

# Геодезические работы на строительстве вантовых мостов во Владивостоке



**О. П. Сергеев,**  
канд. техн. наук, доцент  
кафедры «Инженерная  
геодезия» Петербургского  
университета путей сообщ-  
ения (ПГУПС)



**В. Н. Иванов,**  
старший преподаватель  
кафедры «Инженерная гео-  
дезия» ПГУПС



**А. А. Никитчин,**  
канд. техн. наук, доцент  
кафедры «Инженерная гео-  
дезия» ПГУПС

В ходе строительства двух вантовых мостов во Владивостоке силами специалистов кафедры «Инженерная геодезия» Петербургского университета путей сообщения на всех пунктах геодезической разбивочной сети выполнены измерения электронными тахеометрами и спутниковыми геодезическими приемниками, совместное уравнивание линейно-угловых и спутниковых наблюдений и другие работы. Были предложены и внедрены методы, позволяющие осуществлять качественный геодезический контроль за строительством объектов в особых условиях.

В последние годы вантовые мосты строятся все чаще, поскольку служат надежным средством преодоления обширных водных преград и не препятствуют при этом бесперебойному движению судов.

Например, такие мосты были построены в Череповце, Риге, Киеве, Сургуте, Санкт-Петербурге. В их сооружении и частично в организации эксплуатации активное участие принимали специалисты кафедры «Инженерная геодезия» Петербургского университета путей сообщения (ПГУПС — ЛИИЖТ).

В рамках федеральной подпрограммы «Развитие Владивостока как центра международного сотрудничества в АТР» к саммиту АТЭС-2012 в г. Владивосток построены два вантовых моста:

- мост через бухту Золотой Рог длиной 1388 м, с основным пролетом 737 м, высотой над зеркалом воды 64 м, высотой пилонов 226 м (рис. 1, 3);
- мост через пролив Босфор Восточный длиной 1872 м, с основным пролетом 1104 м, высотой над зеркалом воды 77 м, высотой пилонов 312 м (рис. 2, 3).

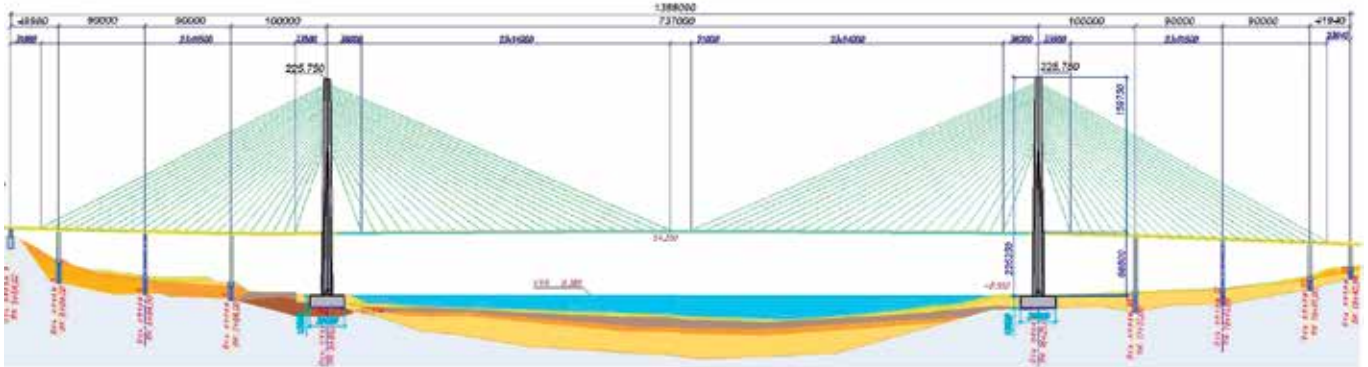


Рис. 1. Схема вантового моста через бухту Золотой Рог

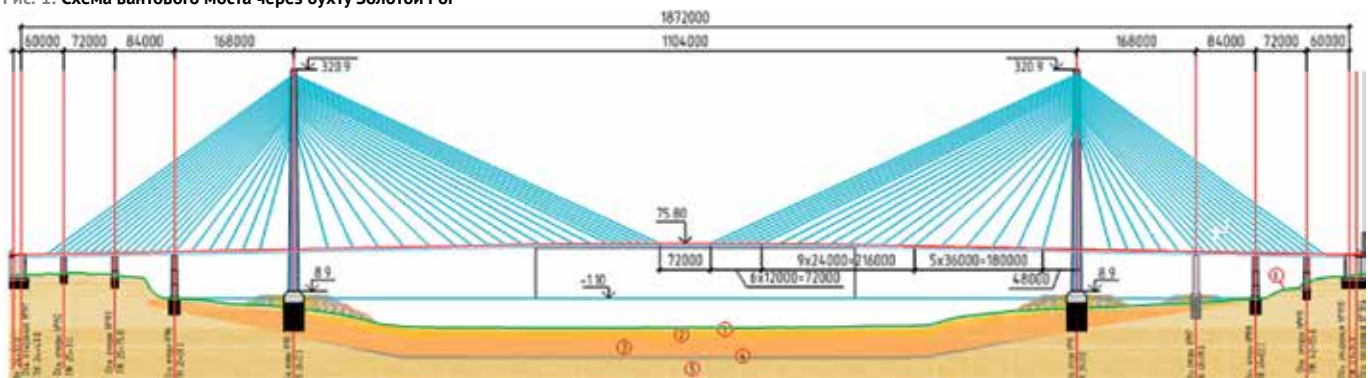


Рис. 2. Схема вантового моста через пролив Босфор Восточный

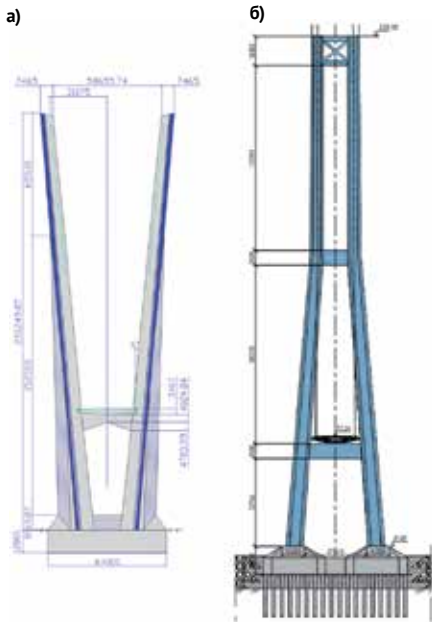


Рис. 3. Схемы пилонов вантовых мостов во Владивостоке: а – пилон моста через бухту Золотой Рог; б – пилон моста через пролив Босфор Восточный.

Для этих мостов сотрудниками кафедры разработаны регламенты и проекты производства геодезических работ (ППГР).

Непосредственное участие в геодезических работах специалисты кафедры «Инженерная геодезия» принимали при строительстве моста через бухту Золотой Рог.

Все работы по монтажу блоков пилона и навесной сборке пролетного строения выполнялись только в ночное время, чтобы исключить влияние температурных деформаций.

Остановимся на наиболее значимых этапах геодезических работ на вантовых мостах Владивостока.

### Создание геодезической разбивочной основы (ГРО)

Оно включало в себя линейно-угловые измерения в сети электронными тахеометрами, а также измерения спутниковой аппаратурой (рис. 4) с последующим совместным уравниванием спутниковых и наземных измерений.

Впервые для геодезических разбивочных сетей было рассмотрено влияние уклонов отвесных линий на точность передачи высот.

### Геодезическое обеспечение строительства пилонов

Ввиду неблагоприятных погодных условий строительства (низкая облачность (рис. 5), препятствующая измерениям электронными тахеометрами) на высотах выше 100 м в качестве основного метода контроля установки конструкций пилона (опалубки и блоков



Рис. 4. Измерения GPS-приемником на пункте геодезической разбивочной сети



Рис. 5. Вид на строительство пилонов вантового моста



Рис. 6. Определение координат контрольных точек на блоке пилона спутниковой геодезической аппаратурой



Рис. 7. Обратная засечка на блоке пилона и координирование центра опорной поверхности вантового узла



Рис. 8. Определение координат контрольных точек вантового узла на пролете

металлического сердечника) применялся метод, предполагающий использование спутниковой аппаратуры.

Было предложено несколько схем определения координат контрольных точек с двумя базовыми станциями на стационарных пунктах ГРО. Координирование точек блоков пилона выполнялось с использованием трех спутниковых приемников (рис. 6). С помощью тахеометра делалась обратная засечка на эти точки, а затем определялись координаты углов блока пилона и контрольных точек опорной поверхности вантового узла (рис. 7).

### Геодезические работы при установке анкерных устройств крепления вант в пилоне и на пролете

Ориентирование анкерных устройств (труб) в теле пилона и на пролете необходимо было выполнять с высокой точностью (5 мrad, или 10 мм, на длину трубы 4–7 м). Специалисты кафедры разработали методы контроля при установке и исполнительной съемке анкерных узлов в пилоне и на пролете. Данные методы предполагают использование электронных тахеометров и спутниковой аппаратуры (рис. 8).

Для установки анкерных труб с углами наклона более 45 градусов было разработано приспособление с двухсторонним лазерным излучателем, которое центрировалось на опорной поверхности вантового устройства (рис. 9).

Установка и контроль ориентирования анкерного устройства выполнялись с помощью тахеометра по двум точкам лазерного луча.

### Геодезический мониторинг конструкций вантового моста в процессе его строительства и эксплуатации

Для мониторинга конструкций моста в ходе его строительства и при эксплуатации была предложена система автоматизированного непрерывного геодезического мониторинга (САНГМ) динамического поведения сооружения в процессе строительства и эксплуатации.

В качестве средств геодезического мониторинга используют роботизированные электронные тахеометры, инклинометры и спутниковую геодезическую аппаратуру.

Специалисты кафедры дали рекомендации по организации центра управления, базовых станций, мобильных спутниковых приемников, а также разработали критерии установки этих элементов системы, описав их назначение, состав, функции. ■

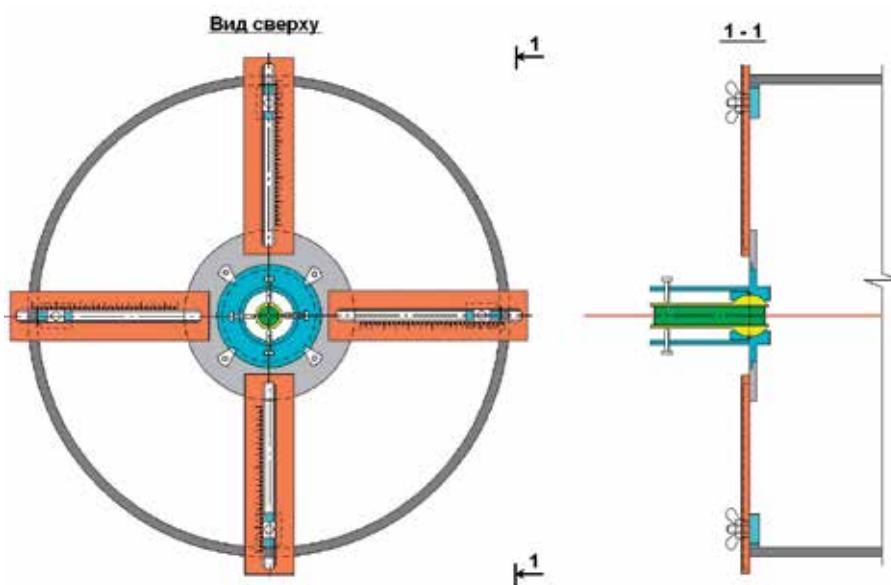


Рис. 9. Схема лазерного приспособления