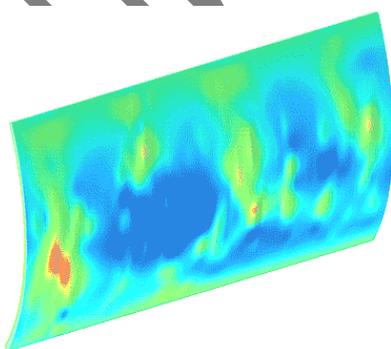


# АЭРОМОБИЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

«АМТк – АСМОС»



2013г.

АЭРОМОБИЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ «АМТк-АСМОС»

Для выполнения работ по технической диагностике подземных и подводных участков трубопроводов и определения их ресурсности, в технологии «АМТ-АСМОС» используется легкое транспортное средство вертолетного типа, оборудованное высокоточным навигационным устройством, локатором трассировки оси трубопровода и аппаратурно-программным комплексом неразрушающего контроля, созданным на основе тонкопленочных магниторезистивных преобразователей, определяющих высокую чувствительность прибора и избирательность диагностики.

Результатом работ является цифровая модель земной поверхности с вписанным в нее исследуемым трубопроводом, со всеми геометрическими размерами, выявленными участками труб в напряженно деформированном состоянии и участков с локальными дефектами металла.

Работы производятся дистанционно, (без вскрытия трубопровода) в обычном режиме работы объекта или на полностью отключенном участке.

#### **Определяемые дефекты:**

- Напряженно-деформированные состояния;
- Расслоения металла;
- Дефекты сварных швов;
- Коррозионно-усталостные напряжения;
- Локальные повреждения (коррозия, потери металла и др.);
- Изменение геометрии трубопровода.

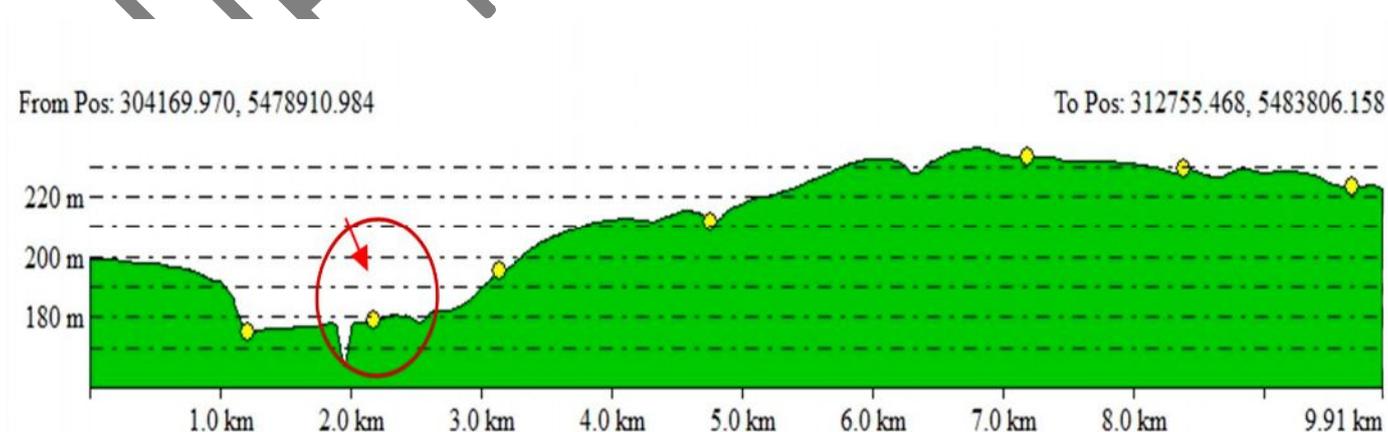
#### **Преимущества комплекса:**

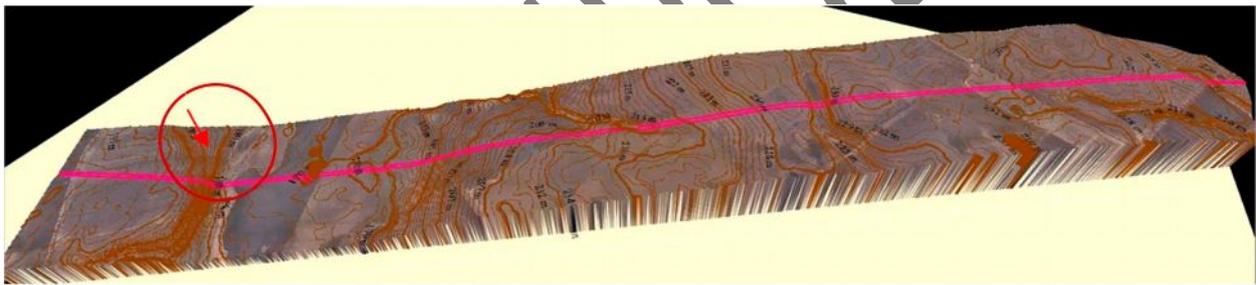
- Не требует подготовки трубопровода, его остановки или изменения режима работы;
- Высокая достоверность выявляемых дефектов (до 93 %);
- Высокая производительность (до 150 км в день);
- Диагностирование участков, недоступных для внутритрубного и контактного методов дефектоскопии;
- Автоматическая трассировка с последующим нанесением трассы на топографическую карту местности;
- Выявление мест разливов углеводородов в околотрубном пространстве;
- 
- Обработка первичной информации для индикации местонахождения аномалий в «on-line» режиме.

## Основные характеристики диагностического комплекса

Диаметры обследуемых трубопроводов	от <b>159 мм</b> до <b>1500мм</b>
Погрешность определения координат	$\pm$ <b>0,5 м</b>
Глубина выявляемых дефектов	начиная с <b>20 %</b> от толщины стенки трубы
Емкость памяти	для непрерывной записи информации на <b>500 км</b> трассы при шаге сканирования <b>0,5 м</b>
Диапазон рабочих температур	от минус <b>35 °С</b> до <b>+ 45 °С</b>

### ПРОФИЛЬ ИССЛЕДУЕМОГО УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА





**На первом этапе работ** осуществляется аэрофотосъемка территории, в местах прохождения трубопроводных трасс, для построения цифровых трехмерных моделей высокого разрешения в различных форматах, для более эффективного использования получаемой информации и выявления процессов, происходящих с течением времени на наиболее сложных (отмечено **красными стрелками** в кружке) участках рельефа.

### Примеры определяемых дефектов



Нарушение геометрии подземной трубы, вызвавшее напряженно-деформированное состояние закритического уровня



Участок язвенной коррозии, обнаруженный бесконтактным методом на подземном трубопроводе



Участки язвенной коррозии, обнаруженные бесконтактным методом на подземном трубопроводе, глубина залегания - 4 м

**Особенности технологии**

Зона*	Потеря металла*	Инструментальная погрешность	Погрешность определения координат	Выявляемость дефектов %
Зеленый	0-30 %	±25%	± 0.5 М	90-95%
Желтый	31-50%	±15%	± 0.5 М	
Красный	>51	±10%	± 0.5 М	

\* Оценка технического состояния трубопровода (зеленый - хорошее, желтый - допустимое, красный - недопустимое). Указанное разделение условно и может быть модифицировано по согласованию с Заказчиком

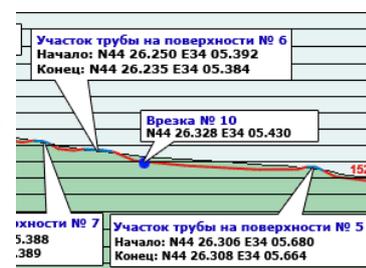
- ✓ Напряженно-деформированные состояния
- ✓ Коррозионно-усталостные напряжения
- ✓ Локальные повреждения (язвенная и "ручейковая" коррозия, "задиры", механические повреждения и т.д.)
- ✓ Изменение геометрии трубопровода



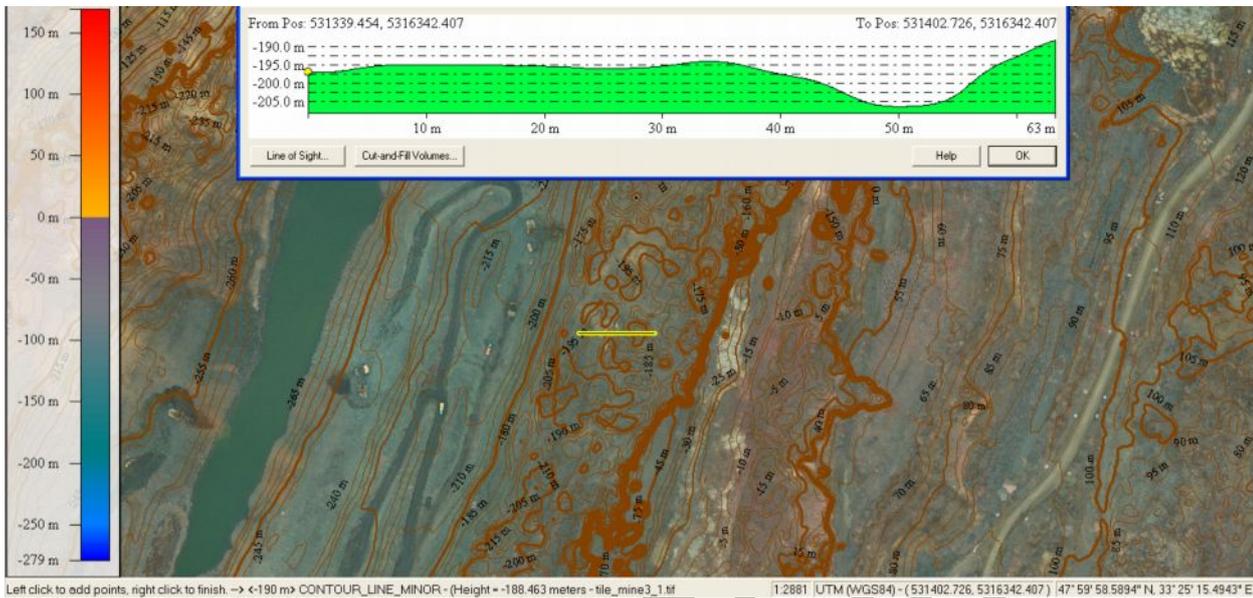
Язвенная коррозия, потеря металла - 22%. Обнаружена бесконтактным методом на подземном трубопроводе



Локальный дефект типа "задир", обнаруженный бесконтактным методом на подземном трубопроводе

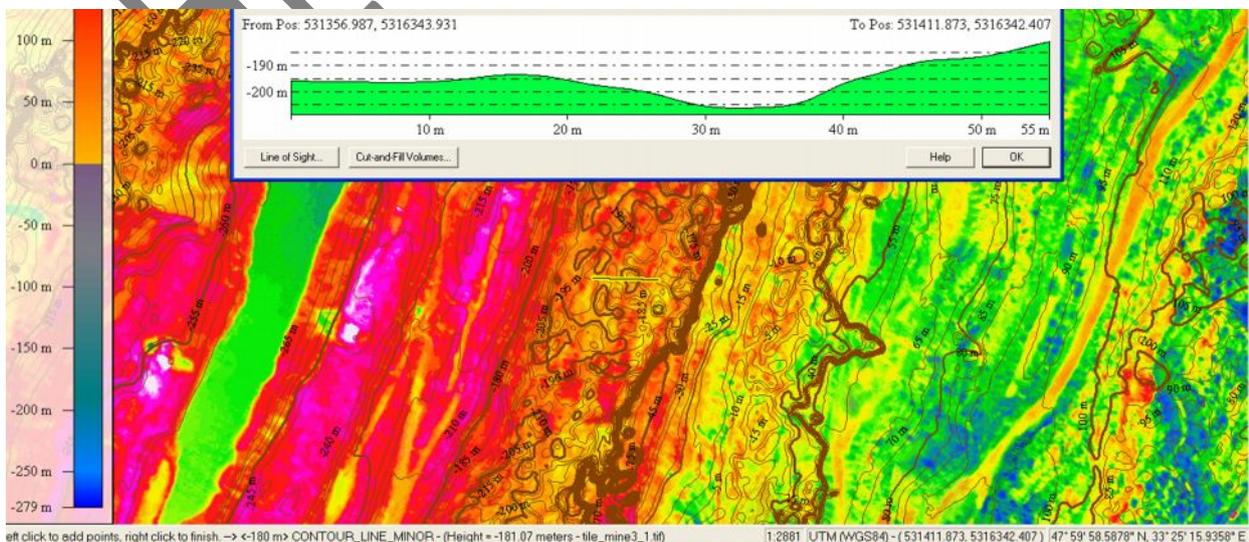


## ФРАГМЕНТЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ФАЙЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ (рис.1)



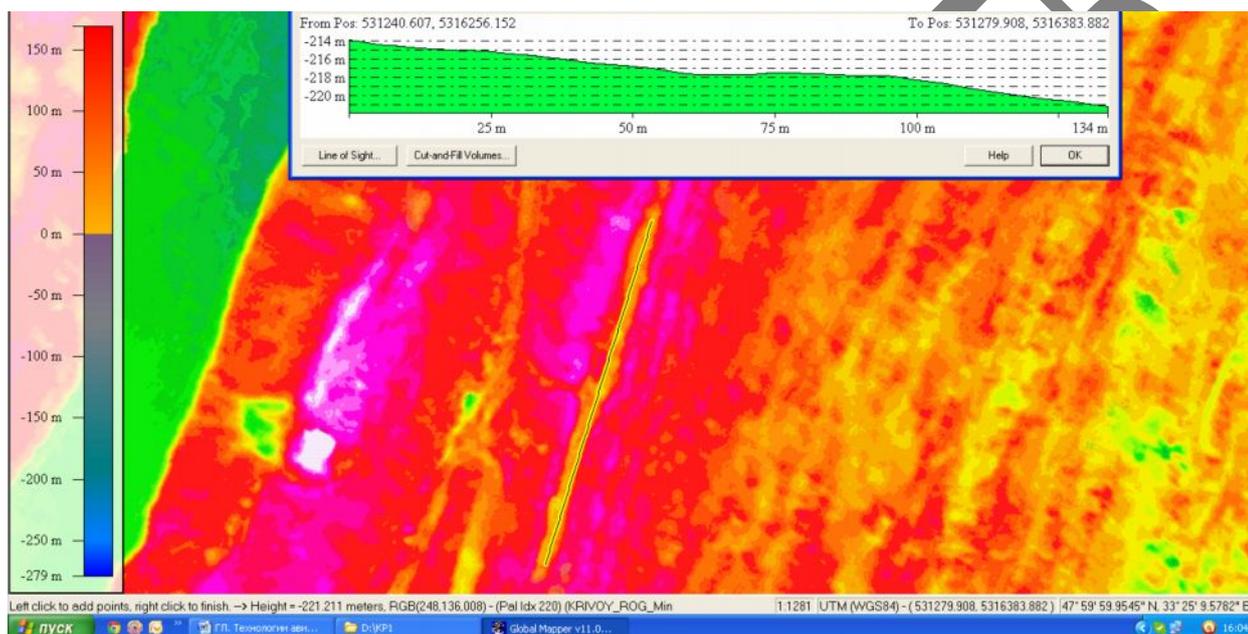
Начальная точка: 531339.454, 5316342.407, высота точки: -197.048 m  
Конечная точка: 531402.726, 5316342.407, высота конечной точки: -188.297 m  
Линейная дистанция: **63.297 m**  
3D дистанция по рельефу: **79.167 m**  
Перепад высот от начала измерений до конечной точки: 8.8 m  
Минимальная высота рельефа: -206.328 m  
Максимальная высота рельефа: -188.297 m  
Азимут: 90° 18' 44.0", Slope/Tilt: 7.87°

## ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ТЕПЛОМ ОТОБРАЖЕНИИ ВДОЛЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА (рис.2)



Start Position: 531356.987, 5316343.931, Start Height: -195.787 m  
 End Position: 531411.873, 5316342.407, End Height: -180.731 m  
 Straight-Line Distance: **54.929** m, 3D Distance on Surface: **74.188** m  
 Vertical Difference (Start to Finish): 15.1 m  
 Minimum Elevation on Path: -206.344 m  
 Maximum Elevation on Path: -180.731 m  
 Azimuth: 91° 54' 12.7", Slope/Tilt: 15.33°

### ФРАГМЕНТ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ВДОЛЬ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА В ТЕПЛОВОМ ОТОБРАЖЕНИИ (рис.3)



Start  
 Position:

531240.607, 5316256.152, Start Height: -213.956 m  
 End Position: 531279.908, 5316383.882, End Height: -221.211 m  
 Straight-Line Distance: **133.69** m, 3D Distance on Surface: **133.99** m  
 Vertical Difference (Start to Finish): -7.3 m  
 Minimum Elevation on Path: -221.211 m  
 Maximum Elevation on Path: -213.956 m  
 Azimuth: 17° 24' 50.2", Slope/Tilt: -3.11°

Отношение величин «линейная дистанция: **63.297** м» к величине «3D дистанция по рельефу: **79.167** м» отображенных на (рис.1) исследуемого участках позволяет, при определенном приближении, получить один из коэффициентов расчета остаточной ресурсности трубопроводной магистрали.

Рассмотрев соотношение данных отображенных, к примеру на (рис.1) в виде коэффициентов  $K_1 = 1,250$  и (рис.3)  $K_3 = 1,002$  можно получить представительную информацию, оценивающую величину нагрузки рельефа местности на трубопровод, на различных его участках.

С течением времени структурные изменения рельефа местности вдоль магистрали, будут влиять на изменение величин контрольных коэффициентов  $K_1 \dots K_{1+N}$  и мониторинговые измерения различных участков трубопровода с борта авианосителя в контрольных точках, позволят получать исходные, достоверные данные, для своевременного прогноза нарушений целостности магистрали.

### Результаты работы:

- получение данных о положении трубопровода в плане и по высоте, на реальном рельефе местности, с требуемой точностью;
- выявление участков трубопровода со значительными отклонениями от проектной документации;
- совмещение данных индукционной, видимой и ИК съёмки.

Выявленные в процессе облета «аномалии», в случае характерных совпадений маркируются и приводятся в таблицу, с привязкой по линейным и географическим координатам, с точностью в пределах единиц дециметров.

На основании полученных на первом этапе данных, трубопровод размечается на участки, с тремя установленными уровнями ресурсности, от «1» до «3».

**На втором этапе работ,** с использованием легкого авианосителя вертолетного типа, оснащенного приборными диагностическими комплексами, системами трассировки и высокоточной навигации, проводятся требуемые измерения состояния трубопровода и околотрубного пространства.

Скорость перемещения мобильного измерительного комплекса вдоль трассы, зависит от рельефа местности и находится в диапазоне 20-25км/час.

Число собираемых параметров и их достоверность, позволяет получать информацию для составления прогнозов о ресурсности отдельных участков исследуемого трубопровода.

На участках трубопровода, с выявленными аномалиями маркируемых по шкале ресурсности от «1» до «3», пропорционально их длине, размещаются датчики интеллектуального обнаружения отклонений в работе трубопроводной системы.

Они постоянно отслеживают и анализируют характеристики шумов трубопроводной системы и по заданному ритму могут выявить и обозначить место возникновения вероятных аномалий в ее работе (возникновение утечек, врезок и т.д.).

Датчики собирают информацию о распределении и характере шумов круглосуточно и сохраняют её в своей памяти в виде базового графика.

Появление постоянного постороннего шума, соответствующего шуму утечки или иным характерным аудиосигналам, вырабатывает сигнал об отклонение графика работы трубопроводной системы от базового алгоритма.



лиями  
порцио-

тери-  
алго-  
ния ве-

Информация, полученная датчиком, об измеренных уровнях и характере шумов работы трубопроводной системы хранится 10 суток, а информация об оценке уровня отклонений - до 180 суток.

В дальнейшем она может быть использована для полного анализа событий в работе трубопроводной системы, с целью ее улучшения.

Во время выполнения пролета над трубопроводом, в мониторинговом режиме, в радиусе действия датчика (до 200м.), бортовая аппаратура через встроенное программное обеспечение получает автоматические сообщения о «зарегистрированных событиях».

В каждом сообщении указан номер прибора, его координаты и упомянуто о зарегистрированной на этом участке трубопровода возможной утечке, или ином событии (несанкционированных монтажных работах).

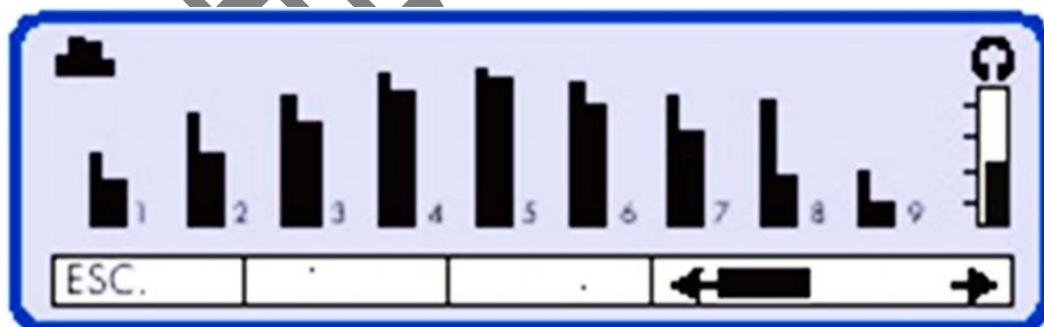
Во время наладки системы в управляющей программе, в соответствии с методикой, цветом устанавливаются заданные параметры работы датчиков системы - **красный** (утечка), **оранжевый** (вероятная утечка) и **зеленый** (нет утечки).

При выполнении планового обследования трубопровода, при получении тревожного сигнала «**красного**» уровня, от одного из датчиков, дефектоскопический модуль, с включенной мобильной акустической системой диагностики типа «Н-Х», соприкасается с грунтом над трубой в месте прогнозированной утечки.

Вытекающий в месте утечки продукт производит шумы, которые распространяются в грунте до его поверхности.

С помощью прибора «Н-Х», в режиме поиска продольного перемещения вдоль трубопровода, уточняется местоположение утечки из контролируемого трубопровода.

После расчета и обработки полученного эхосигнала, помеха индицируются в виде узких графических полос.



Узкий сегмент полос показывает уровень шумов окружающей среды, **широкий сегмент** — шум утечки.

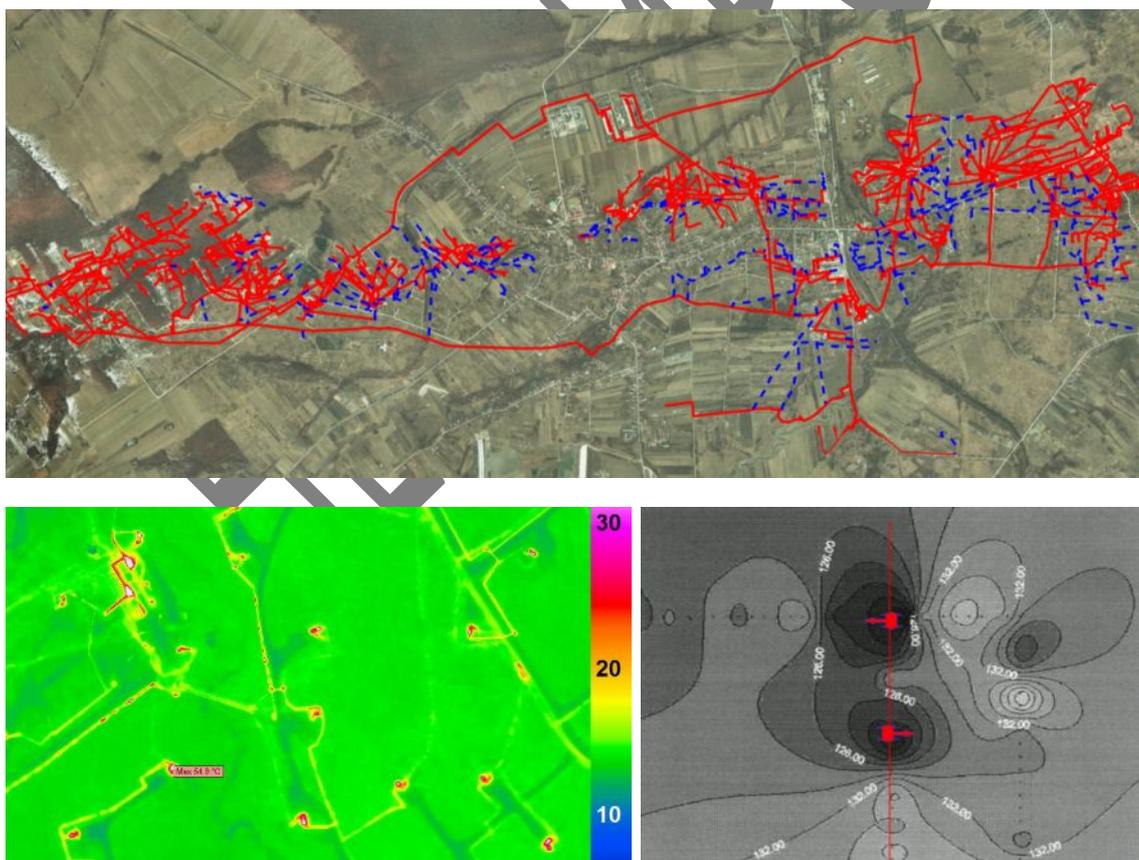
**В том месте трубопровода, где широкий сегмент имеет максимальный уровень - находится место утечки.**

Эта информация отображается на навигационном тактическом дисплее системы, с выполнением отметки в протоколе маршрута движения.

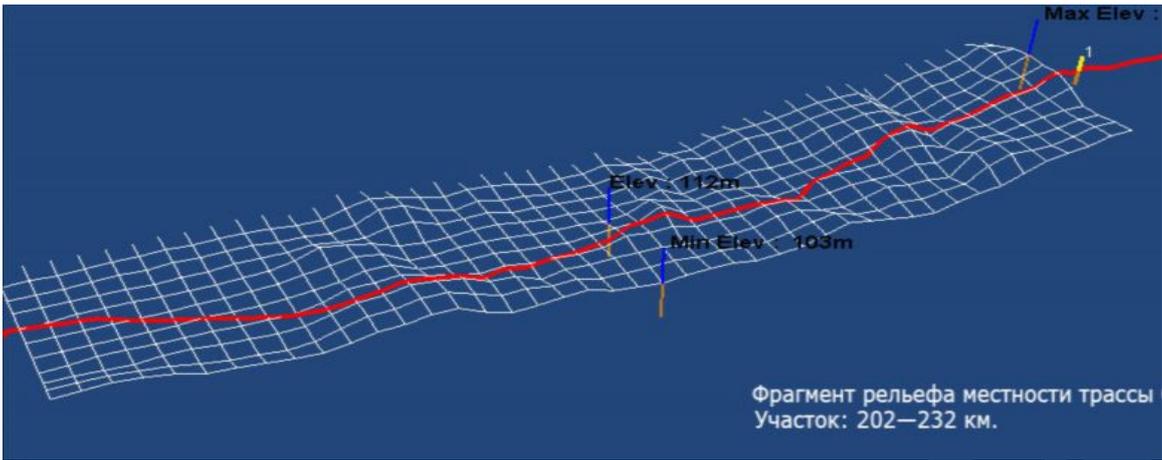
Одной из характерных особенностей комплекса «АМТк – АСМОС», является возможность выполнения круглосуточных мониторинговых работ по контролю состояния трубопроводного транспорта в зимнее время, со значительным снежным покрытием земной поверхности в местах прохождения трасс. Есть модификация комплекса, для работ над сильно залесенной территорией.

Производительность диагностического комплекса позволяет получать данные с исследуемых участков трубопроводов, в пределах 150-200км в сутки, в зависимости от сложности рельефа местности и количества требуемых параметров.

#### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СЕТИ НЕФТЕПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «АМТк - ЛВН» (Румыния)**



#### **ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ И УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА**



[asmos08@mail.ru](mailto:asmos08@mail.ru)

НЕ КОПИРОВАТЬ