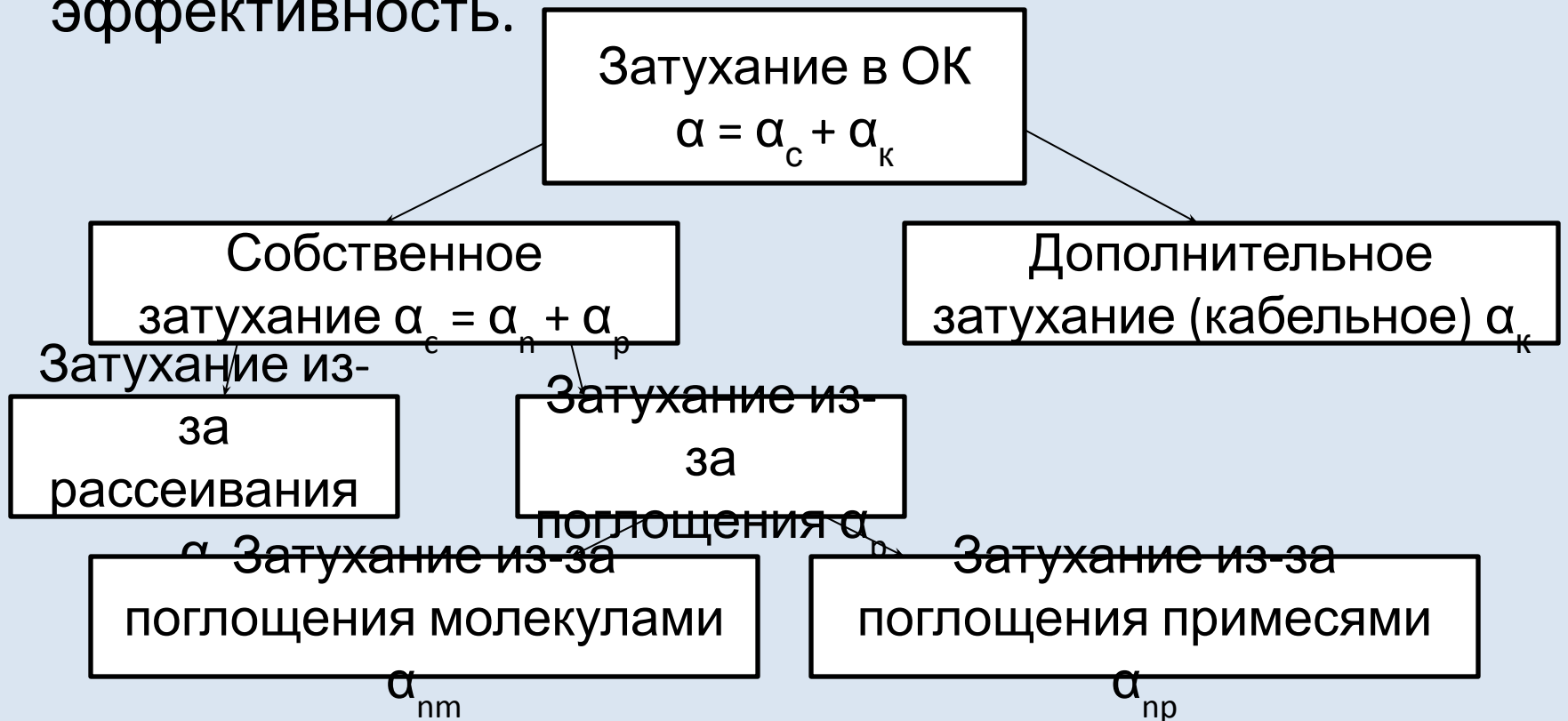
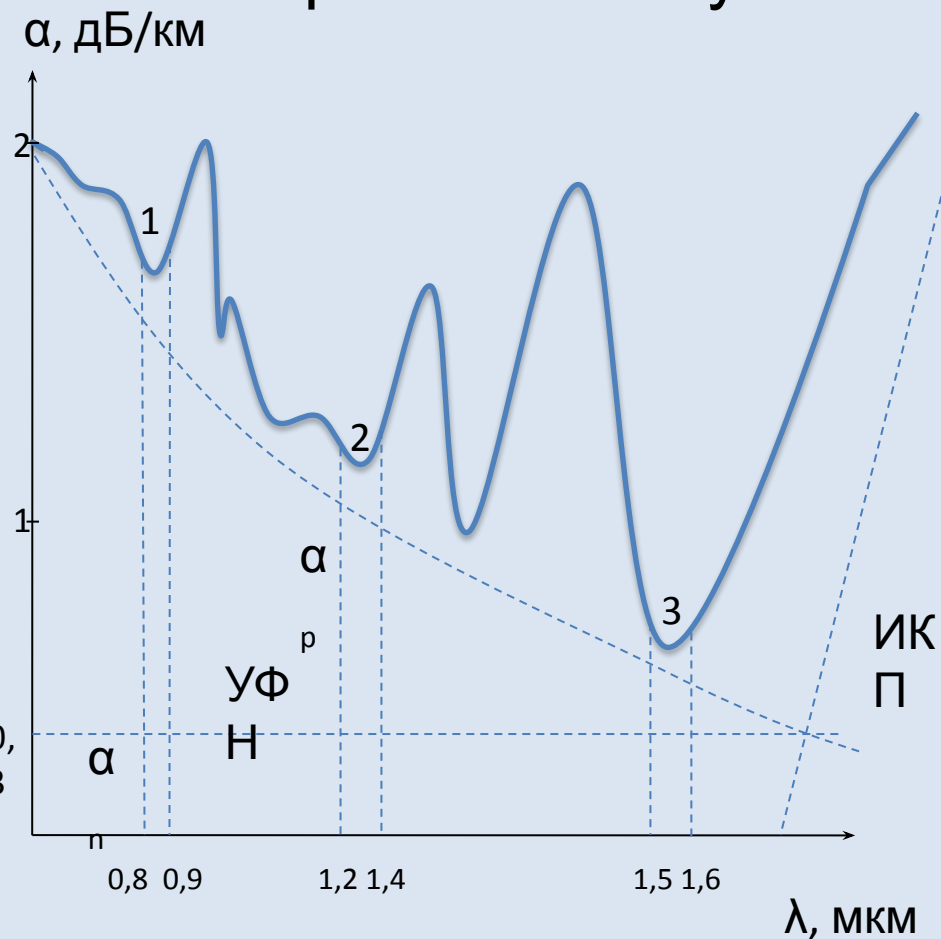


Ослабление сигнала в ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДАХ

- Важнейшим параметром ВС являются потери и, соответственно, ослабление сигнала. Они определяют дальность передачи по ОК и его эффективность.



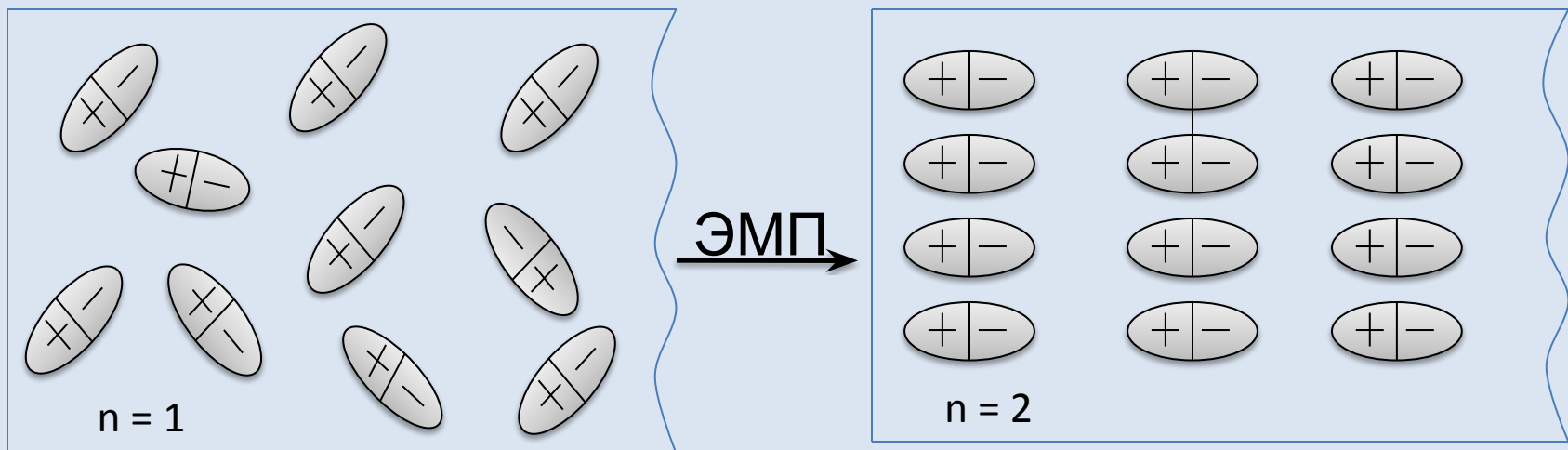
Потери на поглощение существенно зависят от чистоты материала и при наличии посторонних примесей могут быть значительными



- I окно прозрачности
- II окно прозрачности
- III окно прозрачности
- I – $\lambda = 0,85 \mu\text{м}$, $\alpha = 3 \text{ дБ/км}$
- II – $\lambda = 1,3 \mu\text{м}$, $\alpha = 0,7 \text{ дБ/км}$
 $0,34 - 0,36 \text{ дБ/км}$ - ООВ
- III – $\lambda = 1,55 \mu\text{м}$,
 $\alpha = 0,22 \text{ дБ/км}$ - ООВ
- IV - $\lambda = 1,565 - 1,620 \mu\text{м}$
- V – $\lambda = 1,350 - 1,450 \mu\text{м}$

Ослабление за счет поглощения в инфракрасном диапазоне обусловлено собственным резонансным поглощением в УФ- и ИК-областях.

Ультрафиолетовое поглощение определяет затухание в рабочем диапазоне длин волн и связано с потерями на диэлектрическую поляризацию, линейно растет с частотой и существенно зависит от свойств материала световодах ($\text{tg } \beta$). Это так называемое собственное поглощение кварца, механизм возникновения которого связан с поведением диэлектрика в электрическом поле



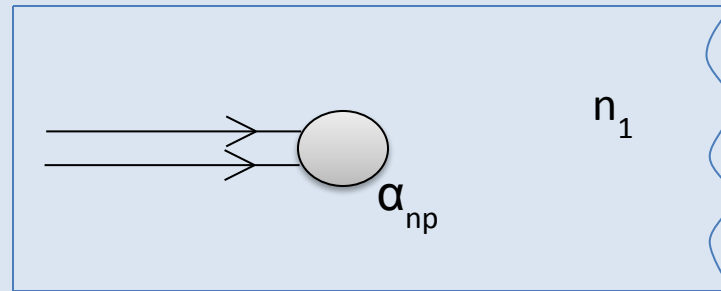
$$\alpha_n = 8,69 * \frac{\pi n_1 \text{tg} \beta}{\lambda}, \text{ дБ/к}$$

где n_1 – показатель преломления сердцевины ОВ

$\text{tg} \beta$ – тангенс угла диэлектрических потерь материала сердцевины, принимающий

значения в диапазоне $2 * 10^{-11} \div 10^{-12}$

λ – длина волны, км (10^{-9})



Рэлеевское рассеивание обусловлено существованием мелкомасштабных (по сравнению с длиной волны излучения) флуктуации плотности или химического состава веществ. Эти флуктуации являются следствием неравновесных состояний, возникающих в волокне в момент стеклования. Рэлеевское рассеивание обратно четвертой степени длины волны и характерно для неоднородностей, размеры которых менее длины волны, а расстояние между которыми достаточно велико, чтобы явление взаимодействия были исключены.

Примесное поглощение для разных стекол изменяется. В качестве примесей обычно рассматривают ионы металлов и гидроксогрупп OH^- . Пики поглощения за счет ионов металлов очень широкие.

Другой существенной в отношении поглощения примесью является вода, присутствующая в виде ионов OH^- . На содержание ионов OH^- в стекле влияет процесс его изготовления. Ей соответствуют ярко выраженный максимум поглощения в районе длины волны 1480 нм. Он присутствует всегда, поэтому область спектра в районе этого пика практически не используется. В настоящее время изготавливаемое ОВ становится настолько чистым (99,9999%), что наличие примесей перестает быть главенствующим фактором затухания в ОВ.

С увеличением показателя преломления эти потери увеличиваются, а с ростом длины волны – уменьшаются.

$$\alpha_p = 4,34 * \frac{8\pi^3 (n_1^2 - 1)}{3\lambda^4} * k\chi T 10^3, \quad \text{дБ/к}$$

$k = 1.38 * 10^{23}$ Дж/К – постоянная Больцмана, M
 $T = 1500$ К – температура перехода стекла в твердую фазу

$\chi = 8,1 * 10^{-11}$ м²/н - коэффициент сжимаемости для кварца

λ - в м! (* 10^{-6})

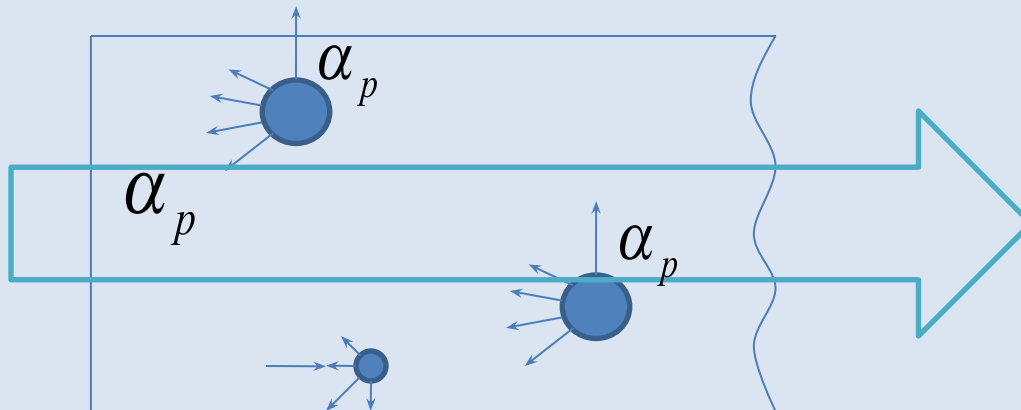
Кроме флуктуации плотности существенными являются также флуктуации концентрации окислов, которые добавляют в стекло для повышения показателя преломления. Неоднородность концентрации создает большие флуктуации.

Суммарные потери на Гэлеевском рассеивании зависят от длины волны по закону λ^{-4} и количественно могут быть оценены по формуле:

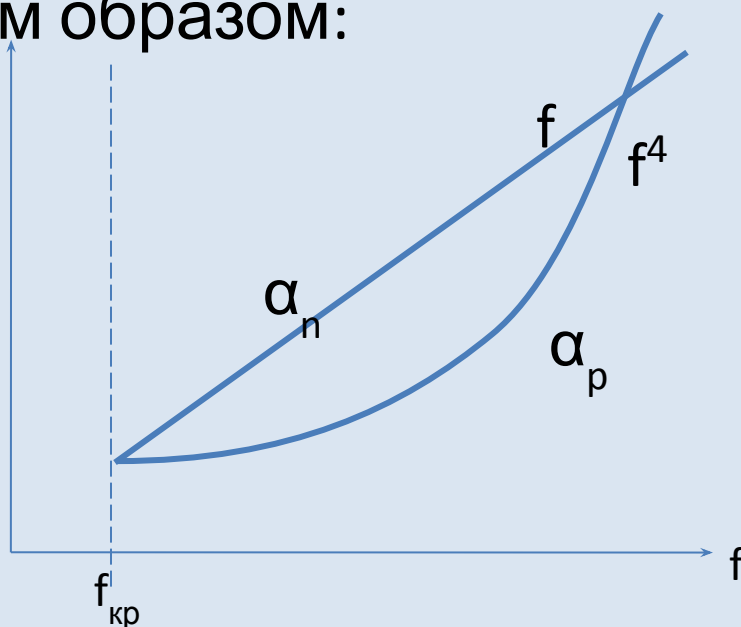
$$\alpha_p = \frac{k_p}{\lambda^4}, \quad \frac{\text{дБ/кМ}}{\text{М}}$$

где k_p – коэффициент рассеивания, для кварца $0,8 \div 1,0$ ((мкм⁴*дБ)/кМ)

λ – длина волны, мкм



Графически α_n и α_p можно представить следующим образом:



Дополнительные потери в ОК (или колебательные) обусловлены деформацией ОВ в процессе изготовления кабелей, скруткой, изгибами волокон, а также технологическими неоднородностями в процессе изготовления волокон.

Они состоят из суммы семи коэффициентов затухания:

$$\alpha_{\text{каб}} = \sum_{i=1}^7 \alpha_i$$

α_1 – затухание из-за приложения к ОВ термомеханических воздействий в процессе изготовления кабелей обусловлено различием коэффициентов удлинения стекол сердцевины и оболочки $\alpha < 0,1$ дБ/км;

α_2 – вследствие температурной зависимости коэффициента преломления материала ОВ;

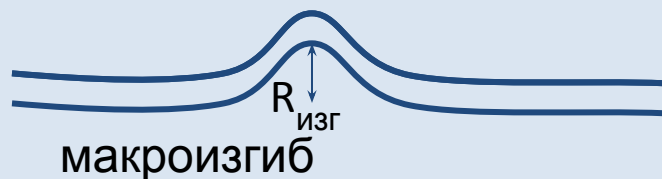
α_3 – вызывается микроизгибами ОВ т.е. из-за локального нарушения прямолинейности ОВ;

$$\alpha_3 < (0,001 \div 0,1) \text{ дБ}$$

α_4 – возникает вследствие нарушения прямолинейности ОВ (скрутка, прокладка или макроизгибы);

$$\alpha_4 < (0,5 \div 1) \text{ дБ/км}$$

$$R_{\text{изг}} \geq 20 \text{ Д}$$



α_5 - возникает вследствие кручения ОВ относительно его оси(осевые напряжения скручивания);

α_6 – возникает вследствие неравномерности покрывания ОВ

α_7 – возникает вследствие потерь в защитной оболочке ОВ

$$\alpha_7 < 0,1 \div 0,3 \text{ дБ/км}$$

Следует учитывать потери на соединение ОВ т.е. при монтаже).

При соблюдении норм технологического процесса изготовления доминируют потери на микроизгибы. Потери на макроизгибах и в защитных оболочках сравнительно невелики. В целом $\alpha_{\text{доп}} = 0,1 \div 0,7 \text{ дБ}$