

# ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ К КРН

**М.С. Иващенко**

*Начальник Экспертно-аналитического отдела  
ЗАО «АМТ»*

**Научно-практический молодежный семинар  
Повышение надежности магистральных газопроводов,  
подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением**

## Проблемы по оценке стресс-коррозионного состояния газопроводов

### 1. Проблема, связанная с идентификацией дефектов КРН

Участок	Глубина дефекта, %	Количество дефектных труб (с КРН), шт.	
		По результатам ВТД	При отбраковке труб
МГ «Ухта-Торжок III», Ду 1400, Мышкинское ЛПУ МГ, ВТД 2008 г., КР 2009 г.			
1130-1143 км	до 20	7	20
	от 20 до 30	7	20
	более 30	<b>3</b>	<b>34</b>
Всего		17	74
МГ «Грязовец-Ленинград 2», Ду1200, Шекснинское ЛПУ МГ, ВТД 2007 г., КР 2010 г.			
58-72 км	до 20	-	<b>93</b>
	от 20 до 30	-	2
	более 30	-	2
Всего		0	97
МГ «Ухта-Торжок II», Ду 1200, Юбилейное ЛПУ МГ, ВТД 2007 г., КР 2010 г.			
791-798 км	до 20	<b>0</b>	<b>31</b>
	от 20 до 30	1	0
	более 30	0	0
Всего		1	31
<b>Итого по всем участкам</b>		<b>18</b>	<b>202</b>

## Проблемы по оценке стресс-коррозионного состояния газопроводов

**2. Проведение капитального ремонта (методом сплошной переизоляции) не всегда обеспечивает требуемую надежность по критерию стресс-коррозионного состояния**

Повышенные механические нагрузки при проведении капитального ремонта ЛЧ МГ приводят к росту мелких дефектов КРН.



Основные причины, не позволяющие оптимизировать существующую систему управления техническим состоянием МГ, подверженных КРН:

1. Отсутствие технологий внутритрубного обследования МГ, направленных на обнаружение трещиноподобных дефектов на ранних стадиях развития.
2. Отсутствие методологии интегральной оценки совокупного влияния групп факторов КРН, таких как: технологические режимы эксплуатации МГ, параметры и свойства трубной продукции, характеристики геологической среды, антропогенные нагрузки, особенности ландшафта и гидрологии трассы и др.
3. **Низкая достоверность и (или) отсутствие информации о факторах, определяющих процесс КРН.**



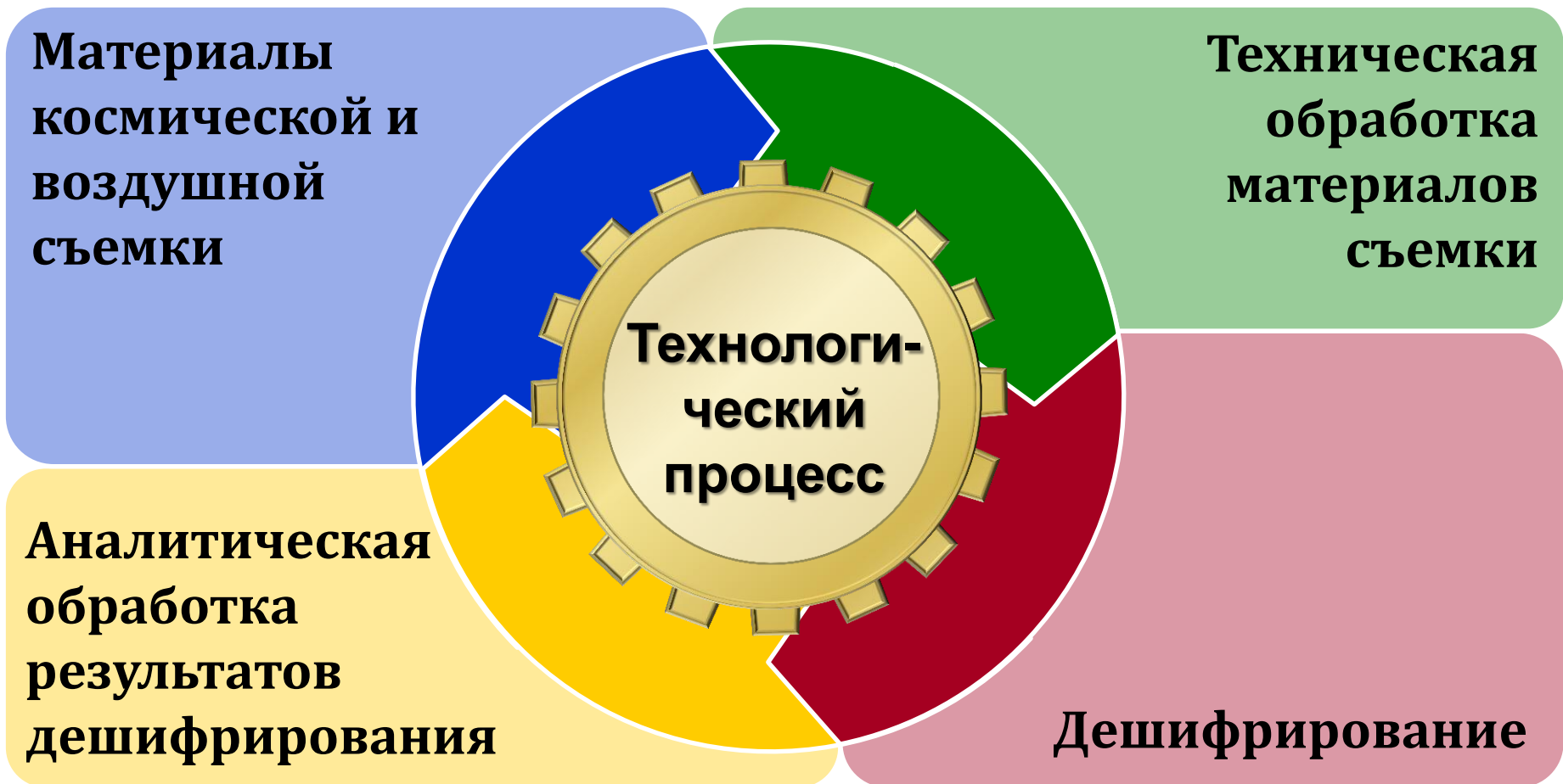
СУТСиЦ

Позиционировать и отображать :

Использование данных для:



Цель ГТД – формирование мероприятий по обеспечению надёжной и безопасной эксплуатации линейной части магистральных трубопроводов (ЛЧ МТ) с учётом негативного воздействия природных и техногенных факторов



## Задачи ГТД

1.

**Выявление, позиционирование и оценка негативного воздействия на техническое состояние ЛЧ МГ природных процессов и явлений**

2.

**Картографирование трасс действующих газопроводов, инвентаризация объектов в пределах охранной зоны**

3.

**Выявление и позиционирование участков газопроводов, находящихся в непроектном положении (всплывшие участки)**

4.

**Выявление и прогнозирование процессов разрушения обвалования и обнажения газопроводов**

5.

**Выявление и позиционирование нарушений режима охранной зоны и зон минимальных расстояний ЛЧ МГ**





# Выявляемые природные источники возникновения дефектов газопроводов

## Воздействие подземных вод

Подпочвенные водотоки

Карсты

Суффозии

Подтопления территорий

## Воздействие поверхностных вод

Сели

Абразия берегов

Аккумуляция берегов

Эрозии (овраги)

## Смещения, определяемые гравитационными и другими силами

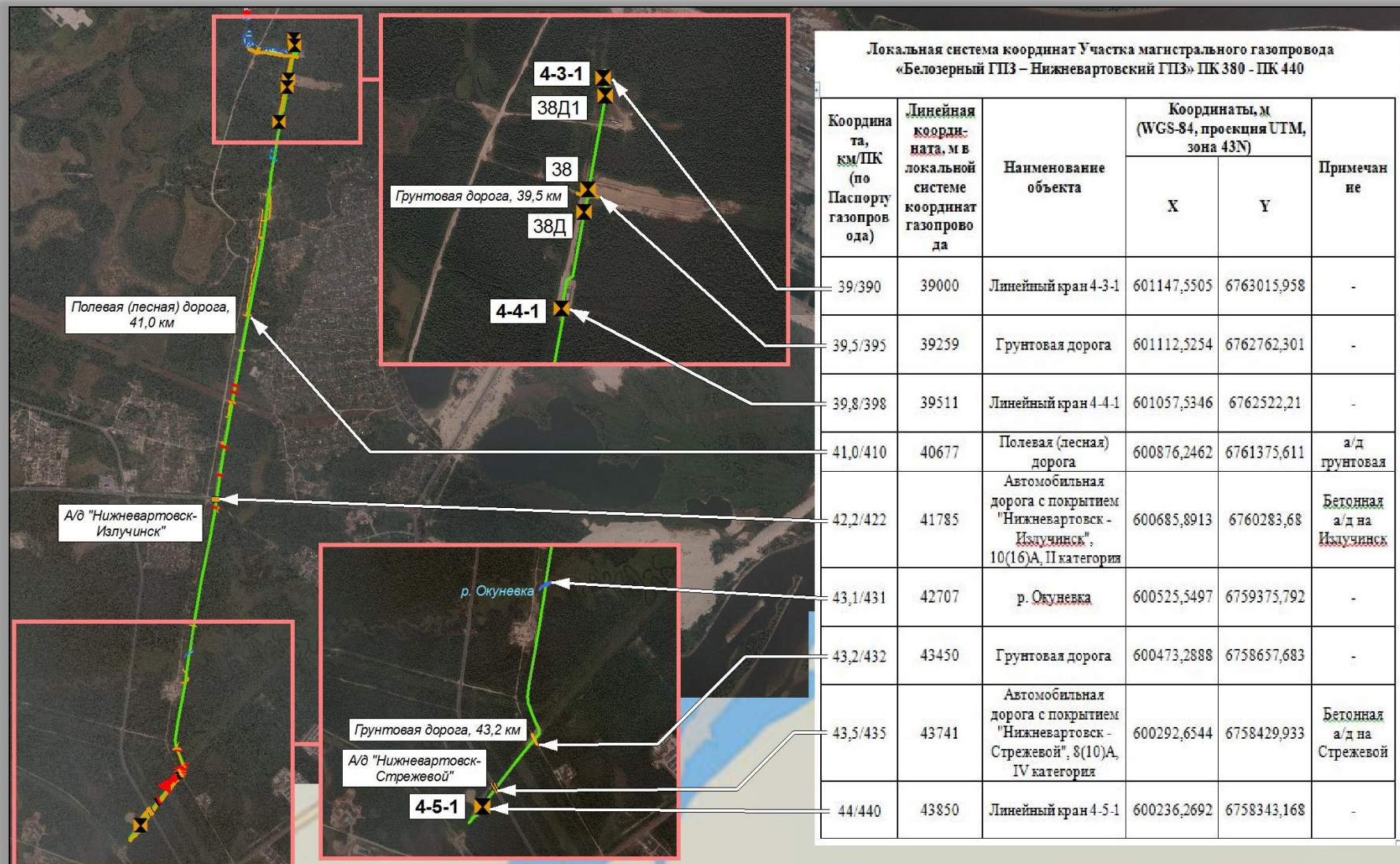
Оползни

Обвалы, осыпи

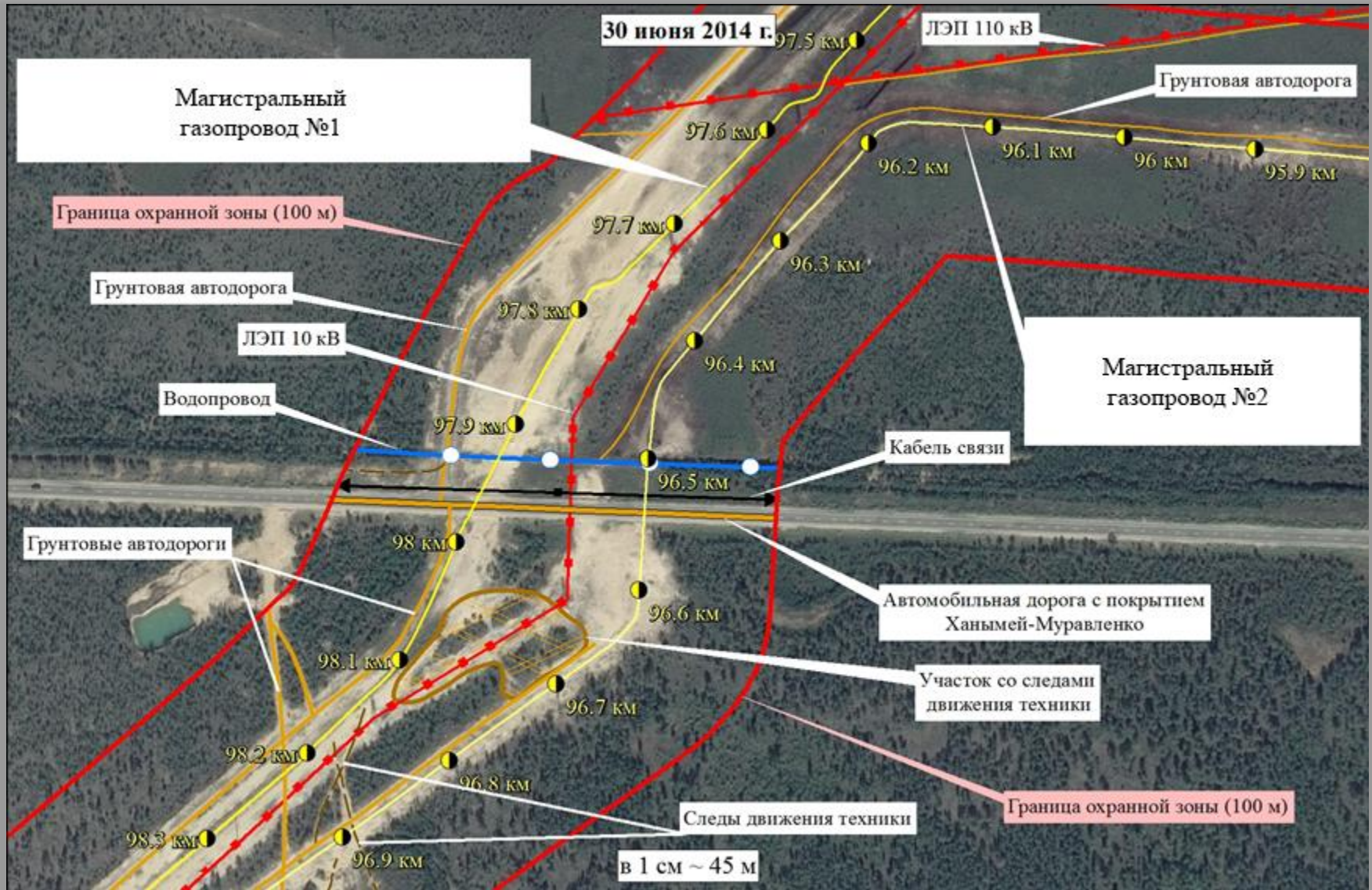
Курумы, крипы

Гидрокриопроцессы

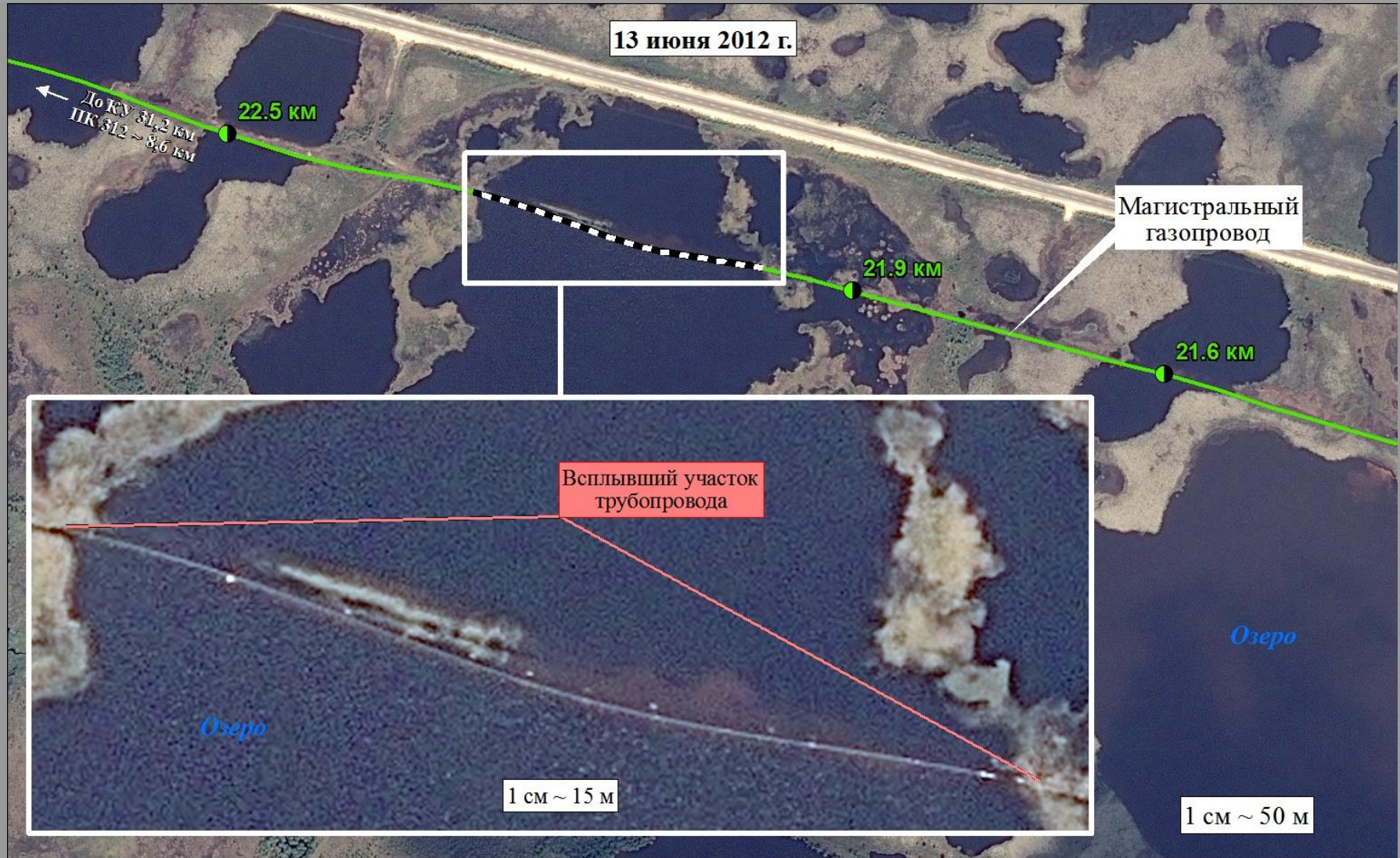
## Выявление и позиционирование объектов инфраструктуры



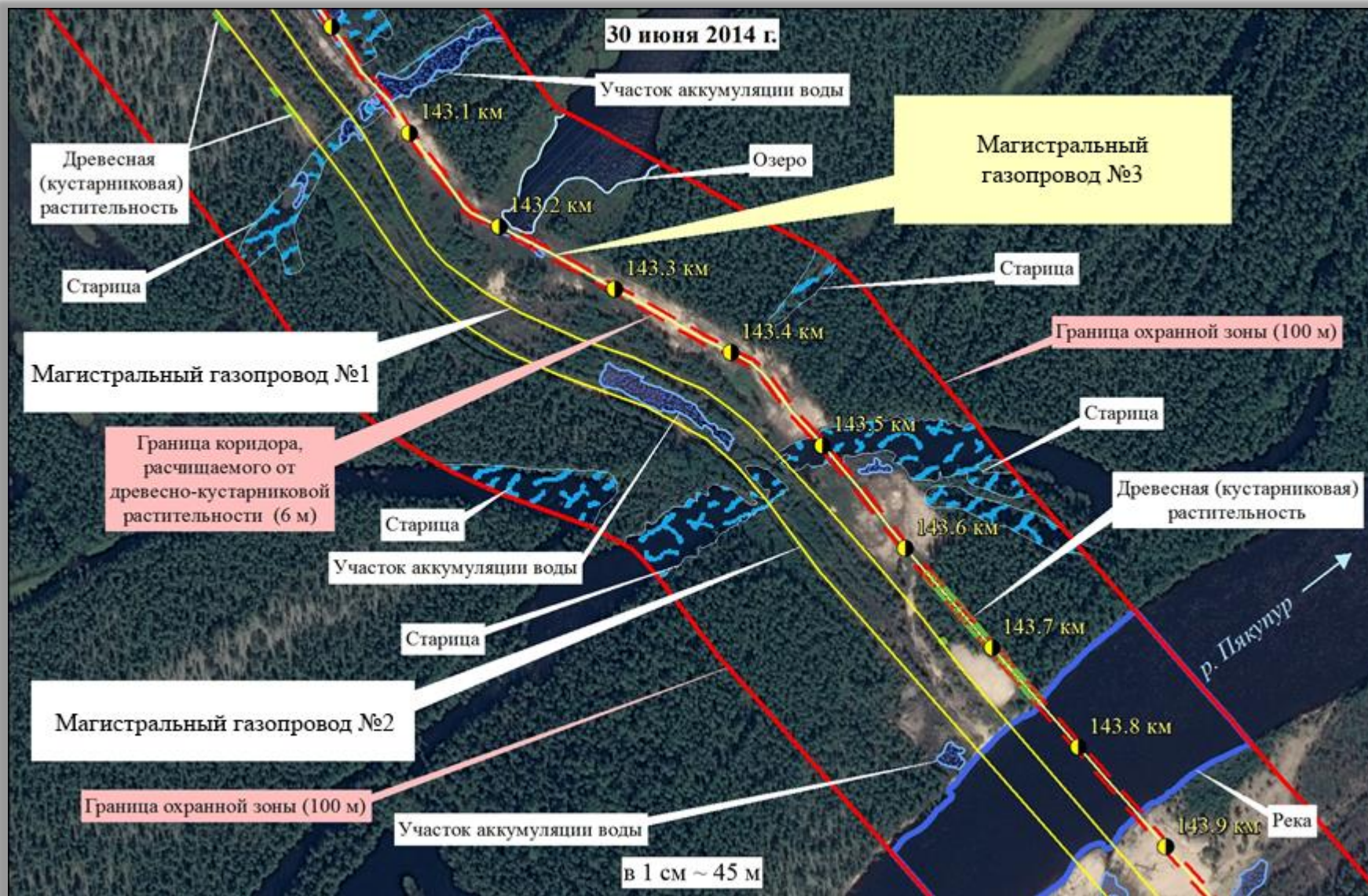
## Выявление и позиционирование техногенных объектов



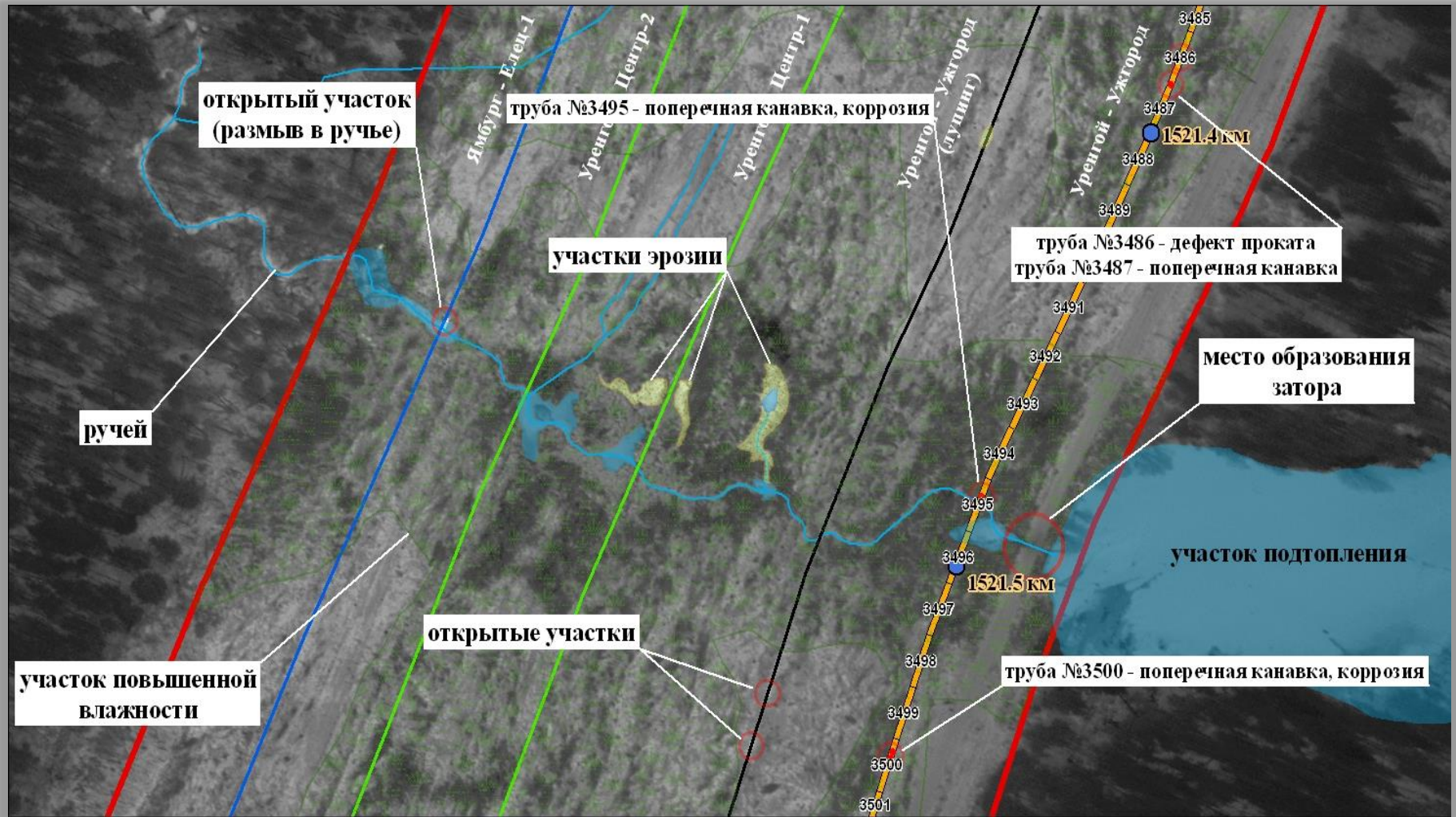
## Выявление и позиционирование негативных процессов



## Выявление и позиционирование природных объектов



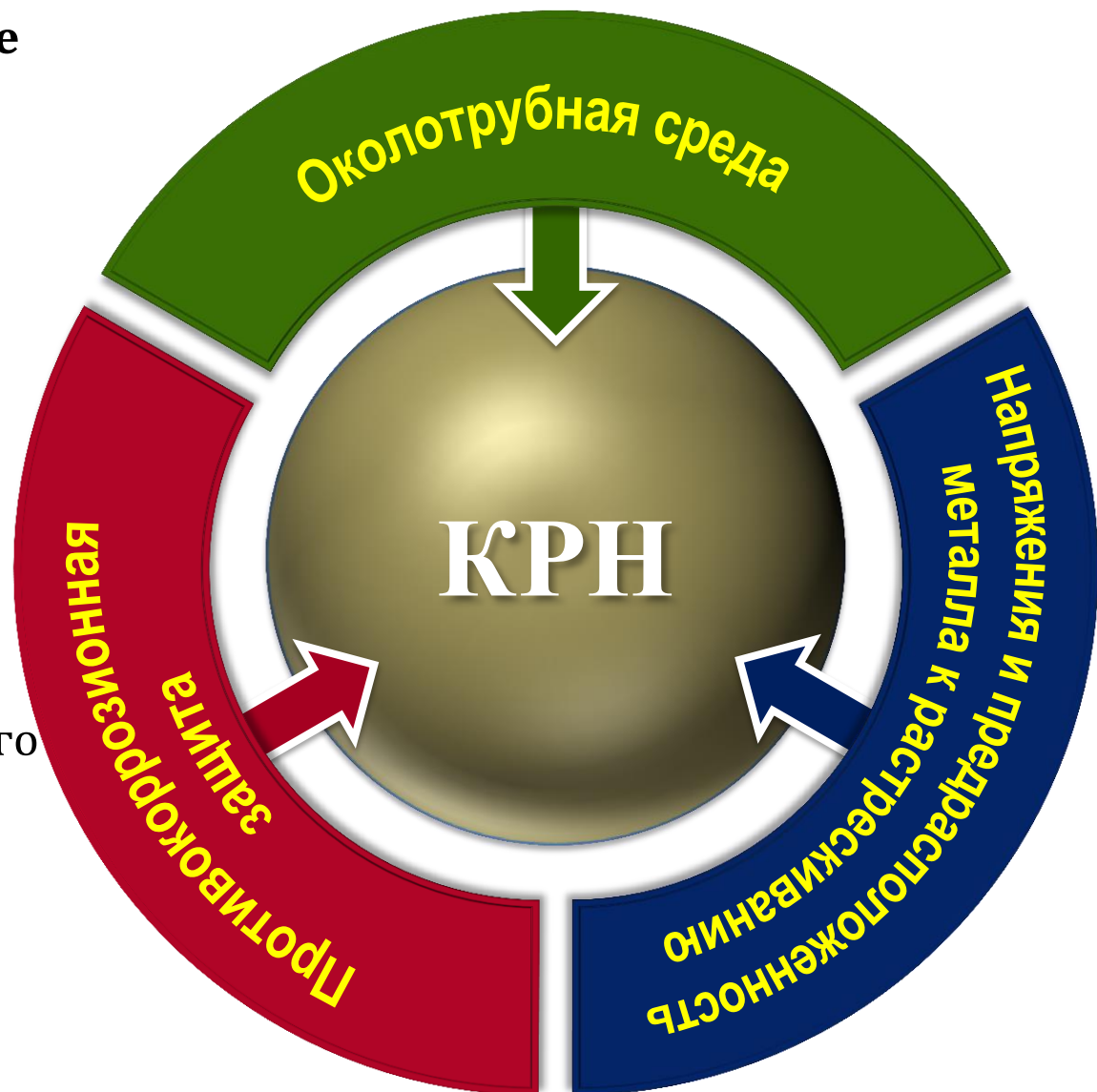
## Координатная привязка результатов диагностических обследований



## Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН):

процесс макроразрывного трещинообразования на поверхности труб, вызванного совместным влиянием трех групп факторов:

- действие специфической внешней среды;
- металлургическое и деформационное состояния металла, обуславливающие его восприимчивость к растрескиванию;
- состояние противокоррозионной защиты.



## Околотрубная среда

### Вмещающий грунт

Тип грунта

Контрастные типы и состояние местности

Влагонасыщенность

Электрическое сопротивление грунта

Просадочность грунта

Температура грунта

Значение величины pH

### Уровень обводненности

Наличие подземных водотоков

Наличие наземных водотоков

Сезонные колебания уровня грунтовых вод

### Рельеф

Переменный рельеф на участке трубопровода (подъем, склон)

Переходы через геолого-геоморфологические уровни рельефа



## Околотрубная среда

### Вмещающий грунт

Тип грунта

Контрастные типы и состояние местности

Влагонасыщенность

Электрическое сопротивление грунта

Просадочность грунта

Температура грунта

Значение величины pH

### Уровень обводненности

Наличие подземных водотоков

Наличие наземных водотоков

Сезонные колебания уровня грунтовых вод

### Рельеф

Переменный рельеф на участке трубопровода (подъем, склон)

Переходы через геолого-геоморфологические уровни рельефа

*7 из 12 параметров определяются по результатам ГТД*

## Противокоррозионная защита

### Защитное покрытие

Тип защитного покрытия

Метод нанесения  
защитного покрытия

Конструкция защитного  
покрытия

Наличие несквозных  
повреждений защитного  
покрытия

Производитель  
защитного покрытия

### Катодная защита

Значение потенциала  
катодной защиты

*Факторы не  
определяются в  
рамках ГТД*

## Напряжения и предрасположенность металла к растрескиванию

### Наработка газопровода

- Возраст газопровода
- Наличие непроеekтных нагрузок на газопровод
- Наличие переменных нагрузок на газопровод
- Расстояние до компрессорной станции
- Уровень эксплуатационного давления газа

### Дефектность трубопровода

- Наличие дефектов и аварий КРН на оцениваемом участке МГ
- Наличие дефектов и аварий по причине КРН на соседних участках МГ
- Наличие продольных линейных дефектов по данным ВТД (не КРН)
- Наличие дефектов поверхности металла труб
- Наличие дефектов геометрии трубы в поперечном сечении
- Отсутствие признаков активных коррозионных процессов

### Технологическая наследственность труб

- Технология производства листового проката
- Класс прочности стали
- Марочный состав стали
- Конструкция трубы
- Технология производства трубы
- Производитель трубы
- Угловое расположение дефектной зоны на трубе, час.



# Напряжения и предрасположенность металла к растрескиванию

## Наработка газопровода

- Возраст газопровода
- Наличие непроеekтных нагрузок на газопровод
- Наличие переменных нагрузок на газопровод
- Расстояние до компрессорной станции
- Уровень эксплуатационного давления газа

*7 из 18 факторов присутствуют в результатах ГТД*

## Дефектность трубопровода

- Наличие дефектов и аварий КРН на оцениваемом участке МГ
- Наличие дефектов и аварий по причине КРН на соседних участках МГ
- Наличие продольных линейных дефектов по данным ВТД (не КРН)
- Наличие дефектов поверхности металла труб
- Наличие дефектов геометрии трубы в поперечном сечении
- Отсутствие признаков активных коррозионных процессов

## Технологическая наследственность труб

- Технология производства листового проката
- Класс прочности стали
- Марочный состав стали
- Конструкция трубы
- Технология производства трубы
- Производитель трубы
- Угловое расположение дефектной зоны на трубе, час.

## НИР «Методика геотехнической диагностики участков ЛЧ МГ по материалам космической съемки» (2013-2014 гг.)

МГ Пунга–Вуктыл–Ухта-I (0-141 км)

МГ Пунга–Вуктыл–Ухта-II (0-141 км)

МГ Пунга–Ухта–Грязовец-III (0-141 км)

МГ СРТО–Торжок (0-141 км)

Лупинг МГ Пунга–Ухта–Грязовец-III (0-122 км)

ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ЮГОРСК», 2013-2014 гг.

**Выявлено  
2877  
объектов**

- ❑ **1784** природных объектов (негативных факторов), которые могут являться источниками возможного возникновения дефектов КРН (заболоченные участки; реки и ручьи; зоны аккумуляции воды);
- ❑ **810** техногенных объектов (трубопроводы, ЛЭП, а/д и ж/д и др.);
- ❑ **83** участка газопроводов, находящихся в непроектном положении (всплывшие и оголённые участки, участки с уменьшением глубины залегания).

НИР «Методика геотехнической диагностики участков ЛЧ МГ по материалам космической съемки» (2013-2014 гг.)

МГ Пунга–Вуктыл–Ухта-I (0-141 км)

МГ Пунга–Вуктыл–Ухта-II (0-141 км)

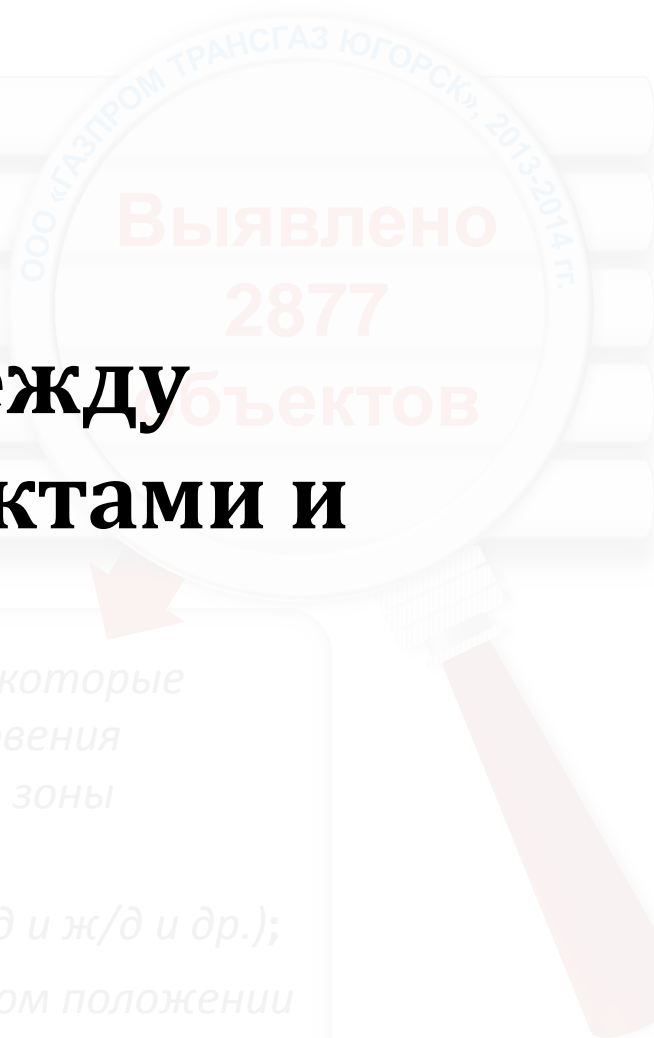
МГ Пунга–Ухта–Грязовец-III (0-141 км)

МГ СРТО–Торжок (0-141 км)

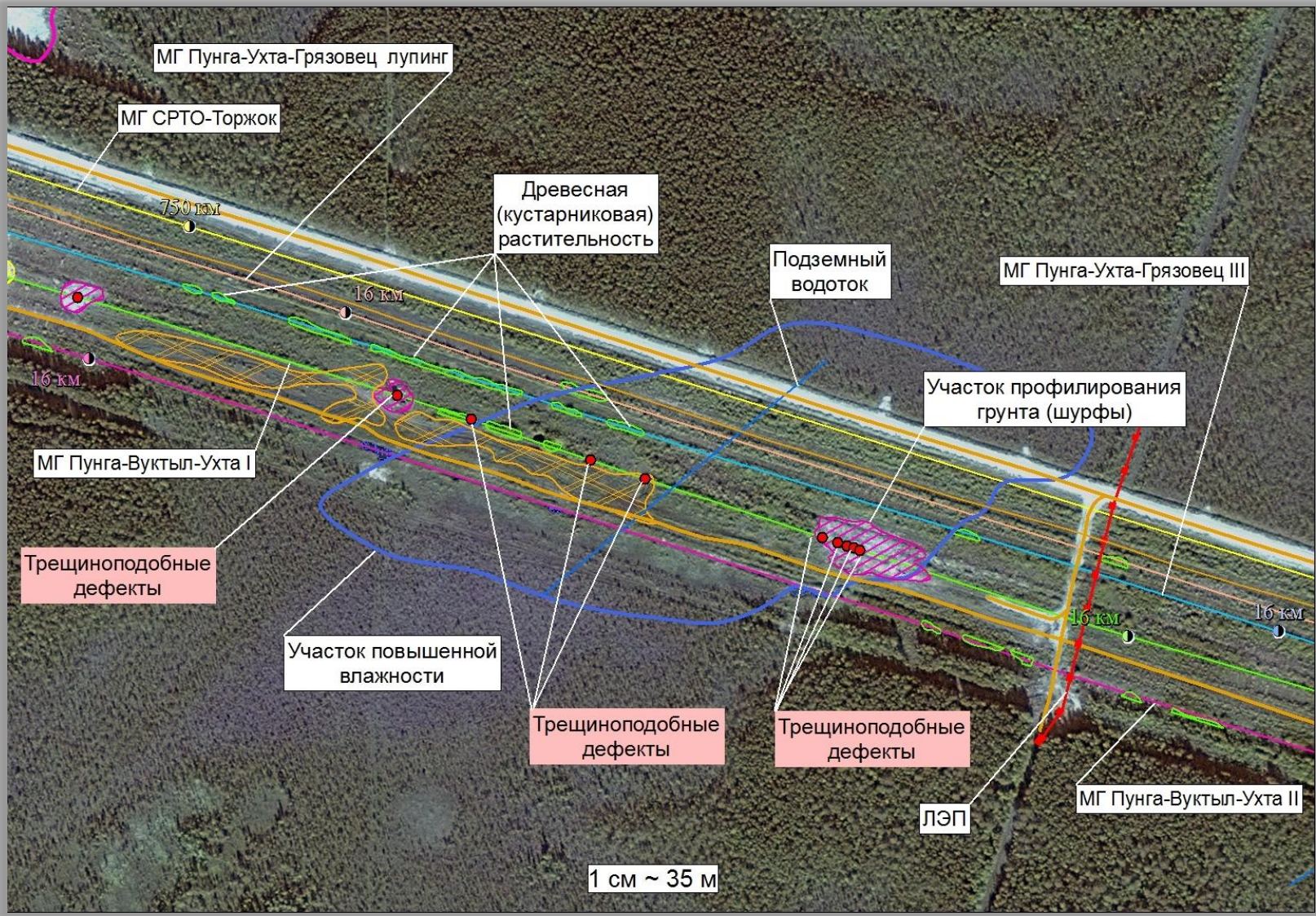
Лупинг МГ Г

## Корреляция между природными объектами и КРН?

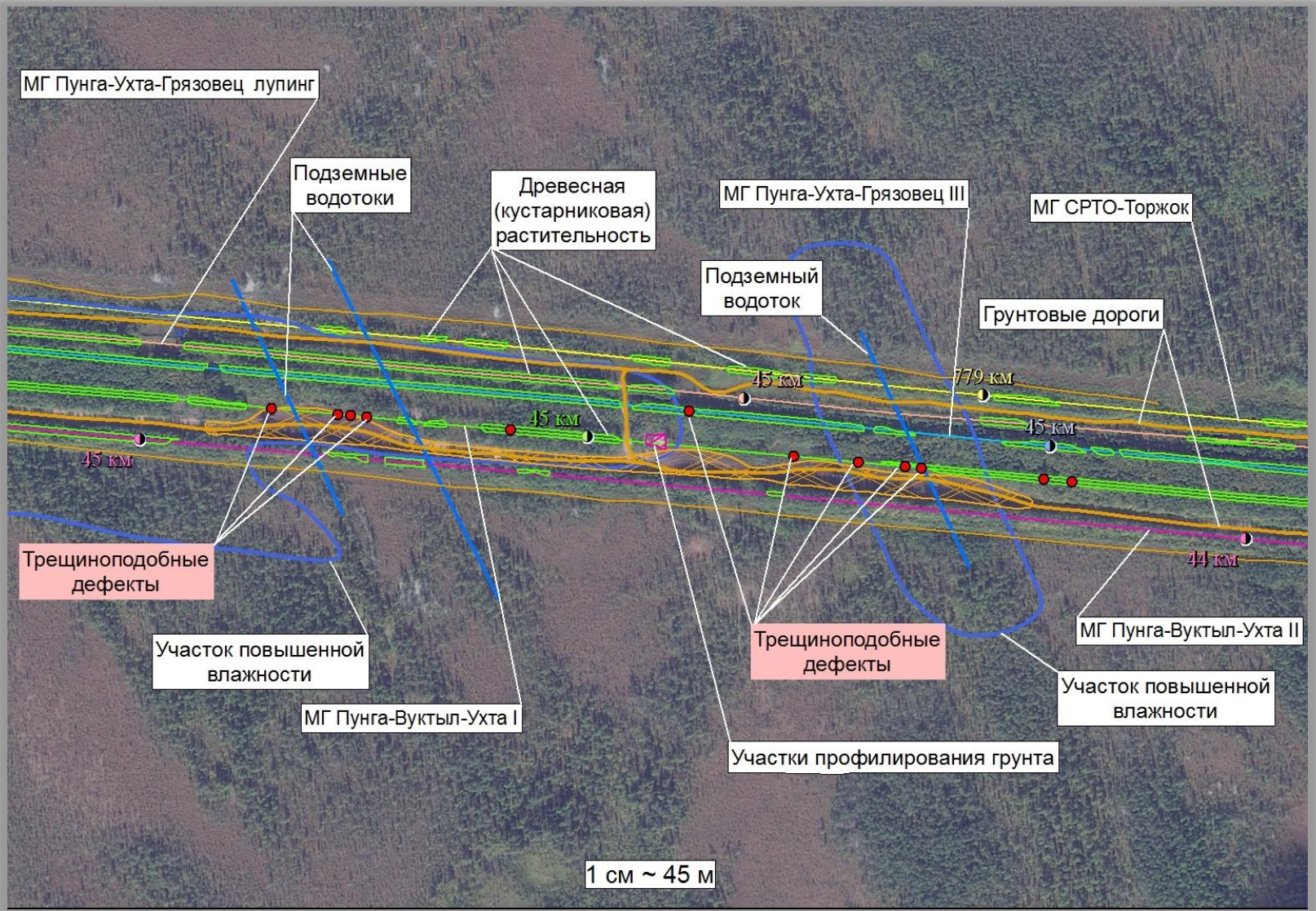
- ❑ **1784** природных объектов (негативных факторов), которые могут являться источниками возможного возникновения дефектов КРН (заболоченные участки; реки и ручьи; зоны аккумуляции воды);
- ❑ **810** техногенных объектов (трубопроводы, ЛЭП, а/д и ж/д и др.);
- ❑ **83** участка газопроводов, находящихся в непроектном положении (всплывшие и оголённые участки, участки с уменьшением глубины залегания).



### Вероятные факторы, способствующие процессу КРН: повышенная влажность грунта, наличие подземного водотока

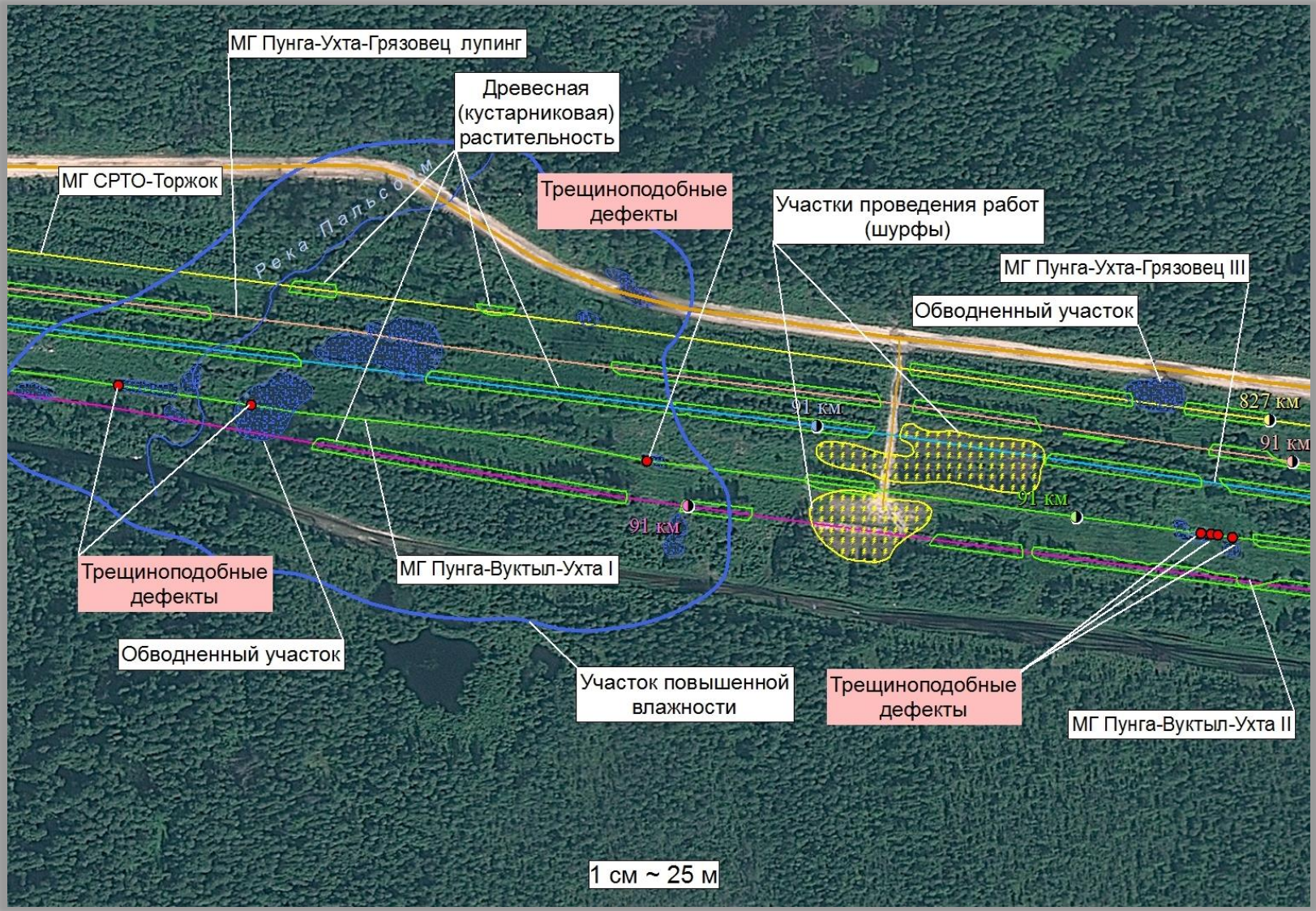


# Вероятные факторы, способствующие процессу КРН: повышенная влажность грунта, наличие подземных водотоков





# Вероятные факторы, способствующие процессу КРН: наличие обводненных участков



$$K_{\Sigma} = G_i(l_i) \cdot \xi_i$$

→ НЕ ОПРЕДЕЛЕННЫ!!!

- $K_{\Sigma}$  - показатель, характеризующий предрасположенность участка газопровода к КРН;  
 $G_i(l_i)$  - значение  $i$ -го параметра на расстоянии  $l_i$  от начала трубопровода;  
 $\xi_i$  - весовой коэффициент  $i$ -го параметра.

### Проблемы:

1

Отсутствие информационных моделей, позволяющих решать задачи по оценке влияния природных факторов на процесс КРН

2

Недостатки статистического учёта аварийных ситуаций (значительная часть неблагоприятных природных факторов, не являясь основной причиной, не зафиксирована в актах расследования)

### Пути решения

СУТСЦ

Геопаспорт  
дефекта КРН

Характеристика участка газопровода и места обследования по данным проектной, исполнительной и эксплуатационной документации

Обстоятельства выявления дефектов (идентификация факторов, определяющих процесс КРН) по результатам ГТД

Возможность учета результатов других видов диагностических обследований

## Геопаспорт дефекта КРН

**ГЕОПАСПОРТ**  
**Пучга-Вуктыл-Ухта-1 (0-141 км)**  
(наименование обследуемого МГ)

г. Югорск  
(населенный пункт)

«12» декабря 2014 г.  
(дата составления)

1. Реквизиты эксплуатирующей организации

ООО «Газпром» — давление на входе — 2,0 МПа;  
(Полное наименование) — температура газа на входе — 7 °С.  
(Идентификация)

Юридический адрес: Югорск, ул. ...  
Фамилия и инициалы: ...  
температура: ...

2. Характеристика участка газопровода  
(Краткая информация о более половины воздействий в п. 1)  
(Краткая информация о электрометрической организации и ее отсутствии)

3. Обстоятельства выявления дефекта  
(Краткая информация о Перечень идентифицированных дефектов)  
Таблица 1 – Перечень дефектов

№	Фактор	Участок	КРН	Участок	КРН
9.	трубопровода	КРН на соседних участках МГ	трубопровода		
10.		Наличие дефектов и аварий КРН на обследуемом участке МГ	Участок трубопровода	нет	
11.		Наличие аварий по причине КРН на соседних участках МГ	Участок трубопровода	нет	
12.		Наличие продольных линейных дефектов по данным ВТД (не КРН)	Участок трубопровода	есть	
13.		Наличие дефектов поверхности металла труб	Труба	нет	
14.		Наличие дефектов геометрии трубы в поперечном сечении	Труба	нет	
15.		Конструкция трубы (диаметр, конструкция (форма и количество заводских швов) и толщина стенки трубы)	Труба	1220x12	
		Угловое расположение дефектной зоны на трубе, час.	Труба	6,2	

*Нарушения охранной зоны и зоны индивидуального обслуживания не выявлено*

(дополнительная информация, полученная при ГТД)

Геопаспорт составили:

Иващенко М.С.  
Мирзоев А.М.

1

**В рамках НИР определен перечень факторов, определяющих процесс КРН на участках ЛЧ МГ**

2

**Технология ГТД может эффективно использоваться для определения участков, предрасположенных к КРН (свыше 40% от общего числа параметров). Комбинация ГТД с наземными обследованиями позволит более точно локализовать участки с дефектами КРН**

3

**Для статистического учета аварийных ситуаций, а также выявленных дефектов КРН предлагается вести геопаспорт дефекта КРН, предназначенного для ведения учета всех факторов, приведших к появлению дефектов КРН или аварии по их причине**



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**



**Адрес в Москве:**

123007, г. Москва,

2-й Силикатный проезд, д. 14

**Телефон/факс:** +7 (495) 727-35-41

**WWW:** <http://www.amt-rus.com>

**email:** [info@amt-rus.com](mailto:info@amt-rus.com)

