

DOI 10.58351/2949-2041.2026.37.8.002

Поликарпова Мария Анатольевна, студент
Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II
Polikarpova Maria Anatolyevna, student
Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University

ОБЗОР МЕТОДОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ OVERVIEW OF METHODS FOR THERMAL IMAGING MONITORING OF OIL AND GAS PIPELINES

Аннотация. Публикация обзорекает способы контроля состояния нефте- и газопроводов для поддержания стабильной экологической обстановки, оптимизации финансовых затрат и развития экономики страны.

Abstract. The publication reviews ways to monitor the condition of oil and gas pipelines in order to maintain a stable environmental situation, optimize financial costs and develop the country's economy.

Ключевые слова: Тепловизор, нефтепровод, газопровод, эффективность.

Keywords: Thermal imager, oil pipeline, gas pipeline, efficiency.

Трубопроводный транспорт является одним из самых распространённых способов транспортировки нефтепродуктов в России. На сегодняшний день 50% транспорта углеводородного сырья приходится на трубопроводный транспорт. Трубопроводы составляют основу инфраструктуры нефтегазовой отрасли, а значит, от их состояния напрямую зависит достижение полного энергетического суверенитета России. Встаёт вопрос о развитии наиболее эффективного и экономически выгодного способа наблюдения за основными объектами отрасли. Традиционные методы часто требуют остановки процесса на предприятиях, а также непосредственного контакта с поверхностью. В условиях непрерывного производства это неудобно. Поэтому именно тепловизионный контроль оказывается наиболее рациональным способом мониторинга. Так, с помощью тепловизионных камер можно обнаружить области с аномальной температурой и вовремя предпринять все нужные меры. Например, в ходе проведения работ по тепловизионному обследованию крановых узлов магистрального газопровода ООО «Газпром трансгаз Уфа» данным методом было осуществлено имитирование утечки на стояке отбора газа. В результате на изображении было выявлено охлаждение крана с утечкой по причине охлаждения природного газа при его расширении (рисунок 1, рисунок 2).



Рис. 1 Съёмка с обычной камеры беспилотного летательного аппарата

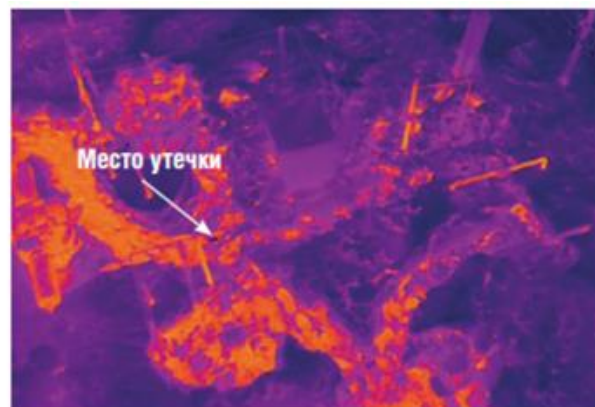


Рис. 2 Инфракрасная съёмка



Также можно быстро проверить состояние изоляционных слоёв трубопровода, что позволяет обнаружить любые отклонения от нормы на основе разницы температур (рисунок 3).

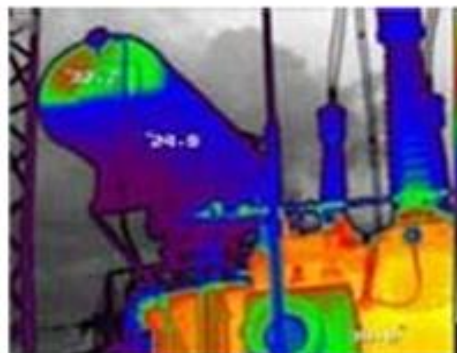


Рис. 3 Теплопотери в газоперекачивающем агрегате

Кроме того, можно контролировать уровень жидкости в резервуарах для хранения и определять её температуру. Это позволяет определить степень повреждения облицовки резервуара (рисунок 4), обнаружить избыточный объём жидкости (рисунок 5) и предотвратить разлив нефти.

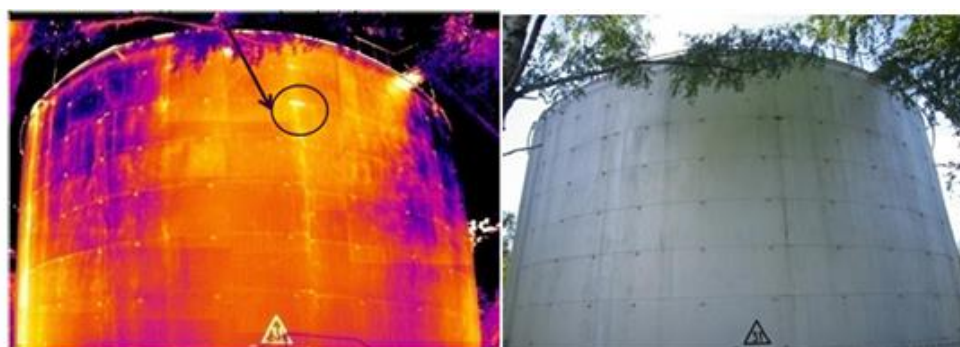


Рис. 4 Определение дефекта на вертикальной стенке цилиндрического резервуара

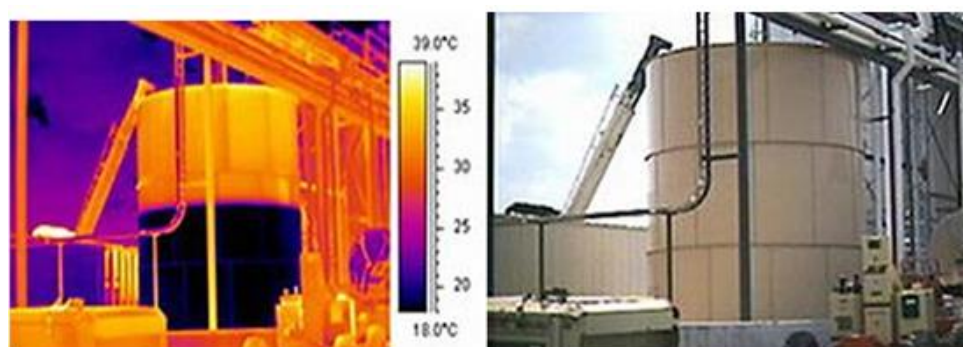


Рис. 5 Определение уровня жидкости в резервуаре

Разнообразие способов тепловизионного мониторинга объектов нефтегазовой отрасли:

- ☐ **Авиационный и беспилотный мониторинг**
- ☐ Тепловизионная съёмка с самолётов и вертолёт

В данный момент их роль значительно уменьшилась, поскольку более выгодным во всех отношениях является использование БПЛА. Ниже приведён пример работы вертолёт при обследовании трубопроводов (рисунок 6).

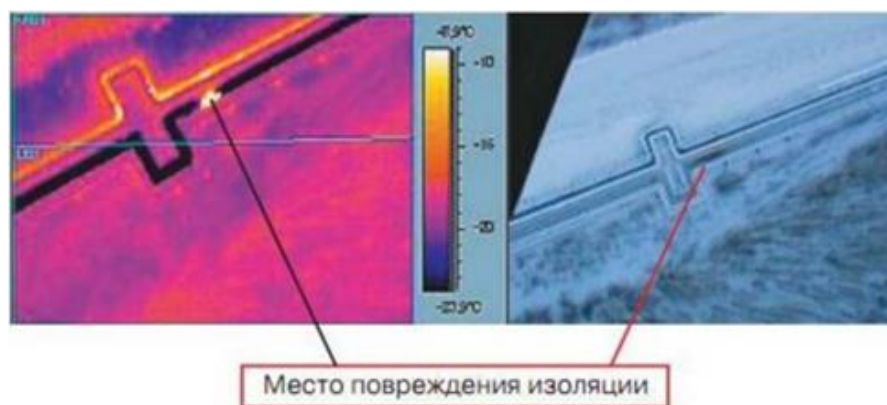


Рис. 6

☐ С помощью дронов

БПЛА в режиме реального времени транслирует получаемые данные на пульт управления, а также записывает их на карту памяти. Летательный аппарат способен самостоятельно лететь по заданному маршруту, однако оператор может в любой момент взять управление на себя (рисунок 7).



Рис. 7

Задачи, с которыми может справиться БПЛА:

1. Патрулирование по оси магистрального нефтепровода позволяет обнаружить места разлива нефтепродуктов.
2. Обнаружение разгерметизации нефтепровода, иных технических неисправностей.
3. Сбор и анализ полученных сведений о текущем состоянии охранных зон, наземных объектов трубопровода и минимально допустимых зон и расстояний.

☐ Космический тепловизионный мониторинг

Актуальность и необходимость применения космических методов и технологий в нефтегазовой отрасли России обусловлены следующими обстоятельствами:

- ☐ Значительными площадями нефтегазоносных территорий;
- ☐ Большой протяжённостью трубопроводных сетей для транспортировки углеводородов;
- ☐ Труднодоступностью большей части регионов, где производится добыча и транспортировка углеводородов на суше и в прибрежных акваториях;
- ☐ Суровыми погодными условиями.

Главным преимуществом методов космического мониторинга является их комплексный характер, включающий в себя диагностику состояния объектов, например, определение мест несанкционированных врезок в магистральные нефтепроводы, выявление несанкционированной строительной и хозяйственной деятельности в охранных зонах магистральных трубопроводов, определение потенциально опасных участков трубопроводов в результате деформаций поверхности на участках подводных переходов трубопроводов через водоёмы, реки, болота.

- ☐ **Наземный и стационарный контроль**
- ☐ Патрулирование наземными мобильными системами

В настоящее время важнейшей причиной снижения надежности нефтепромысловых трубопроводов является внутренняя коррозия. Основное назначение изоляции – максимально уменьшить контакт поверхности трубной стали с коррозионноопасной окружающей средой. Уберечь нефтепровод от внешней коррозии способна лишь электрохимическая защита, реализацией которой занимается человек (рисунок 8). Люди также контролируют и обслуживают все системы. Основные примеры применения приборов для измерения, контроля техпроцессов описаны ниже: автоматический непрерывный контроль, измерение качества товарного газа, производимого газоперерабатывающим заводом; автоматическое непрерывное измерение и контроль за экологическими выбросами с расчётом валовых выбросов; непрерывное наблюдение в автоматическом режиме содержания кислорода (O_2) в отходящих газах печей сжигания отходов; непрерывное измерение, контроль в автоматическом режиме за содержанием кислорода в битумных колоннах (до 4% объёма); непрерывный контроль содержания кислорода (O_2) в факельном газе (до 2% объёма).



Рис. 8

- ☐ Стационарные системы видеонаблюдения

Современные системы видеонаблюдения для нефтегазовой отрасли представляют собой высокотехнологичные решения, сочетающие в себе передовые видеокамеры, облачные хранилища данных, искусственный интеллект и аналитику. Они обеспечивают непрерывный мониторинг и защиту объектов, сокращают риски производственных аварий, повышают безопасность персонала и обеспечивают оперативный контроль за процессами на объектах добычи, транспортировки и переработки нефти и газа. Такие системы также способствуют оптимизации производственных процессов, улучшению решений по безопасности и повышению эффективности работы предприятий нефтегазовой отрасли.

- ☐ **Специализированные технологии поиска дефектов**
- ☐ Оптический метод визуализации газов и паров (OGI, Optical Gas Imaging)

Принцип OGI-камеры работы основан на том, что молекулы разных газов поглощают инфракрасное излучение на строго определённых длинах волн, создавая так называемую спектральную «подпись». OGI-камера ищет газ по его способности поглощать ИК-излучение в строго определённом узком спектральном диапазоне. В ней стоит узкополосный фильтр, настроенный на характерные полосы поглощения конкретного газа (например, углеводороды

«видны» в районе 3,2-3,4 мкм). Камера показывает не температуру объекта, а область, где ИК-излучение ослаблено из-за поглощения газом – поэтому на экране видно «облако» утечки. Обычный тепловизор измеряет собственное тепловое излучение объектов и строит термограмму (распределение температур). Он не выделяет отдельные газы, а показывает, насколько тёплые или холодные предметы в кадре.

□ Оптоволоконный тепловой мониторинг (распределённые датчики)

Оптоволоконный тепловой мониторинг с распределёнными датчиками (рисунок 9) – это как превратить длинный кабель в один огромный термометр. В нефтегазовой отрасли это действительно прорыв: такие системы дают непрерывную картину температуры вдоль всего объекта, а не только в отдельных точках. В основе лежит принцип **DTS (Distributed Temperature Sensing)**. По сути, система «прощупывает» множество точек волокна (например, через каждые полметра) и для каждой точно определяет температуру. В итоге получается график – температура вдоль всего пути кабеля. Само оптическое волокно выступает чувствительным элементом: по всей его длине можно получать данные о температуре.

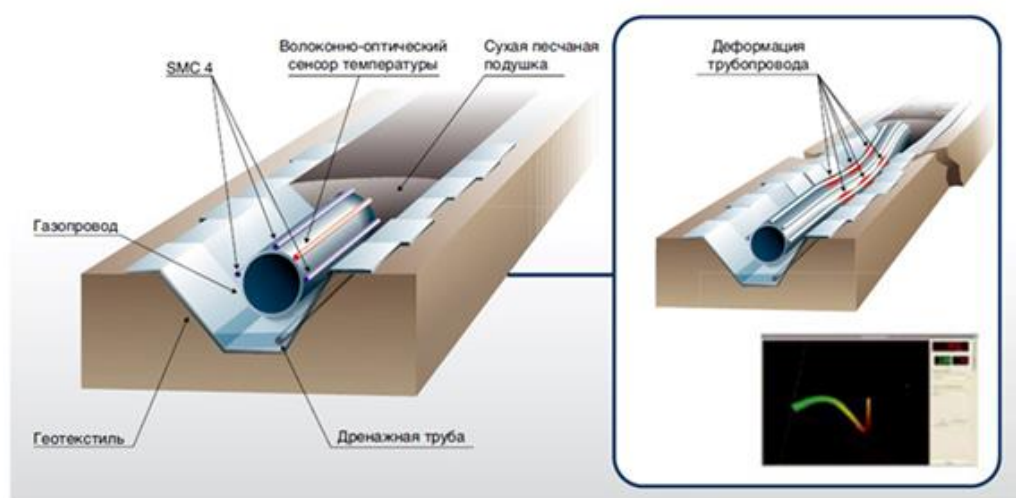


Рис. 9

Вывод: нефтегазовая отрасль является ключевой в экономике России. Россия – один из ведущих производителей и экспортёров в отрасли. По добыче нефти и природного газа страна традиционно находится среди лидеров (занимает одно из ведущих мест). Таким образом, состояние важнейших объектов отрасли напрямую влияет на все сферы жизни общества внутри страны и на конкурентоспособность на международном уровне

Список литературы:

1. Техническая диагностика объектов трубопроводного транспорта: учеб. метод. комплекс / А.Г. Кульбей. – Новополюк: ПГУ, 2008 [Электронный ресурс]. – Режим работы: <https://elip.psu.by> (дата обращения: 04.08.2026).
2. Тепловой контроль в трубопроводном транспорте: методические указания к лабораторной работе / А.А. Антонов [Электронный ресурс]. – Режим работы: https://gubkin.ru/faculty/mechanical_engineering/chairs_and_departments/welding_and_oil-field_facility_monitoring (дата обращения: 04.08.2026).
3. Прохоров, А. В. Мониторинг магистральных нефте-газопроводов при помощи беспилотных летательных аппаратов / А. В. Прохоров, И. В. Носков // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим работы: <https://esj.today/PDF/40NZVN622.pdf> (дата обращения: 04.08.2026)
4. БПЛА на объектах трубопроводного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим работы: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/767826-bpla-na-obektakh-truboprovodnogo-transporta> (дата обращения: 04.08.2026)