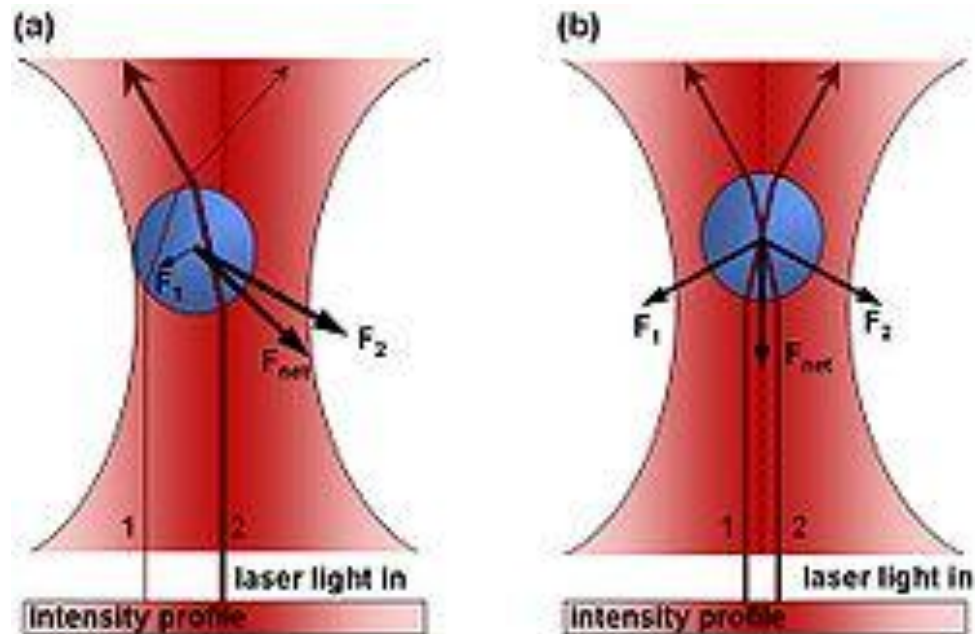


Laser damage of living cells.  
Tentative assignment of action  
spectrum.

R.V. Ambartzumian  
P.N.Lebedev Physical Institute  
Moscow RF

# Оптический пинцет

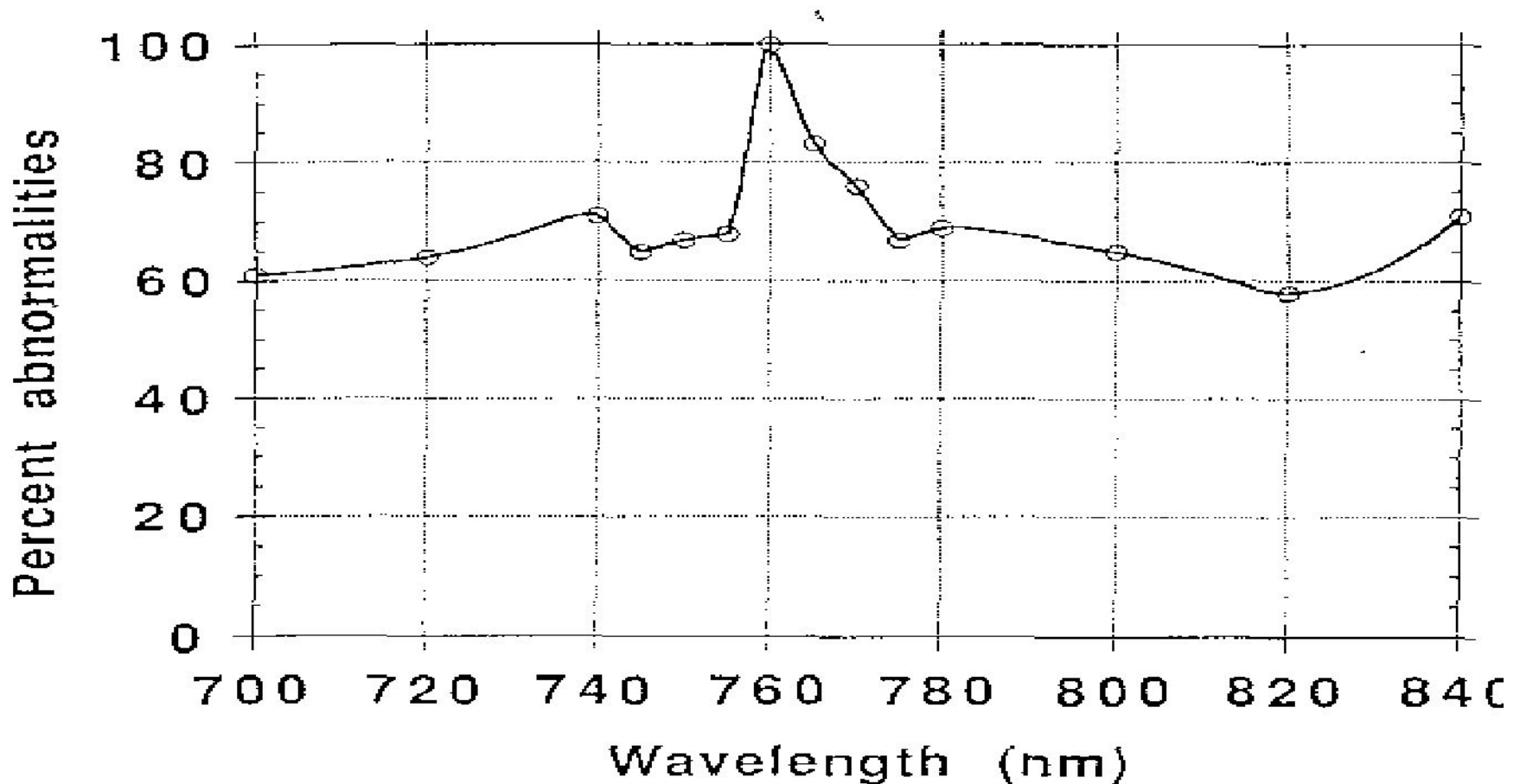
## Схема удержания



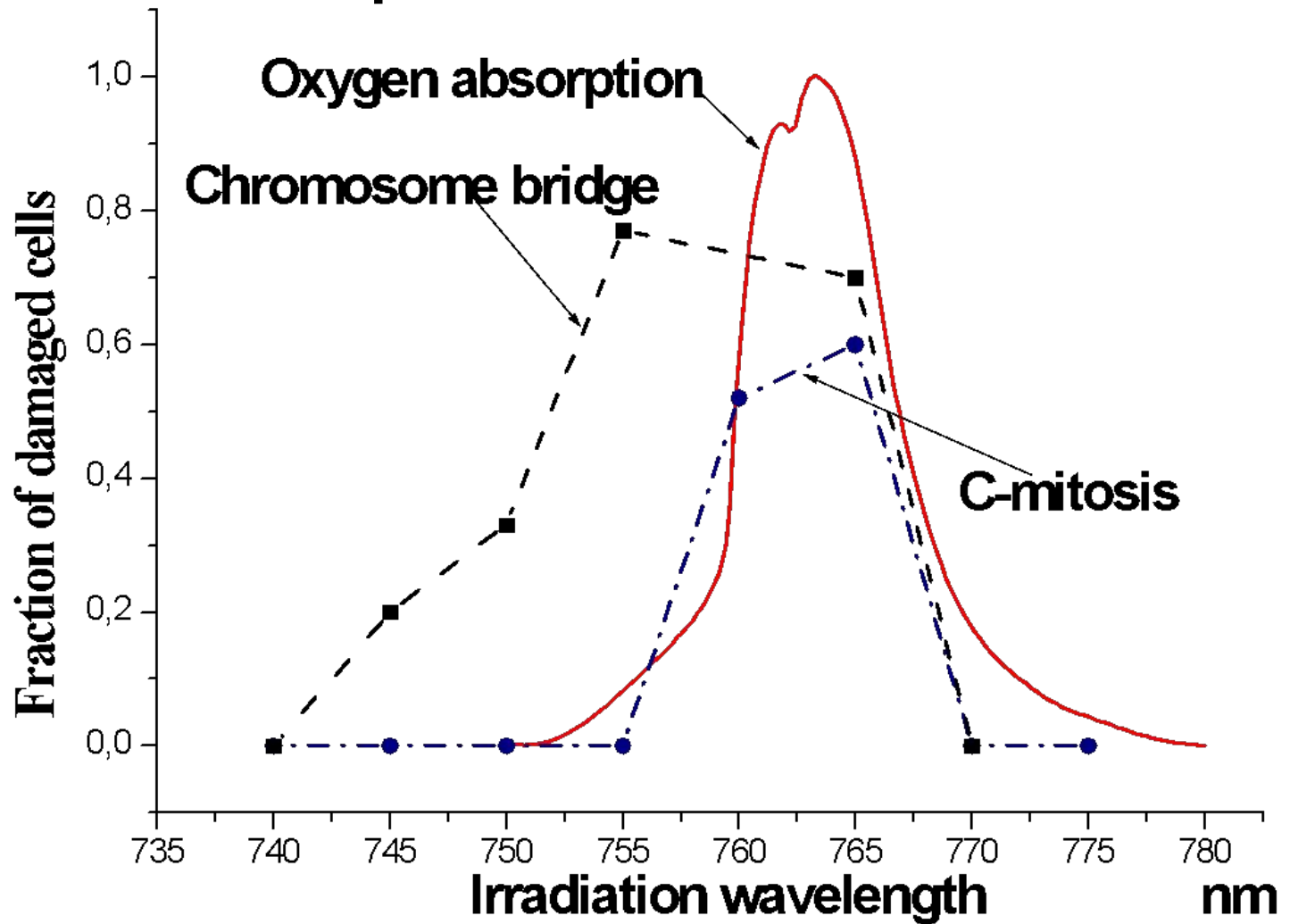
# Повреждения клеток как функция длины волн и длительности

Exposure time	Results of chromosome trapping	Wavelength (nm)													
		70	72	74	745	750	755	760	765	770	775	780	800	820	840
5-30 s	C-mitosis	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0
	Chromosome bridge		4	12	12	9	11	8	2	6	6	6	1	1	7
	Normal division	1	5	1	3	3	2	0	0	1	2	4	2	2	5
0.3-2 s	Chromosome bridge			0%	1	1	4	21	10	7	0%				
	Normal division			4	4	2	5	0	3	3	3				

Plot of the percent of abnormal mitoses induced with different wavelengths under constant power of 130 mW. All cells were exposed for 0.3 to 300sec.



# Реальный спектр действия и аппроксимация



# Количественные характеристики процесса возбуждения

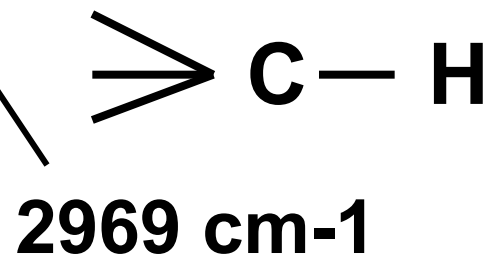
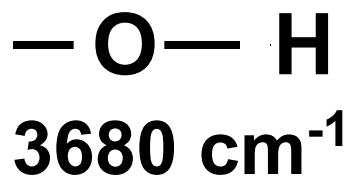
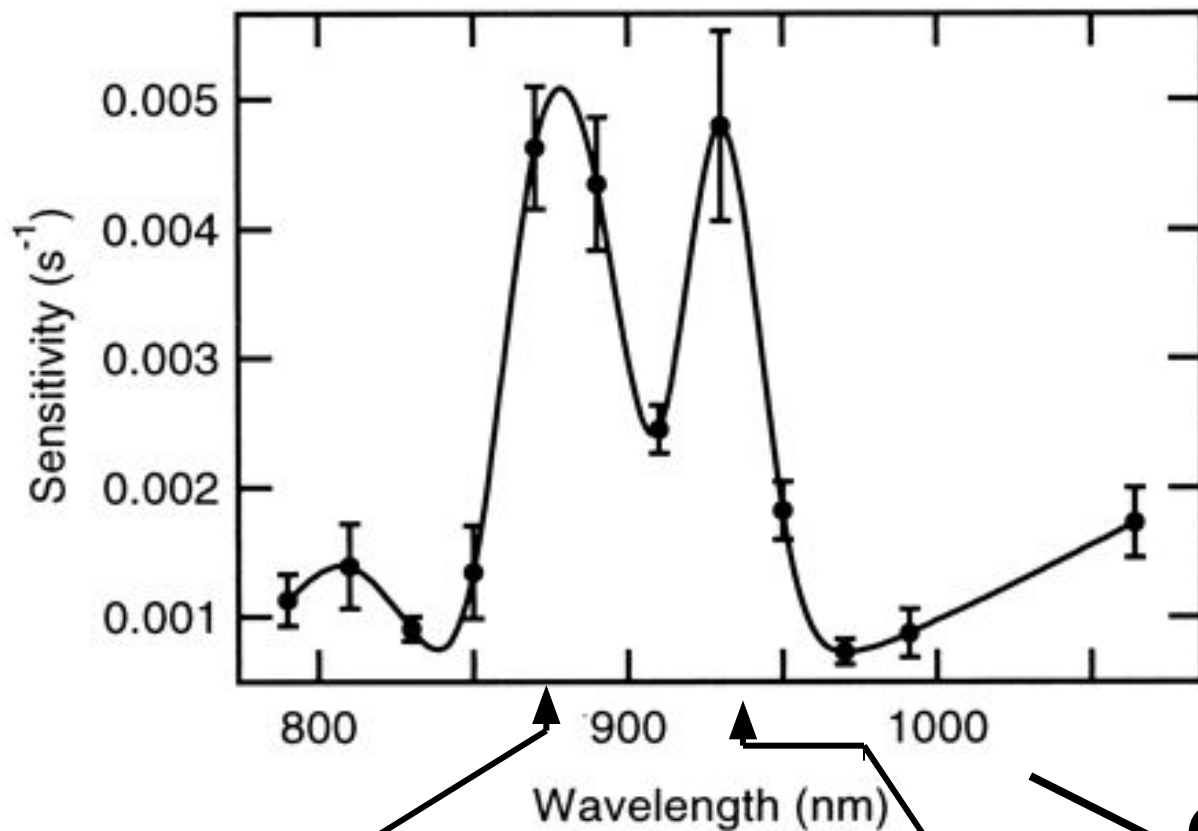
$$E_{\text{sat}} = hv/2\sigma = 2.5 \times 10^{-19} / 2 \times 10^{-24} = \\ = 1.2 \times 10^5 \text{ J/cm}^2$$

Типичные потоки-- $18-720 \times 10^8 \text{ J/cm}^2$

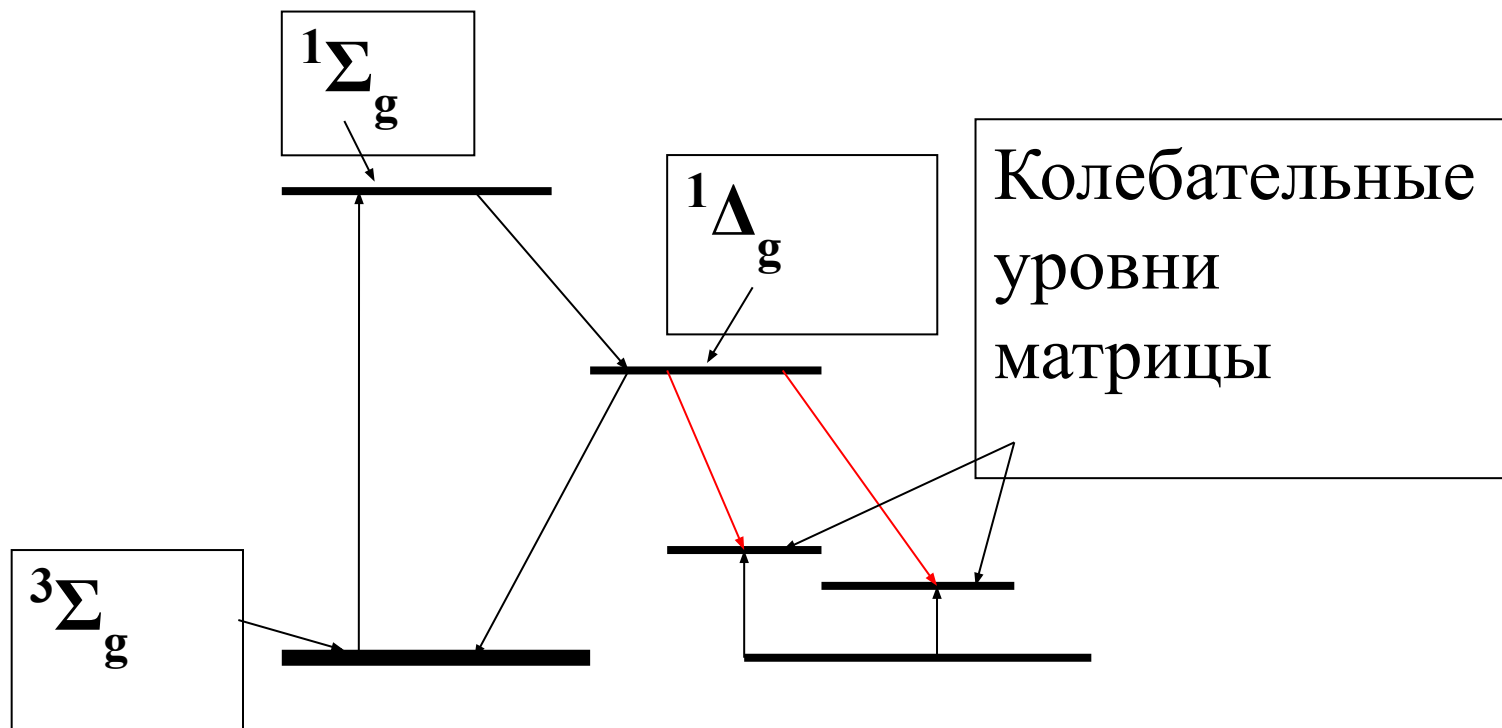
Превышение  $10^4-10^5$  раз

**Вывод: весь кислород в области  
фокуса перешел в синглетное  
состояние включая  
продиффундировавший**

# Дополнительные линии поглощения в клетках *e-coli*



# Сателлитные переходы в кислороде в растворителе (матрице)





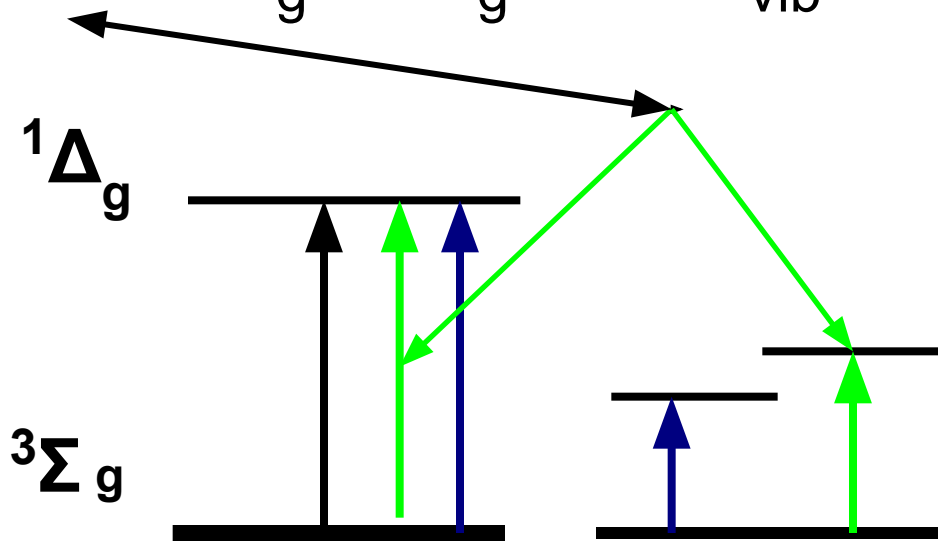
# Сателлитные линии в спектре флуоресценции O<sub>2</sub>

Solvent	Normal band		Solvent induced band (0,0)' $\lambda_{\max}$ ( $\mu\text{m}$ )	$\Delta\nu$ ( $\text{cm}^{-1}$ )			Emission intensity ratio (00)'/(00)
	(0,0) $\lambda_{\max}$ ( $\mu\text{m}$ )	(0,1) $\lambda_{\max}$ ( $\mu\text{m}$ )		[F]	[Cl]	[Br]	
C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	1.28	1.59	1.49	1101			≈1/550
C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	1.28	1.59	1.42		770		
			1.49	1101			
CCl <sub>4</sub>	1.28	1.59	1.42		770		≈1/300
CDCl <sub>3</sub>	1.28	1.59	1.42		770		≈1/300
C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	1.28	1.59	1.37			513	
			1.49	1101			
Characteristic bond stretching vibrational frequency ( $\text{cm}^{-1}$ )				C-F 1100	C-Cl 650	C-Br 560	

# Обратный процесс

- Одним квантом возбуждается электронный уровень  $O_2$  и колебательный уровень матрицы

$$h\nu \rightarrow ({}^1\Delta_g \leftarrow {}^3\Sigma_g) = \hbar\omega_{\text{vib}}$$

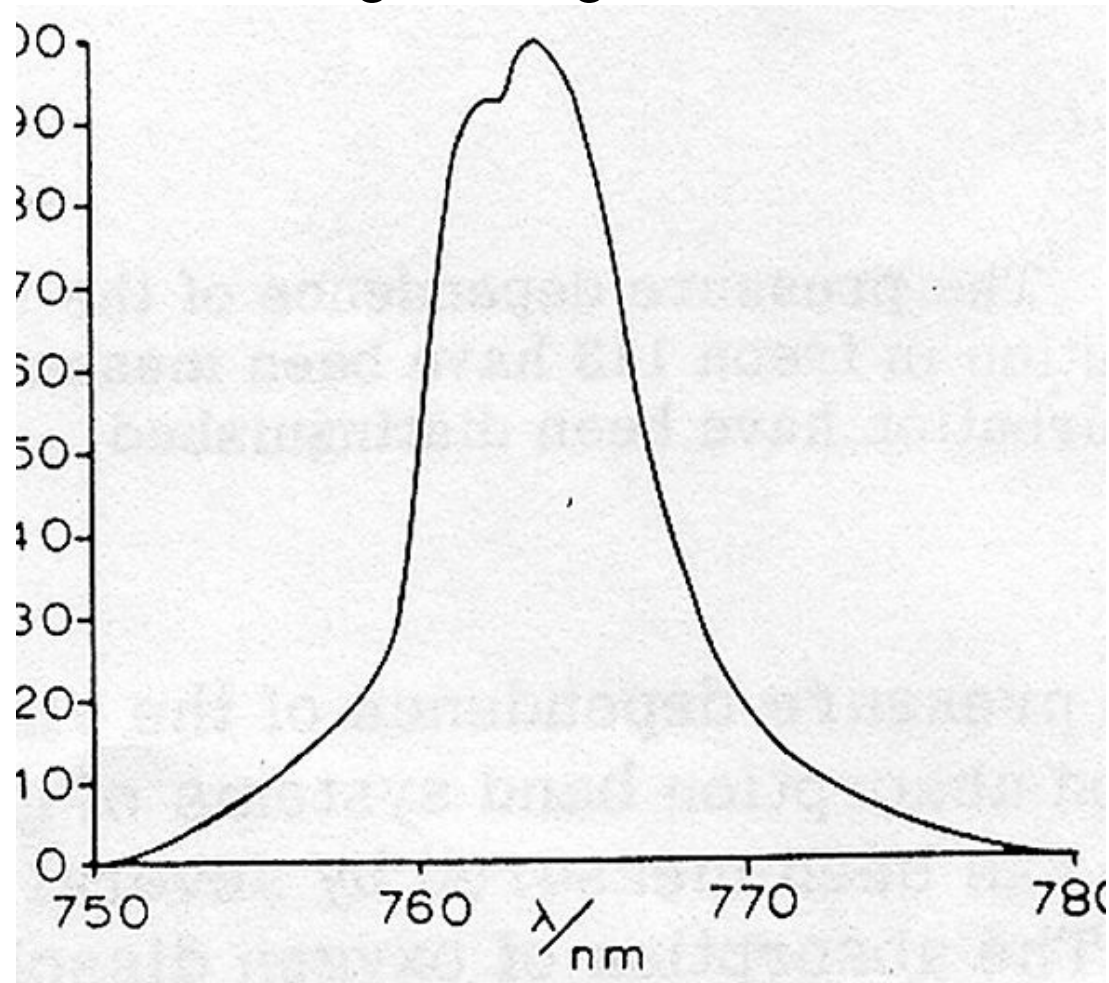


Проявляются новые слабые переходы

# Эффективность клонирования клеток

mW	88	176	88	88	176	88	176	88	176	176
Min	1	1	3	5	3	10	5	20	10	20
*ED	18	36	54	90	108	180	180	360	360	720
$\lambda$ (nm)										
700	70**	70	35	25	30	20	15	5	9	0
740	60	20	10	0	0	0	0	0	0	0
760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	80	70	70	60	30	50	20	15	30	0
820	100	75	90	80	60	50	30	20	20	10
850	100	100	80	70	50	50	40	40	20	0
900	90	80	60	20	20	10	0	0	0	0
950	100	100	100	90	90	70	80	60	60	40
990	100	100	100	100	80	90	75	70	60	20
1064	90	90	60	20	30	8	0	0	0	0

# Спектр поглощения растворенного кислорода в $\text{CF}_3\text{CCl}_3$



# Заключение

- Экспериментальные данные по повреждению живых клеток удовлетворительно описываются в рамках возбуждения молекулярного кислорода в синглетные состояния путем прямых переходов в  $O_2$  и путем возбуждения сателлитных переходов с возбуждением колебательных уровней среды.

# References

- I A Vorobjev, H Liang, W H Wright and M W Berns; *Biophysical Journal* 64: 533-538 (1993)
- Hong Liang, Ky Trong Vu, P. Krishnan, Tina Ching Trang, D. Shin, S. Kimel, M.W. Bernce; *Biophysical Journal* , **v.70**, p.1529-1533;(1966)
- K. C. Neuman, E. H. Chadd, G. F. Liou, K. Bergman, S. M. Block; *Biophys. J.* (1999) **v.77**: 2856-2863.
- I.B.C.Matheson, J.Lee: *Chem. Phys .Lett.***v.8**, p.173-75 91971)
- Chou P-T., Frei H.; *Chem. Phys. Lett.*, **v.122**, p. 87-92.(1985)
- M.Bodesheim, R.Schmidt; *J Phys Chem*, **v.101** (1997), p.5672-77
- R.D.Scurlock, B.Wang, P.R.Ogilby, *JACS* **v.118**, p.388-92, (1996)
- Chou P.T.and A.U.Khan; *Chem Phys Lett*, **v.103** p.281-84, (1984)