



**РОСНЕФТЬ**

**СПОСОБ МОНИТОРИНГА  
МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В  
УДАЛЕННОЙ МЕСТНОСТИ**



**АПРЕЛЬ 2025**

# «НК «РОСНЕФТЬ» - НТЦ»



## «НК «Роснефть» - НТЦ

Ведущий научно-технический центр на юге России, выполняющий весь спектр научно-исследовательских работ, инженерно-изыскательских и проектных работ.



## Основная деятельность СИ\*

- Создание базы типовых проектных решений по геотехническому мониторингу
- Автоматизация разработки проектных решений
- Внедрение эффективных проектных решений по геотехническому мониторингу
- Поиск и апробация новых технологий для геотехнического мониторинга и температурной стабилизации грунта
- Нормативное регулирование процессов геотехнического мониторинга и температурной стабилизации грунтов
- Разработка проектной и рабочей документации, выполнение работ по геотехническому мониторингу

# АКТУАЛЬНОСТЬ

За последние несколько лет, в мировой практике произошел ряд случаев отказов мостовых сооружений\* по следующим причинам:

- ❖ Природные явления;
- ❖ Нарушения правил эксплуатации;
- ❖ Нарушения технологии СМР;
- ❖ Ошибки проектирования

Для исключения отказов необходимо вести периодический или постоянный мониторинг технического состояния мостовых сооружений.

## Случаи отказов мостовых сооружений\*

Дата	Место	Причина отказа
Апрель 2020	Италия, мост через р. Магра	Разрушение моста из-за ошибок проектирования (образование трещин под переменной нагрузкой)
Май 2020	Автомобильная дорога Обская-Бованенково	Подмыв железобетонных свай моста (паводок)
Июнь 2020	Мурманская область	Подмыв опор железнодорожного моста (обильные осадки)
Июнь 2020	Красноярский край	Подмыв двух мостов (обильные осадки)
Август 2022	Амурская область	Подмыв опор двух мостов (обильные осадки)
Апрель 2022 Июнь 2023	Индия, Бахагапур	Ошибки СМР, правил эксплуатации, проектирования
Май 2024	Армения, р. Дебед	Разрушение моста из-за разлива реки
Май 2024	Якутия, Алданский район	Подмыв тальми водами
Июль 2024	Бурятия, р. Большой Зангисан	Подмыв насыпи земляного полотна (обильные осадки)

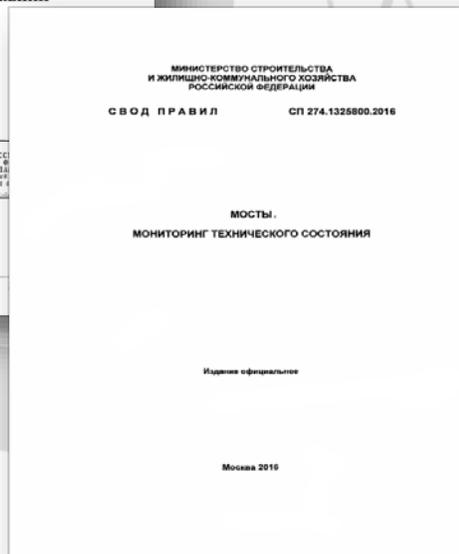
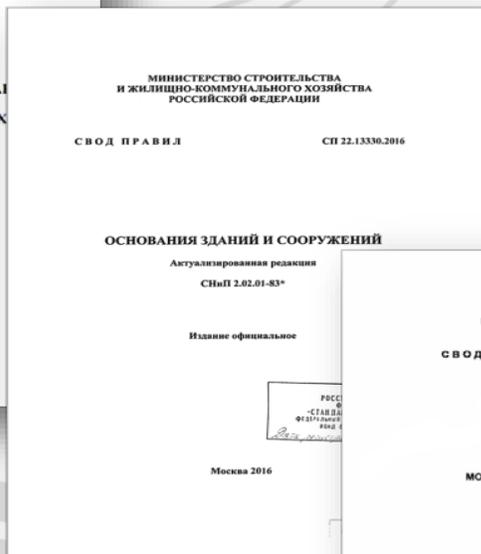
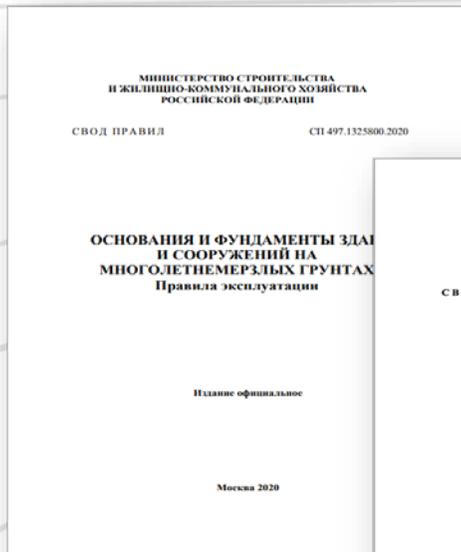
\* - информация из открытых источников

# АКТУАЛЬНОСТЬ



- ◆ В нормативно-технической документации недостаточно регламентированы вопросы выполнения геотехнического мониторинга мостовых сооружений в частности нет однозначно определенных значений предельно допускаемых параметров деформаций различных элементов мостовых сооружений.
- ◆ Отсутствует единая методика расчета всех предельно допускаемых параметров
- ◆ Отсутствуют актуальные методики по выполнению мониторинга технического состояния мостовых сооружений учитывающие новые технологии.
- ◆ Зачастую мостовые сооружения на объектах нефтегазодобывающей отрасли находятся в труднодоступных и удаленных районах чем осложняется процесс наблюдений за их техническим состоянием.
- ◆ Каждый мостовой переход индивидуален и зачастую требует нетиповых инновационных проектных решений.

# НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ



- **СП 22.13330.2016** «Основания зданий и сооружений»
- **СП 25.13330.2020** «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»
- **СП 354.1325800.2017** «Фундаменты опор мостов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов»
- **СП 274.1325800.2016** «Мосты. Мониторинг технического состояния».
- **СП 35.13330.2011** «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*
- **СП 46.13330.2012** «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91

# ЦЕЛИ МОНИТОРИНГА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

I  
Обеспечение  
механической безопасности  
мостовых сооружений

II  
Своевременное выявление  
отклонений имеющих тренд  
к превышению предельных  
параметров

МОНИТОРИНГ

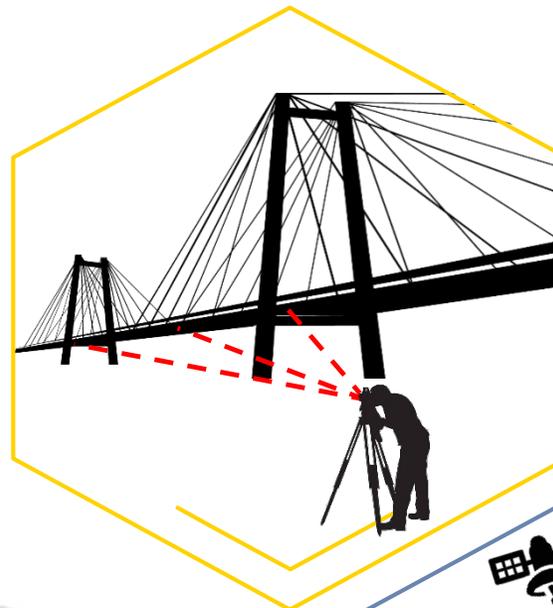
IV  
Обеспечение стабильного  
транспортного сообщения  
с удаленными территориями

III  
Разработка компенсационных  
мероприятий  
для недопущения выхода  
сооружения из строя

# СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

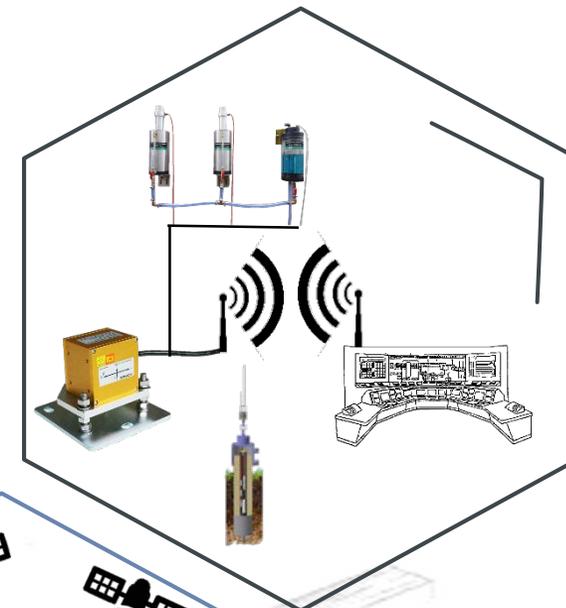
1

Стандартный способ мониторинга предполагающий выполнение натуральных полевых измерений ручными методами



2

Дистанционные наблюдения с применением стационарных регистраторов и передатчиков данных



3

Выполнение измерений дистанционными методами при помощи беспилотных летательных аппаратов и методов спутниковой интерферометрии



# СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

1

Стандартный способ мониторинга предполагающий выполнение натурных полевых измерений ручными методами

## ПРИЕМУЩЕСТВА

- ✓ Высокая достоверность результатов
- ✓ Соответствие требованиям нормативной документации
- ✓ Низкая стоимость обустройства сети



## НЕДОСТАТКИ

- ✗ Высокие эксплуатационные затраты
- ✗ Высокая трудоемкость выполнения работ
- ✗ Влияние человеческого фактора



# СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

2

Дистанционные наблюдения с применением стационарных регистраторов и передатчиков данных

## ПРИЕМУЩЕСТВА

- ✓ Высокая достоверность результатов
- ✓ Соответствие требованиям нормативной документации
- ✓ Выполнение измерений в режиме реального времени



## НЕДОСТАТКИ

- ✗ Высокая стоимость обустройства сети
- ✗ Необходимость наличия специализированного ПО
- ✗ Зависимость от энергоресурсов и каналов связи



# СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

3

Выполнение измерений дистанционными методами при помощи беспилотных летательных аппаратов и методов спутниковой интерферометрии

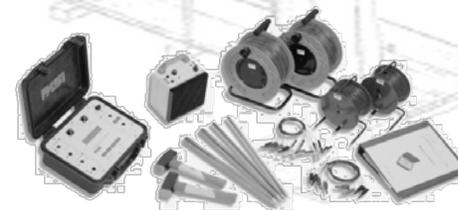
## ПРИЕМУЩЕСТВА

- ✓ Высокая скорость измерений
- ✓ Сравнительно низкая стоимость выполнения работ
- ✓ Отсутствие необходимости обустройства сети мониторинга



## НЕДОСТАТКИ

- ✗ Низкая достоверность результатов и необходимость комплексирования с традиционными методами
- ✗ Несоответствие требованиям нормативной документации
- ✗ Высокая трудоемкость обработки результатов



# МОНИТОРИНГ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

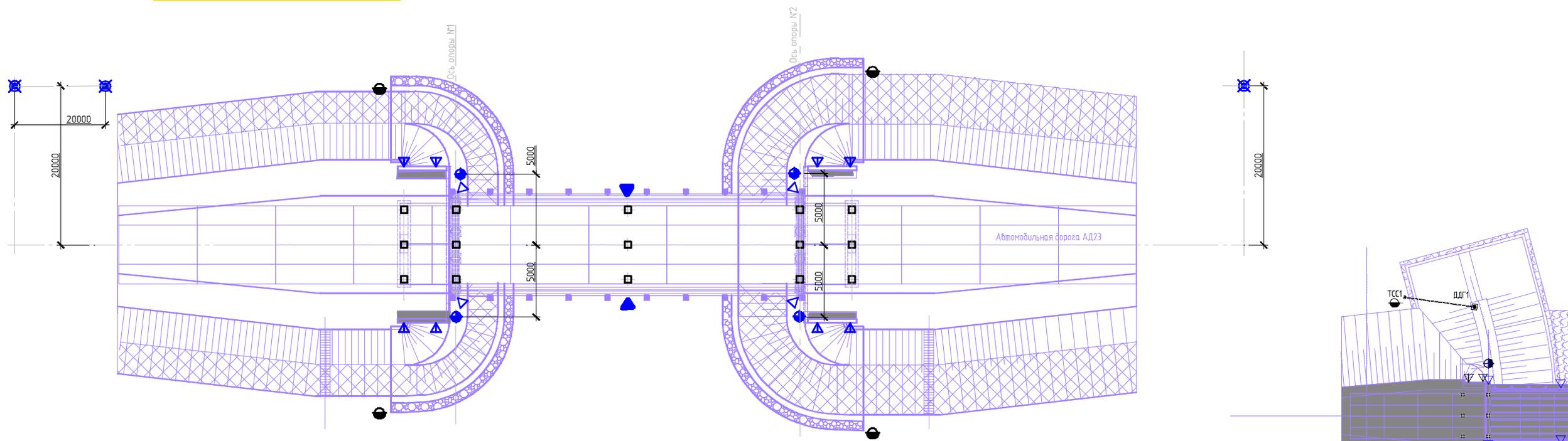
Единственно возможными методами, позволяющими осуществить наблюдения на удаленных объектах, являются стандартные методы наблюдений с проведением полевых работ по следующим причинам:

- ◆ Значительная удаленность и отсутствие энергетических ресурсов не позволяет применять методы с использованием стационарного оборудования и дистанционной передачей данных.

- ◆ Ограничения в части точности измерений и возможности применения дистанционных методов выполнения наблюдений в соответствии с действующими требованиями не позволяют применять их без комплексирования со стандартными методами наблюдений.

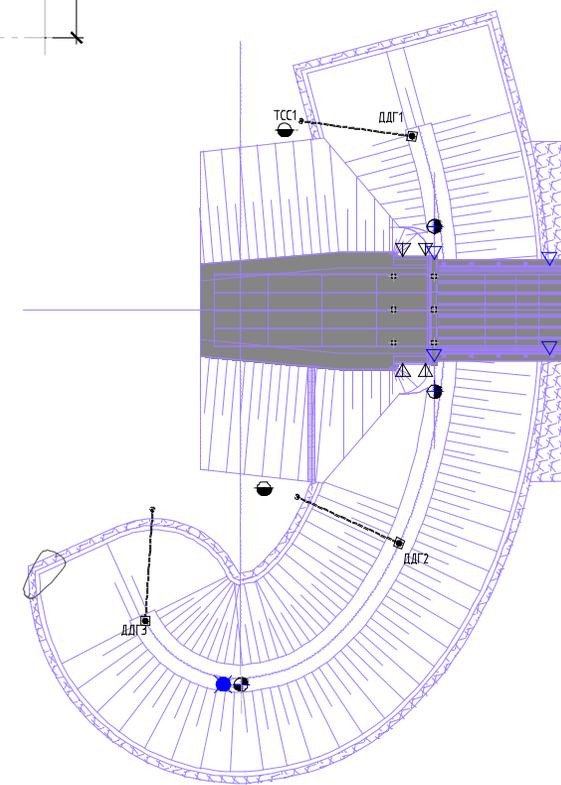


# ОБУСТРОЙСТВО НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ



- ❖ Для контроля за деформациями мостовых сооружений предусматриваются грунтовые реперы, деформационные марки, а также марки-маяки для контроля положения дорожного полотна
- ❖ Для контроля температурного режима многолетнемерзлых грунтов предусматриваются термометрические скважины
- ❖ Для контроля за снегонакоплением и с целью выявления его влияния на температурный режим многолетнемерзлых грунтов предусматриваются точки снегомерной съемки.
- ❖ В случае, если дополнительно предусматриваются средства инженерно-технической защиты в виде гидротехнических сооружений (ГТС), дополнительно необходимо измерять параметры этого ГТС, а именно давление под подошвой и гидрогеологический режим (уровень, скорость движения и давление грунтовых вод) при помощи датчиков давления грунтов и гидрогеологических скважин.

- ⊗ - грунтовый репер
- ▼ } - деформационные марки
- ▼
- - термометрическая скважина
- - гидрогеологическая скважина
- - точка снегомерной съемки
- ⊠ - марка - маяк
- - датчик давления грунта



# ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

## Пределные деформации:

Пределные допустимые перемещения покрытия дороги (ОДН 218.2.025-12), отслеживаемые по маркам –маякам, не должны превышать:

- продольные перемещения -15мм;
- поперечные -8мм;
- вертикальные 5мм.

Пределно допустимые деформации шкафной стенки не должны превышать:

- относительная разность осадок 0.003;
- максимальная осадка 150мм.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации моста (СП 35.13330.2011), допускаемые предельные смещения не должны превышать:

- полная равномерная осадка опоры –  $1,5\sqrt{L}$  (L – длина наименьшего из прилегающих к опоре пролетов (м), но не менее 25м);
- разность полных осадок смежных опор –  $0,75\sqrt{L}$ ;
- горизонтальное смещение верха опоры –  $0,5\sqrt{L}$ .

Вертикальный прогиб пролетной конструкции мостового перехода не должен превышать  $1/400L$ .

## Пределные температуры грунтов (для сооружений на многолетнемерзлых грунтах):

Пределные температуры определяются в соответствии с расчетом свайных фундаментов выполненных на основании результатов прогнозных теплотехнических расчетов (для сооружений запроектированных по I принципу использования многолетнемерзлых грунтов).

## Положение кровли многолетнемерзлых грунтов:

Для сооружений запроектированных по 2 принципу использования грунтов необходимо выполнять контроль положения кровли многолетнемерзлых грунтов для своевременного выявления активизации негативных процессов (пучение и просадка).

## Контроль гидротехнических сооружений:

При обустройстве средств инженерно-технической защиты в виде гидротехнических сооружений (ГТС) контролируется давление под подошвой насыпи и гидрогеологический режим в их основании с целью своевременного обнаружения негативных процессов.

# ПЕРИОДИЧНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЙ

## Периодичность и продолжительность наблюдений для сооружений на немерзлых грунтах:

СП 22.13330.2016 в период строительства и эксплуатации

- ❖ оснований, фундаментов, конструкций - с начала строительства и не менее одного года после его завершения;
- ❖ ограждающих конструкций котлована - с начала экскавации грунта в котловане и до завершения возведения подземной части сооружения;
- ❖ массива грунта, окружающего сооружение - до начала строительства и не менее одного года после его завершения;
- ❖ сооружений окружающей застройки - до начала строительства и не менее одного года после его завершения.

## Периодичность наблюдений на ММГ

СП 25.13330.2020 в период строительства:

- ❖ наблюдения за температурой грунта – ежемесячно
- ❖ уровень подземных вод - Один раз в конце летнего периода (II принцип - ежемесячно)
- ❖ деформации строящегося (реконструируемого) сооружения – ежемесячно
- ❖ температура охлаждающих устройств - ежемесячно в зимний период

СП 497.1355800.2020 в период эксплуатации:

- ❖ наблюдения за температурой грунта – два раза в год
- ❖ уровень подземных вод - один раз в год в осенний период, после стабилизации гидрогеологического режима - один раз в два года
- ❖ деформации сооружения – в первые три года эксплуатации - не менее четырех раз в год, в дальнейшем - два раза в год
- ❖ температура охлаждающих устройств - два раза в зимний период

## Продолжительность мониторинга на ММГ

зависит от принципа строительства и составляет для сооружений, построенных по:

- ❖ I принципу - в течение всего периода эксплуатации сооружения;
- ❖ II принципу:
  - ❖ а) с использованием предварительного оттаивания грунтов – в течение 5 лет;
  - ❖ б) с допущением оттаивания в период эксплуатации - в течение 10 лет.

Сроки выполнения геотехнического мониторинга необходимо продлевать при отсутствии стабилизации изменений контролируемых параметров.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Мостовые сооружения, являющиеся критическими объектами транспортной инфраструктуры требуют наиболее пристального контроля технического состояния как самих конструкций так и их оснований.

С целью обеспечения единого подхода к выполнению мероприятий по мониторингу мостовых сооружений требуется:

- ◆ Изменение нормативной базы по мониторингу мостовых сооружений в части включения в единый документ по всем типам мостовых сооружений и геологических условий исчерпывающего перечня требований, выполнение которых позволит обеспечить их механическую безопасность.
- ◆ Дополнение нормативной документации возможностью применения методов контроля технического состояния сооружений и грунтового массива (дистанционные методы измерения деформаций, геофизические и иные методы определения состояния грунтов оснований).
- ◆ Разработка новых методик дистанционных наблюдений за деформациями сооружений и контроля состояния грунтов оснований геофизическими и иными методами, которые позволят существенно оптимизировать процесс наблюдений без потери качества выполненных работ.
- ◆ Разработка единых требований к содержанию и составу программы наблюдений.

**Выполнение предлагаемых мероприятий позволит обеспечить надежную безаварийную эксплуатацию мостовых сооружений Компании и Российской Федерации в целом.**



**РОСНЕФТЬ**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

По всем возникающим вопросам просьба общаться к  
Парафейник Алине Владимировне

по адресу электронной почты: [AV\\_Vasyagina@ntc.rosneft.ru](mailto:AV_Vasyagina@ntc.rosneft.ru)