



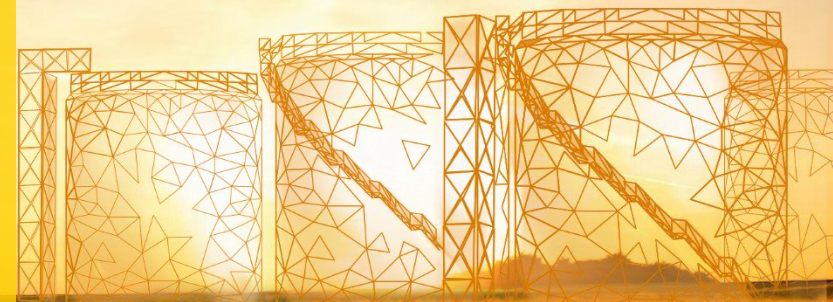
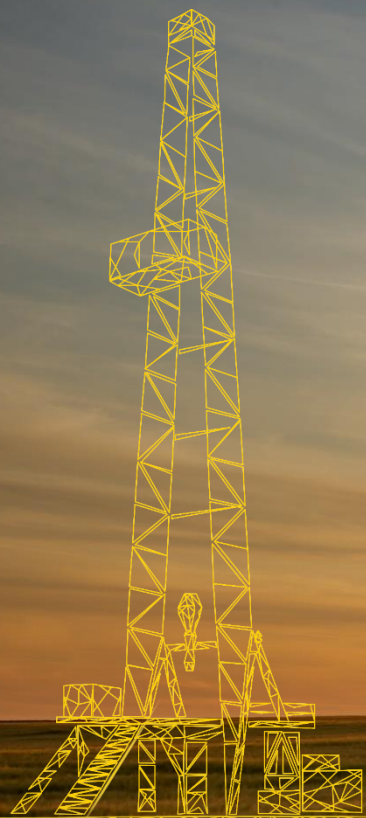
РОСНЕФТЬ



**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ:
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ»**

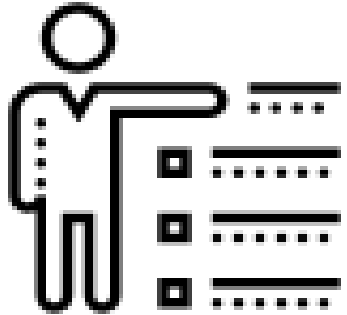
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАДАРНОЙ
СПУТНИКОВОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА

МАЙ 2022





НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ



- Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ;
- Постановление Правительства РФ от 28.05.2021 г. №815;
- Приказ Росстандарта от 02.04.2020 г. №687;
- СП 22.13330.2016;
- СП 25.13330.2020;
- СП 305.1325800.2017;
- СП 497.1325800.2020.



ВЫПОЛНЯЕМЫЕ РАБОТЫ ПО ГТМ

- Разработка и экспертиза проектно-сметной документации;
- Проведение полевых наблюдений по геотехническому мониторингу;
- Выполнение поверочных расчетов несущей способности оснований и фундаментов, а также теплотехнических прогнозов;
- Составление геотехнических заключений и паспортов;
- Сопровождение процесса разработки и реализации компенсационных мероприятий.

ПРОБЛЕМАТИКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ГТМ

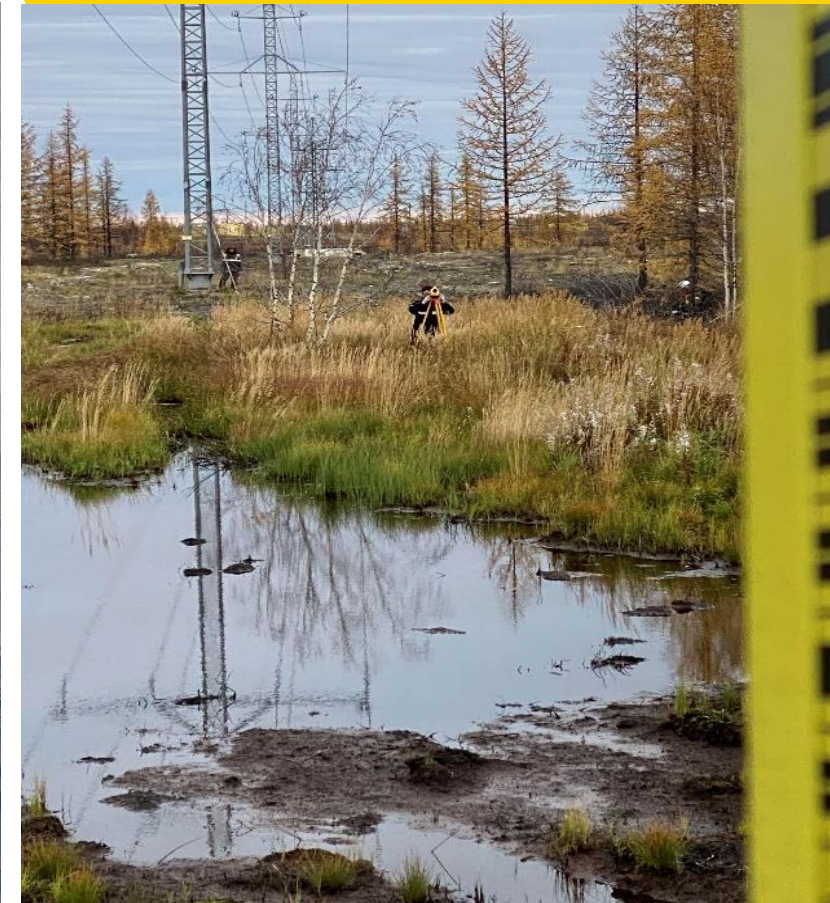
ВЫСОКИЕ ТРУДОЗАТРАТЫ



УДАЛЕННОСТЬ ОБЪЕКТОВ



СЛОЖНОСТЬ УСЛОВИЙ



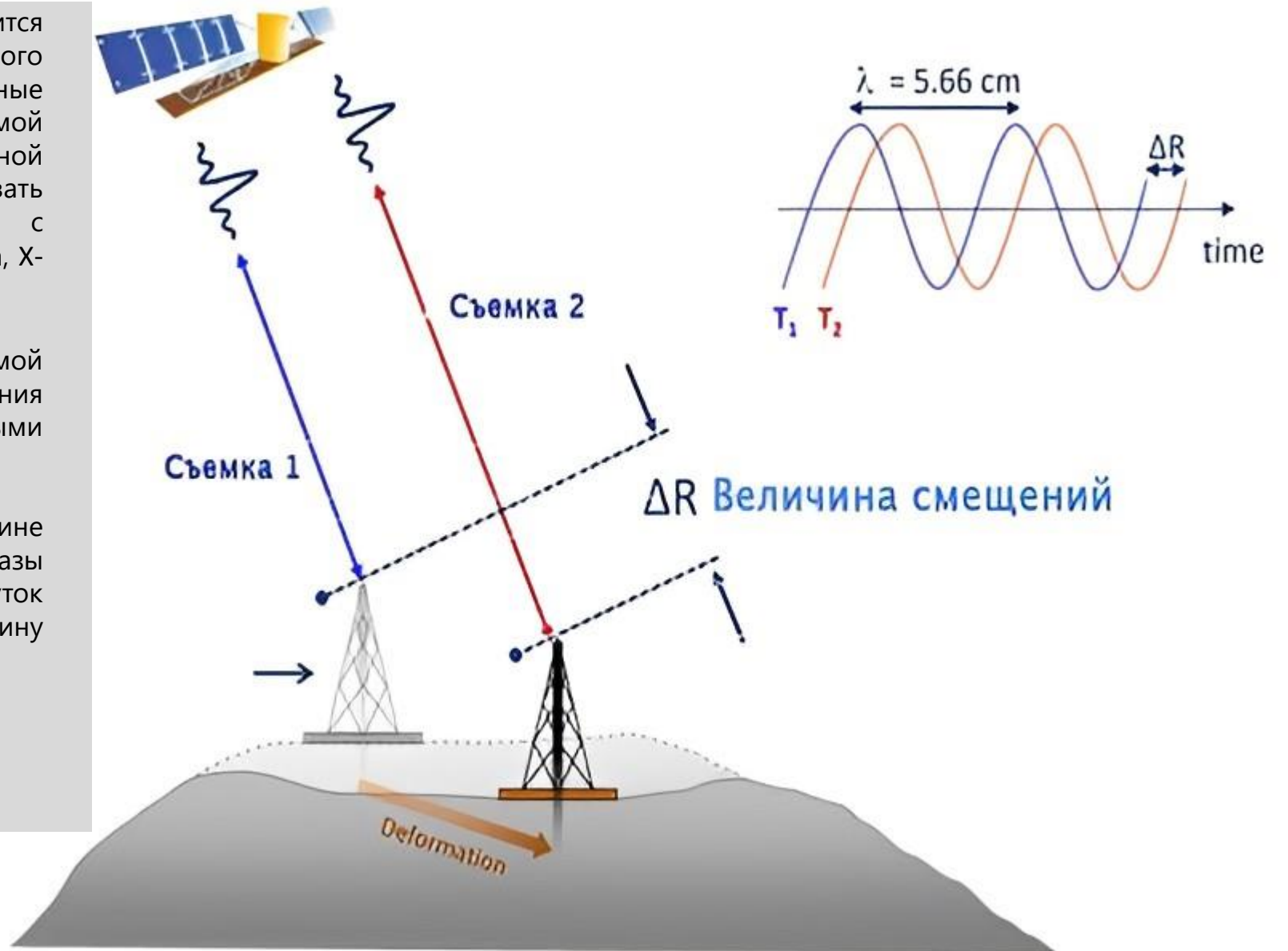
В геотехническом мониторинге наблюдения за деформациями по трудозатратам составляют порядка 66 % от общего числа всех наблюдений.



ОСНОВЫ МЕТОДА КОСМИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ



- С космического аппарата производится радиолокационная съемка фиксированного участка поверхности Земли в различные моменты времени T_1 и T_2 , с необходимой разницей (для мониторинга смещений земной поверхности необходимо использовать радиолокационные снимки с пространственным разрешением 1-3 метра, X-диапазон, группировка от 2 до 4 КА)
- За этот промежуток времени с изучаемой поверхностью могут происходить изменения (связанные, например, с криогенными процессами).
- Имея информацию о длине радиолокационной волны и смещении фазы сигнала произошедшей за промежуток времени T_2-T_1 , можно рассчитать величину смещения отражающей поверхности.





ВНЕДРЕНИЕ СПУТНИКОВОЙ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ



Основные методы наблюдений за деформациями

ПРЕИМУЩЕСТВА

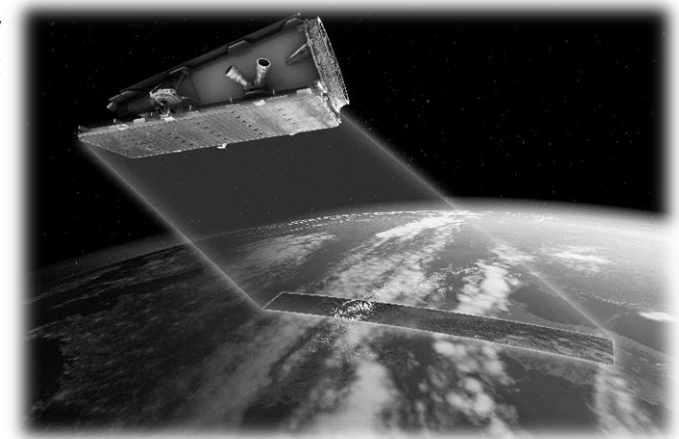
- Высокая максимально достижимая инструментальная точность (<1 мм)
- Простота использования оборудования
- Возможность работать в сложных стесненных условиях
- Наличие квалифицированных специалистов в данной области
- Снижение методов ручного труда и затрат
- Повышение оперативности контроля
- Возможность увеличения частоты наблюдений
- Исключение человеческого фактора
- Большой охват исследуемой территории

НЕДОСТАТКИ

- Трудоемкость наблюдений
- Значительные трудозатраты на удаленных и автономных объектах
- Чувствительность эксплуатационных характеристик применяемого оборудования к погодным условиям
- Ограничения на поставку космической съемки с зарубежных спутников
- Узкая специализация исполнителей
- Переоснащение конструктива элементов сети ГТМ при наблюдениях за деформациями



Радарная интерферометрия



Вывод:

Общее количество точек наблюдений за период с 2022 по 2027 г. (5 лет) составит более **9 млн.** точек наблюдений. Производство геодезических работ ручным методом требует **колоссальных трудозатрат.**



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОПЕРАТОРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

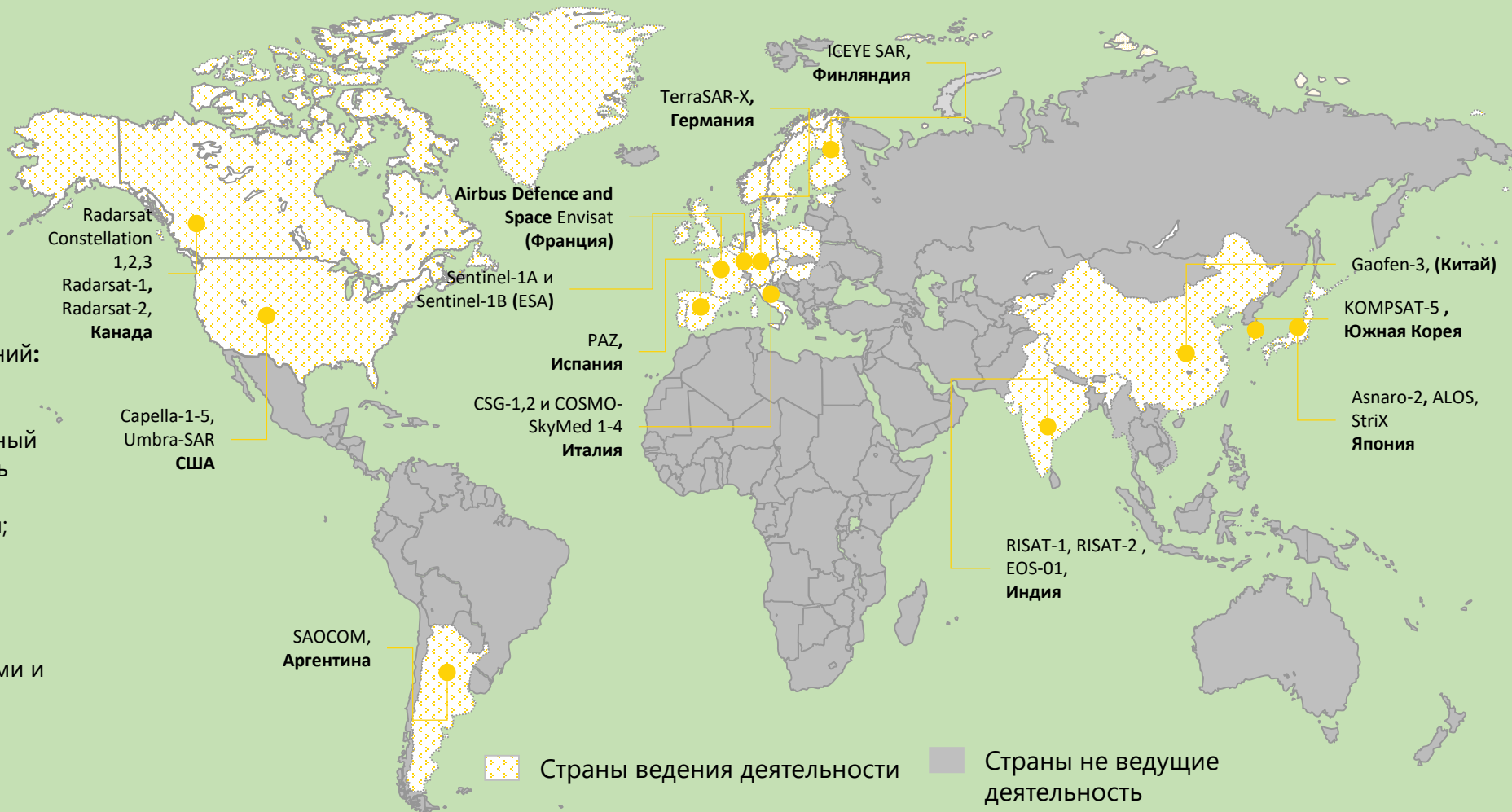


В настоящий момент на орбите Земли находятся более **25**

радиолокационных спутников, и более **15** коммерческих спутников, результаты съемки которых можно использовать для расчёта смещений земной поверхности.

Решаемые задачи, помимо мониторинга смещений земной поверхности и сооружений:

- мониторинг быстроразвивающихся экологических процессов;
- сельскохозяйственный, лесохозяйственный мониторинг (обновление карт, контроль использования земель);
- наблюдение за стихийными бедствиями;
- отслеживание ледовой и снеговой обстановки;
- задачи обеспечения обороны и безопасности;
- всепогодное наблюдение за природными и антропогенными катастрофами;
- выявление потенциально опасных геологических процессов



РАДАРНАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ



Схема радарного мониторинга территории месторождений

Угловый отражатель для проведения наблюдений Методом радарной интерферометрии

ОСНОВНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ



Схема геодезических наблюдений стандартными методами

Деформационная марка используемая при геотехническом мониторинге



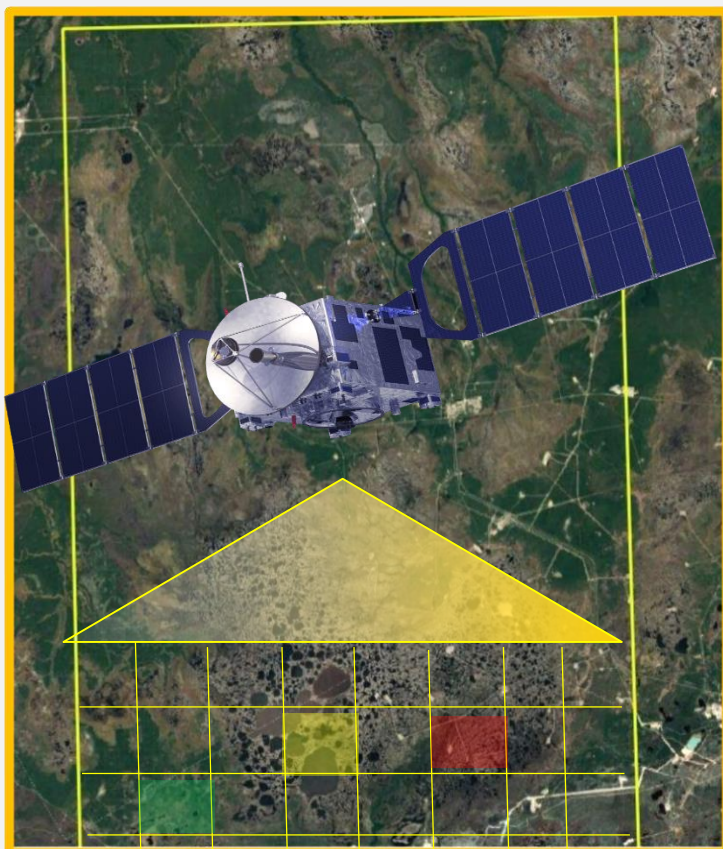


ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ СПУТНИКОВОЙ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

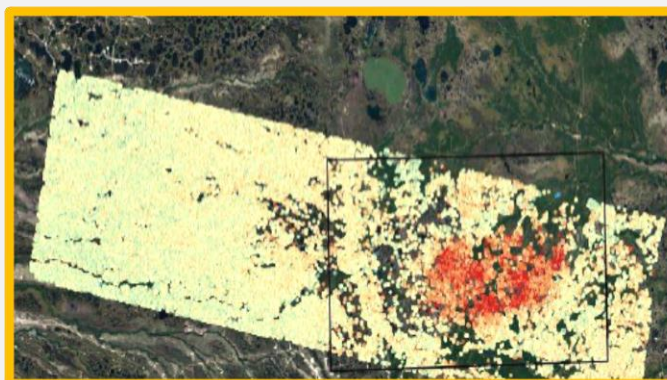


ПОЭТАПНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НАБЛЮДЕНИЙ, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАННЫХ

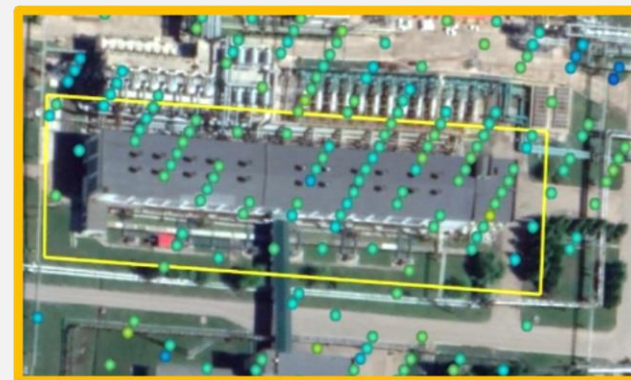
1 Получение исходных данных



2 Обработка радиолокационных данных

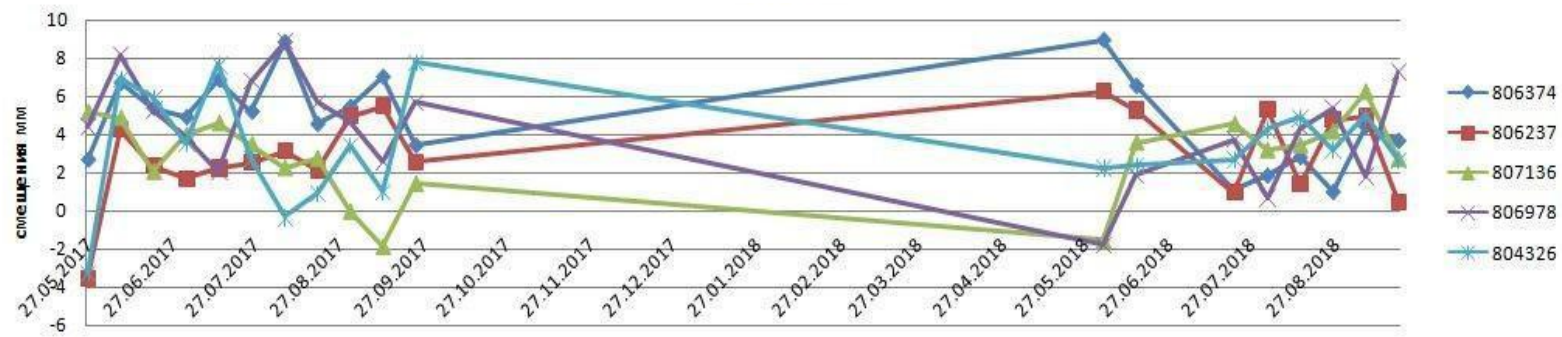


3 Анализ определения динамики изменения



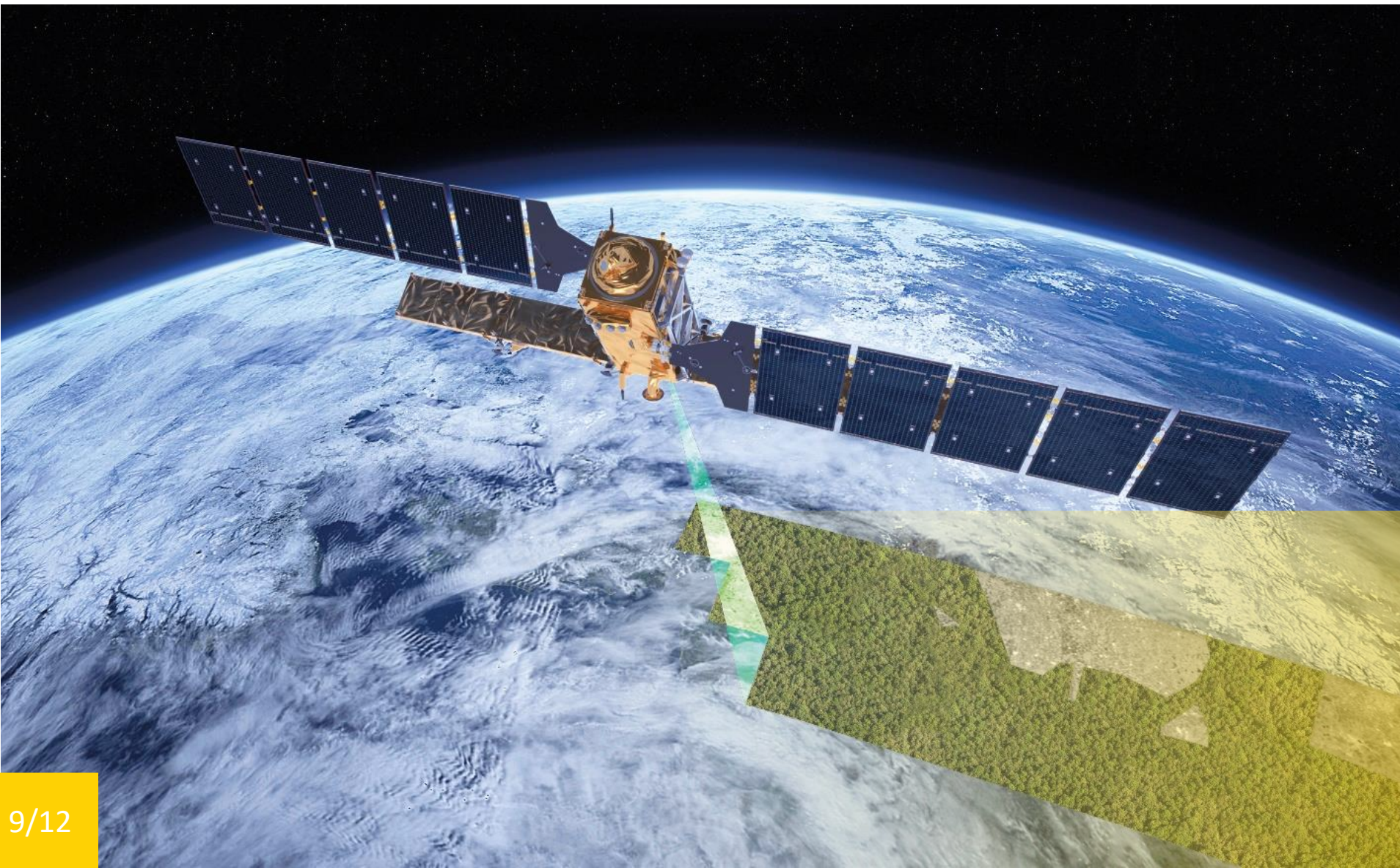
Промздание №1	
S_1	-1.2
S_3	0.1
S_2	0.1
L, мм	143110
f/L (выгиб)	4.5E-06
i (крен)	-9.1E-06

Динамика деформации точек наблюдений





ПРИЧИНЫ **ОГРАНИЧЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ** СПУТНИКОВОЙ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ



- ▶ отсутствие отечественных радиолокационных спутников на орбите, которые можно использовать для расчёта смещений земной поверхности;
- ▶ отсутствие достаточного количества специалистов в данной области;
- ▶ отсутствие методик и нормативных документов, регламентирующих работу с данными дистанционного зондирования;
- ▶ отсутствие свободного распространяемого программного обеспечения для обработки снимков.



ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ В РОССИИ И ХРОНОЛОГИЯ РОСТА НАБЛЮДЕНИЙ В ГТМ



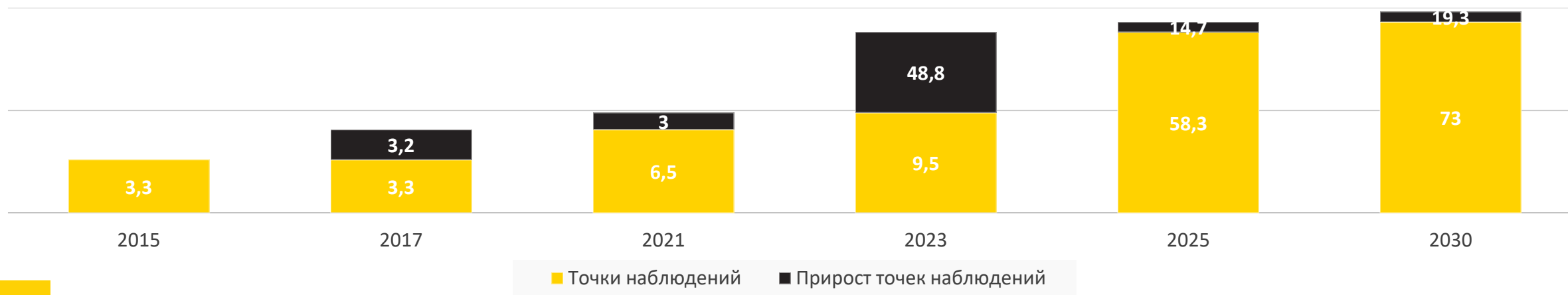
Изготовление трансформируемых антенных устройств для малых космических аппаратов (ДЗЗ) «Кондор-ФКА»

Роскосмос и Газпром готовятся запустить спутниковый геотехнический мониторинг на опасных производственных объектах России

Роскосмос планирует запустить спутники дистанционного зондирования Земли «Кондор-ФКА» в 2022-2023 годах

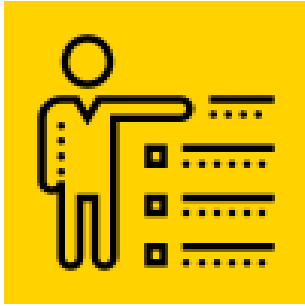


ХРОНОЛОГИЯ ПРИРОСТА ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕСТВ ГРУПП, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА МНОГОЛЕНТЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ (ТЫС.)

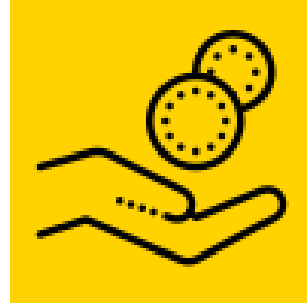




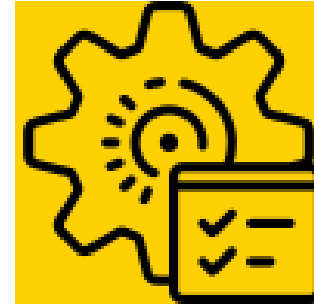
ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Получение оперативных данных о смещениях объектов и своевременное выявления деформационных процессов



Сокращение трудозатрат за мониторингом деформаций зданий и сооружений



Снижение ручного труда, исключение ошибок (человеческого фактора производства наблюдений)



Использование для смежных видов наблюдений (визуальное обследование, наблюдение за геодинамическими полигонами месторождений)

Суммарный экономический эффект на примере одного общества компании за 56 циклов (25 лет наблюдений), при проведении метода спутниковой радарной интерферометрии, с учетом переоснащения элементов геотехнического мониторинга составляет не менее **14%**



Сокращение трудозатрат при внедрении метода





РОСНЕФТЬ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
Архитектурно-строительный отдел №2
ООО «НК «Роснефть» – НТЦ»

По всем возникающим вопросам просьба общаться к
Пивень Андрею Владимировичу

по адресу электронной почты: avpiven@ntc.rosneft.ru или телефону: 8 861 201 71 46