

Задачи второго тура Олимпиады «Инфотелеком-2021»

Секция «Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях»

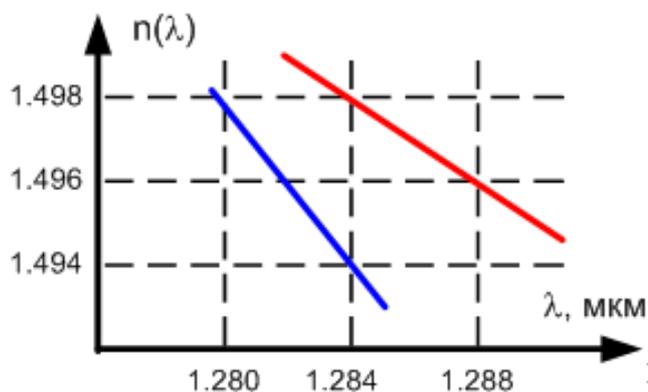
Уровень 1

1. При подключении к волокну измерительных источников излучения с мощностью 1.8 мВт и разными длинами волн λ_1 и λ_2 мощность сигнала на выходе составила -13 и -8 дБм соответственно. Коэффициент затухания на длине волны λ_1 равен 3.1 дБ/км. Найдите коэффициент затухания на длине волны λ_2 .

2. Длина волны отсечки некоторого волокна со ступенчатым профилем показателя преломления равна 0.89 мкм. Найдите примерное число направляемых мод на длинах волн 0.65 мкм и 1.55 мкм.

Уровень 2

3. Зависимость показателей преломления сердцевины и оболочки ступенчатого многомодового оптического волокна показана на рисунке. Рабочая длина волны составляет 1284 нм. Определите, можно ли ввести в это волокно через торец излучение из воды ($n = 1.33$) и из воздуха под углом 60° ?



4. Хроматическая дисперсия одномодового волокна длиной 133 км на длине волны 1322 нм составляет 21.8 пс/(нм*км), при этом уширение импульса равно 1.3 нс. Найти хроматическую дисперсию на длине волны 1550 нм, если уширение импульса на этой длине волны составляет 0.92 нс. Считать, что ширина полосы излучения в единицах частоты для длин волн 1322 и 1550 нм одинаковы.

Уровень 3

5. В таблице представлены параметры двух оптических волокон. Сравните волокна по всем известным видам дисперсии на длине волны 1550 нм. Объясните свои ответы. Если по какому-то виду дисперсии сравнение провести невозможно, укажите, каких данных Вам не хватает для ответа.

Параметр	Волокно 1	Волокно 2
Затухание на длине волны 1550 нм, дБ/км	0.22	0.24
Затухание на длине волны 1310 нм, дБ/км	0.48	0.5
Эксцентриситет сердцевина/оболочка, мкм	≤ 1.5	≤ 1.2
Длина волны отсечки, нм	1420	1450
Длина волны нулевой дисперсии, нм	1575	1560
Наклон нулевой дисперсии, пс/нм ² *км	0.091	0.092

6. Волоконно-оптическая линия состоит из стандартного волокна длиной 115 км и компенсатора дисперсии (длина компенсирующего волокна 18 км). Хроматическая дисперсия в стандартном волокне равна 22 пс/(нм*км), в компенсирующем –105 пс/(нм*км). Найти максимальную ширину спектра источника излучения, при которой линия сможет работать со скоростью передачи 5 Гбит/с (ширину спектра сигнала, передаваемого с заданной скоростью считать равной 10 ГГц) без установки регенератора? Рабочая длина волны 1550 нм. Считать, что используется линейное кодирование RZ-50.

Задачи от компании ООО «Т8 НТЦ»

1) Оцените максимальную дальность передачи в CWDM линии при следующих параметрах: мощность передатчика +5 дБм, чувствительность приемника -30 дБм, рабочая длина волны 1310 нм, волокно SSMF (G.652). Затухание волокна $\alpha_{1310} \approx 0,35 \dots 0,4$ дБ/км.

2) Оцените максимальную дальность передачи сигнала в следующей линии: передатчик (длина волны 1550 нм, мощность 0 дБм), волокно SSMF (G.652) ($\alpha_{1550} \approx 0,2$ дБ/км), эрбиевый усилитель (шум-фактор $nf=6$ дБ), компенсатор хроматической дисперсии, приемник (требуемое OSNR 12 дБ).

3) Оцените OSNR на выходе из линии, состоящей из N одинаковых пролетов волокна с потерями α [дБ/км] длины L [км] каждый. Входная мощность во все пролеты одинакова и равна p [дБм]. Шум-фактор усилителей nf [дБ].

4) Эффект ВКР усиления можно описать уравнением $dI_s/dt = g_R I_s I_p$, где I_s, I_p - функции зависимости интенсивности сигнала и накачки от координаты, g_R – коэффициент ВКР – усиления. Получите выражение для $g_{ON/OFF}$ ВКР-усилителя – отношение мощности на выходе линии при включенной и выключенной накачке. Длина линии L [км], затухание на длинах волн сигнала и накачки α_s и α_p [дБ/км], мощность встречной накачки в точке ввода $P_{p,0}$ [дБм]. Используйте приближение неистощающейся накачки.

5) В простейшем случае нелинейные эффекты в длинной линии без компенсации дисперсии при использовании транспондера с когерентным форматом модуляции могут быть описаны с помощью GN-модели, основные положения которой следующие: 1) нелинейные искажения ведут себя как нелинейный интерференционный Гауссов шум, мощность которого пропорциональна кубу мощности сигнала $P_{nl} = \eta P_s^3$ 2) Нелинейный шум аддитивно складывается с шумом ASE усилителей линии, что позволяет ввести понятие полного OSNR $OSNR_{BER} = 1/(OSNR_{ASE}^{-1} + OSNR_{NL}^{-1})$, где $OSNR_{NL} = P_s/P_{nl}$, $OSNR_{ASE} = P_s/P_{ASE}$. Найдите значение оптимальной входной мощности в линию по критерию а) максимального запаса по OSNR б) наилучшего качества сигнала. Мощность шума ASE и коэффициент нелинейности η считайте известными.

Задание от компании НТЦ «АРГУС»

Какая ширина канала в битах необходима для передачи речи? Обоснуйте.