

# Контроль характеристик ВОКВ.

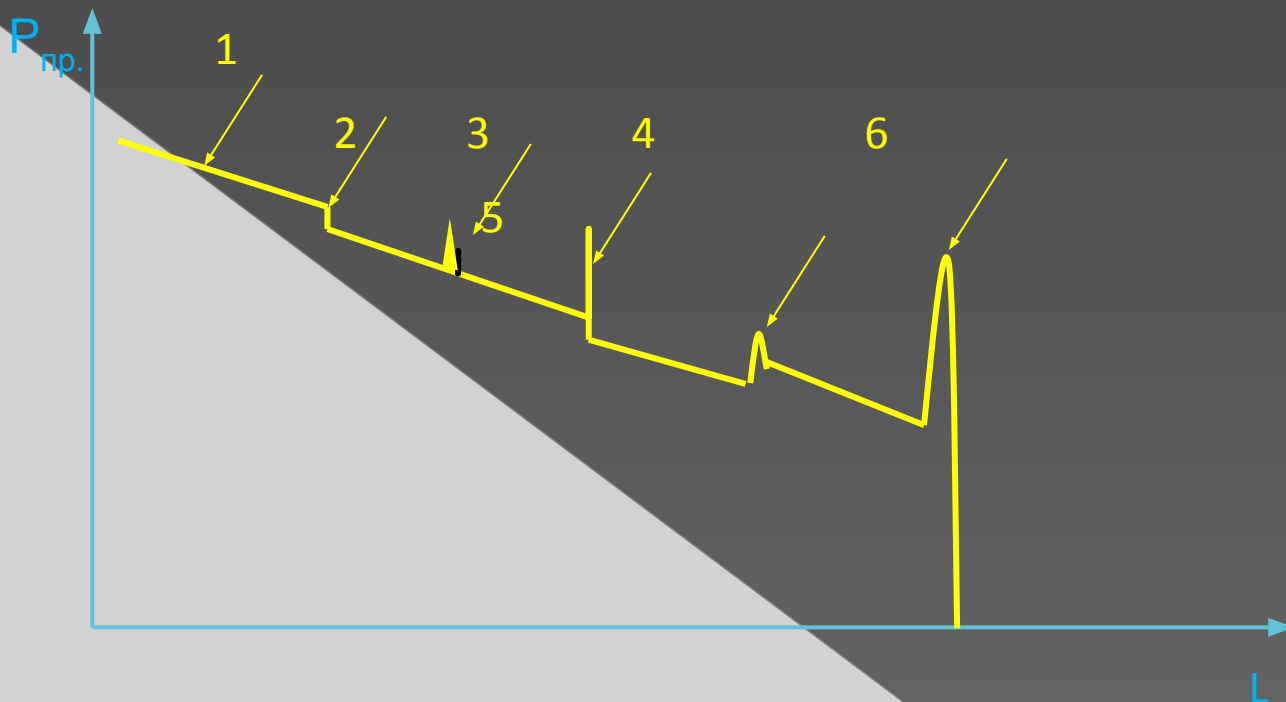
## Изменение характеристик в процессе эксплуатации ВОКВ.



# Причины изменений и их последствия

- **механические нарушения;**
  - повреждения оптического кабеля в процессе развертывания вставки;
  - повреждения компонентов коммутации элементов вставки;
  - отказы конструкции размоточного устройства, особенно для одноэлементных ВОКВ с большим количеством кабеля;
- **рост затухания в оптических волокнах кабеля вставки и его изменение, происходящее в процессе многократного развертывания;**
- **потери в разъемных соединениях и его изменение при многократном соединении;**
- **возможное возникновение неоднородностей в волокнах (микротрещин), возникающих в результате многократных изгибов и растяжений при развертывании ВОКВ.**

В качестве основного способа применяемого для контроля характеристик оптических волокон и линий связи является рефлектометрический, основанный на измерении обратного рассеяния. С помощью современных рефлектометров удается наглядно наблюдать изменение затухания вдоль оптического волокна, включая скачки затухания, вызванные оптическими контактами и т.п., и быстро определять места неисправностей и источников искажений. На рисунке приведена типичная кривая обратного рассеяния, наблюдаемая на экране рефлектометра, на которой отражены все возможные варианты изменения рефлектограммы.



1. **Ход кривой в однородном волокне.**
2. **Скачек затухания в месте сварки.**
3. **Отражение от неоднородности в волокне (микротрещина).**
4. **Скачек затухания плюс отражение в месте разъемного соединения.**
5. **Соединение волокон с различным обратным рассеянием (дисперсией).**
6. **Отражение от конца волокна.**

Отмечены отрезки линии передачи с искажениями различного вида. Нормальный ход кривой (1) в волокне представляет собой падающую экспоненту обратного рассеяния во времени, искажение (2) - скачок затухания, обусловленный потерями в месте сварки, по его величине судят о качестве сварного соединения т.к. скачок затухания пропорционален вносимым потерям.

В случае сварки двух волокон с различным обратным рассеянием, а также волокон + NZDS и - NZDS в кривой также возникает скачок (5), который может стать положительным при большом рассеянии во второй линии. Маленькие пузырьки воздуха, включения в волокне, микротрещины отражают свет, что проявляется на кривой обратного рассеяния в виде небольших выбросов (3). При несогласованных разъемах или плохом их качестве возникают отражения и скачок затухания (4). Интенсивный отраженный сигнал (6) возникает от конца волокна.

# Измерение потерь в волокнах вставки.



**Катушка нормализующая.**

**Катушка нормализующая**  
Предназначена для устранения "мертвой зоны" оптических рефлектометров при проведении измерений волоконно-оптических линий связи. Компенсационная катушка выполнена в прочном металлическом корпусе, что позволяет использовать ее в полевых условиях.

Тип оптического волокна – по заказу - SSF, DSF, +NZDS, -NZDS;

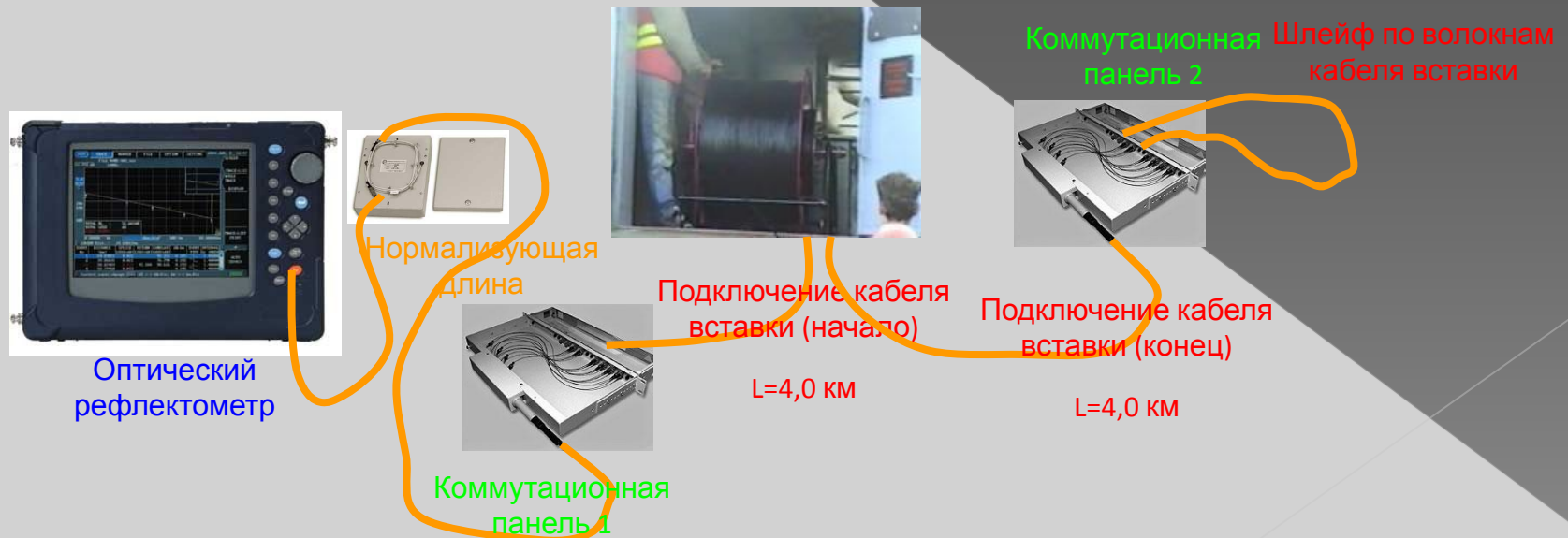
Длина волокна – 1000 м;

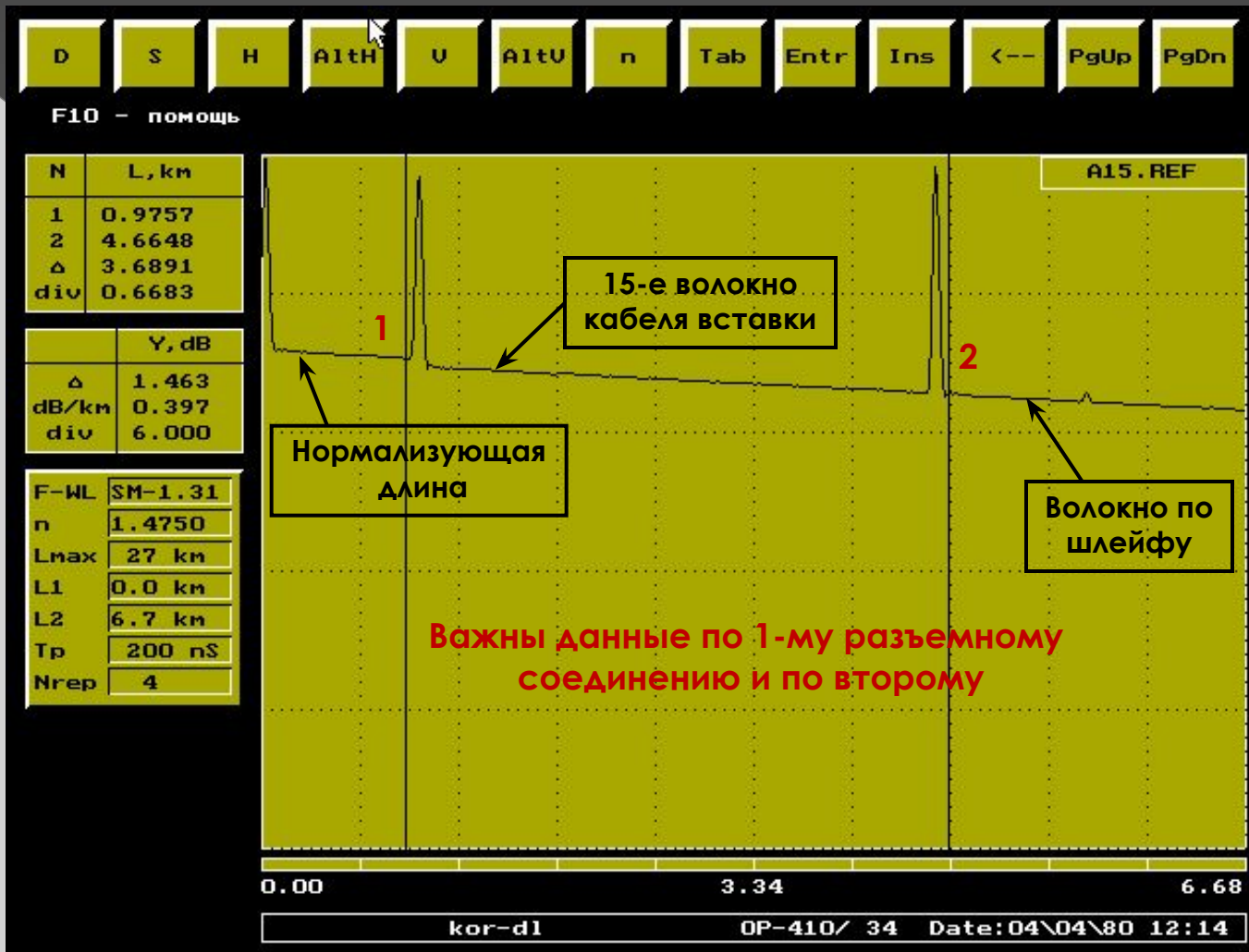
Тип оптических коннекторов – по заказу – FC, SC, ST, LC;

Габариты, мм – 210x170x60.

Технология проведения контрольных измерений вносимых волокнами вставки потерь и их изменение в процессе эксплуатации вставки по методу обратного рассеяния необходимо производить при использовании нормализующей длины.

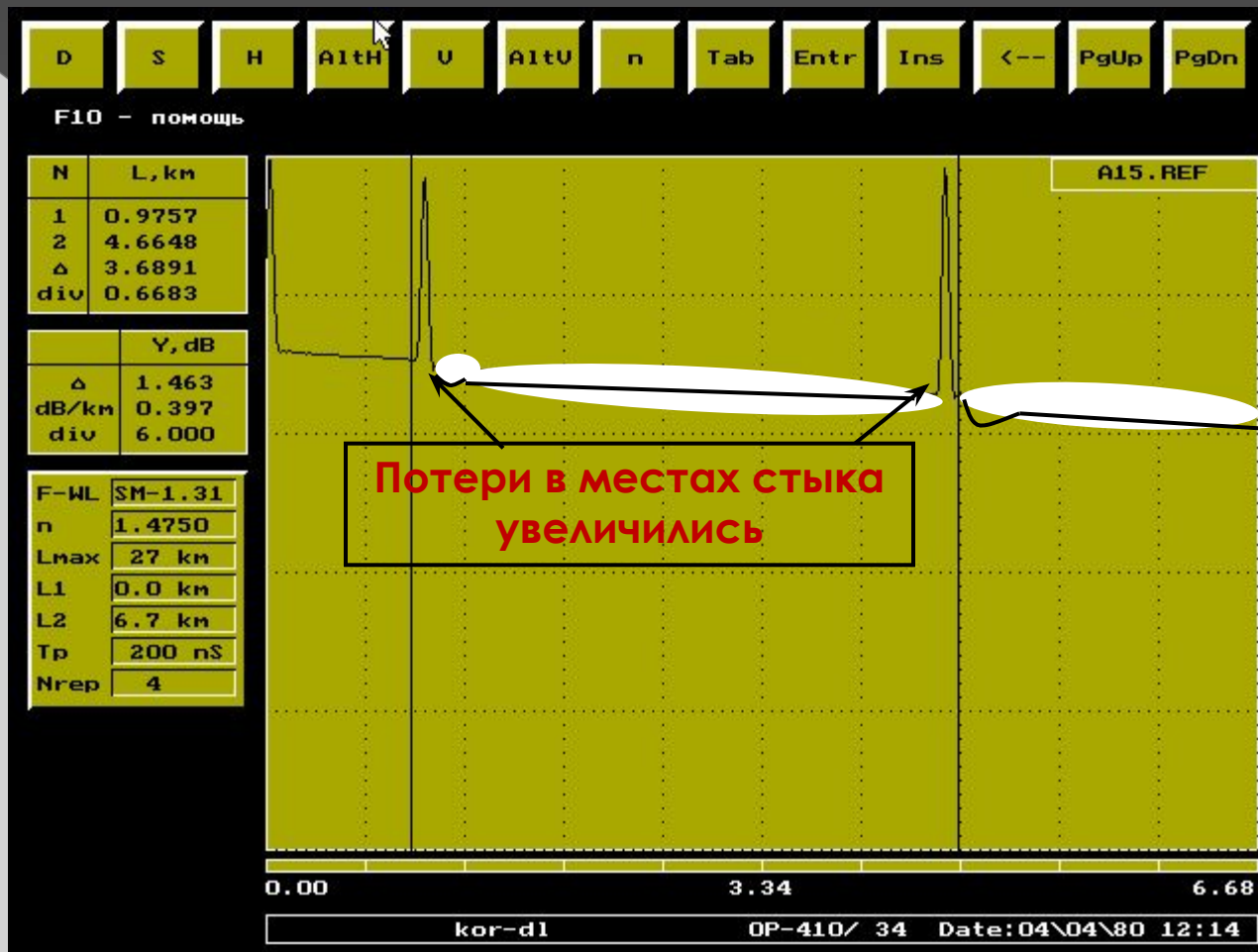
Это обеспечит возможность использования зондирующих импульсов малой длительности, что в свою очередь приведет к высокому значению разрешающей способности. Таким образом, схема для проведения измерений потерь в оптических волокнах вставки будет выглядеть следующим образом.



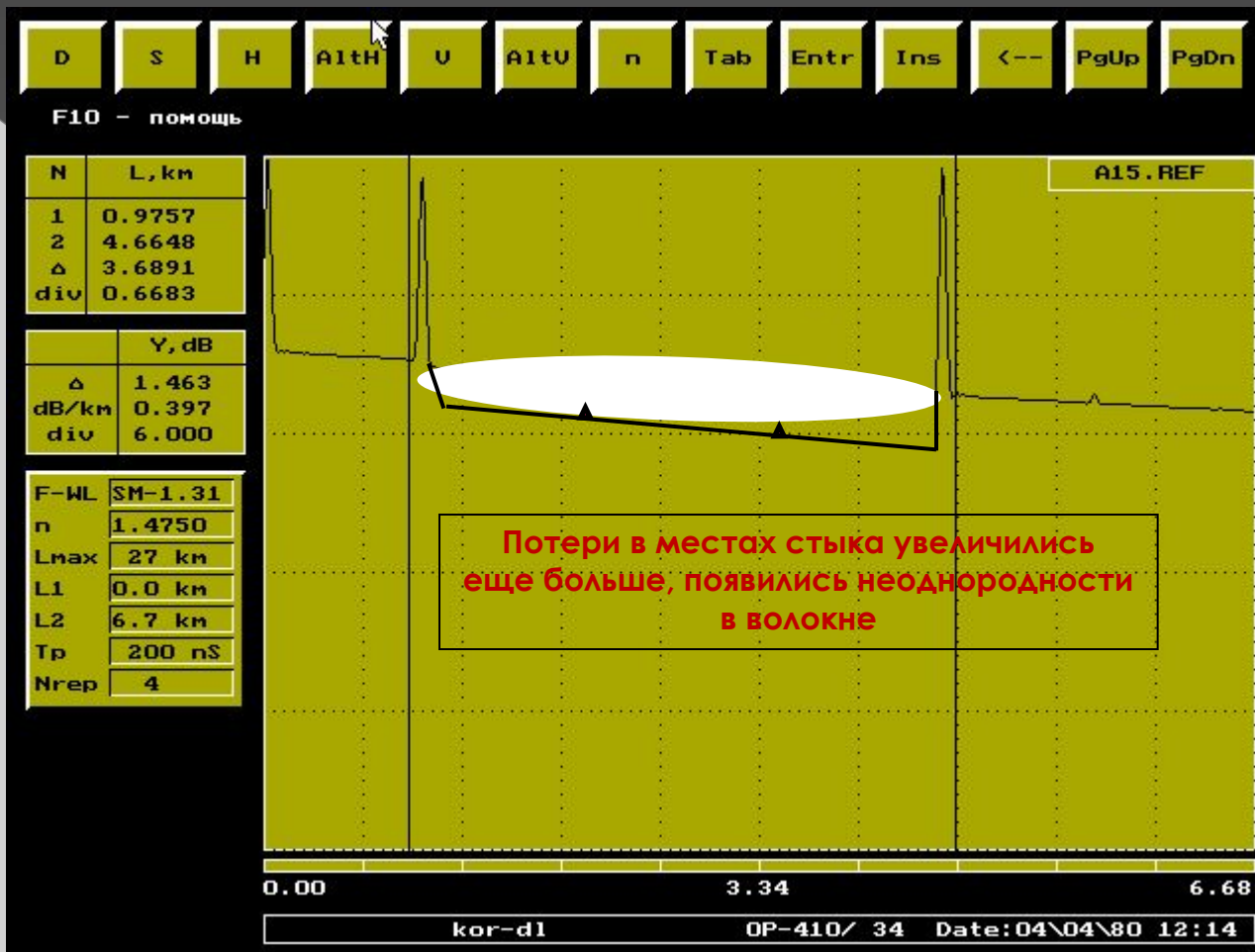


Рефлектограмма волокна кабеля вставки перед началом эксплуатации.





Таже самая рефлектограмма после 10 циклов развертывания



Рефлектограмма того же волокна вставки после 30 циклов развертывания.

Выражения для расчета средних характеристик изменения параметров волокон вставки в процессе эксплуатации имеют вид:

$$\Delta a_{OB} = \sum_{J=1} \left\{ \frac{a_{OB}(m) - a_{OB}(0)}{n} \right\}$$

$$\Delta a_{PC} = \sum_{J=1} \left\{ \frac{a_{PC}(m) - a_{OB}(0)}{n} \right\}$$

где  $\Delta a_{OB}$  – среднее значение потерь в оптических волокнах после  $m$ -го цикла развертывания,  $\Delta a_{PC}$  – среднее значение потерь в разъемных соединениях после  $m$ -го цикла,  $n$  – число оптических волокон в кабеле вставки.

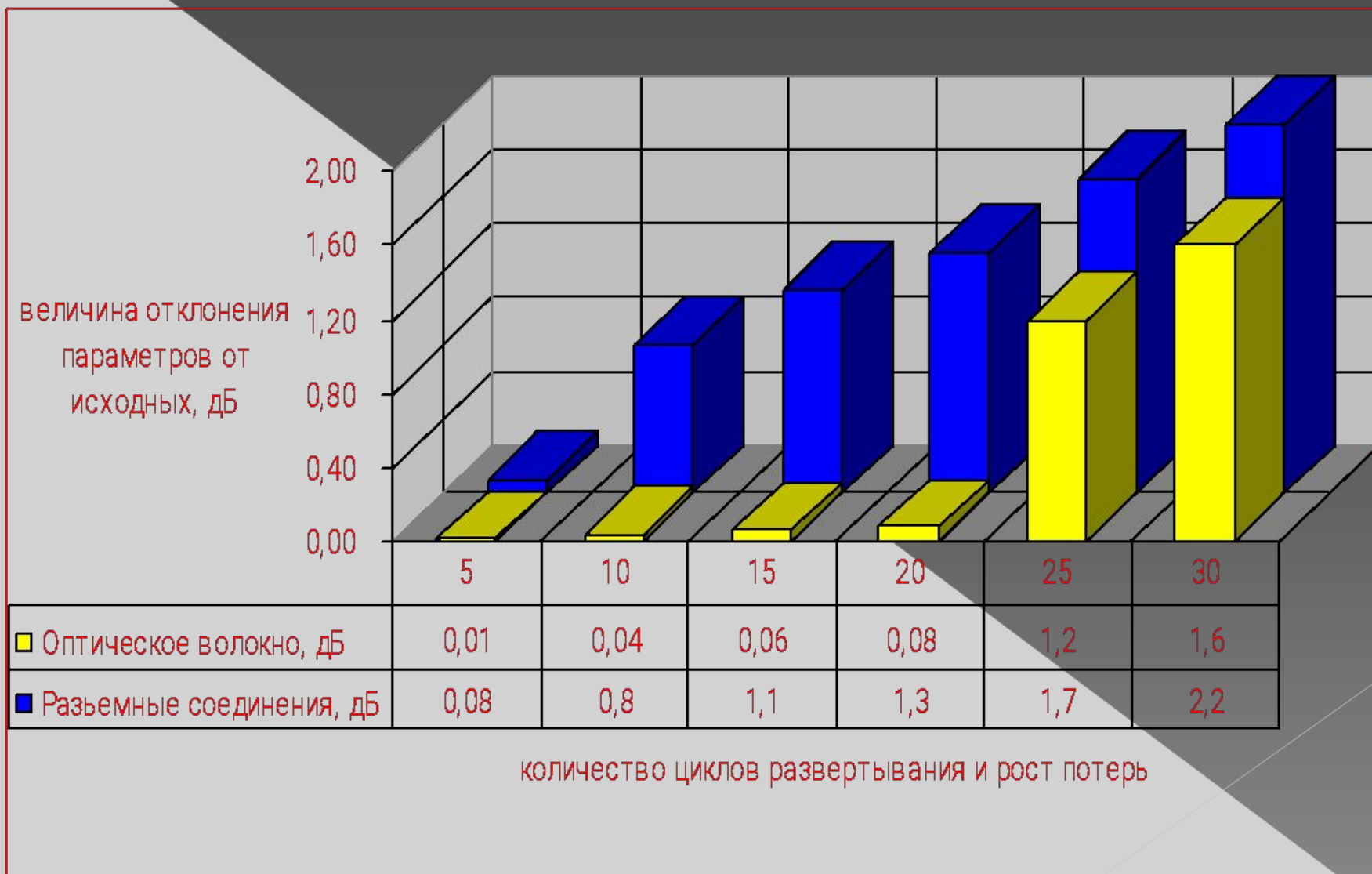
Среднеквадратическое отклонение роста потерь в волокнах кабеля вставки и разъемных соединениях рассчитываются по формулам:

$$\sigma_{OK} = \sqrt{\frac{\sum_{J=1}^n (\bar{\Delta a}_{OK} - \Delta a_{OKi})^2}{n^2}}$$

$$\sigma_{PC} = \sqrt{\frac{\sum_{J=1}^n (\bar{\Delta a}_{OK} - \Delta a_{PCi})^2}{n^2}}$$

где  $\Delta a_{об}$  – среднее значение потерь в оптических волокнах после  $m$ -го цикла развертывания,  $\Delta a_{pc}$  – среднее значение потерь в разъёмных соединениях после  $m$ -го цикла,  $n$  – число оптических волокон в кабеле вставки.

## Изменение параметров ВОКВ в процессе развертывания



## Выводы:

- в районе 25 – 30 циклов развертывания наблюдается резкое возрастание потерь в разъемных соединениях, которое обусловлено эрозией контактных поверхностей коннекторов в результате многократного их соединения, а также возможного попадания пыли при развертывании вставки в полевых условиях;
- потери в оптических волокнах кабеля вставки растут значительно медленнее и увеличиваются, в основном, за счет появления микротрещин, в тоже время километрическое затухание практически не меняется.

# Рекомендации

- проверка затухания и целостности разъемных соединений должны производиться рефлектометром не реже чем через 5 циклов развертывания;
- полученные рефлектограммы должны сравниваться с исходными, в этом случае можно сделать вывод о причинах изменения характеристик;
- для проведения измерений целесообразно использовать рефлектометр одного и того же типа;
- в случае выявления потерь в разъемных соединениях (увеличение составляет не более 5 – 10)% от исходного значения) целесообразно провести процесс полировки торцов коннекторов с использованием специального набора инструментов;
- в случае значительного увеличения потерь (увеличение составляет 60 – 80% от исходного значения) необходимо заменить коннектор с помощью набора инструментов;
- при обнаружении возрастания потерь в оптических волокнах кабеля вставки необходимо провести комплекс измерений параметров составного тракта.