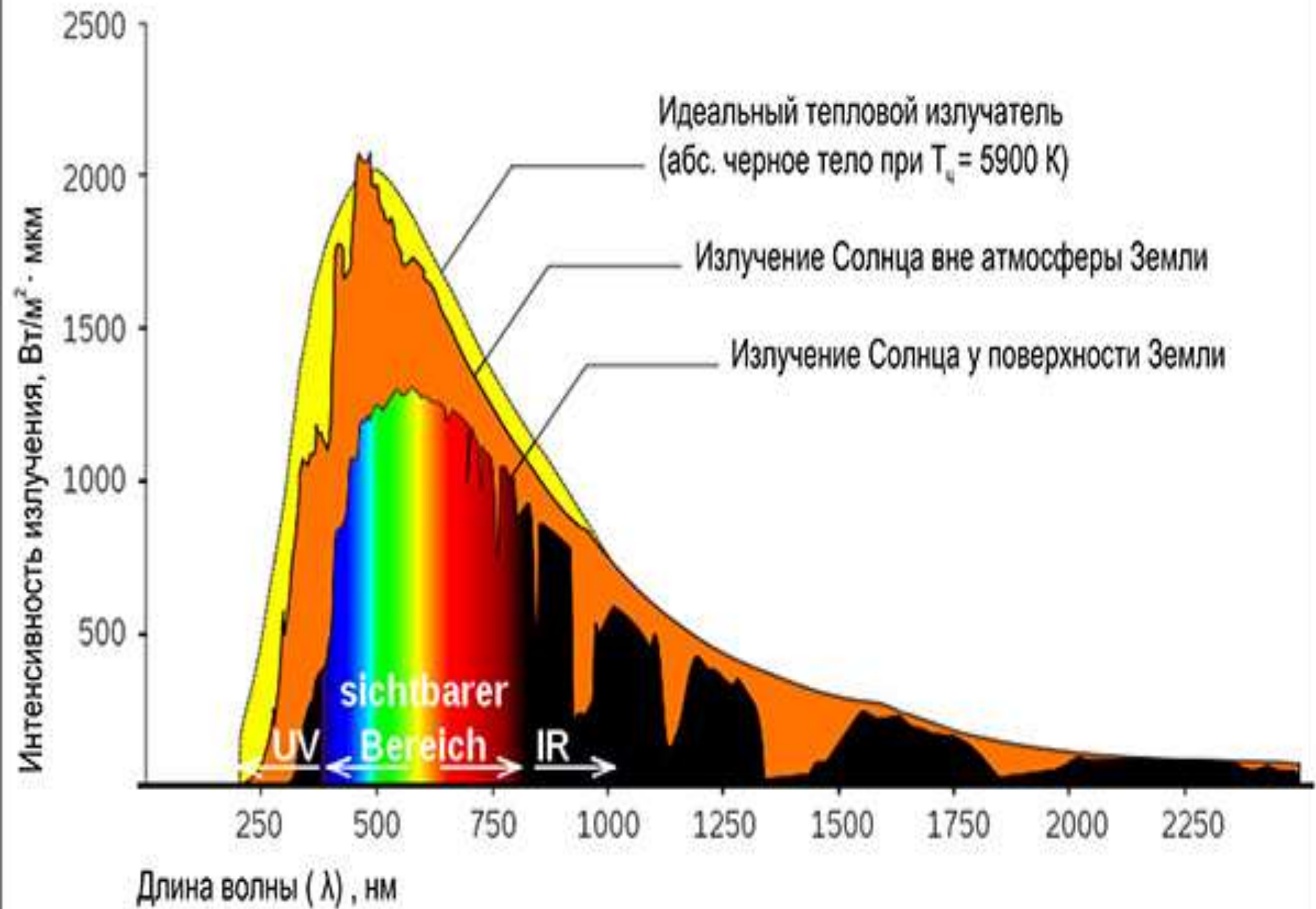


Лекция 4

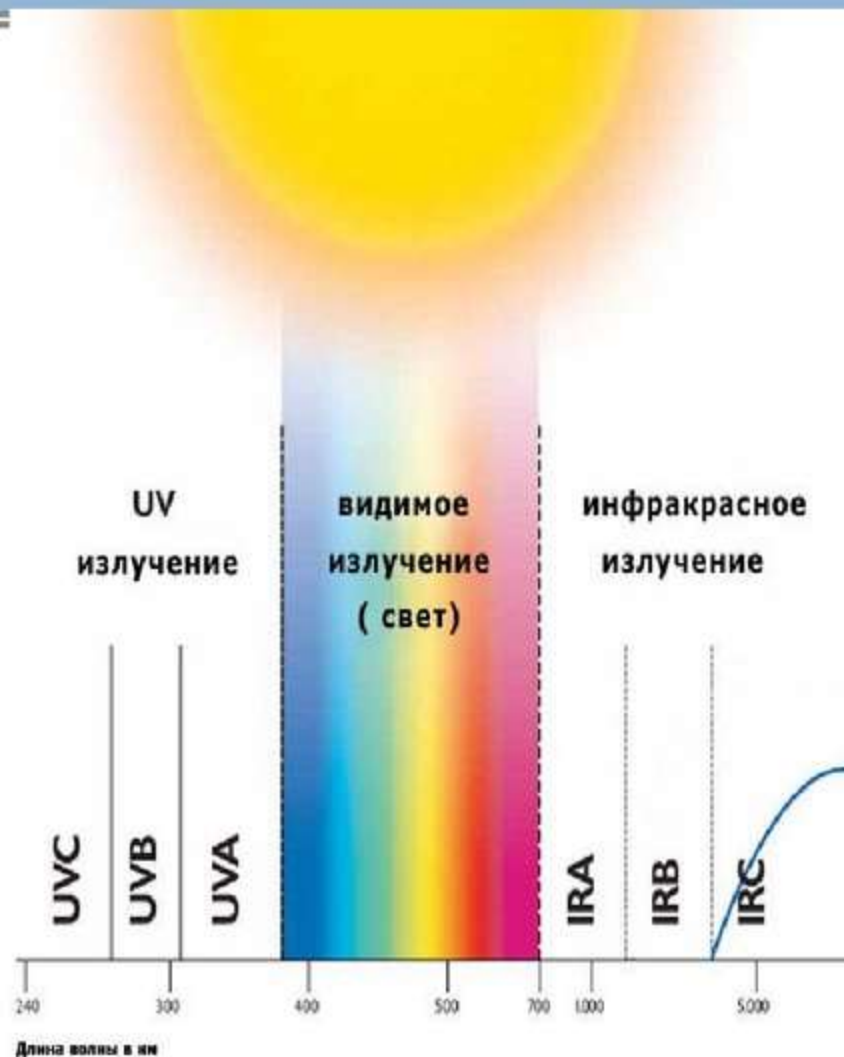
Основы фотобиологии

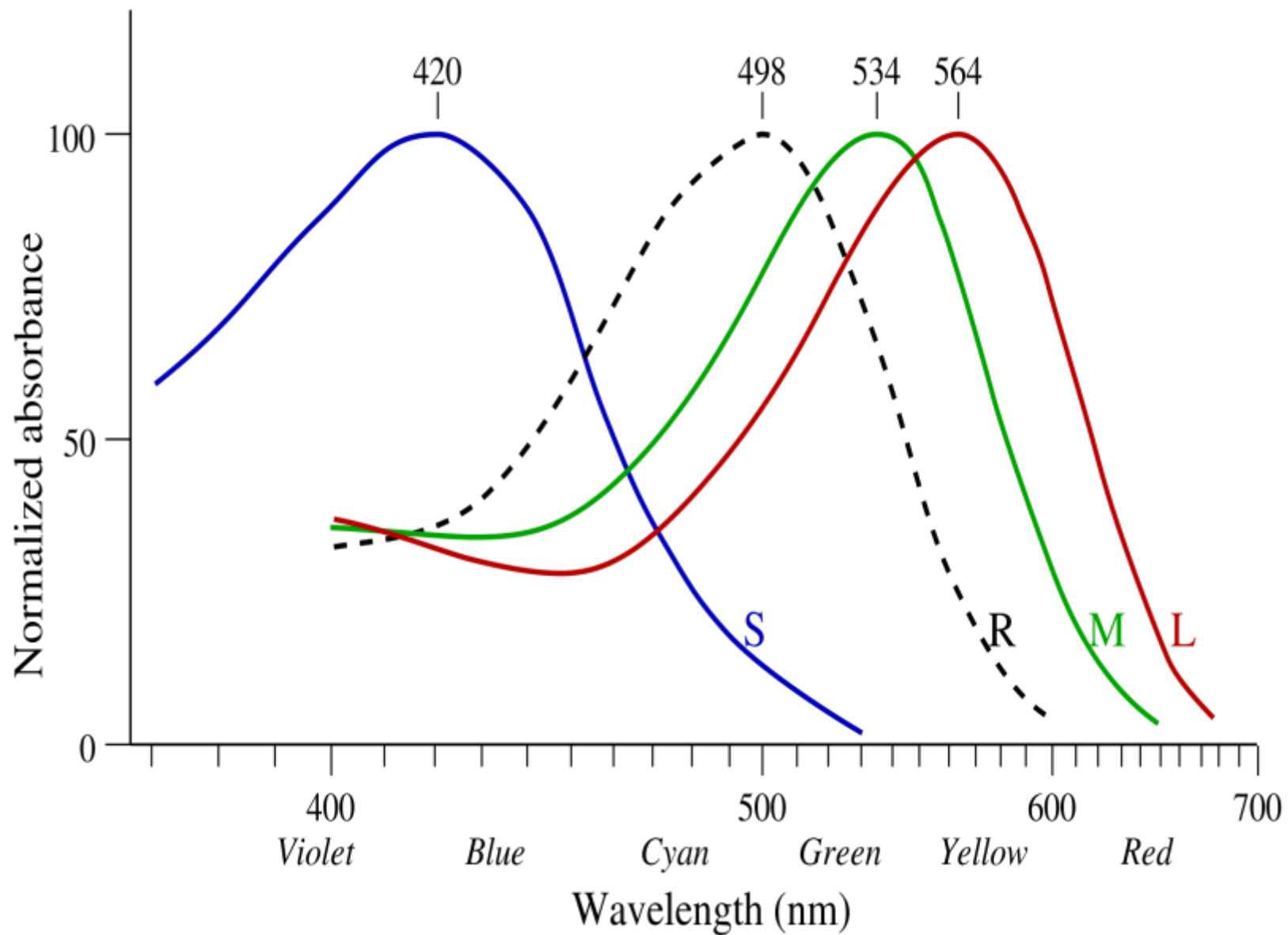


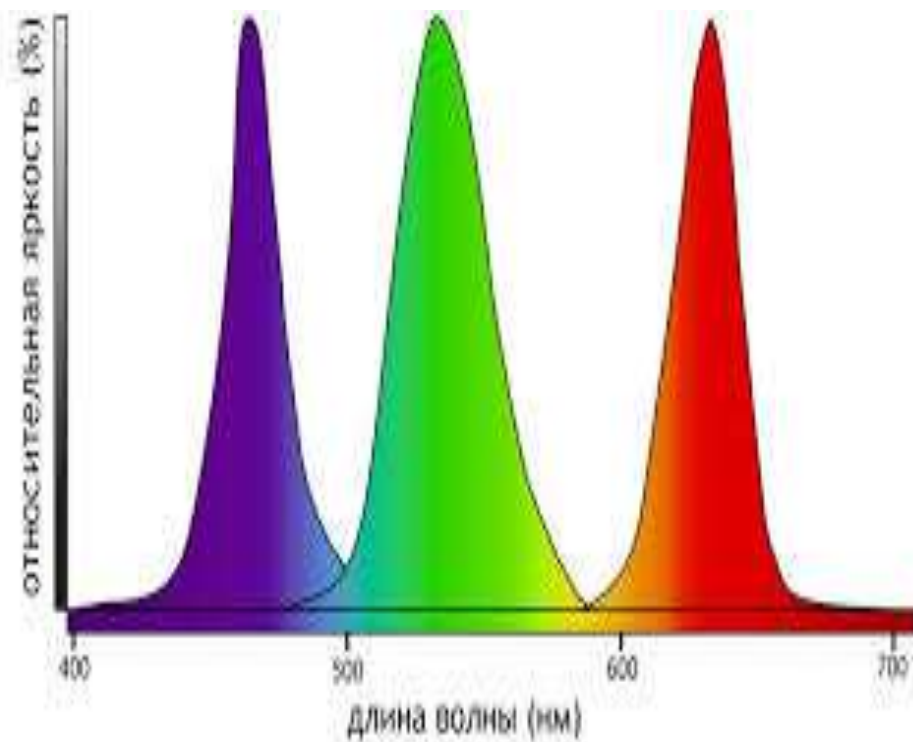
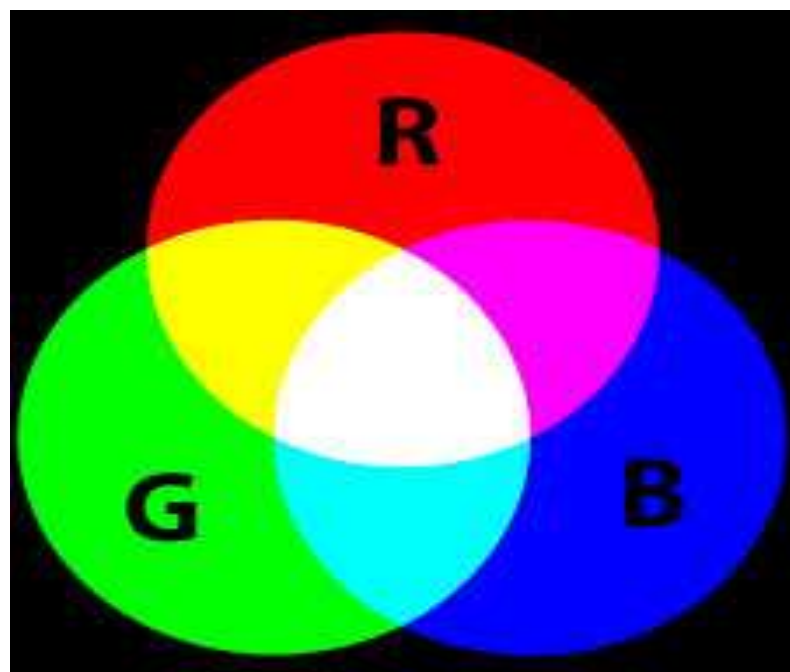
Биологическое действие ультрафиолетового излучения

По характеру преимущественного биологического воздействия делится на:

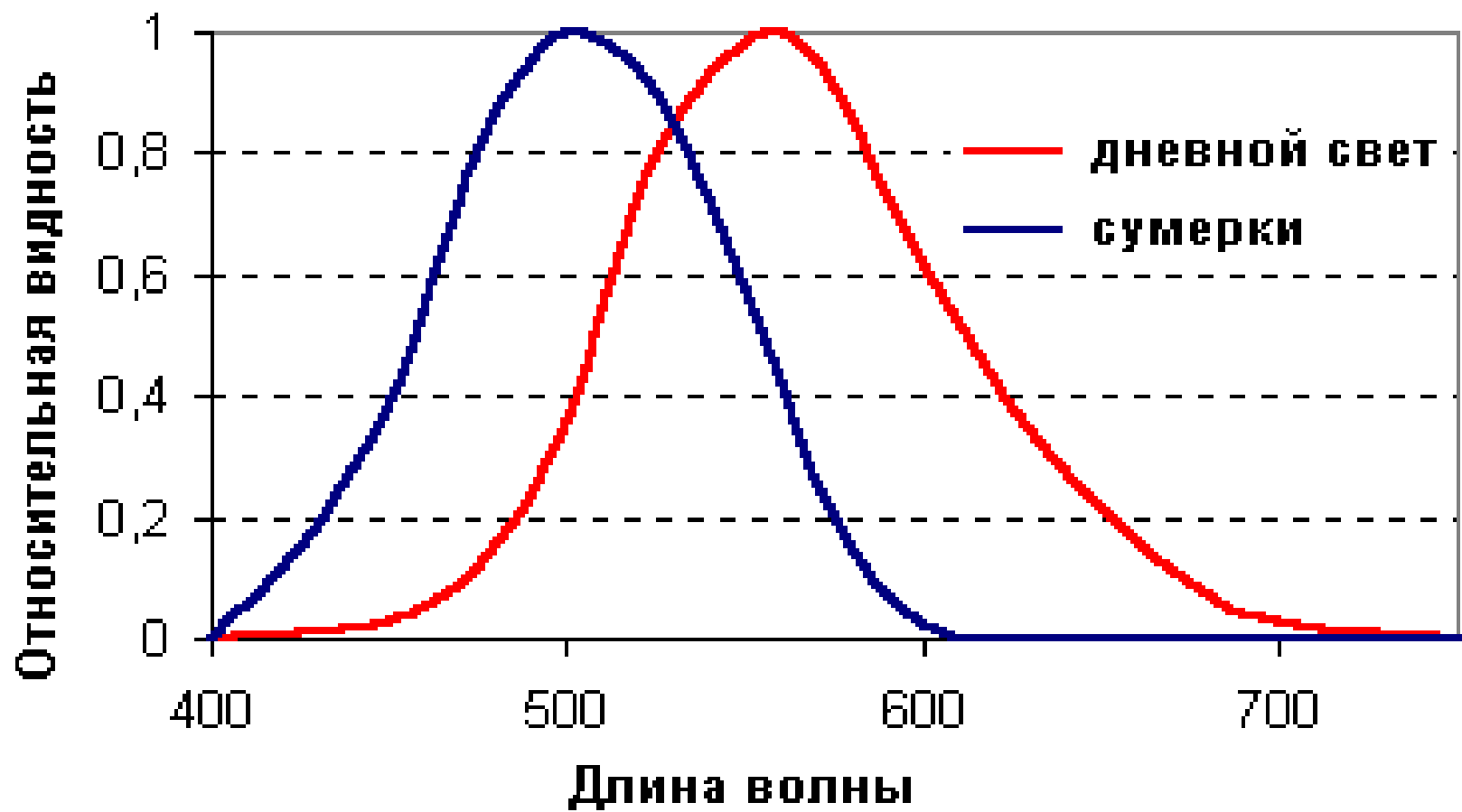
- *Длинноволновая область А* (400–320 нм) – эритемно-загарное действие,
- *Средневолновая область В* (320–275 нм) – антирахитическое (витаминообразующее) и слабое бактерицидное действие,
- *Коротковолновая область С* (275–180 нм) – повреждающее биологическую ткань (бактерицидное, абиотическое







кривая видности человеческого глаза



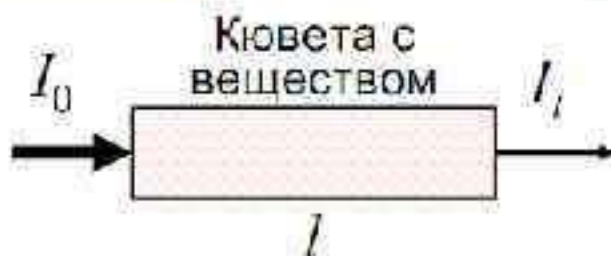
- Фотохимическими называют реакции, которые протекают только под воздействием света.
- Возбуждение молекулы приводит к изменению донорно-акцепторных свойств молекулы и ее реакционной способности.

Законы фотохимии

Закон Буге-Ламберта-Бера, 1729-1852.

$$I_t = I_0 e^{-\epsilon c l}$$

ϵ – коэффициент экстинкции
 c – концентрация

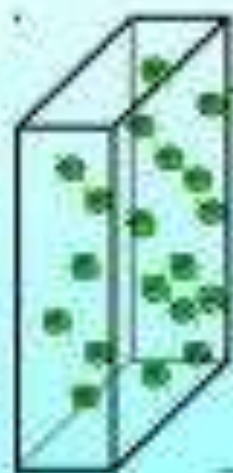
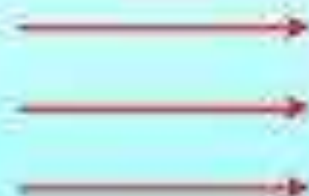


- Свет вызывает химическое превращение только при условии его поглощения веществом (закон Гротгуса-Дрепера, 1819-1841).
- Скорость фотохимического превращения пропорциональна интенсивности поглощенного излучения (закон Вант-Гоффа, 1904) $w_{\text{фх}} = \varphi I_a = \varphi(I_0 - I_t) = \varphi I_0 (1 - e^{-\epsilon c l})$
- Каждый поглощенный фотон вызывает фотохимическое возбуждение только одной молекулы (закон Эйнштейна-Штарка, 1911-1912).

Одноударная фотохимическая реакция

Плотность потока
(Интенсивность
света)

J_0



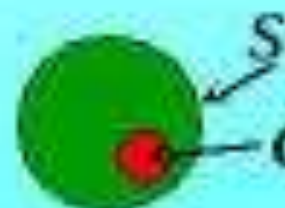
S

Поперечное
сечение
поглощения



J

l - длина оптического пути

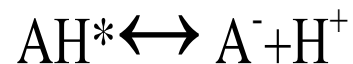
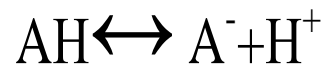


Поперечное сечение поглощения

σ

Поперечное сечение инактивации

Q - Квантовый выход инактивации = σ/S



Изменения константы диссоциации при переходе молекулы из основного состояния (pK_{S_0}) в синглетно возбужденное (pK_S^*).

Вещество	pK_{S_0}	pK_S^*
2-Нафтол	9,5	3,1
2-Нафтойная к-та	4,2	10,5
Акридин	5,5	10,6

Спектр действия возникновения мутаций у кукурузы

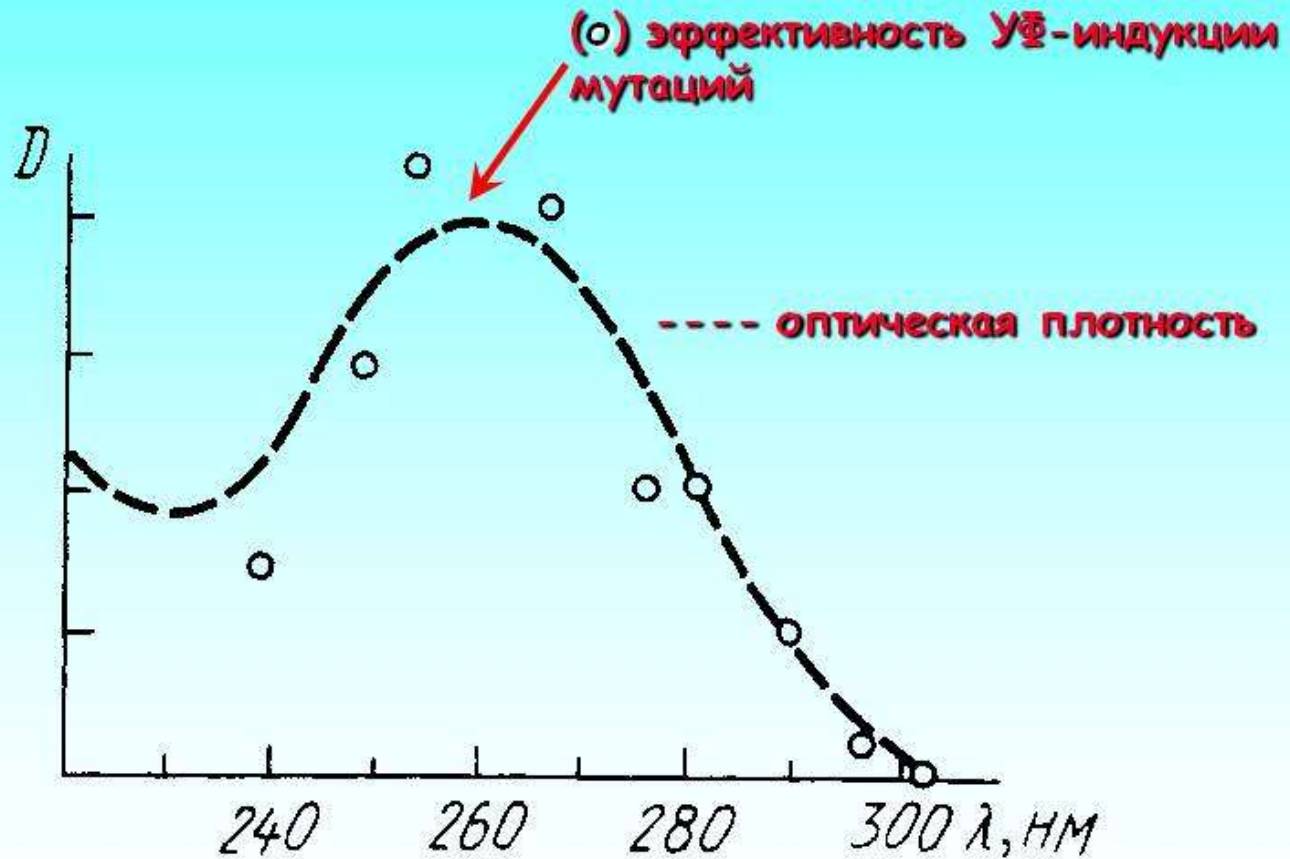


Схема фотообразования димеров тимина

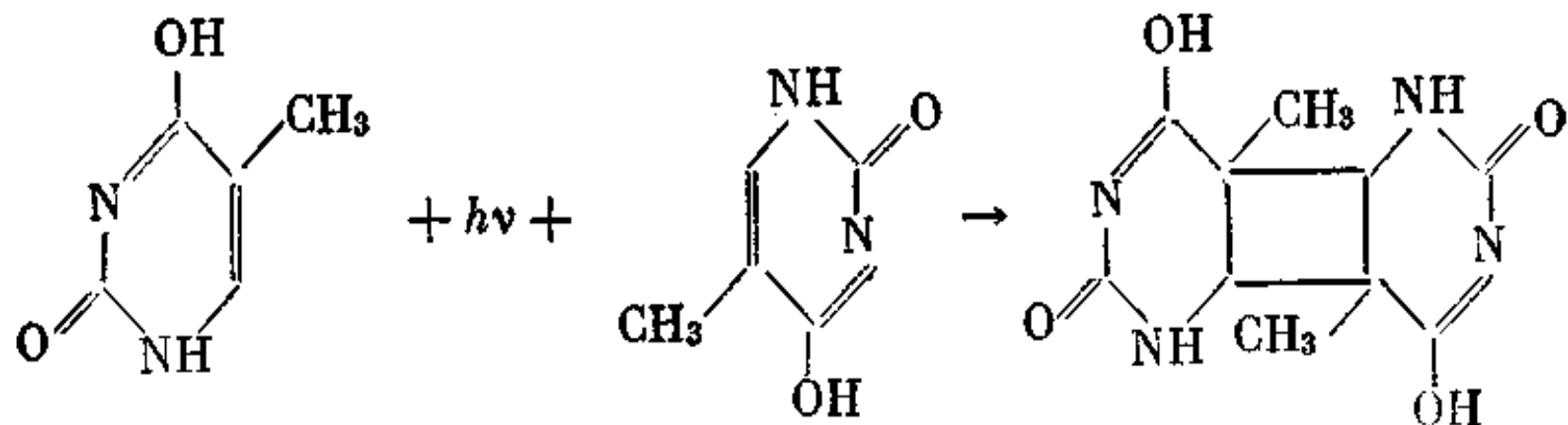
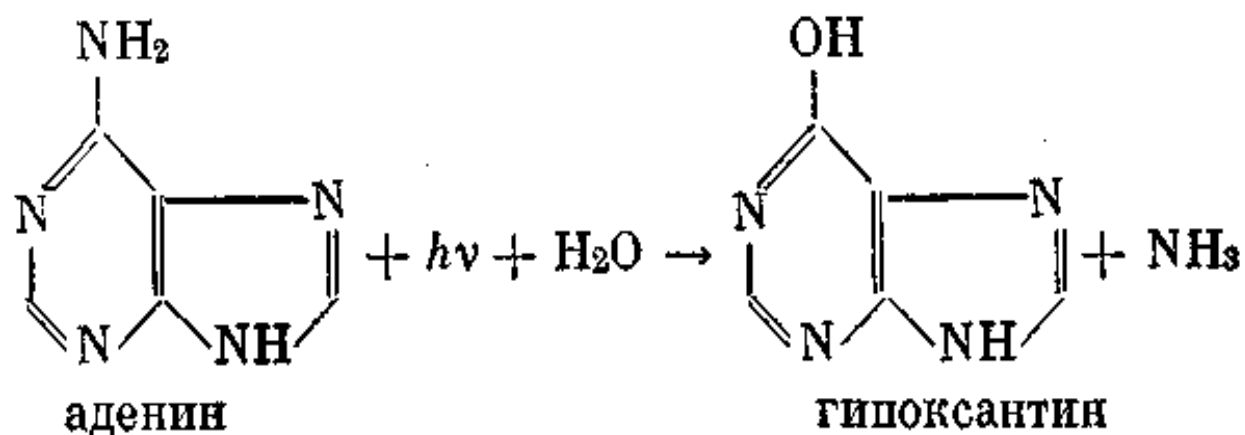
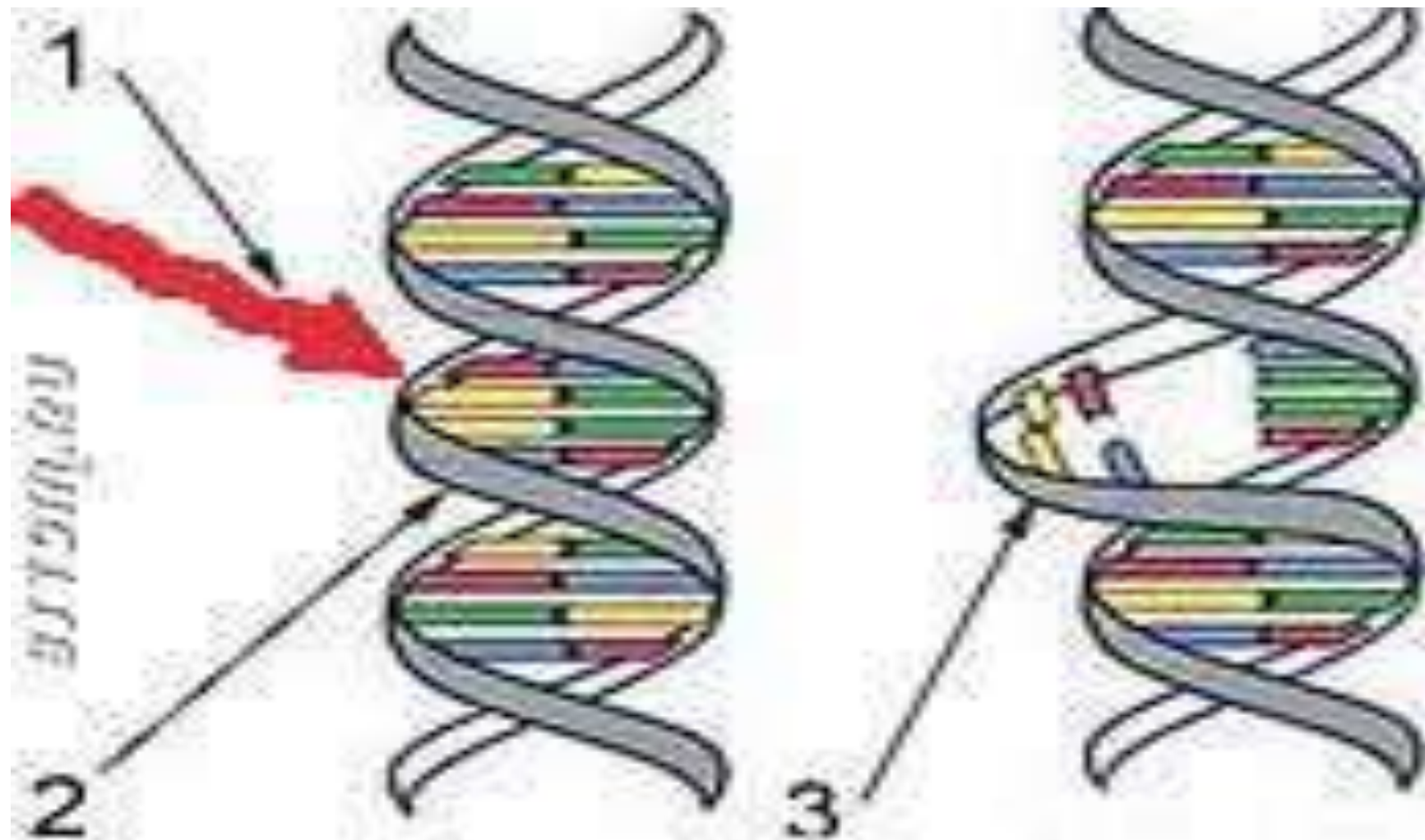


Схема фотоокисления аденина

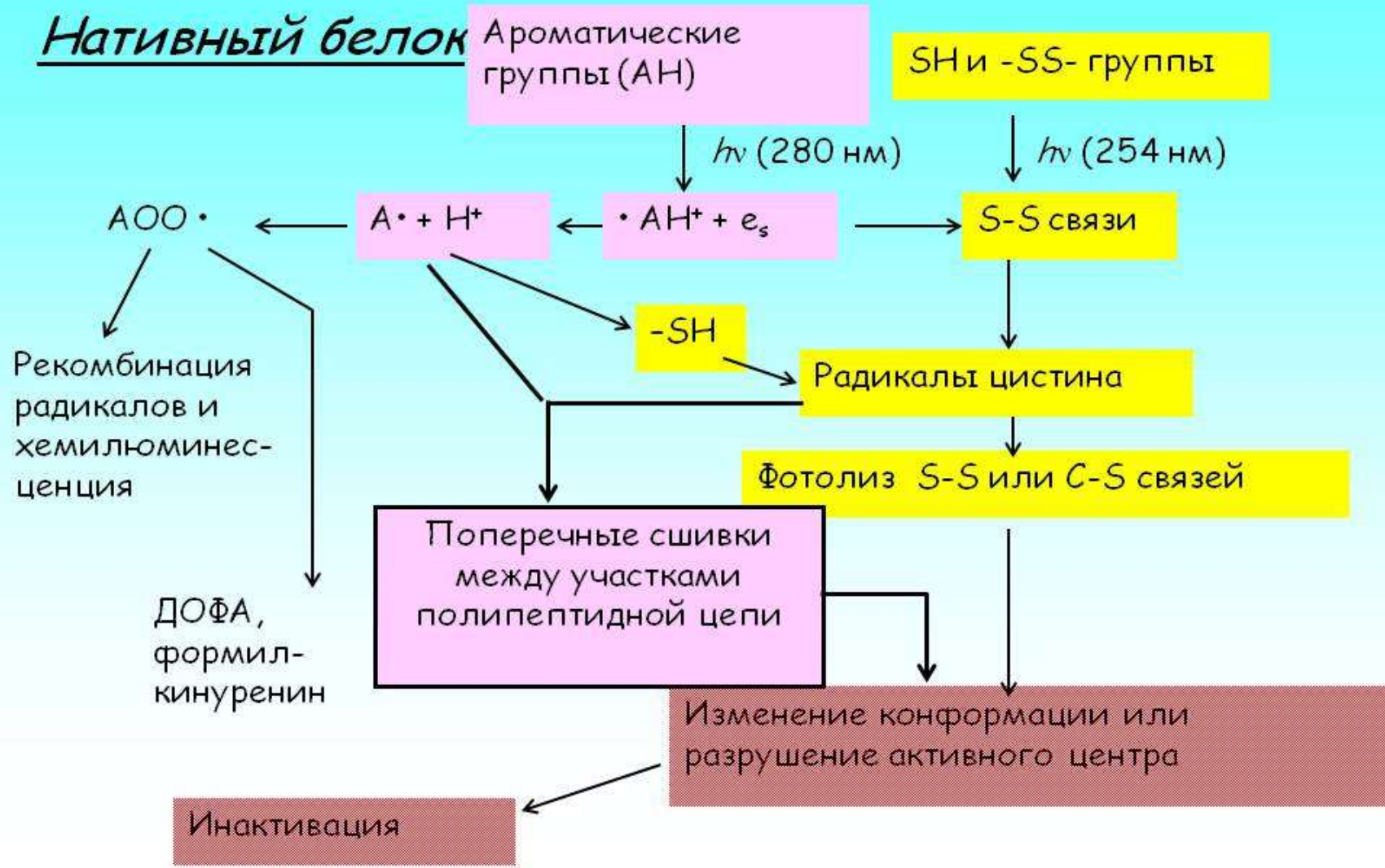




Молекула ДНК

- 1 - Фотон УФ облучения
- 2 - до облучения УФ
- 3 - после облучения УФ

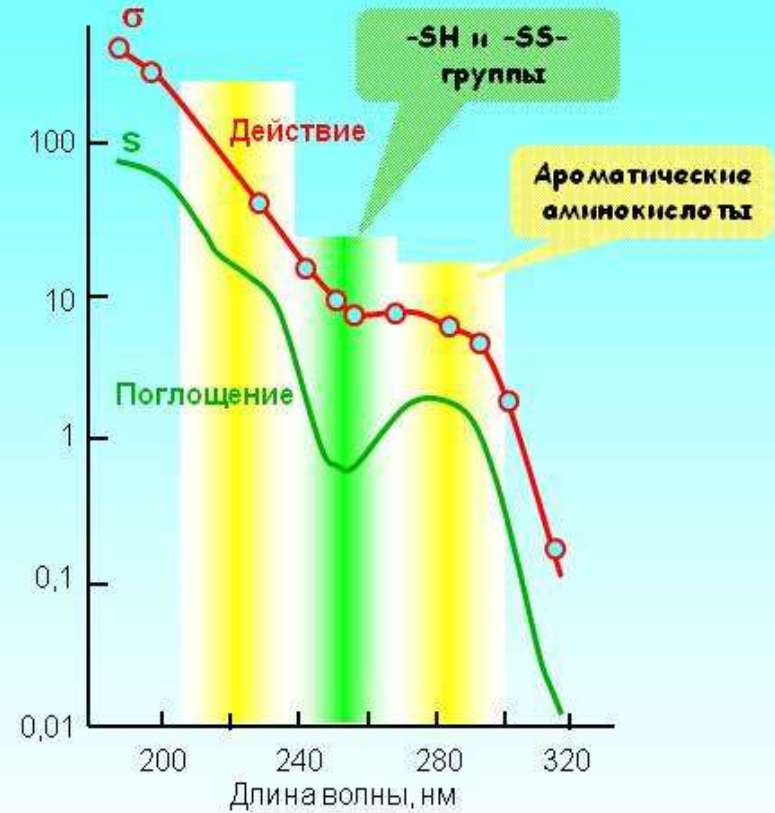
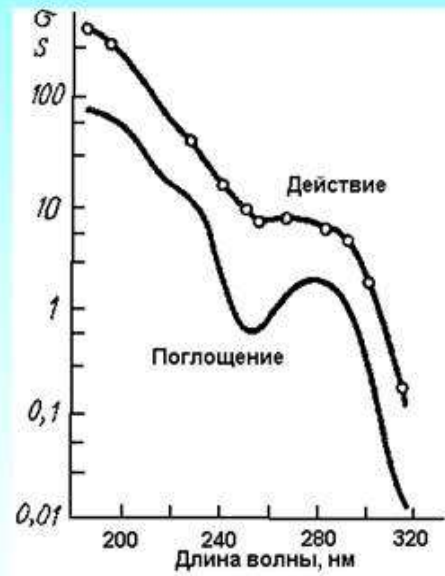
Схема фотохимических реакций в белках



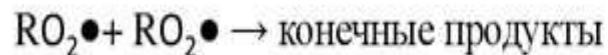
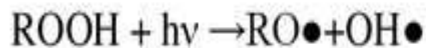
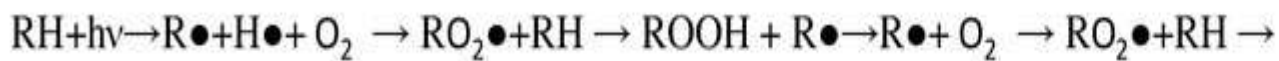
Фотохимическая чувствительность аминокислот при 254 нм.

Соединение	Молярный коэффициент поглощения, л/моль см	Квантовый выход фотохимической реакции ρ	Поперечное сечение реакции σ , 10^{-20} см ²
Цистин	270	0,13	13,4
Триптофан	2870	0,004	4,4
Фенилаланин	140	0,013	0,69
Тирозин	320	0,002	0,23
Пептидная связь	0,2	0,05	0,004
Гистидин	0,24	<0,03	<0,003

Спектр поглощения и спектр действия инактивации трипсина под действием УФ-облучения



Действие УФ-излучения на липиды



Наиболее подвержены деструкции под действием УФ ненасыщенные жирные кислоты. В результате атаки УФ-кванта по двойной связи образуется первичный радикал $R\bullet$. После его взаимодействия с кислородом – пероксидный радикал $RO_2\bullet$. При его взаимодействии с молекулой другой жирной кислоты – гидроперекись ($ROOH$). Последняя, поглощая УФ квант, продуцирует радикальные продукты, способные продолжать цепь.

Конечные продукты – продукты рекомбинации свободных радикалов.

Спектр действия УФ-эритемы кожи человека

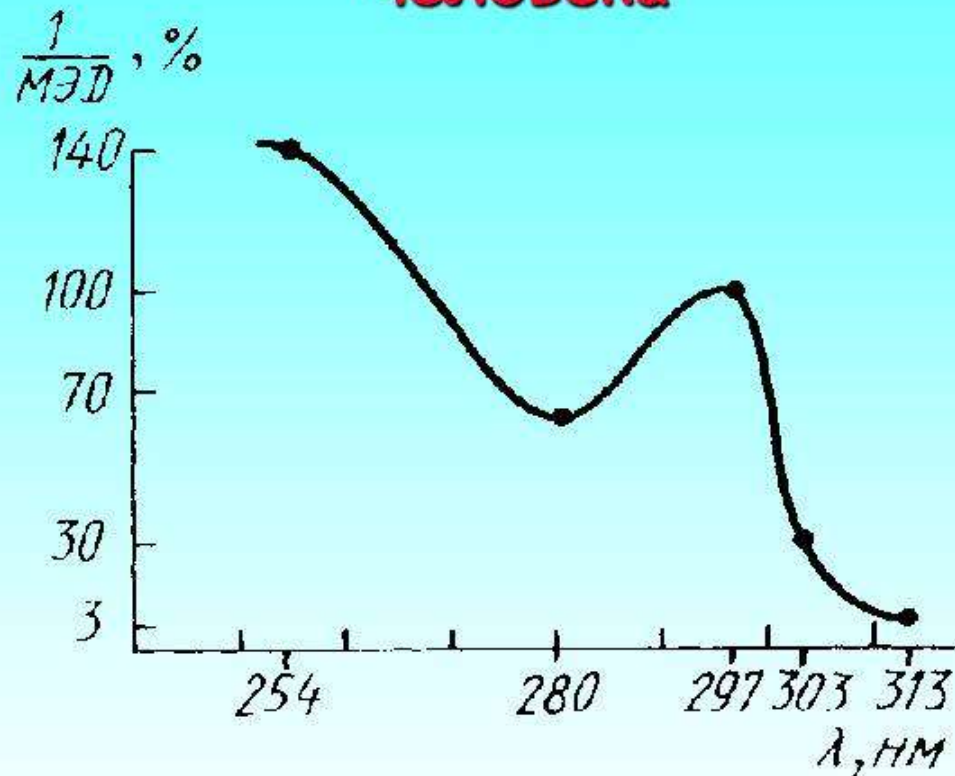




Рис. 3. Прямое действие УФ-излучения на живые ткани

Дополнительное количество случаев заболевания раком кожи
в результате воздействия УФ-излучения

На миллион жителей в год

0 30 60 90 120 220



Фотозащитный эффект заключается в том, что предварительное облучение клеток длинноволновым УФ светом приводит к значительному уменьшению чувствительности к летальному действию коротковолнового УФ облучения.

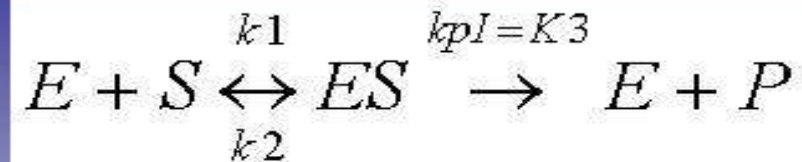
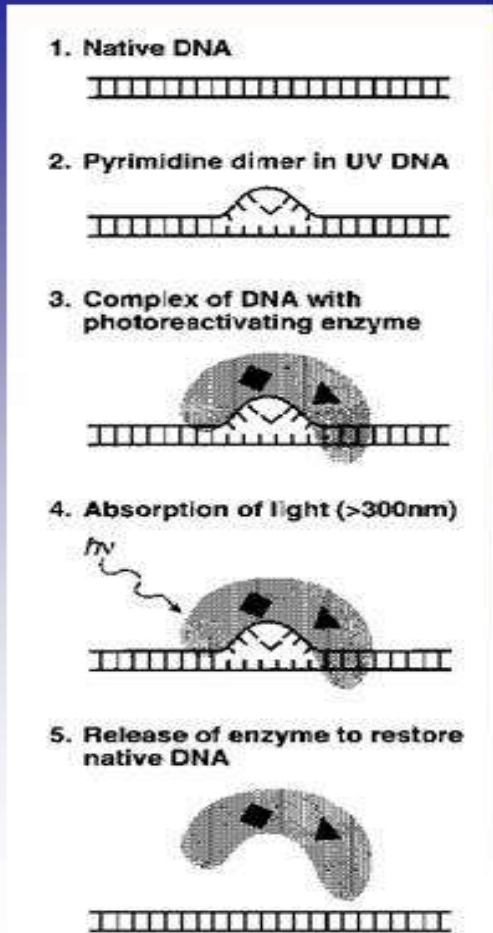
- Эффект фотозащиты заключается в том, что для его проявления необходим интервал между последовательными воздействиями на клетки длинноволнового и коротковолнового УФ излучения. В этот интервал времени в клетках происходит фотоиндуцированное образование определенного соединения, идентифицированного как 5-окситрипамин, или серотонин.

Фотореактивация – это фотобиологический процесс, направленный на устранение УФ индуцированных летальных фотопродуктов ДНК.

- Механизм этого процесса предполагает участие специального фоточувствительного фермента фотолиазы, субстратом которого являются только пиримидиновые димеры. Фотореактивация приводит к распаду димеров пиримидина. Каталитический акт в фермент-субстратном комплексе протекает только под действие света 320-500 нм.



Механизм действия фотолиазы

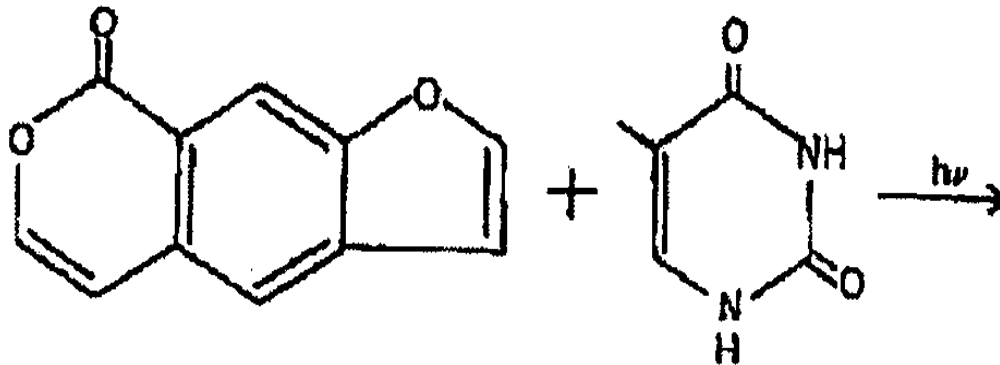


Фотосенсибилизаторы

- ***Фотосенсибилизатор*** - вещество, повышающее чувствительность биологических объектов к свету.

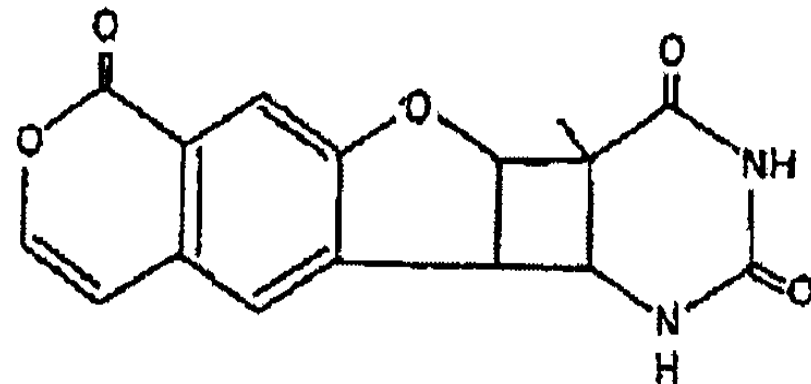
Фотосенсибилизаторы, не нуждающиеся в присутствии кислорода (псорален)
кислорода (псорален)
спектр поглощения псоралена

Циклоприсоединение



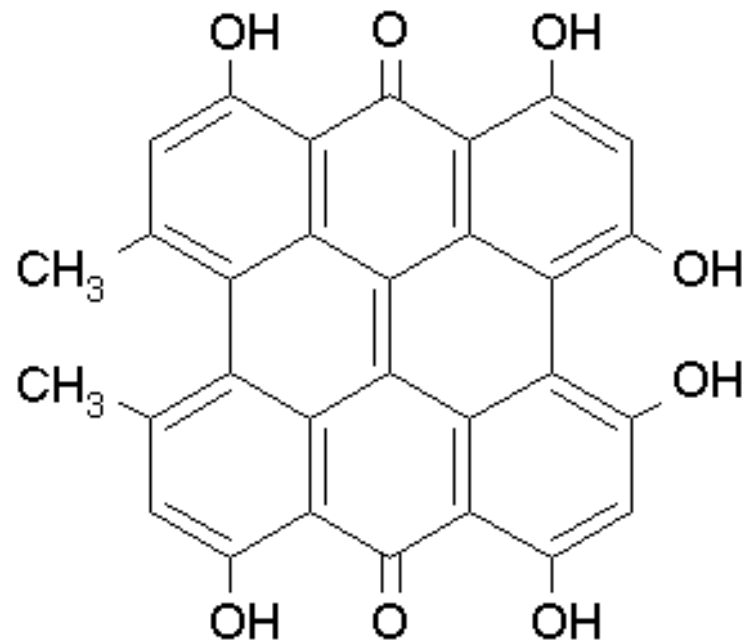
Псорален

Тимин



Циклоаддукт

- Гиперицин – один из природных красителей, обладающих фотодинамическим действием



Гиперицин

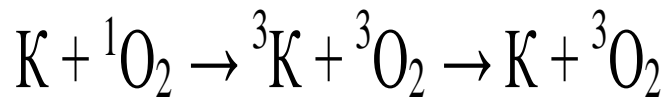
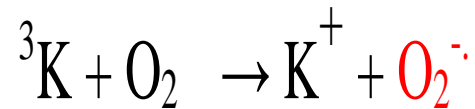
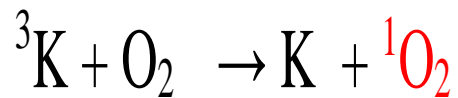
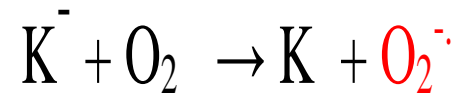
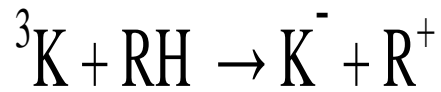


Hypericum perforatum (Зверобой)

Генерация АФК и взаимодействие с субстратом фотоокисления (РН)

может происходить в аэробных условиях за счет облучения светом

фотодинамических красителей (К) по механизмам 1 или 2 типа.



Церкоспороз



Лекарственные средства, вызывающие фотосенсибилизацию

Группа лекарственных средств	Препараты
Антимикробные средства	Амоксициллин Гризеофульвин Доксициклин Миноциклин Окситетрациклин Сульфаниламиды Тетрациклин Триметоприм
Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС)	Диклофенак Ибупрофен Индометацин Пироксикам Фенбуфен Фенилбутазон
Антидепрессанты	Амитриптилин Флуоксетин
H ₁ - и H ₂ -блокаторы	Ранитидин Циметидин
Гипотензивные средства	Метилдопа Миноксид Нифедипин

Лечение желтухи новорожденных облучением синим светом при недостатке глюкуронилтрансферазы

