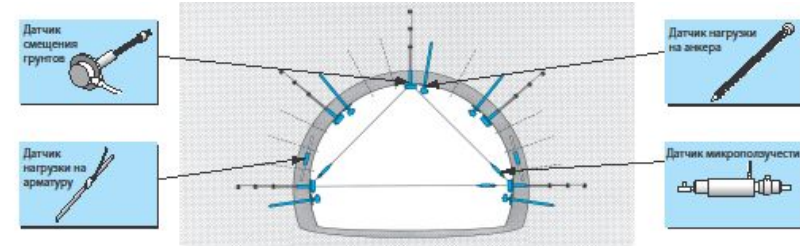
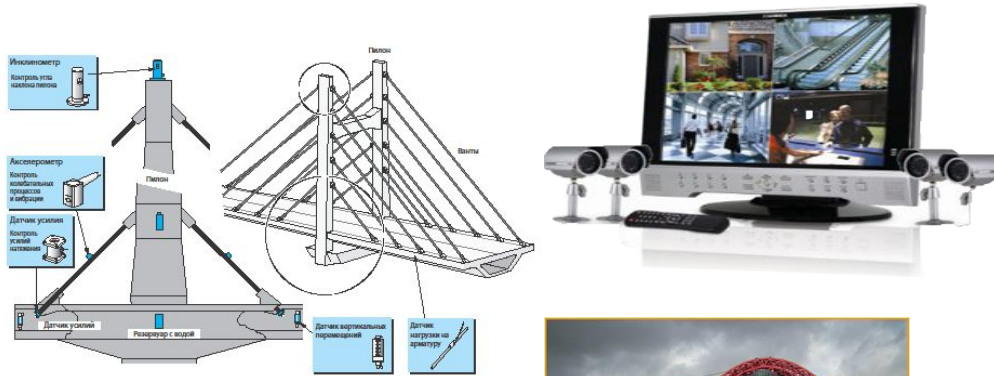


## кафедра «Мосты, тоннели и строительных конструкций»

### «НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ»



#### ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

Соответствие международным требованиям к обеспечению безопасности. Исключение человека-оператора из всех процессов.

Линейный оптико-электронный датчик: длина – 308 м, диапазон измерений деформаций неразрезной балки\* (90+128+90): 0,1 мм – 50 мм; погрешность\* – менее 10%.

Режим работы: непрерывный, круглосуточный, всепогодный.

Мониторинг состояния пролетных строений в динамике.

Метрологическое обеспечение.

Регистрация информации в реальном масштабе времени.

Использование спутниковых технологий.



**Лектор:** доц. к.т.н. ВАЛИЕВ ШЕРАЛИ НАЗРАЛИЕВИ  
кафедра мостов, тоннелей и строительных конструкций МАДИ

Тел.: (499) 155 03 56, 155 03 69

E-mail: [mosti.madi@mail.ru](mailto:mosti.madi@mail.ru)

Москва 2016

# **НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ (НС) НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

**1. НС несущих конструкций транспортных сооружений выполняется в соответствии с Программой, которая должна быть разработана до начала строительных работ организацией, проводящей НС совместно с проектировщиком при непосредственном участии организации осуществляющей НС.**

**2. Программа НС должна содержать определенный проектировщиком перечень особо ответственных конструкций и узлов; параметры, подлежащие контролю, их расчетные значения; перечень состава работ; выбор системы наблюдений; методы и объемы контрольных операций; необходимое оснащение.**

**3. К особо ответственным узлам и конструкциям следует отнести:**

- конструкции либо их элементы, разрушение или недопустимые деформации которых могут привести к снижению безопасности здания и людей, находящихся в нем;**
- узлы и конструкции, разрушение или недопустимые деформации которых могут привести к прогрессирующему разрушению конструкций или объекта строительства в целом;**
- конструкции, обеспечивающие пространственную жёсткость, неизменяемость и устойчивость сооружения;**
- в большепролетных сооружениях - это несущие конструкции, перекрывающие главные пролеты и опорные конструкции.**

# **НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ (НС) НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

**4. При выборе системы наблюдений необходимо учитывать скорости изменения напряженно-деформационного состояния в несущих конструкциях, продолжительность измерений, ошибки измерений, в том числе за счет изменения погодных условий, а также влияние помех и аномалий природно-техногенного характера.**

**5. При проведении НС (мониторинга) необходимо учитывать работу особо ответственных конструкций и узлов в условиях, не предусмотренных действующими нормами:**

- повышенные нагрузки (особенно в высотном строительстве) на несущие конструкции, возникшие уже в ходе строительства;**
- воздействие на конструкции природных и техногенных факторов - перепадов температур, ветровых и снеговых нагрузок, вибраций, аварий, пожаров, диверсий (взрывы) и т.д.**

**6. Первоначальным этапом мониторинга несущих конструкций зданий и сооружений, в случае, если он ведется не с начала строительства, является обследование технического состояния уже смонтированных конструкций, в результате чего устанавливают категории их технического состояния.**

# **ЗАДАЧИ РЕШАЕМЫЕ В ХОДЕ НС НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

- 1. В ходе мониторинга несущих конструкций должен осуществляться контроль их напряженно-деформационного состояния.**
- 2. Сопоставление полученных параметров состояния контролируемых конструкций с нормируемыми параметрами, определенными в проекте, либо нормативных документах.**
- 3. Составление заключения о текущем техническом состоянии объекта мониторинга и прогноза по изменению технического состояния на ближайший период.**
- 4. Контроль соответствия параметров нагрузок и воздействий на конструкции величинам, принятым при проектировании или указанным в действующих нормативных документах.**
- 5. Обеспечение безопасного функционирования несущих конструкций при возведении зданий и сооружений, а также в ходе их эксплуатации, принятие, в случае необходимости, своевременных и адекватных мер по усилению несущих конструкций.**

## **СОСТАВ РАБОТ ПО НС НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

- 1. Состав работ по НС (мониторингу) несущих конструкций зданий и сооружений определяется «Программой», включающей системы проведения измерений и анализа напряженно-деформационного состояния несущих конструкций.**
- 2. Инструментальный мониторинг конструкций здания базируется на учете нагрузок и измерении деформаций в конструкциях фундаментов и надземной части, с использованием геодезических, сейсмических, вибрационных, акустических и других методов.**
- 3. В ходе проведения работ по мониторингу следует проводить систематические наблюдения за:**
  - деформациями отдельных конструкций;**
  - деформациями отдельных узлов;**
  - общими деформациями здания.**
- 4. При проведении длительных наблюдений необходимо предусмотреть и обеспечить стабильность системы наблюдений и параметров измерительных устройств, при изменениях в окружающей среде (температуры, влажности и т. д.)**
- 5. Следует проводить измерение деформаций при наблюдении за особо ответственными конструкциями в процессе раскружаливания или снятия опор большепролетных конструкций.**
- 6. При наблюдениях за состоянием несущих бетонных и каменных конструкций в процессе их возведения необходимо фиксировать появление и состояние трещин (направление, протяженность и величина раскрытия).**

**7. Для ранней диагностики технического состояния особо ответственных узлов и конструкций и локализации мест изменения напряженно-деформационного состояния необходимо проводить геодезический мониторинг за деформациями фундаментов, кренами здания и прогибами фундаментных плит, перекрытий и покрытий, а также проводить инструментальный мониторинг в автоматическом или автоматизированном режиме.**

**8. Для выявления изменений напряженно-деформационного состояния конструкций, автоматические и автоматизированные средства контроля необходимо устанавливать в процессе возведения здания или сооружения. В последующем эти средства контроля могут быть использованы при проведении мониторинга здания или сооружения в период эксплуатации.**

**9. В случае выявления критических изменений напряженно-деформационного состояния конструкций или узлов, выполнять обследования этих зон с помощью инструментальных методов, производить анализ состояния всего здания и по этим результатам делать выводы о техническом состоянии конструкций, причинах изменения их напряженно-деформационного состояния и необходимости проведения мероприятий по восстановлению или усилению конструкций.**

**10. Следует применять системы инструментального мониторинга за состоянием конструкций, находящихся в проектном положении, основанные на измерениях деформаций в различных характерных точках конструкций с использованием отечественных и зарубежных магнитоупругих и струнных датчиков; пьезодинамометров; преобразователей напряжений; прогибомеров; оптоволоконных датчиков и др. устройств.**

# Результаты мониторинга

1. По результатам НС составляется отчет, который представляется Заказчику (застройщику), генеральному проектировщику и организации проводящей НССтроительства.

2. Отчет должен содержать:

- результаты мониторинга, представленные в виде дефектных ведомостей, графиков изменения деформационного состояния отдельных узлов, элементов и конструкций в целом, актов освидетельствования технического состояния конструкций;

- заключение о надежности выполненных конструкций и дальнейшей возможности продолжения работ по возведению здания, о соответствии фактических параметров состояния конструкций - расчётным (или проектным);

- техническое задание (при необходимости) на разработку мероприятий по предупреждению и устранению негативных изменений и прогноз их влияния на состояние здания в целом;

- предложения по дальнейшему проведению мониторинга.

3. В случае возникновения в ходе строительства деформаций (или других явлений), отличных от прогнозируемых и представляющих опасность для людей, здания или окружающей застройки, необходимо незамедлительно информировать об этом генпроектировщика и заказчика строительства.

При возможности также следует устанавливать измерительные пункты станции мониторинга на грунте под подошвой фундамента (для фиксации контактных напряжений), в арматурном каркасе фундамента, внутри и/или на поверхности вертикальных несущих конструкций (для фиксации деформаций).

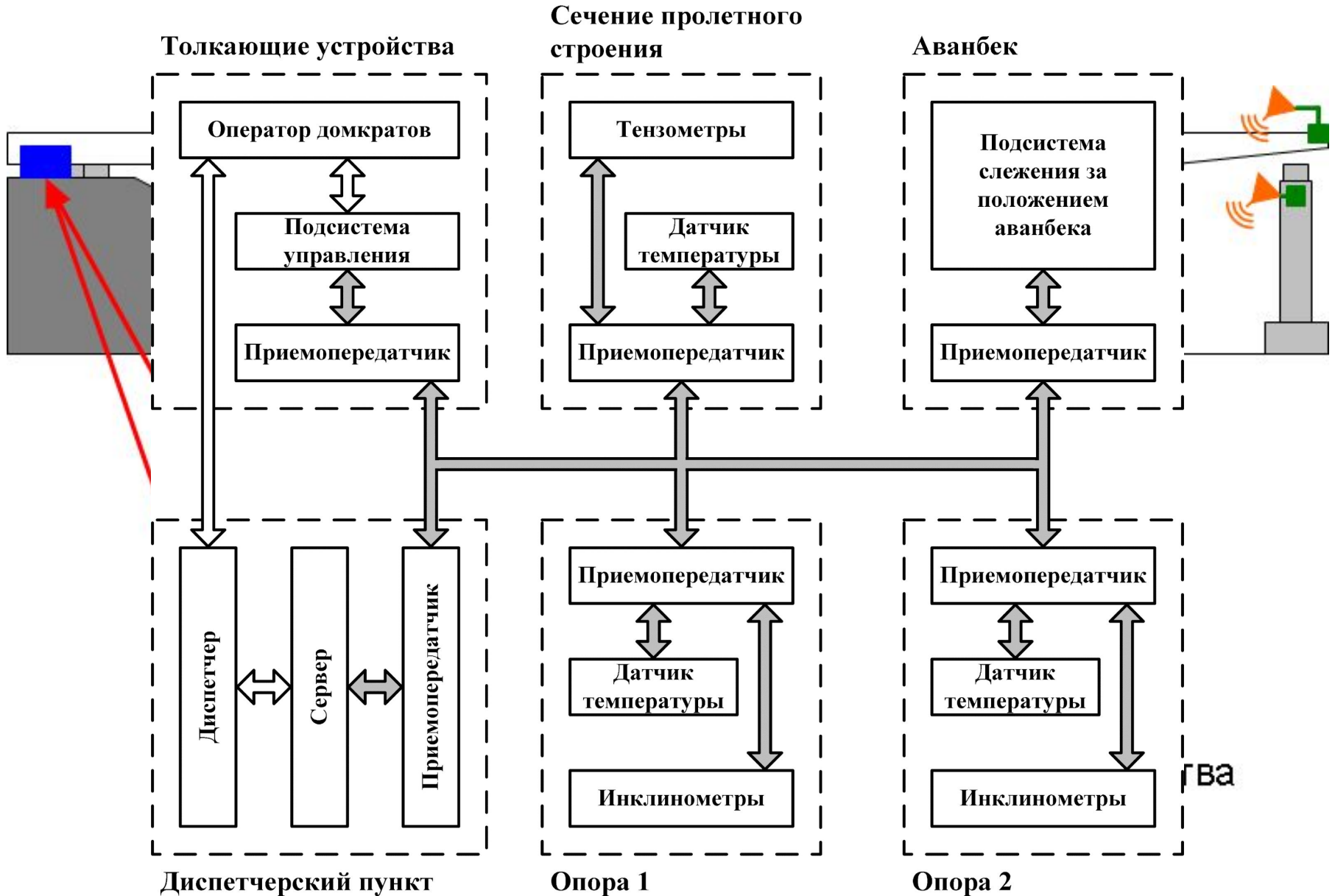
Отдельно оборудуются измерительные пункты станции для установки приборов, измеряющих крены здания. Эти пункты устанавливаются на самом нижнем подземном этаже здания в пяти точках для простых симметричных зданий (параллелепипед, призма, цилиндр, пирамида, конус) и в пяти точках для каждой части сложного в плане здания.

Измерительные пункты станции для установки приборов, фиксирующих крены здания, располагаются симметрично по отношению к вертикальной оси здания на максимальном удалении от нее, но не ближе 0,2 м от стен, вдоль продольной и поперечной осей здания. Один измерительный пункт оборудуется в центре здания. Таким образом, в каждой вертикальной плоскости здания располагается по три измерительных пункта.

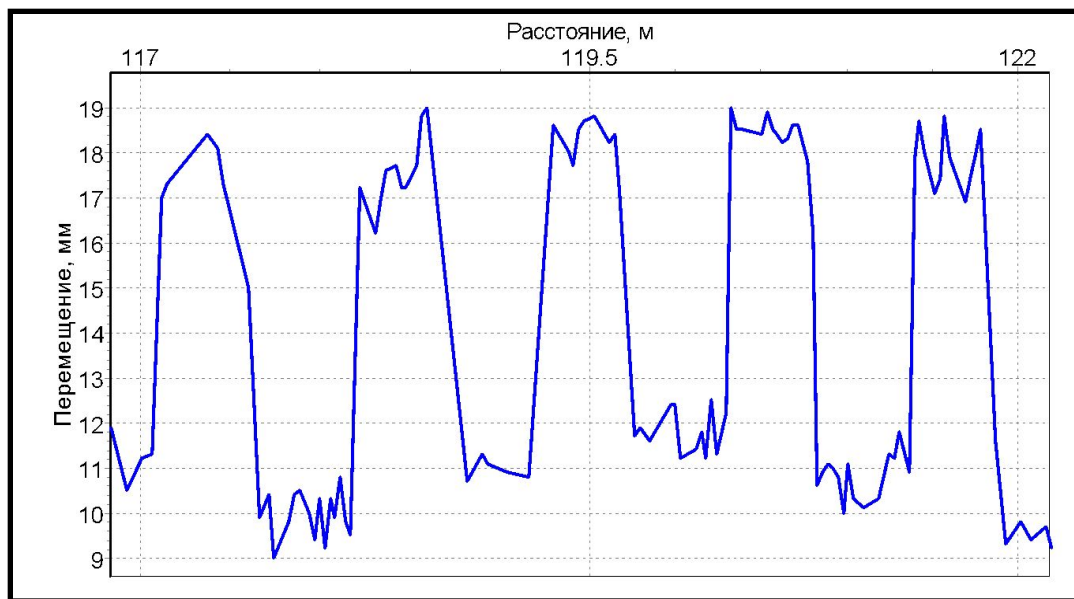
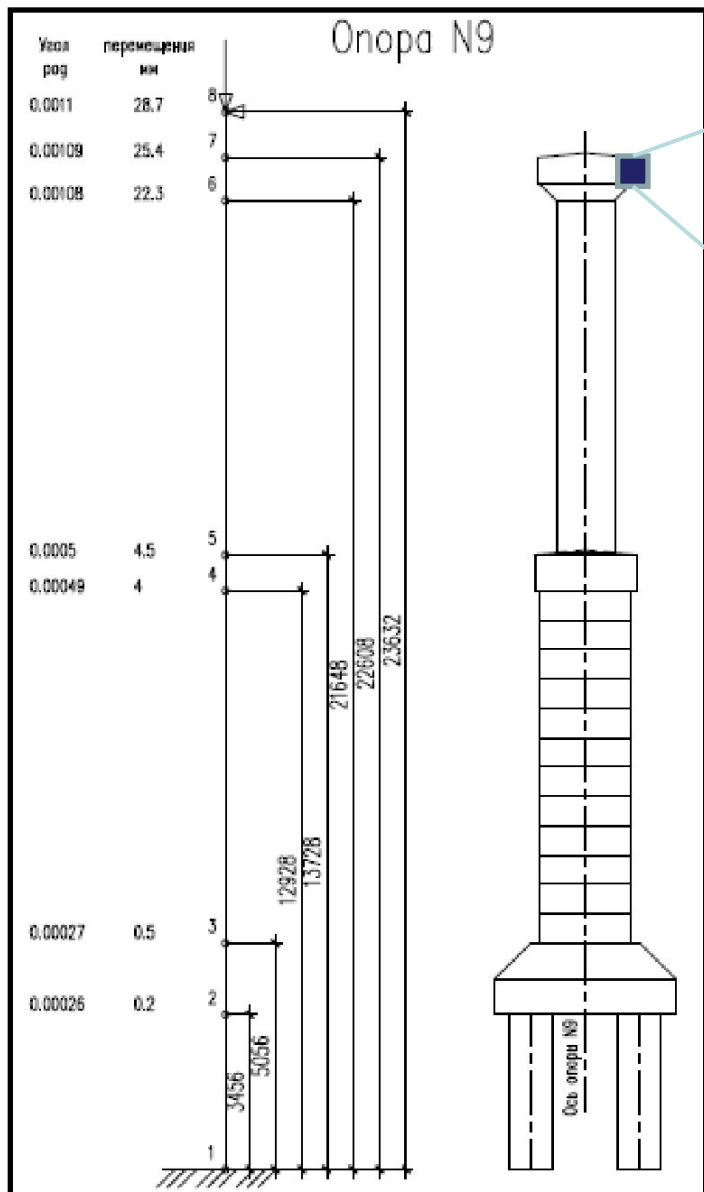
Места установки измерительных пунктов станции должны располагаться в монолитных железобетонных или кирпичных нишах с закрывающимися на замок дверцами, либо в металлических закрывающихся на замок контейнерах, жестко соединенных с несущими конструкциями здания. Доступ к измерительным пунктам должен быть обеспечен только персоналу станции.



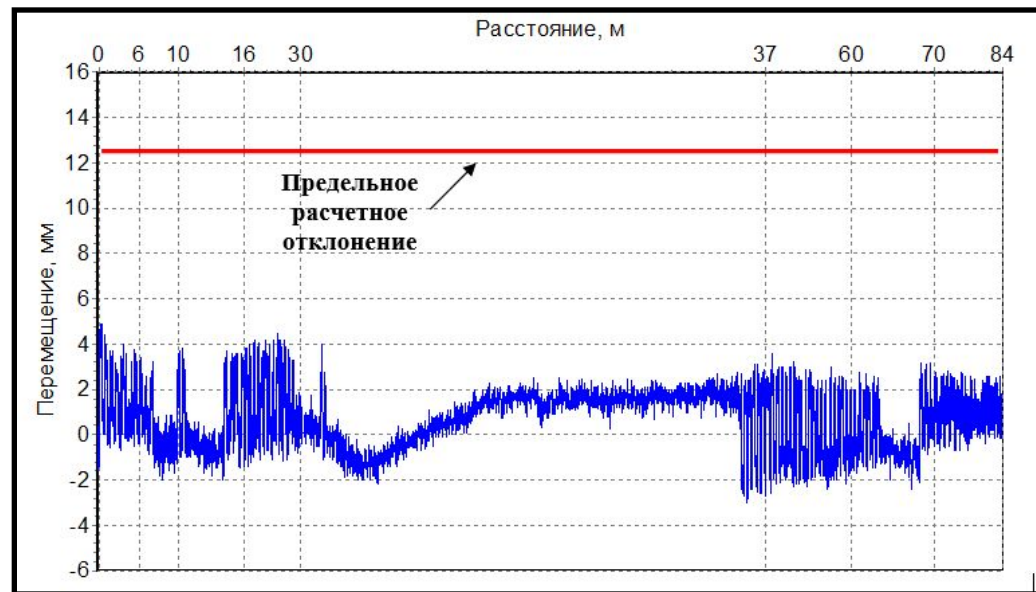
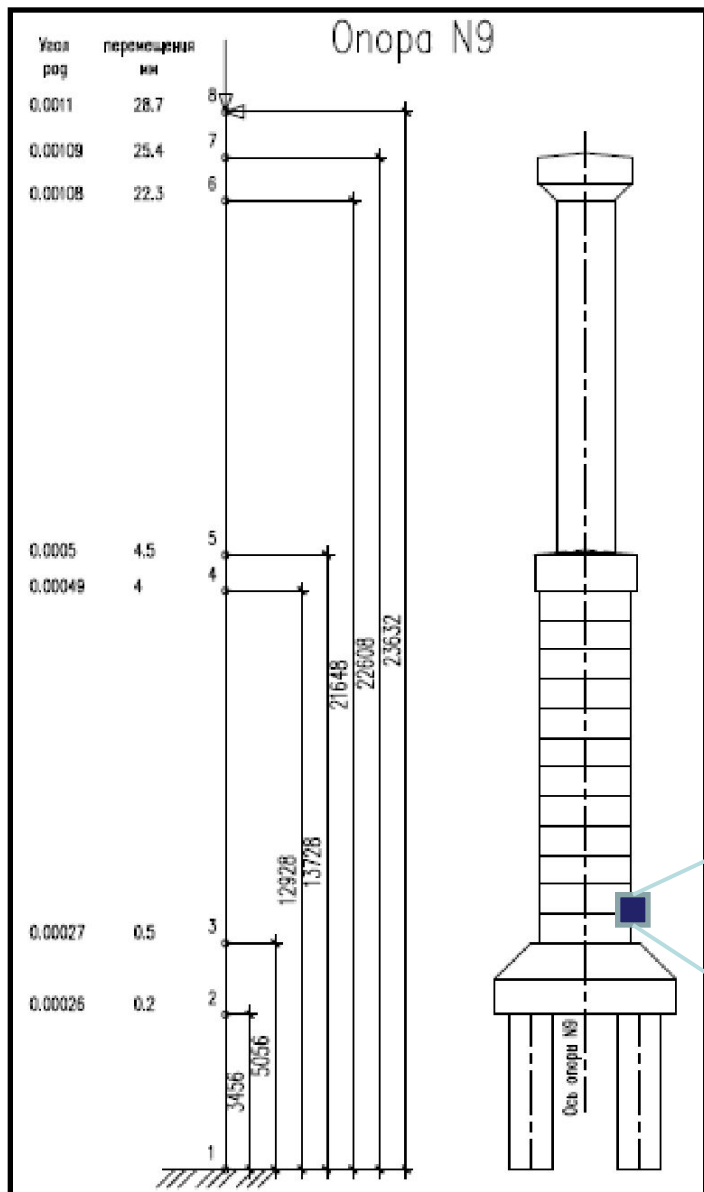
# Система мониторинга



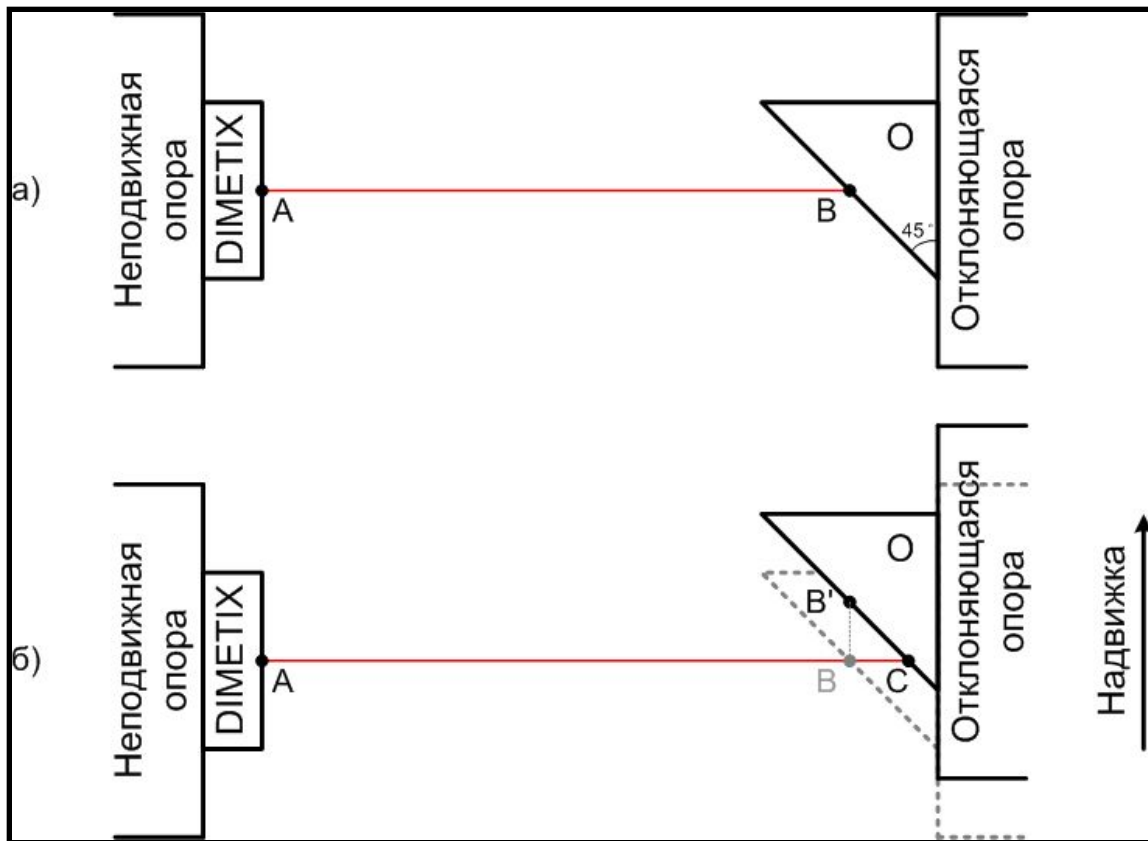
# Измерение отклонений опор (1-й способ)



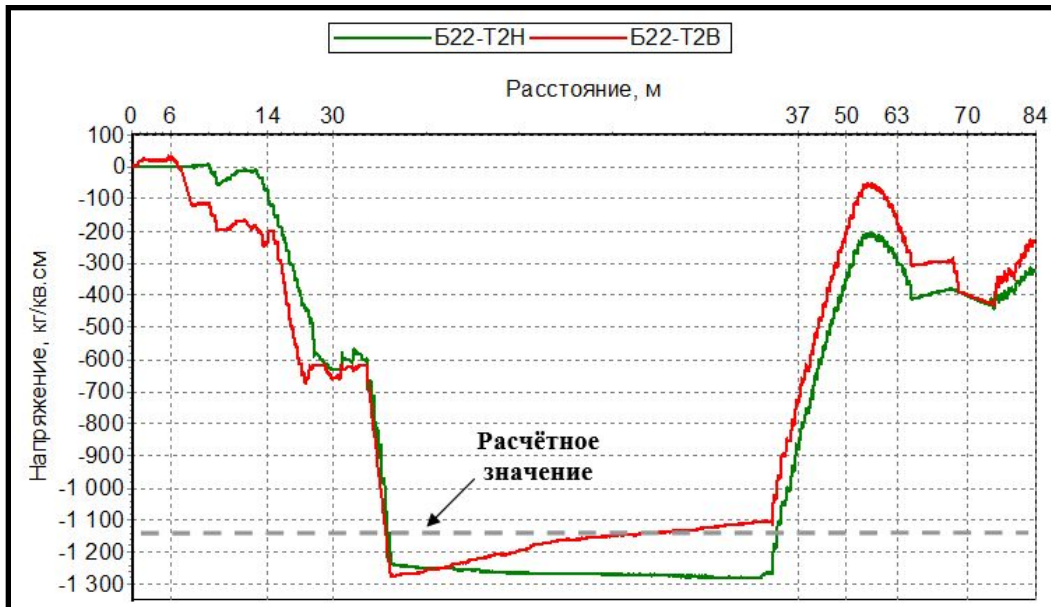
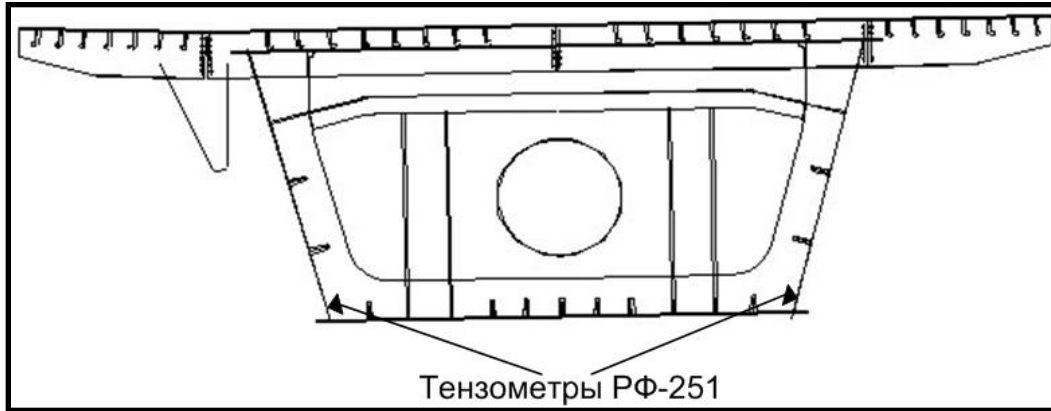
# Измерение отклонений опор (2-й способ)



# Измерение отклонений опор (3-й способ)



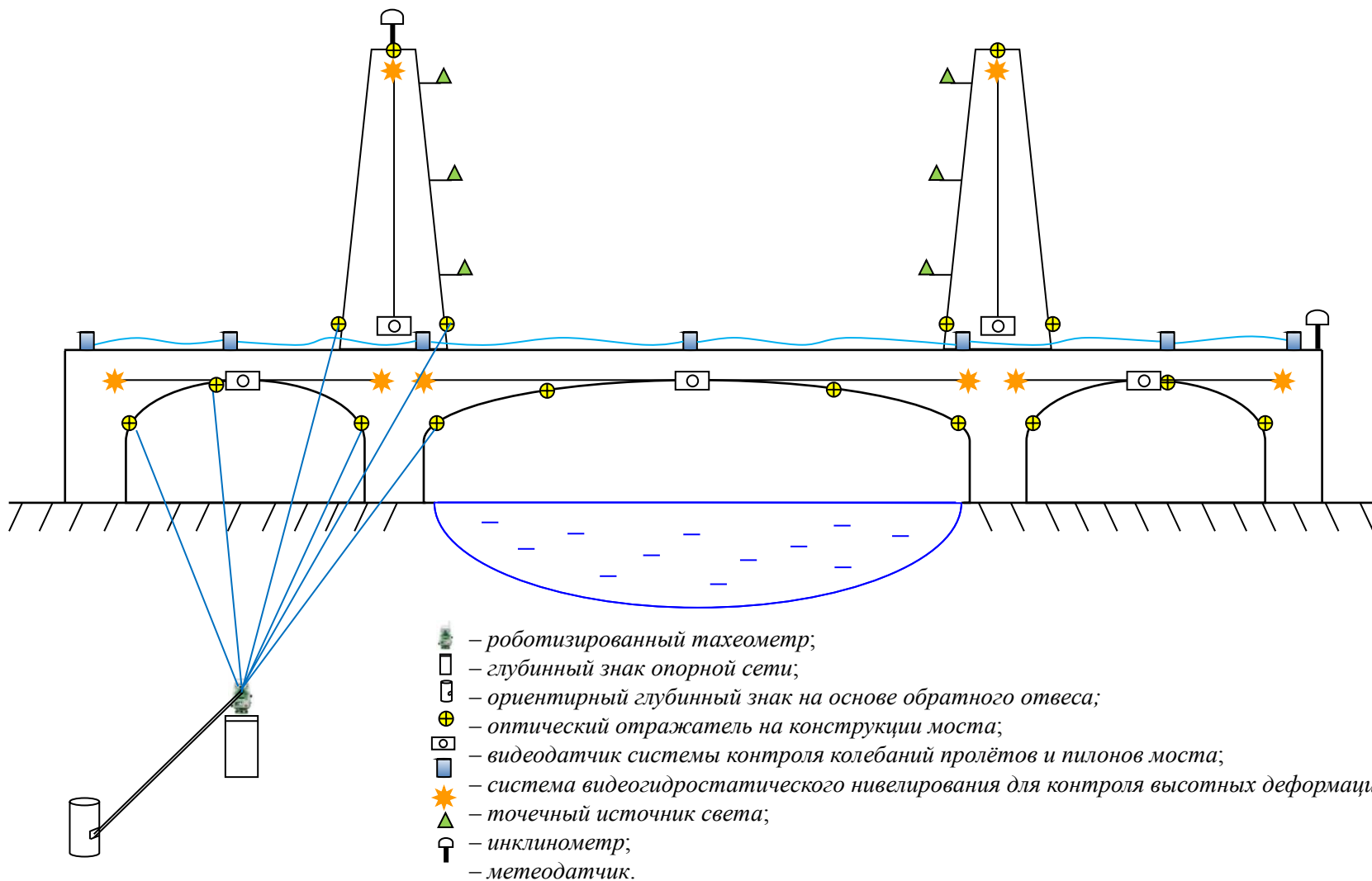
# Измерение напряжений



# Измерение положения аванбека



# Схема автоматизации мониторинга



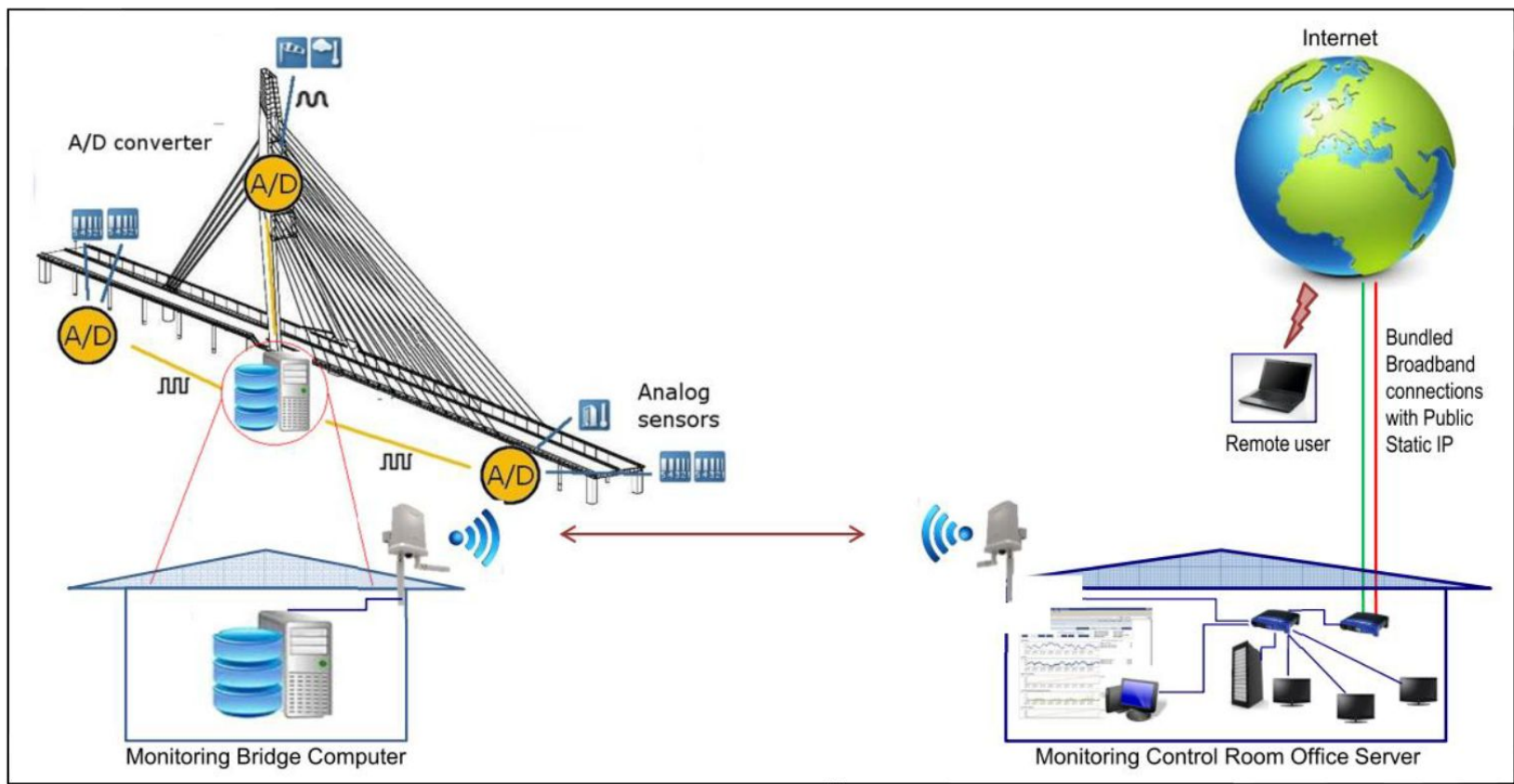


Fig. 1: Schematic representation of a permanent Robo Control monitoring system

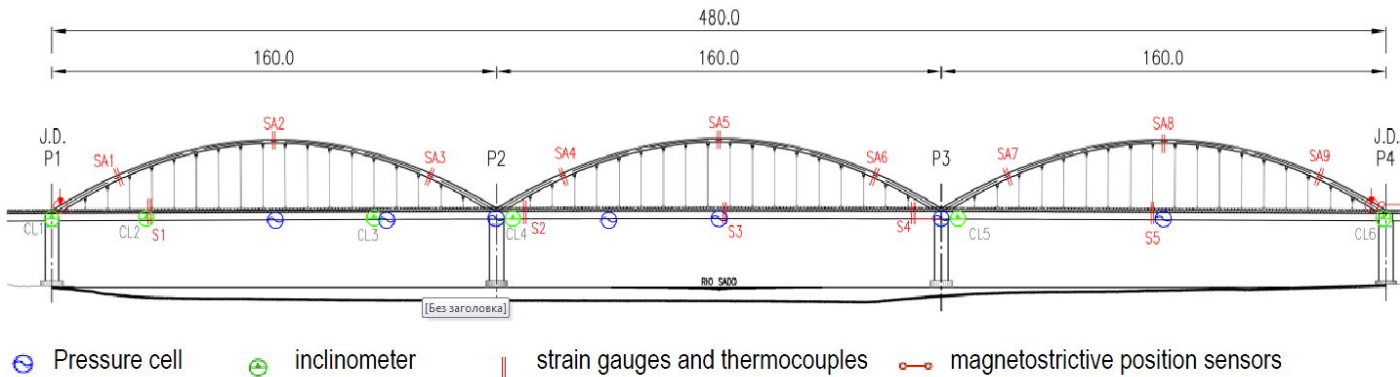


Fig. 4: Structural monitoring general plan