



Научно-производственный центр

**ВНУТРИТРУБНАЯ  
ДИАГНОСТИКА**

**Современные возможности  
внутритрубной диагностики.  
Отсутствие нормативной  
документации для оценки  
остаточного ресурса  
трубопроводов**

[www.npcvtd.ru](http://www.npcvtd.ru)

## Этапы получения достоверных данных ВТД



Для получения достоверных результатов ВТД необходимо пройти следующие этапы обработки:

- Конструирование и производство подходящего для решения задач диагностики трубопроводов внутритрубного оборудования
- Подготовка и проверка диагностического оборудования перед пропусками
- Тестирование данных после осуществления пропусков на трубопроводе. Проводится проверка данных всех подсистем внутритрубного измерительного прибора ВИП. В случае критических потерь или отказов датчиков проводится перепропуск ВИП.
- Полное автоматическое тестирование данных в центре анализа на базе ООО «НПЦ «ВТД». В ходе тестирования может быть установлены закономерности влияния скорости движения ВИП на обработку, выбран наилучший навигационный блок.
- Многокурсный анализ данных ВТД и оценка дефектов (использование магнитных, ультразвуковых, навигационных данных, а также данных профилометрии)
- Оценка ресурса трубы с дефектами и оценка, сроков обследования, а также расстановка категорий опасности дефектов

## Требования к диагностическим комплексам

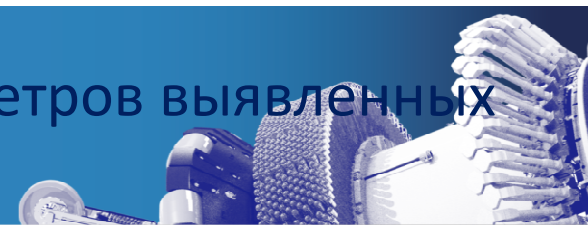


Все комплексы ВТД в компании ООО «НПЦ «ВТД» диаметром от 219 до 1420 мм обладают подобным составом ВИП с характеристиками соответствующими требованиям Р Газпром 2.3-919-2014 и позволяют получать одинаковые источники данных, используемые при многоракурсном анализе данных.

Технические характеристики ВИП компании подтверждаются в ходе квалификационных испытаний, проводимых под контролем экспертной организации ООО «Газпром ВНИИГАЗ», а также в ходе периодического мониторинга сходимости данных ВТД и данных дополнительного дефектоскопического контроля, выполняемого в ходе процедур приёмки отчётов согласно СТО Газпром 2-2.3-1050 с привлечением группы наружного обследования специалистов ООО «НПЦ «ВТД» или силами Заказчика.

Необходимо отметить, что во всех комплексах КВД имеется ВИП осуществляющий поперечное намагничивания стенки трубопровода (TFI). Этот ВИП позволяет решать задачу диагностики дефектов продольных швов, трещин и дефектов цельнотянутых бесшовных труб.

## Выявление, идентификация и оценка параметров выявленных при ВТД особенностей и дефектов

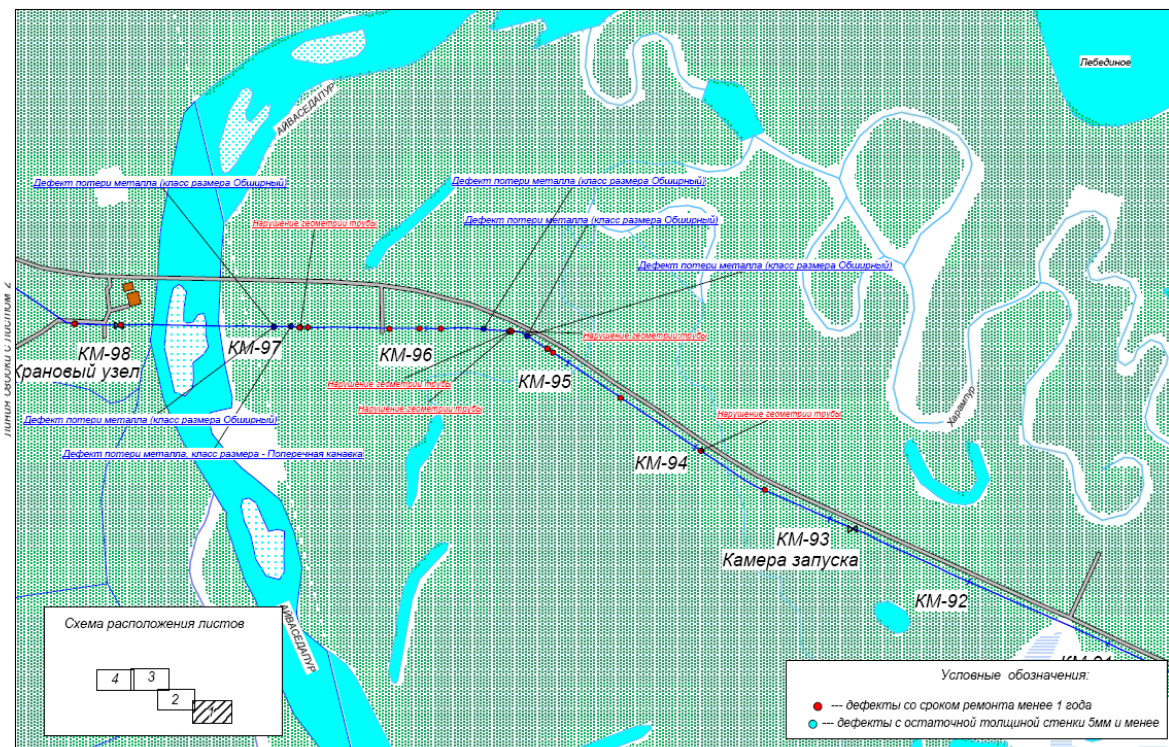
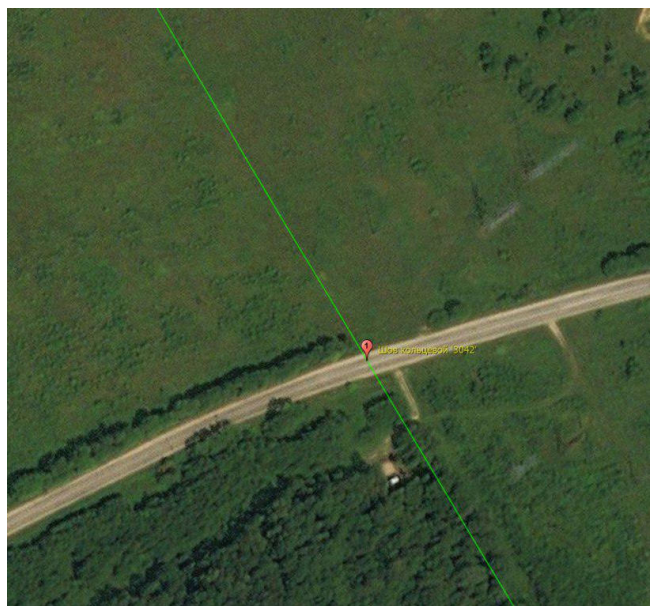


- Дефекты основного металла трубы: коррозионные дефекты и механические повреждения, зоны продольных трещин и одиночные трещины, металлургические дефекты, технологические дефекты, вмятины, гофры, овальности.
- Дефекты продольных и спиральных сварных швов: дефекты формы шва, непровары и несплавления , трещины на швах.
- Дефекты кольцевых сварных швов: непровар\утяжина, смещение кромок и подгибка кромок, трещины на кольцевом шве вдоль шва (Ea), трещины на кольцевом шве поперёк шва (Eb), внутришовные дефекты, коррозия шва
- Конструктивные элементы и особенности (краны, тройники, отводы врезки, изоляционные стыки, футляры и его дефекты, пригруза). В описании особенностей может быть указано о наличии прохода внутрь краев отвода - врезки, об отсутствии решётки в полости тройника ит.д.
- Гнутые отводы (отводы горячего или холодного гнутья, крутоизогнутые отводы), сегментные отводы , а также непроектные упругопластические изгибы

# Определение геодезических координат выявленных особенностей и дефектов

## Определение координат объектов трубопровода позволяет:

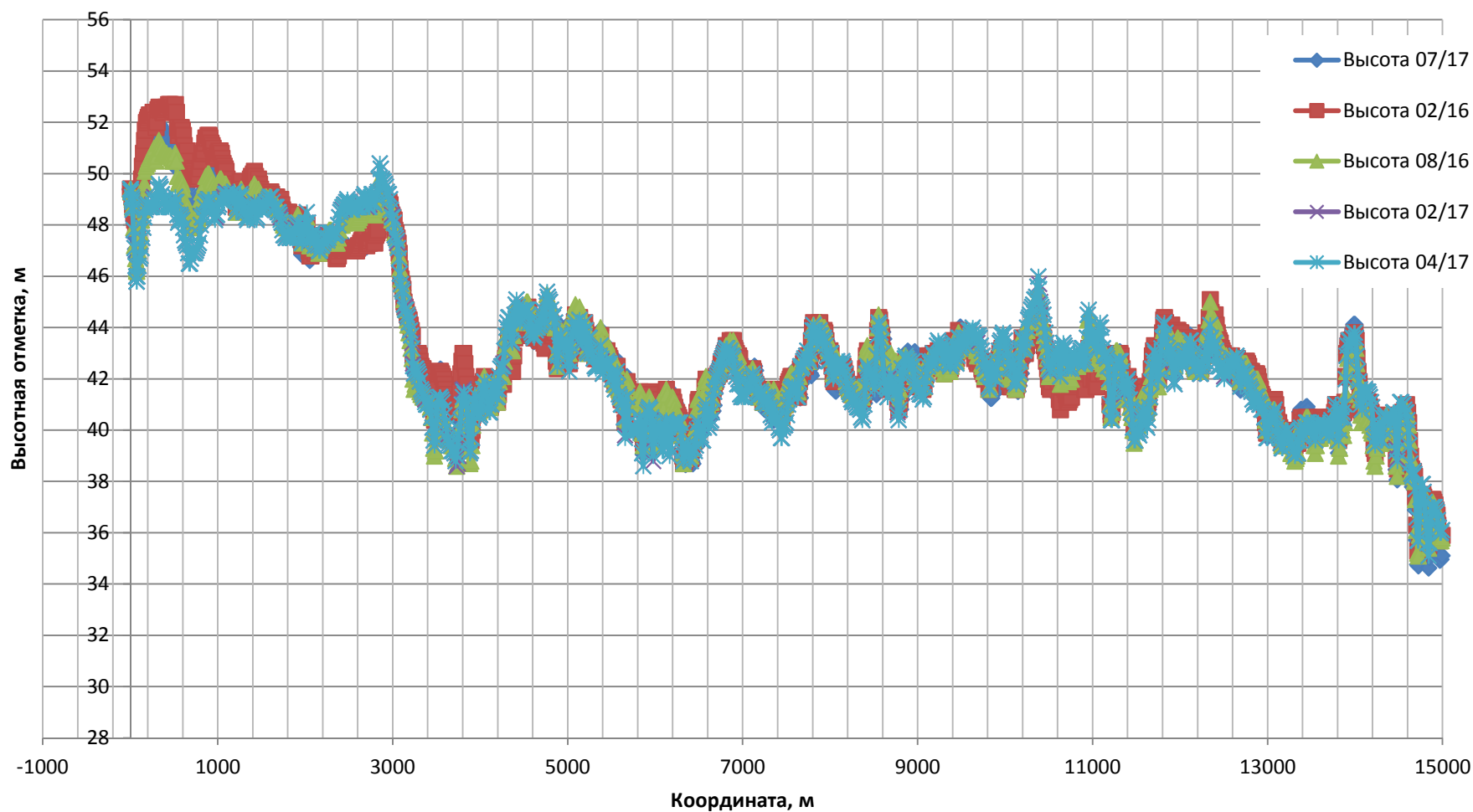
- С высокой точностью выходить на дефектную трубу с использованием GPS навигатора (без измерения расстояния от маркеров);
- Наносить выявленные дефекты на карты и оценивать ресурсы для проведения шурфовок;
- Фиксировать плановые и высотные смещения оси трубопровода.



# Оценка перемещений оси трубопровода

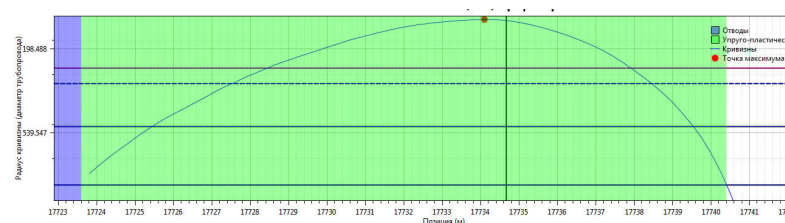


Последовательные ВТД на участке трубопровода с применением навигационного модуля позволяют фиксировать подвижки оси и выделять потенциально-опасные участки



# Поиск и прогнозирование появления трещин, связанных с изгибом трубопровода

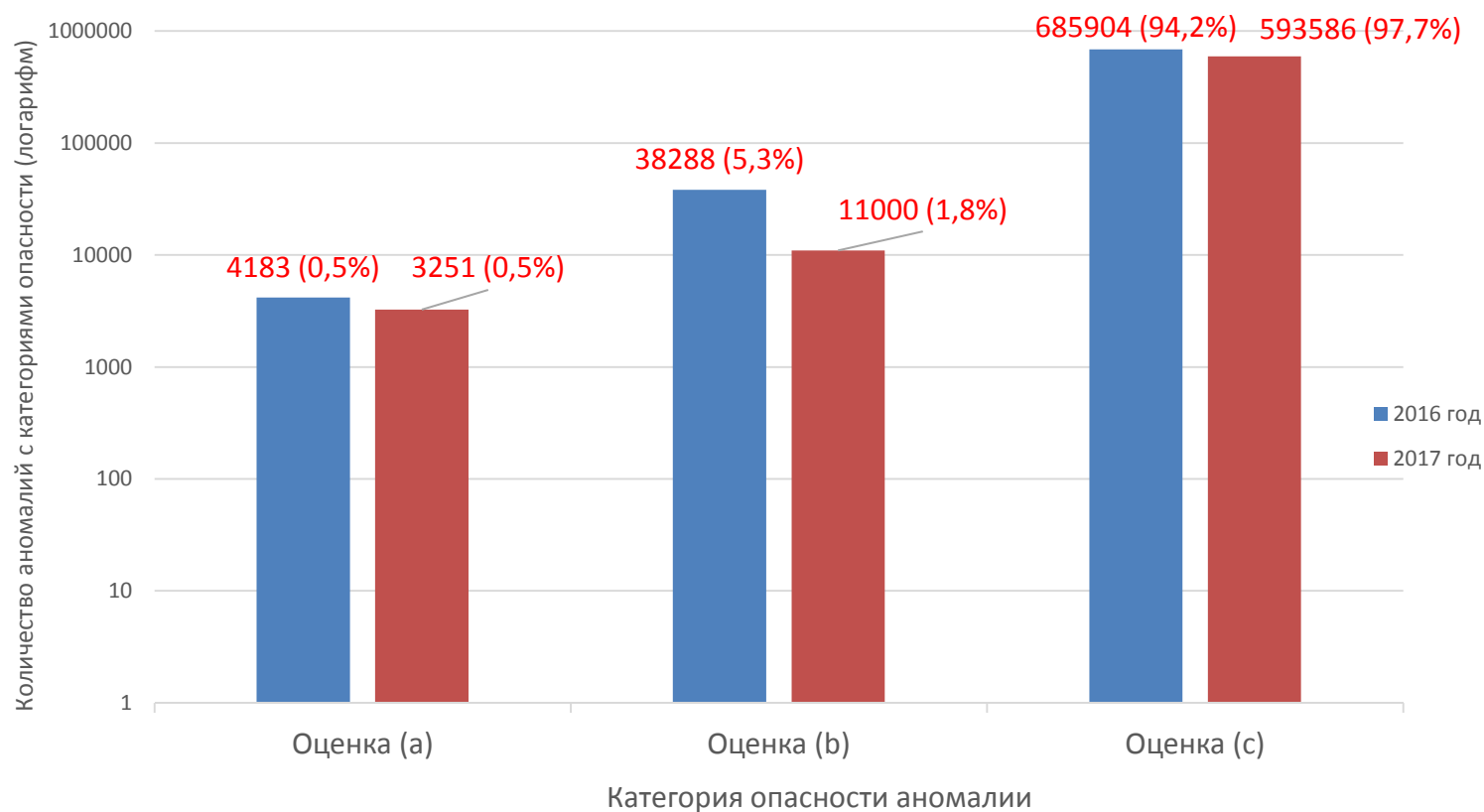
Совмещение магнитных данных и навигационных данных улучшает выявление поперечных трещин на кольцевых швах



# Оценка опасности дефектов основного металла трубы

**За полный 2016 год и неполный 2017 год Всего было выявлено 711386 и 608003 дефектов соответственно.**

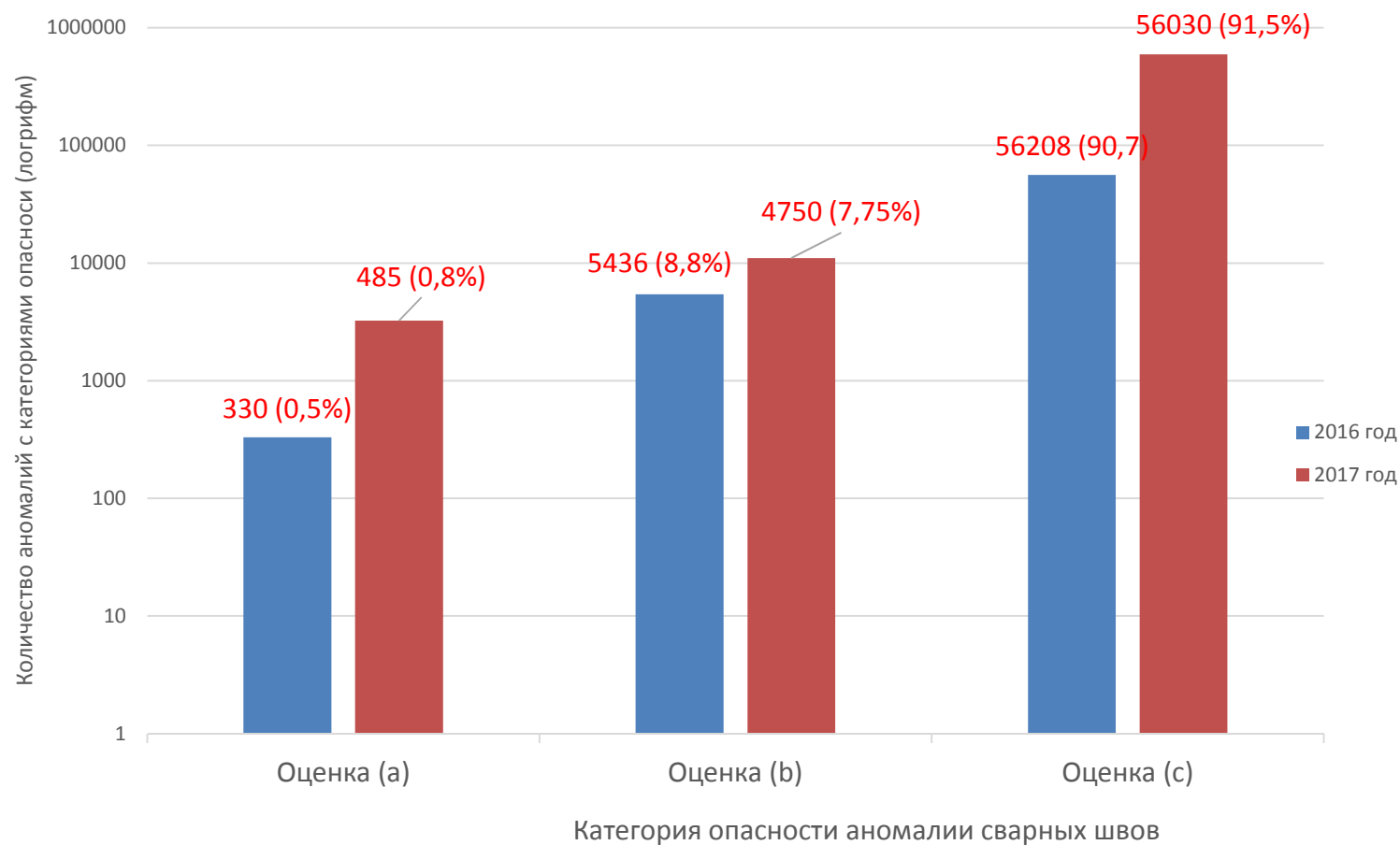
Распределение выявленных по ВТД дефектов основного металла труб по категориям опасности:



# Оценка опасности дефектов кольцевого шва



Распределение выявленных по ВТД дефектов кольцевых швов по категориям опасности



## Требования к оценке категорий опасности по СТО 2-2.3-1050



**Документ регламентирует обязательное разбиение в отчёте ВТД дефектов на 3 категории опасности:**

- «А» дефекты, подлежащие наружному обследованию в кратчайшие сроки;
- «В» дефекты, подлежащие наружному обследованию в плановом порядке;
- «С» аномалии допустимые при эксплуатации трубопровода без проведения

наружного обследования.

- **Однако в документе отсутствуют критерии категоризации дефектов;**
- **В стандарте не указаны сроки для категории «А» и «В». В ПАО Газпром существует единственный стандарт расчёта сроков безопасной эксплуатации – это Инструкция Газнадзора;**
- **Инструкция подразумевает расчёт сроков НО только для коррозионных и стресс-коррозионных дефектов. Остальные дефекты нормативных или расчётных сроков не имеют;**
- **При существенном количестве дефектов категории «А» и «В» (см выше), для многих из них не могут быть рассчитаны сроки НО по Газнадзору.**

# Пример несогласованности оценок опасности, используемых в ПАО «Газпром»

На участке трубопровода I категории рядом с переходом через автодорогу на участке Ухта-Торжок-3, КС Мышкинская – КС Торжокская были выявлены коррозионные повреждения. Результаты ниже.

Оценка опасности из отчёта ВТД по действующим документам:

1. СТО 112, рекомендация стандарта – требует снижения давления в настоящий момент ( $P_{sw} = 0,53 \times P_f$ , то есть запас по давлению составляет 47%):

| Таблица 18. Журнал выявленных аномалий. Продолжение (с. 5-772 – с. 5-1524) |                  |                   |                                 |               |                            |                        |           |               |                |     |     |                |             |       |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|------------------------|-----------|---------------|----------------|-----|-----|----------------|-------------|-------|
| Расстояние, м                                                              | От левого шва, м | От правого шва, м | Характер особенности            | Класс размера | Угол, час                  | От продольного шва, мм | Длина, мм | Ширина, мм    | Глубина, %     | Тип | КБД | $P_{sw}$ , МПа | $P_f$ , МПа |       |
| 189747,54                                                                  | Труба № 16582    |                   | 1Ш Длина 1,60 м Толщина 16,5 мм |               | Ориентация швов 10,6   6,8 | час                    | Реперы    | M119+103,15 м | M120-1063,42 м |     |     |                |             |       |
| 1                                                                          | 189748,00        | 0,39 / 0,46       | -1,22 / -1,14                   | Коррозия CORR | GENE                       | 7,7 / 7,6              | 322 / 285 | 84            | 121            | 10  | EXT | 1,01           | 7,27        | 13,76 |
| 2                                                                          | 189748,12        | 0,57 / 0,58       | -1,03 / -1,02                   | Коррозия CORR | CIGR                       | 7,6 / 7,5              | 285 / 273 | 31            | 93             | 10  | EXT | 1,01           | 7,30        | 13,82 |

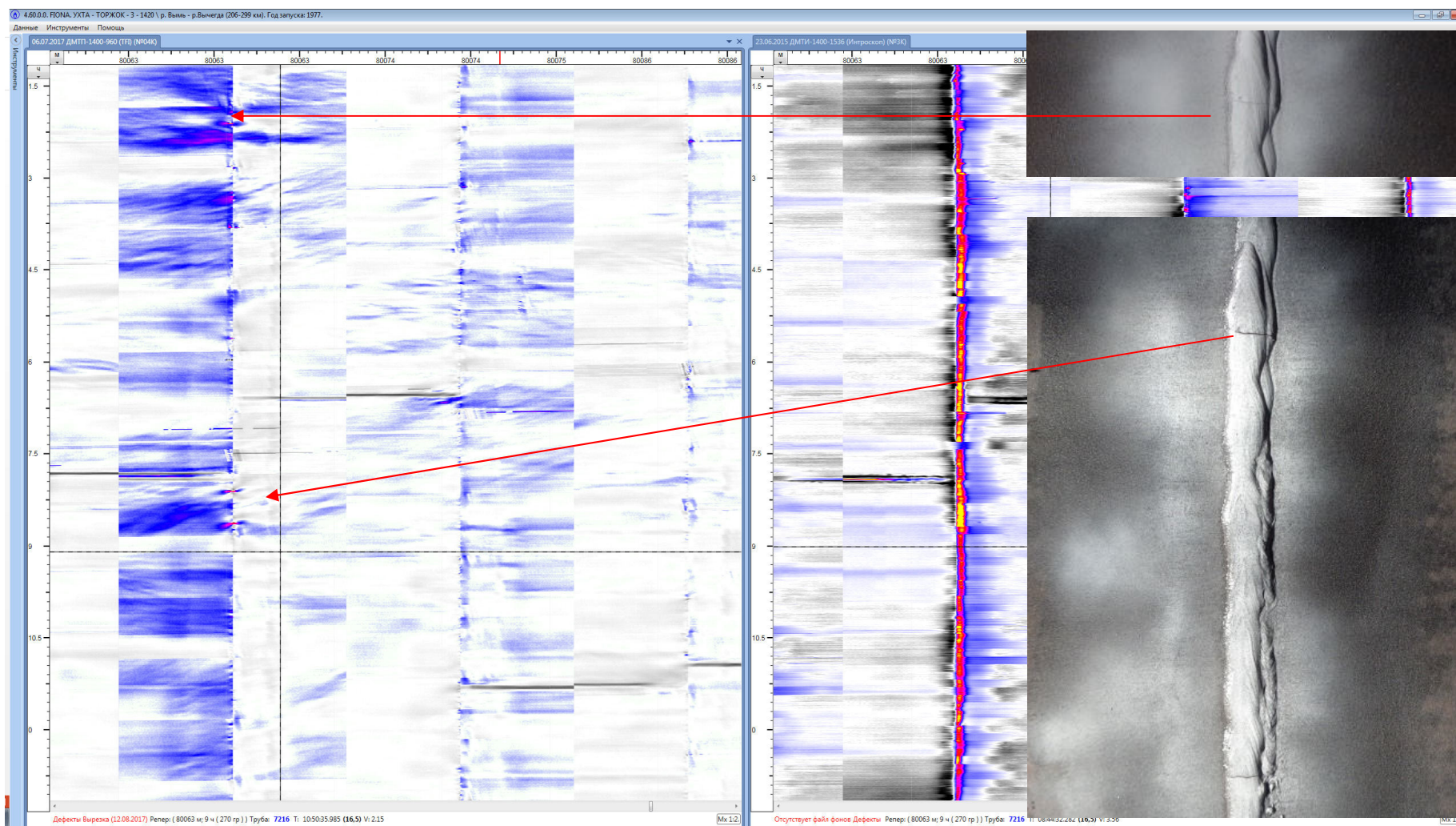
2. Инструкция Газнадзора 2013 года, рекомендация стандарта – требуется обследовать дефект в течении 6,8 года ( $P_{sw} = 0,8 \times P_f$ , то есть запас 20%):

| Таблица 44. Сроки наружного обследования дефектов по методике ГАЗНАДЗОР-ОД-СО. Продолжение (с. 8-2 – с. 8-305) |                |                |                       |                      |                      |                  |                      |                  |                     |           |              |               |               |                         |      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|---------------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-------------------------|------|---------|
| Расстояние, м                                                                                                  | Номер<br>трубы | Длина<br>трубы | Толщина<br>стенки, мм | S <sub>u</sub> , МПа | S <sub>y</sub> , МПа | Тип дефекта      |                      |                  |                     |           |              |               |               |                         |      | Срок НО |
|                                                                                                                |                |                |                       |                      |                      | Номер<br>дефекта | Характер особенности | Класс<br>размера | От левого<br>шва, м | Угол, час | Длина,<br>мм | Ширина,<br>мм | Глубина,<br>% | До след.<br>дефекта, мм |      |         |
| 189747,54                                                                                                      | 16582          | 1,60           | 16,5                  | 441                  | 588                  |                  | 2                    |                  |                     |           |              |               |               |                         | 6,8  |         |
| 189748,00                                                                                                      |                |                |                       |                      |                      | 1                | Коррозия CORR        | GENE             | 0,39 / 0,46         | 7,7 / 7,6 | 84           | 121           | 10            | 97                      | 6,8  |         |
| 189748,12                                                                                                      |                |                |                       |                      |                      | 2                | Коррозия CORR        | CIGR             | 0,57 / 0,58         | 7,6 / 7,5 | 31           | 93            | 10            |                         | 45,5 |         |

Для оценки опасности должен использоваться один стандарт и для безопасного давления и для сроков НО. Для результатов ВТД наиболее подходит Газнадзор!

# Пример выявленных коротких продольных трещин на кольцевом шве

ООО «Газпром трансгаз Ухта», МГ « Ухта – Торжок - 3», р. Вымь – р. Вычегда,  
Ø1420 мм. Обследован 19.02.17

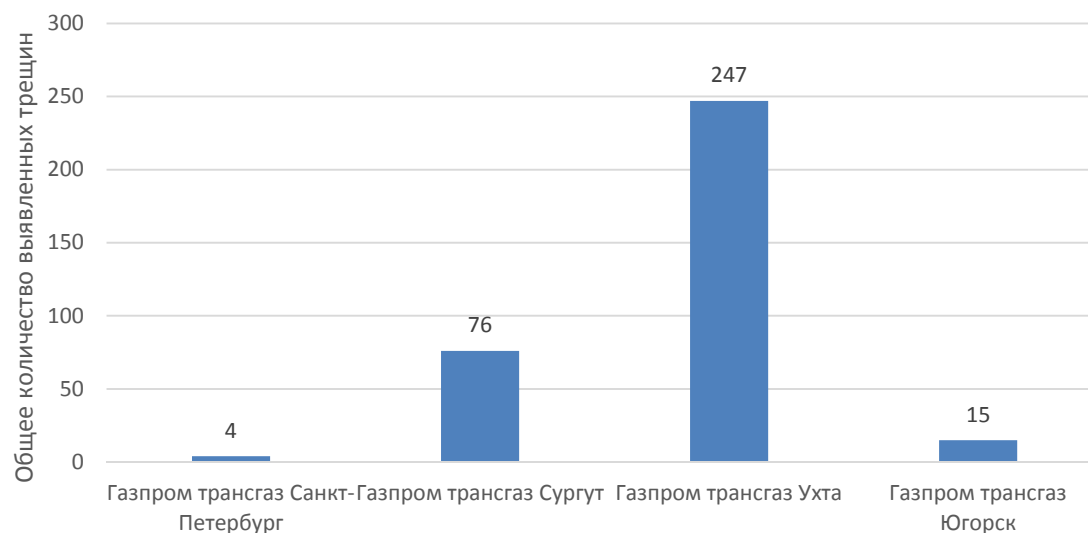


# Распределение выявленных продольных трещин на кольцевом шве требующих оценки остаточного ресурса

ТАБЛИЦА 48. АНОМАЛИИ КАТЕГОРИИ (А) И (В) (с. 7-8 – с. 7-17)

| Расстояние, м       | От левого шва, м | От правого шва, м | Характер особенности          | Класс размера | Угол, час | От продольного шва, мм | Длина, мм  | Ширина, мм | Глубина, % | Тип          | КБД          | $R_{\text{ср}}$ , МПа | $R_b$ , МПа | Категория дефекта | Срок НО, лет |
|---------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|---------------|-----------|------------------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|-------------------|--------------|
| 18198,00            | Труба № 1608     | 1Ш                | Длина 11,25 м                 | Толщина       | 19,5 мм   | Ориентация швов        | 8,1   9,6  | час        | Привязка   | M16+197,45 м | M17-952,14 м |                       |             |                   |              |
| 18209,09            | 10,58 / 11,09    | -0,68 / -0,16     | Коррозия CORR                 | GENE          | 8,6 / 8,0 | -401 / -608            | 667        | 597        | 36         | EXT          | 1,13         | 6,49                  | 12,29       | (а)               | 0,0          |
| 18896,98            | Труба № 1670     | 1Ш                | Длина 10,65 м                 | Толщина       | 19,5 мм   | Ориентация швов        | 6,8   11,5 | час        | Привязка   | M16+896,43 м | M17-753,16 м |                       |             |                   |              |
| 18896,98            | 0,00 / 0,00      | -10,65 / -10,65   | Трещина на кольцевом шве GwCR |               | 2,0 / 2,0 | 926 / 926              | 20         |            | 35         | INT          |              |                       |             | (а)               | 0,0          |
| Продольная трещина. |                  |                   |                               |               |           |                        |            |            |            |              |              |                       |             |                   |              |
| 18896,98            | 0,00 / 0,00      | -10,65 / -10,65   | Трещина на кольцевом шве GwCR |               | 6,6 / 6,6 | -1841 / -1841          | 20         |            | 44         | INT          |              |                       |             | (а)               | 0,0          |
| Продольная трещина. |                  |                   |                               |               |           |                        |            |            |            |              |              |                       |             |                   |              |
| 18896,98            | 0,00 / 0,00      | -10,65 / -10,65   | Трещина на кольцевом шве GwCR |               | 7,3 / 7,3 | -1559 / -1559          | 20         |            | 63         | INT          |              |                       |             | (а)               | 0,0          |
| Продольная трещина. |                  |                   |                               |               |           |                        |            |            |            |              |              |                       |             |                   |              |

Продольные трещины на кольцевом шве, выявленные в 2017 году



Трещины выявляются главным образом на трубопроводах  $\varnothing 1420$  мм. Выявление данного типа дефекта носит массовый характер! Как оценивать дефекты?

## Отсутствие нормативной документации по оценке опасности трубопроводов с избыточным давлением свыше 9,8 МПа



В 2017 году ООО «НПЦ «ВТД» проводило ВТД на участка системы МГ Бованенково-Ухта-2. Всего было проинспектировано 911 км.

Трубопровод спроектирован по СТУ на проектирование магистрального газопровода с давлением свыше 9,8 МПа.

Нормативные документы для оценки опасности дефектов потери металла, сроков обследования дефектов, а также оценки опасности вмятин и гофр отсутствуют.

На участках выявлены по данным ВТД: вмятины, смещения кромок, трещины на кольцевых швах, непровары/утяжины, внутришовные дефекты, механические повреждения, гофра.

Как необходимо оценивать выявленные по ВТД дефекты?

## Выводы



1. Возрастающее количество выявляемых по ВТД недопустимых дефектов на стареющих трубопроводах газотранспортной системы требует новых и согласования имеющихся стандартов оценки безопасных давлений и сроков наружного обследования. Абсолютная количество недопустимых дефектов («А» и «В») составляет около 5000 штук ежегодно.
2. Требуются дополнительные чёткие рекомендации в СТО 2-2.3-1050 для разбиения дефектов по категориям «А», «В» и «С».
3. Для проведения расчётных оценок по результатам ВТД наиболее логично оценивать безопасное давление и сроки НО по одному документу - Инструкции Газнадзора 2013 года. В этом случае для Заказчика ВТД появляется понятная процедура работы: в период установленных сроков проводится НО и ремонт или после указанного срока снижается рабочее давление.
4. Требуется разработка нормативной документации по оценке опасности дефектов для трубопроводов с давлением свыше 9,8 МПа.