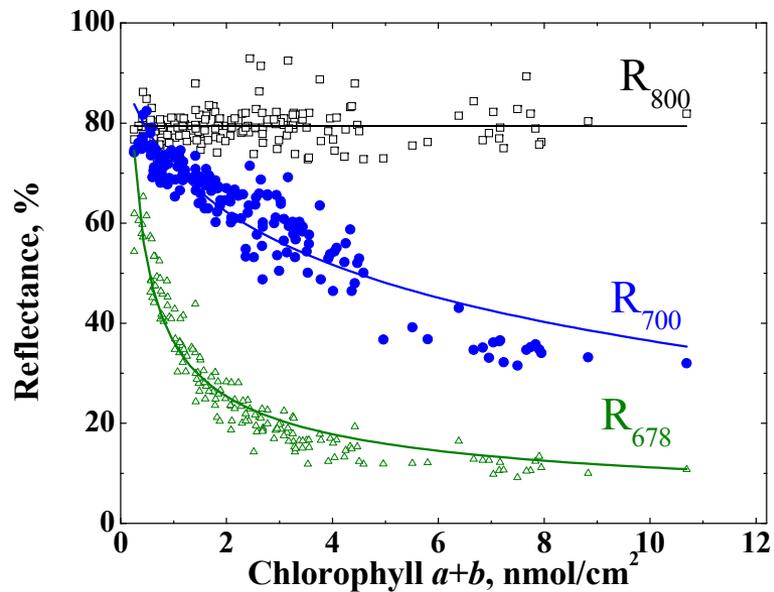


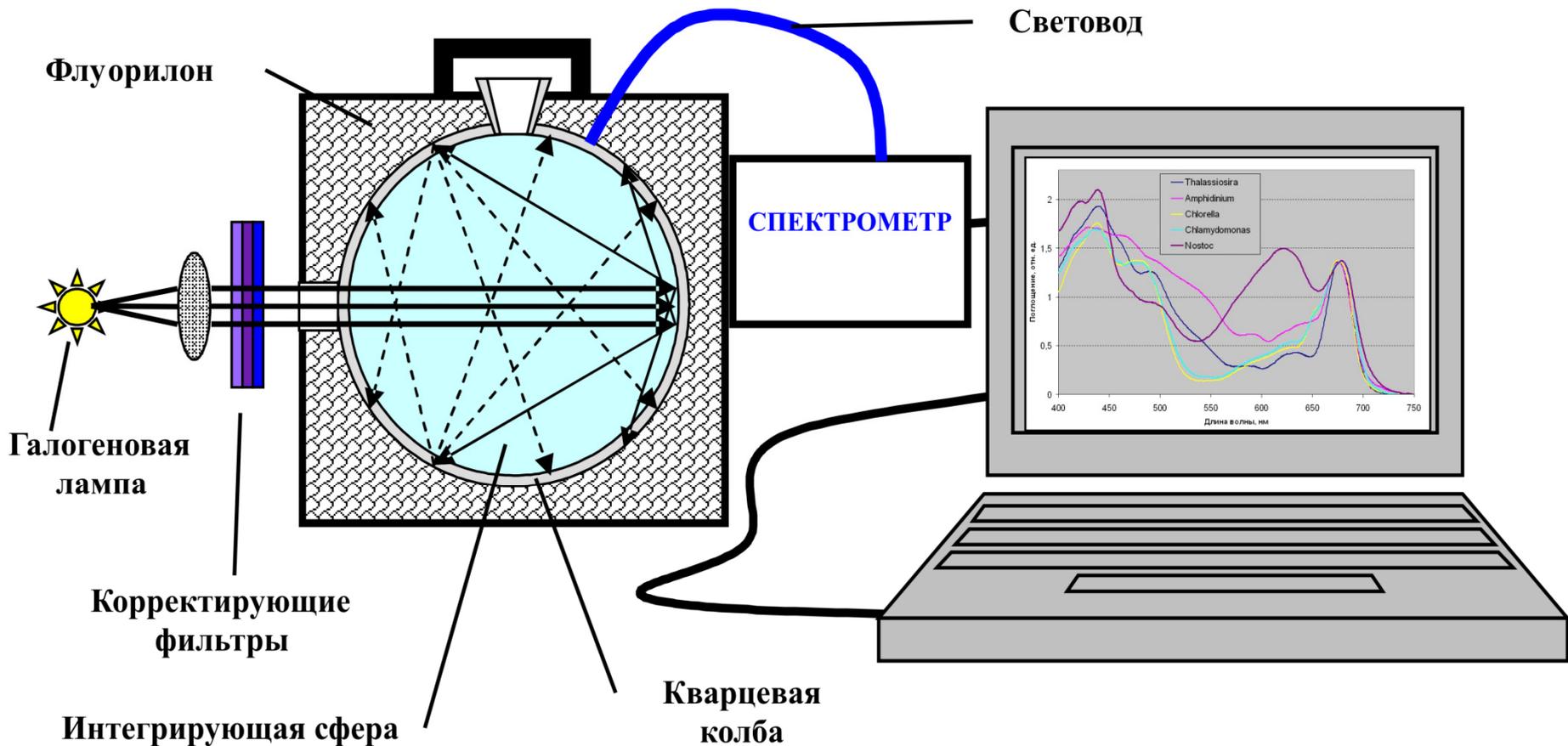
Red

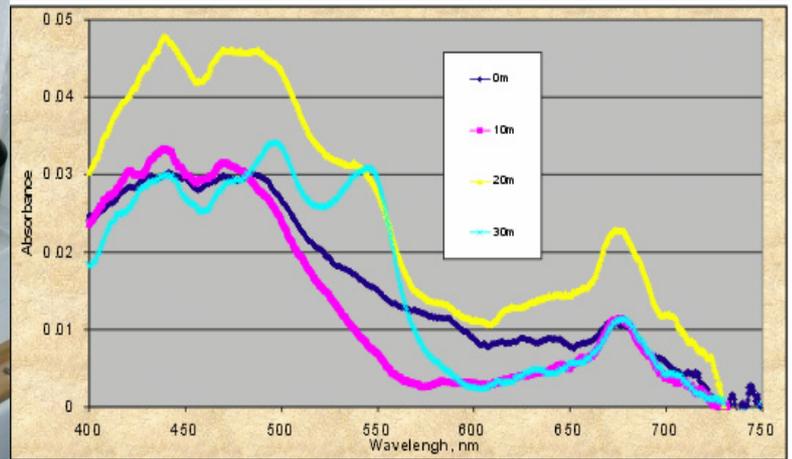
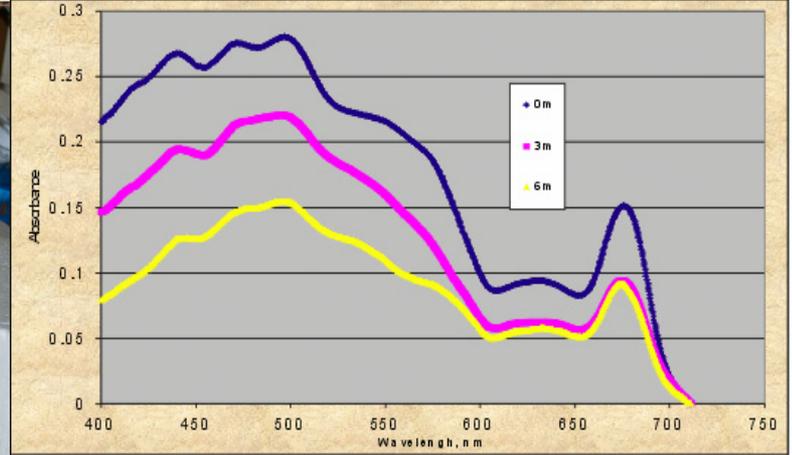
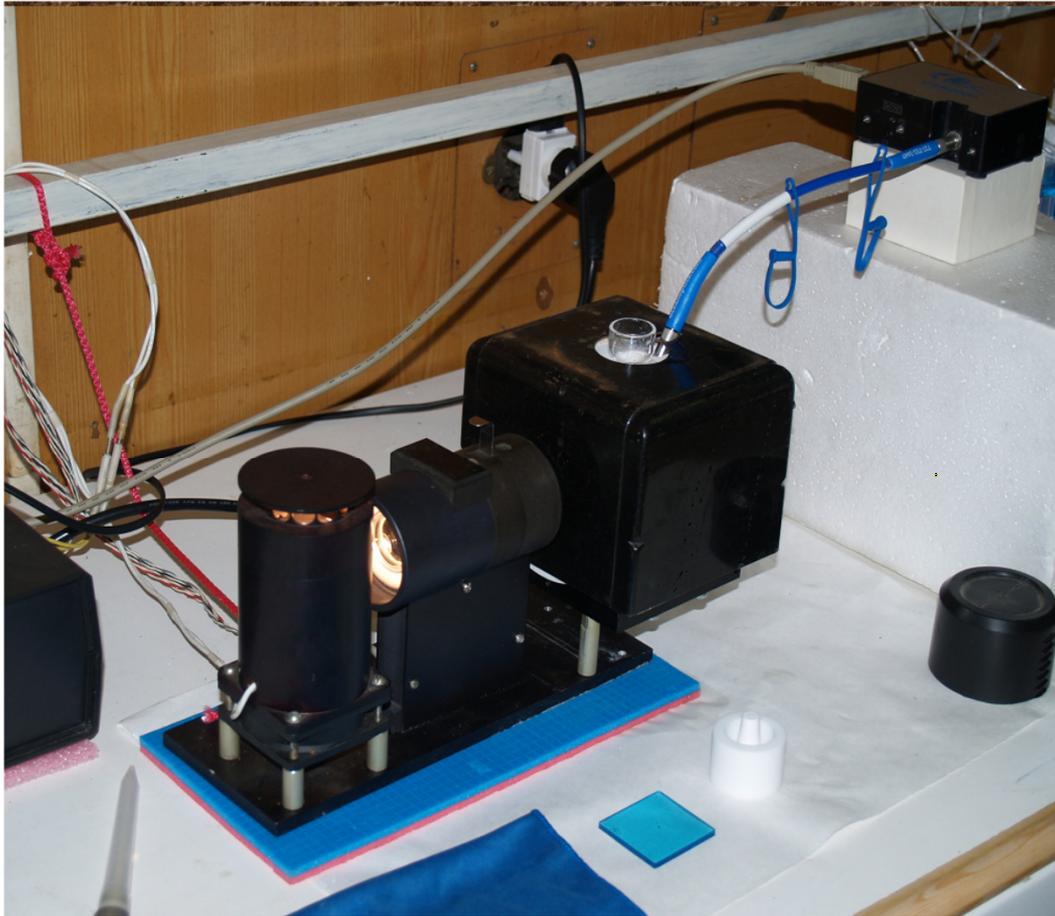


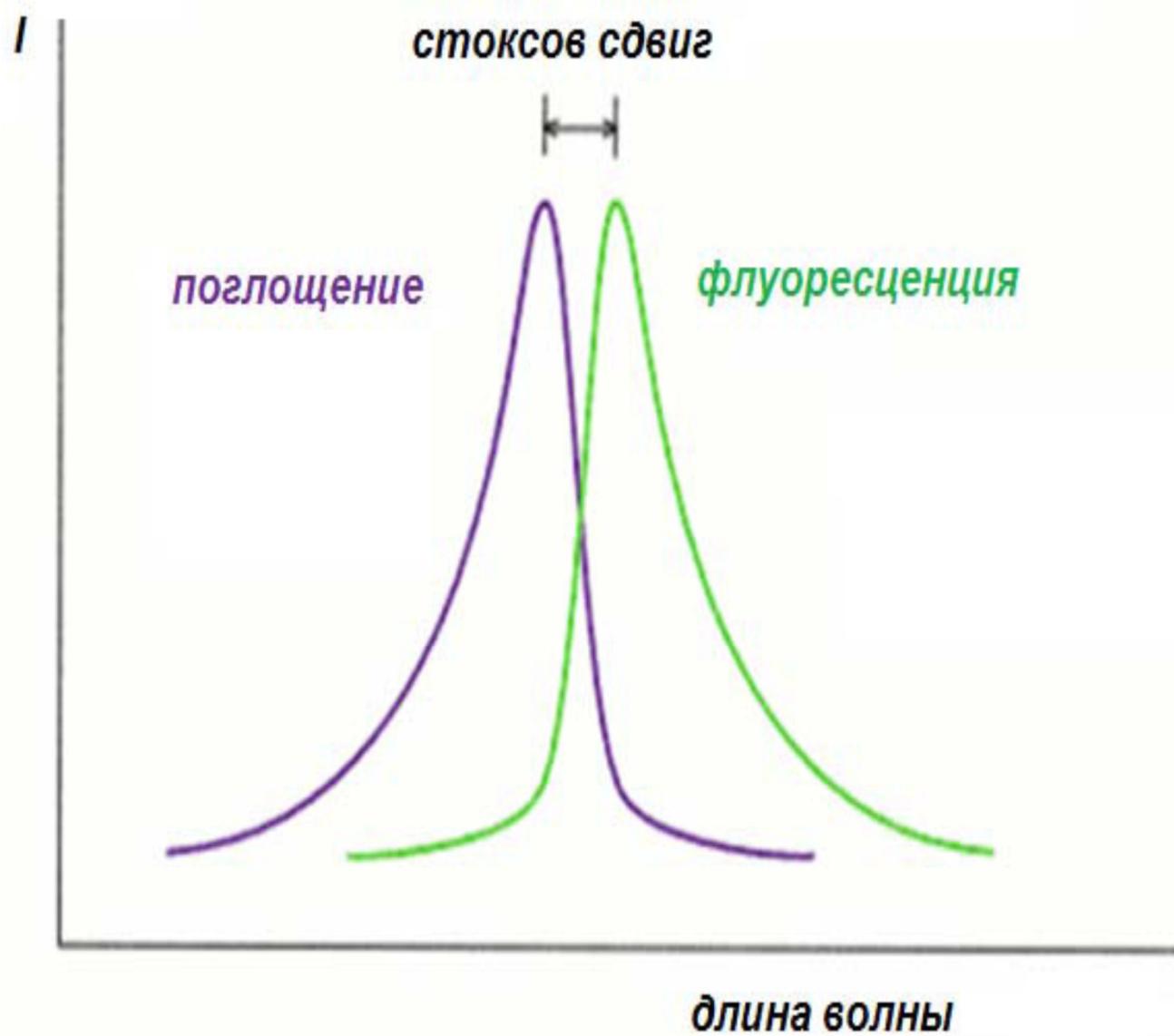
Алгоритмы для определение пигментов *in situ*











Закон смещения Вина

относительное число фотонов

