



**Повышение эффективности внутритрубной диагностики.
Новые виды диагностики трубопроводов с применением ТДК-400-М-Л.**

**«Диагностика объектов ПАО «Газпром»
01-05 октября 2017 г., г. Санкт-Петербург
Докладчик: Аксенов С.Н.**

Содержание



1. Проведение работ по ВТД ТТ КС.
2. Критерии эффективности ВТД ТТ КС.
3. Перспективные направления развития ВТД ТТ КС.
4. Опыт проведения ЭПБ технологических комплексов КС с применением ТДК.
6. Новые виды диагностики трубопроводов с применением ТДК.

Проведение работ по ВТД ТТ КС



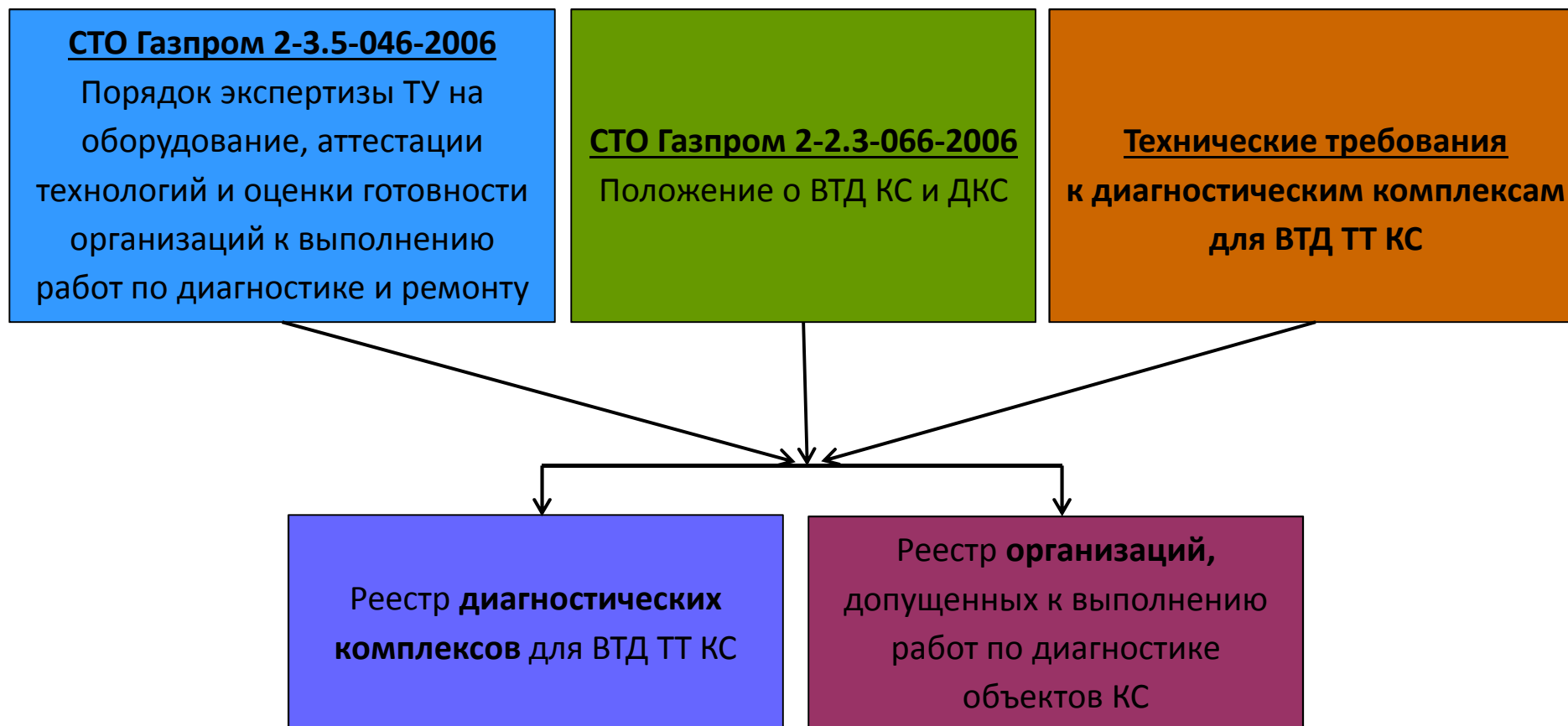
- Технологические трубопроводы КС подверженные влиянию повышенного **давления, температуры и вибрации**, не могут быть проконтролированы с применением внутритрубных инспекционных снарядов.
- Безопасность эксплуатации технологических трубопроводов КС обеспечивается при проведении периодического внутритрубного диагностирования с применением **роботизированных** диагностических комплексов.



Проведение работ по ВТД ТТ КС



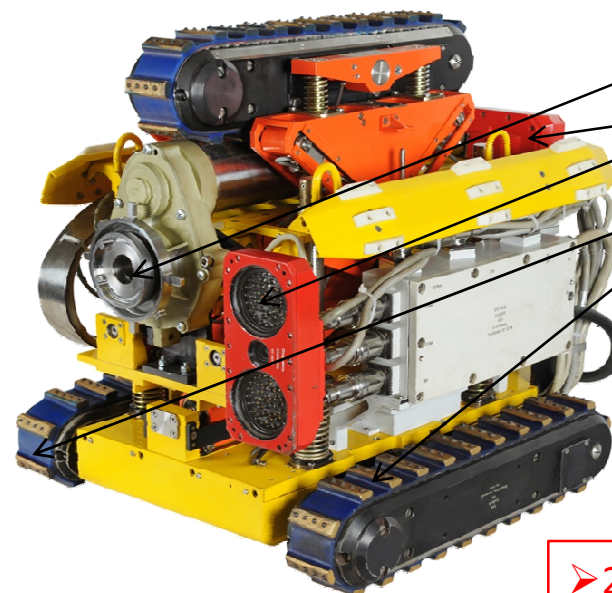
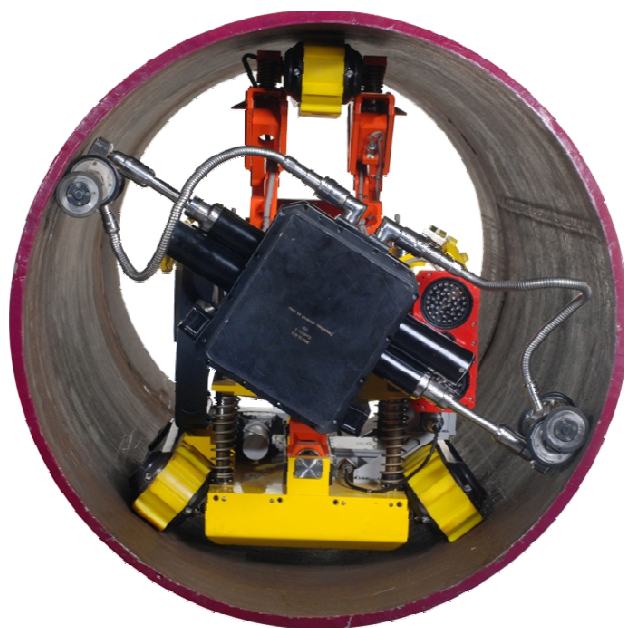
Нормативная база ВТД ТТ КС



Проведение работ по ВТД ТТ КС



Диагностический комплекс ТДК-400-М-Л



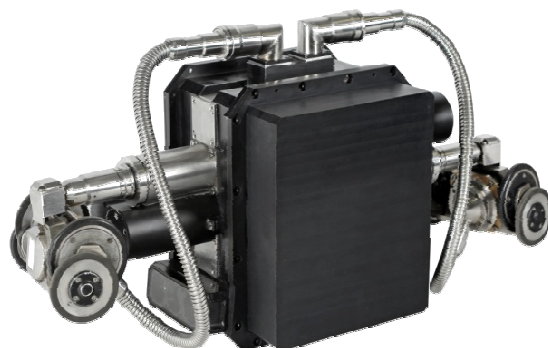
Узел ротации

ТВ-камеры

Траки привода

Диагностический комплекс ТДК-400-М-Л

- 2 измерительных канала;
- 1Ex d IIA T4 Gb X



Модуль УЗ контроля (ЭМАП)



Модуль визуально-измерительного контроля

Проведение работ по ВТД ТТ КС



Реестр диагностических комплексов ПАО «Газпром» → назначение ТДК-400-М-Л:

1. Внутритрубное **ТВ обследование** внутренних полостей и внутренних поверхностей труб и соединительных деталей

-тип, количество, длина элементов;
-особенности трубопровода (врезки, окна...)
-посторонние предметы и загрязнения.

2. Автоматизированный ТВ **визуальный и измерительный контроль** внутренней поверхности сварных соединений и околошовных зон

-выявление, распознавание и измерение открытых дефектов сварных соединений (непровар, смещение кромок...)

3. Автоматизированный **ультразвуковой контроль** основного металла труб

-выявление, распознавание и измерение дефектов основного металла на наружной поверхности труб

4. **Ультразвуковая толщинометрия** основного металла труб и соединительных деталей

-выявление и измерение уменьшения толщины стенки, вызванные коррозионным и эрозионным износом

Критерии эффективности ВТД ТТ КС



Эффективность роботизированной ВТД ТТ КС

1. Качество диагностической информации:

- вероятность выявления дефектов – более 90%;
- распознавание дефектов – установление вида, формы и размеров;
- ранжирование дефектов по степени опасности, определение возможности дальнейшей эксплуатации на основании расчетов, рекомендации по ремонту;
- получение дополнительной информации для оценки тех. состояния объекта (СТО Газпром 2-2.3-328-2009).

2. Экономическая целесообразность:

- стоимость работ с учетом подготовительных (земляные работы, снятие изоляции), дополнительных (дополнительный контроль) и заключительных работ (восстановление изоляции, земляные работы) ниже стоимости диагностирования в шурфах;
- сроки проведения ВТД обеспечивают соблюдение установленного графика по транспорту газа;

3. Безопасность:

- исключение возможности повреждения трубопровода и просадки грунтов в ходе масштабных земляных работ;
- применение взрывобезопасного оборудования, гарантированное извлечение при нештатных ситуациях.

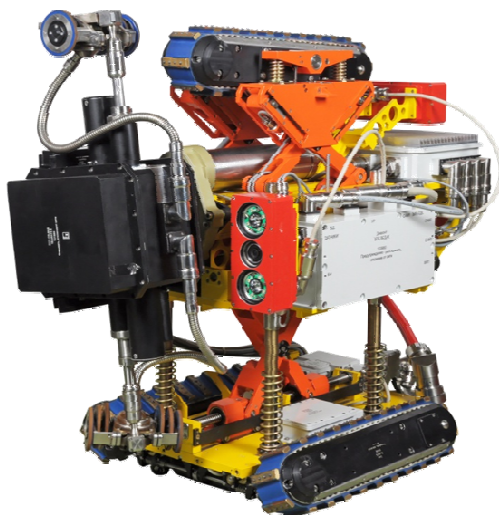
Критерии эффективности ВТД ТТ КС



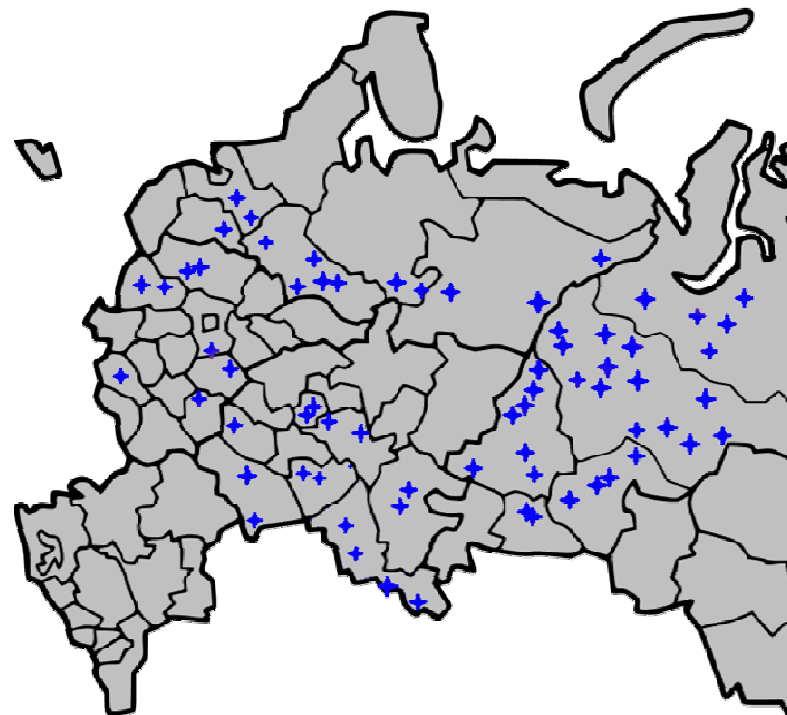
Эффективность применения ТДК-400-М-Л

- 2003-2016 гг. обследовано:
315 компрессорных цехов

ВИК сварных швов, стыков	36 991
УЗ контроль основного металла, м	267 100



Диагностический комплекс ТДК-400-М-Л



- Количество аварий на объектах проведения ВТД с 2003 г. – **0 шт.**

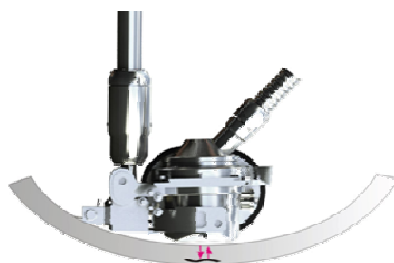
Критерии эффективности ВТД ТТ КС



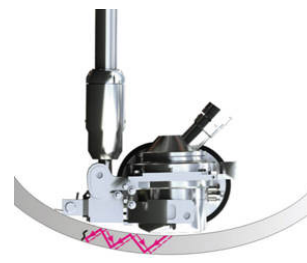
Эффективность применения ТДК-400-М-Л



Распознавание дефектов при УЗК



прямой ввод УЗ -
коррозия и
расслоения



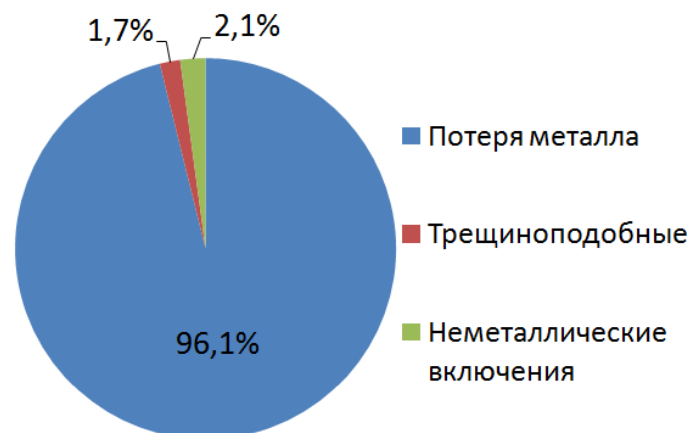
наклонный ввод УЗ -
трещиноподобные
дефекты



Критерии эффективности ВТД ТТ КС



Проведение ВТД с распознаванием дефектов



Дефекты выявленные при ВТД в 2016 г.

- Около **90%** выявленных при ВТД дефектов составляют **дефекты потери металла**.

Обнаружено всего дефектов, шт.	31 369
Отремонтировано опасных дефектов по результатам ВТД, шт.:	5 461 (17%)
- Дефекты сварных швов	2 590
- Недопустимые утонений	2 313
- Трещиноподобных дефектов	558

Расчет на прочность по данным ВТД

СП 36.13330.2012

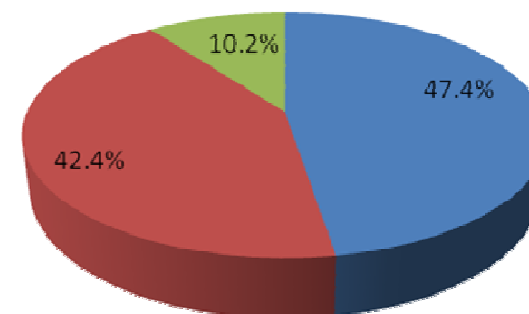
СТО Газпром 2-2.3-112-2007

Р Газпром 9.4-030-2014

СТО Газпром 74-30-00159025-02-003

➤ 2016 г.:

96.4% дефектов потери металла идентифицированы при ВТД как неопасные без проведения **ДДК** в шурфах.



Дефекты подлежащие ремонту

Перспективные направления развития ВТД ТТ КС.



Перспективные направления развития ТДК.

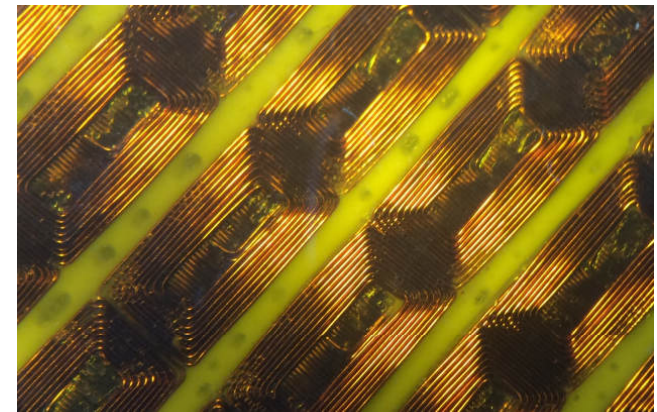


Модуль контроля сварных соединений на фазированных антенных решетках (ФАР) с электромагнитными акустическими преобразователями (ЭМАП)

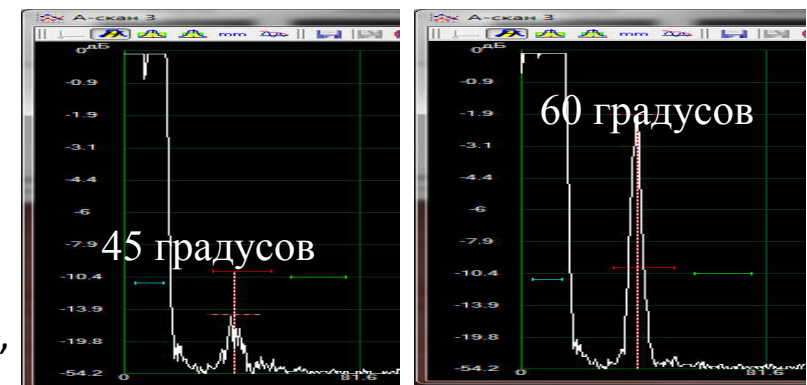
Задача: Проведение НК сварных соединений трубопроводов при ВТД в соответствии с **СТО Газпром 2-2.4-083-2006**.

➤ **Основные преимущества систем ультразвукового контроля на ФАР с ЭМАП:**

- Отсутствие необходимости **предварительной подготовки** поверхности;
 - **Не чувствительны** к углу наклона преобразователя;
 - **Расстояние** от поверхности датчика до поверхности объекта контроля может составлять до 6 мм;
 - Позволяют формировать, **различные типы волн** с различной поляризацией;
 - Могут работать на объектах **сложной формы** и трубах малого диаметра;
 - Генерация **разных углов** ввода сигнала, увеличение контролируемой зоны и скорости сканирования;
 - Получение в реальном времени **изображений дефектов**, их положения и размеров;
- Возможность применений модуля в **ручных дефектоскопах** для бесконтактного контроля трубопровода снаружи.



Прототип ФАР на ЭМАП (SH-волна)



Генерация УЗ сигнала под углом 60 град.

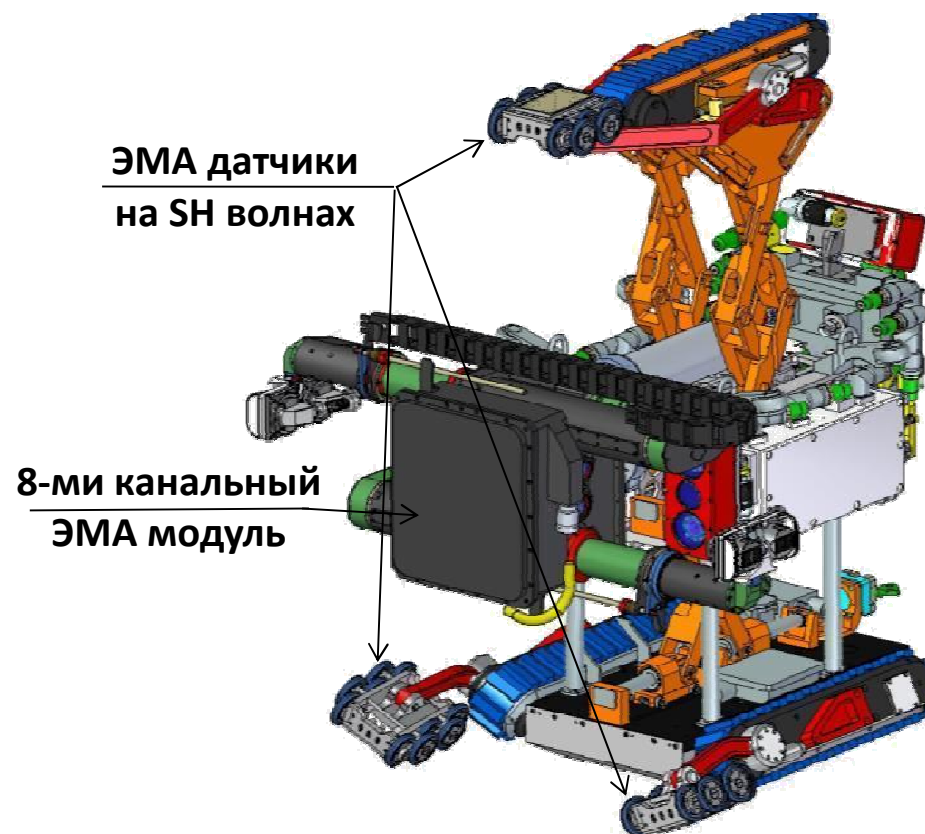
Перспективные направления развития ТДК.



Создание высокопроизводительного диагностического комплекса.

Технология контроля, позволяющая за 1 проход комплекса выполнять:

1. УЗ экспресс-контроль основного металла и ПСС в **индикаторном** режиме с производительностью **до 90 п.м/час**;
2. УЗ контроль основного металла в режиме **распознавания и измерения** дефектов с производительностью **до 12 п.м/час**;
3. УЗ **толщинометрию** основного металла и СДТ;
4. **Профилометрия** внутренней поверхности трубопровода;
5. Определение отклонений **пространственного положения** трубопровода.
6. Контроль состояния **защитного покрытия**.

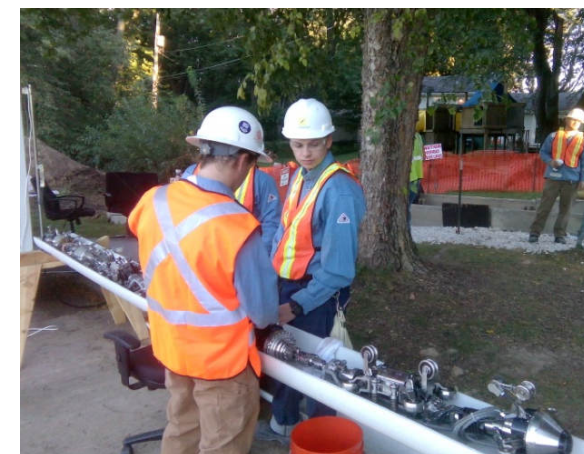
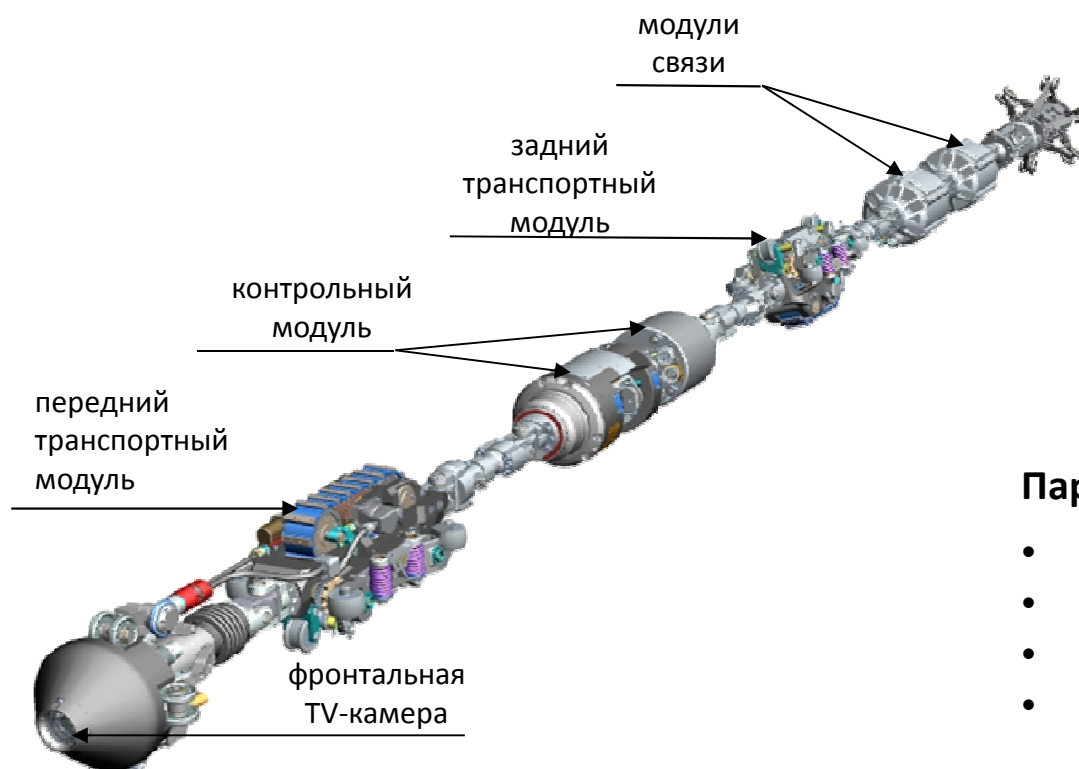


Перспективные направления развития ТДК.



Диагностический комплекс для трубопроводов малых диаметров RODIS-8:

- трубопроводы: Ду200-Ду400 мм;
- прохождение отводов, наклонных и вертикальных участков;
- дальность выполнения контроля до 400 м от места загрузки;



Работы в «MidAmerican»
(октябрь 2016 г.)

Параметры выявляемых дефектов:

- Мин глубина: **10%** от толщины стенки
- Мин протяженность: **20 мм**
- Мин ширина: **10 мм**
- Точность измерения глубины: **±0,15 мм**

ЭПБ технологических комплексов КС



Проведение ВТД и ЭПБ ТТ КС в 2017 г.

Трансгаз	Кол-во объектов	ВТД	ЭПБ	ЗРА	Малые диаметры	Надземные трубопроводы
ООО "Газпром трансгаз С-Петербург"	1	✓				
ООО "Газпром трансгаз Москва"	2	✓	✓	✓	✓	
ООО "Газпром трансгаз Ухта"	3	✓	✓			✓
ООО "Газпром трансгаз Н. Новгород"	4	✓	✓			✓
ООО "Газпром трансгаз Чайковский"	1	✓	✓			
ООО "Газпром трансгаз Волгоград"	1	✓	✓			✓
ООО "Газпром трансгаз Сургут"	2	✓				
ИТОГО:	14	14	11	2	2	8

2017 г. ООО «Газпром трансгаз Москва»

➤ Выполнение работ по ЭПБ технологических трубопроводов всех типоразмеров, входящих в состав КС, а также ЗРА.



Вид работ	ТТ КС Ду700÷1400	ТТ КС Ду50÷500	ЗРА Dn150, 700, 1000
ВТД	✓		
АЭК	✓		
ЭХЗ	✓	✓	
НДС	✓	✓	✓
УЗК	✓	✓	✓
ВИК	✓	✓	✓
ВК	✓	✓	✓
МПК	✓	✓	✓
ТВ	✓	✓	✓
Расчет ресурса	✓	✓	✓
Заключение ЭПБ	✓	✓	✓

Новые виды диагностики с применением ТДК.



Проведение ВТД в рамках оценки тех. состояния подводного перехода МГ

«Технические требования к диагностическим комплексам...»:

5.5 Диагностические комплексы должны обеспечивать проведение в автоматизированном режиме:

- неразрушающего контроля (дефектоскопии) основного металла труб и СДТ, кольцевых и продольных сварных соединений, их околошовных зон, а также толщинометрии стенок труб и СДТ;
- профилеметрии труб и СДТ;
- визуального обследования внутреннего пространства трубопровода;
- оценку состояния защитного изоляционного покрытия труб (контроль наличия отслоений изоляционного покрытия);
- контроль фактического пространственного положения трубопровода.

Участок трубопровода:

Ду 1400 мм, толщина 26 мм, протяженность 867 м

Новые виды диагностирования:

- ✓ Профилеметрия;
- ✓ Контроль наличия защитного покрытия;
- ✓ Определение фактического пространственного положение трубопровода.

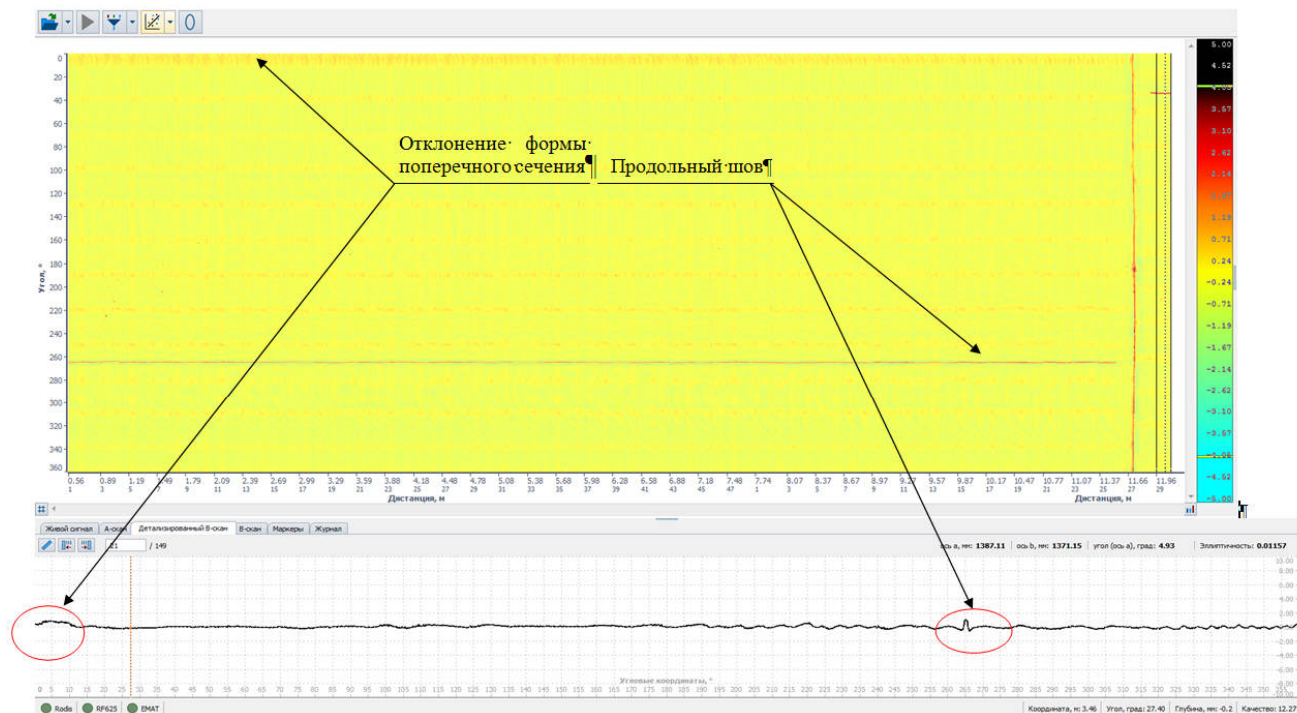
➤ Результаты полученные с применением новых методов диагностирования верифицированы на береговой части ПП.



Новые виды диагностики с применением ТДК.



Профилометрия с применением 2D триангуляционного лазерного датчика



Результаты:

- производительность - 36 м/час;
- погрешность измерения глубины - 0,13 мм;
- погрешность измерения овальности - 0,02%

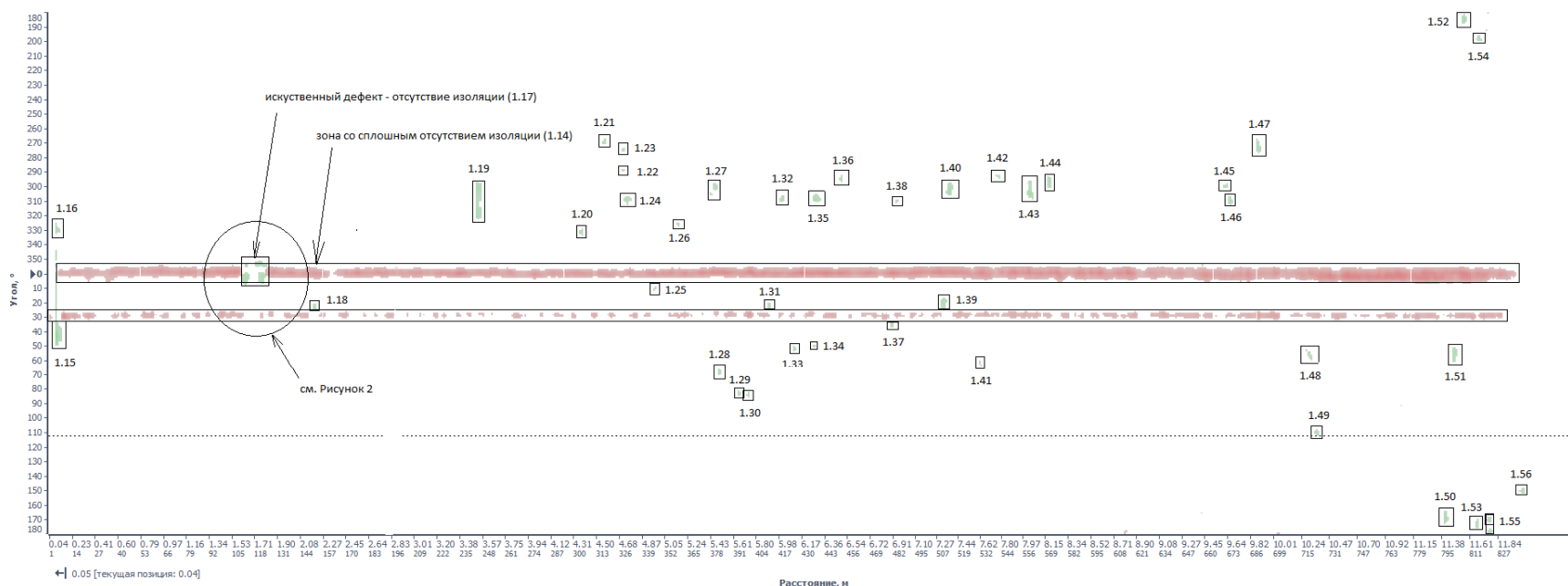
Выявлены и измерены:

- овальность;
- вмятины

Новые виды диагностики с применением ТДК.



Контроль состояния защитного покрытия трубопровода с применением ЭМА модуля



- Отсутствие изоляционного покрытия приводит к увеличению амплитуды 7-го донного эхосигнала в среднем на 7 дБ по отношению к опорному 1-му донному эхосигналу.
- Диагностика адгезии изоляционного покрытия может проводиться совместно с основной УЗ диагностикой основного металла трубы.

Результаты:

- производительность - 4,3 м/час;
- минимальный дефект - 20x20 мм.

Выявлены:

- повреждения ЗП, вызванные мех. повреждениями основного металла;
- повреждения ЗП, не связанные с мех. повреждениями основного металла.

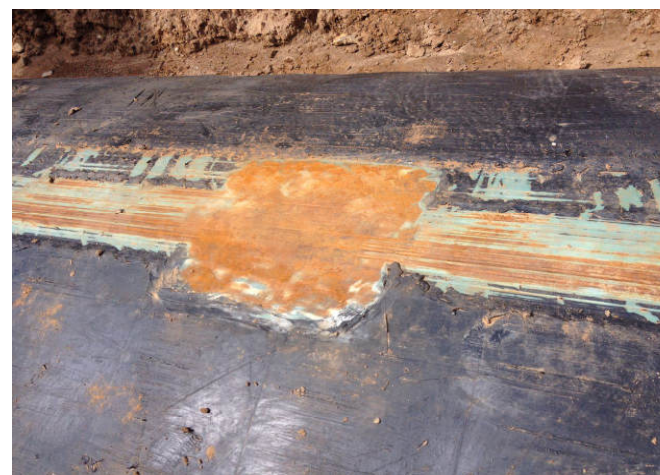
Новые виды диагностики с применением ТДК.



Контроль наличия защитного покрытия трубопровода с применением модуля ЭМА-М-СВ



Повреждение ЗП в зоне задира (1.14).



Искусственное повреждение ЗП (1.17).

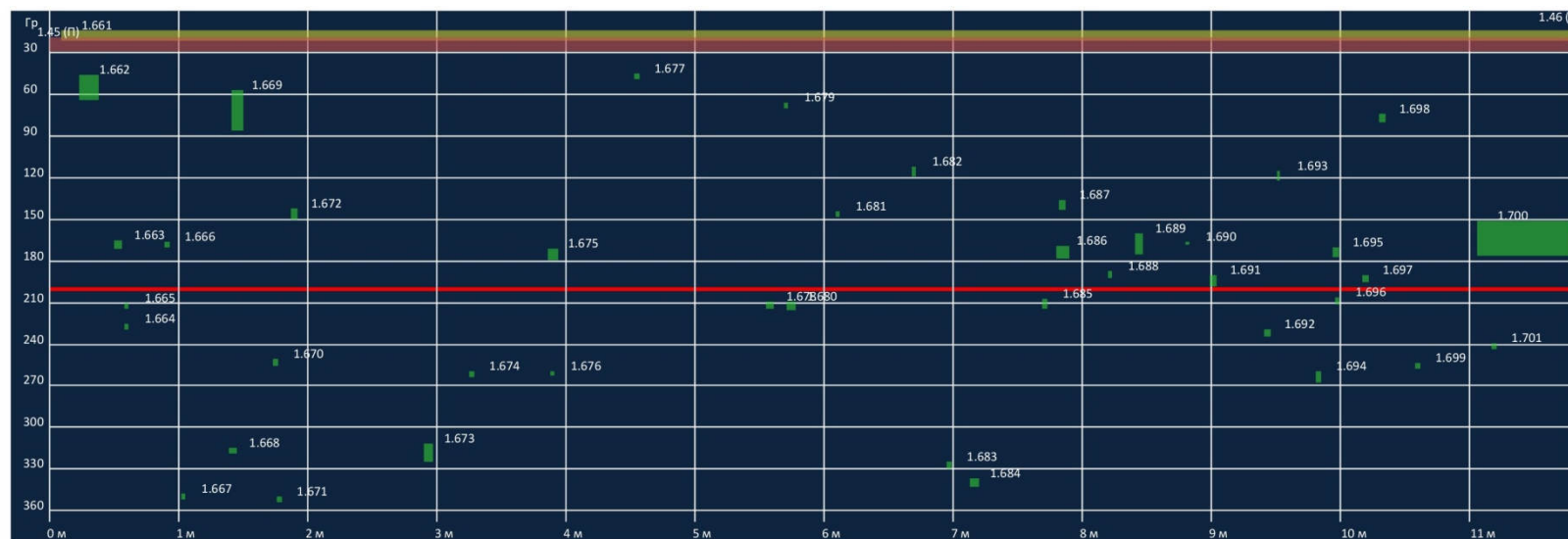


Повреждения ЗП не связанные с мех. повреждениями (1.28, 1.37).

Новые виды диагностики с применением ТДК.



- Комплексный анализ данных от различных видов диагностирования обеспечивает наиболее полную и объективную оценку тех. состояния



На элементе обнаружена овальность с максимальным значением 0,8%, угол оси $b=27^\circ$

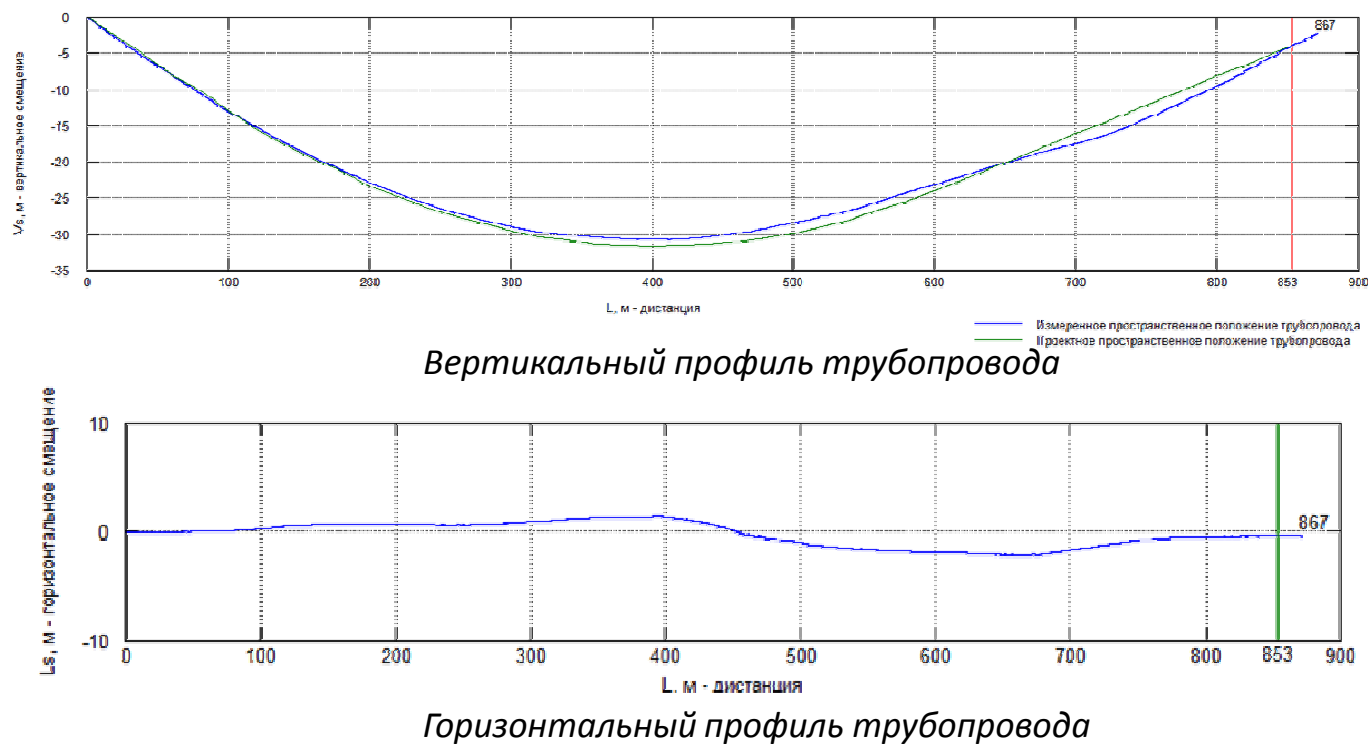
Труба 1.22-1.23 Ду1400

	Участок с отсутствием защитного покрытия и механическим повреждением основного металла трубы, выявленного при проведении УЗ контроля
	Участок с отсутствием, отслоением или утонением защитного покрытия, на котором не выявлено механическое повреждение основного металла трубы.
	Отклонение формы поперечного сечения

Новые виды диагностики с применением ТДК.



Определение фактического пространственного положения трубопровода с применением инклинометров и гироскопа



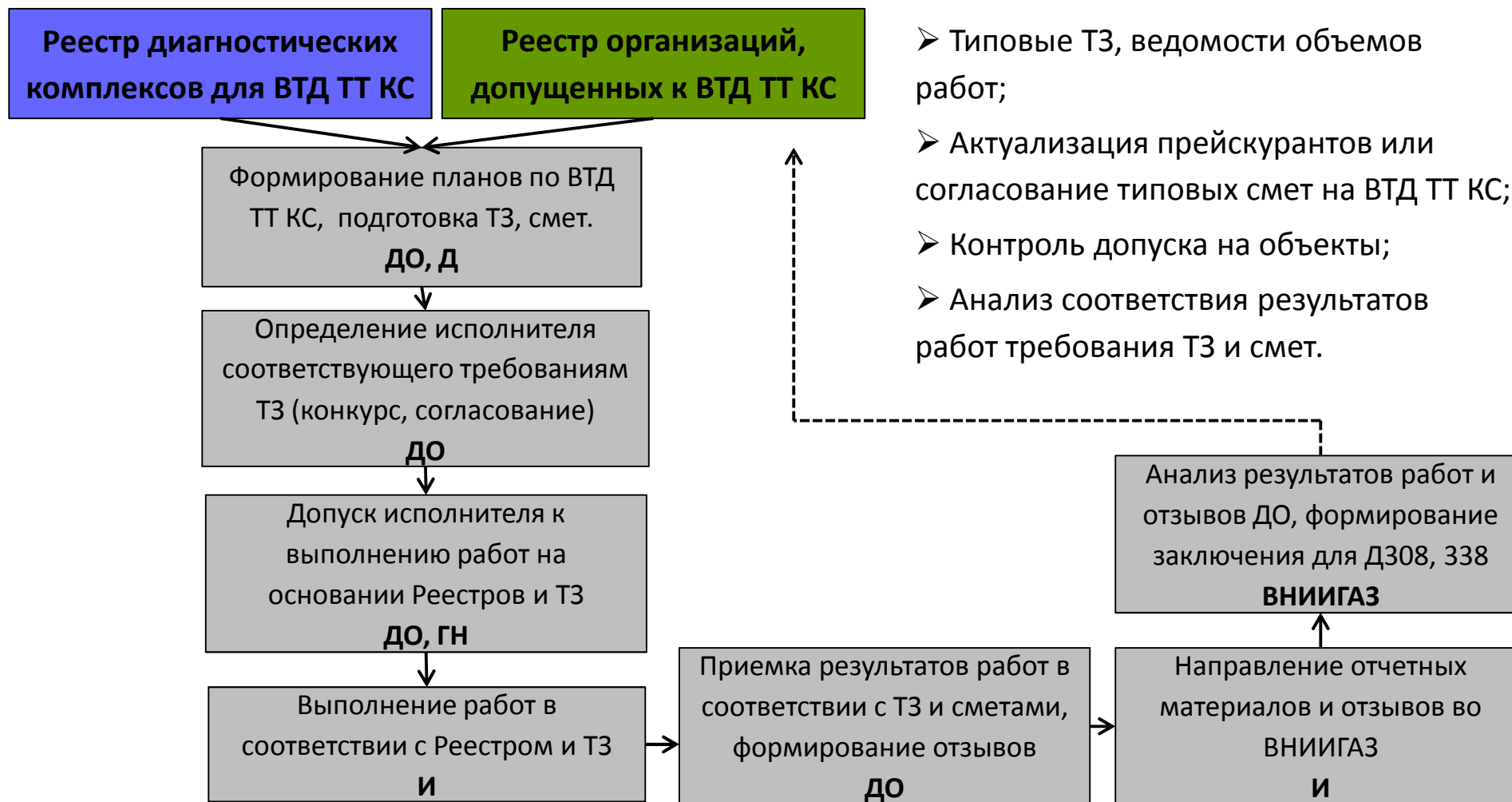
Результаты:

- производительность - 180 м/час;
- дискретность – 20 изм. на 1 м.

Выявлены и измерены:

- отклонения от проектного положения в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Обеспечение эффективности ВТД ТТ КС



ДО – дочерние общества;

ГП – генеральный подрядчик;

ГН – ООО «Газпром газнадзор»

ВНИИГАЗ – ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Д – департаменты ПАО «Газпром»

И – исполнитель работ

Предложения по повышению эффективности ВТД ТТ КС



1. Провести **актуализацию «Технических требований** к диагностическим комплексам...» в части вновь разработанных технологий контроля (качество изоляционного покрытия, пространственное положение);
2. Обеспечить проведение **апробации новых** технологий контроля в рамках плановых работ по ВТД ТТ КС, провести **аттестацию** в соответствии с НД ПАО «Газпром»;
3. Сформировать **типовые технические задания и ведомости объемов работ** по ВТД ТТ КС с учетом назначения и области применения диагностических комплексов, указанных в Реестре;
4. Дополнить **прейскуранты** ПАО «Газпром» статьями соответствующими видам работ, выполняемым с применением роботизированных диагностических комплексов, или разработать и утвердить **типовые сметы** на данный вид работ;
5. Определить оптимальный **состав комплексов** технических средств КС, для проведения ЭПБ с применением роботизированных диагностических комплексов ;
6. Установить порядок допуска роботизированных комплексов к проведению контроля **«сложных» участков ЛЧ МГ** в ходе строительства, эксплуатации и ремонта, а также сформировать программу по диагностированию данных объектов;



Спасибо за внимание!

