УДК 528.4

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ГНСС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДВИЖКИ АРКИ БУГРИНСКОГО МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ ОБЬ

Петр Павлович Мурзинцев
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: petermur329@inbox.ru

Николай Сергеевич Косарев
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Антон Викторович Никонов
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: sibte@bk.ru

Рассмотрена технология ГНСС-измерений для обеспечения надвижки двух полусводов арочной металлической конструкции. Анализируется выбор контрольных точек и особенности геодезического обеспечения монтажа.

Ключевые слова: ГНСС-технологии, геодезическое обеспечение монтажа арочной металлической конструкции и двухсторонней надвижки.

GNSS-TECHNIQUES FOR SLIDING ARCH OF BUGRINSKY BRIDGE OVER OB RIVER

Petr P. Murzintsev
Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof. Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: petermur329@inbox.ru

Nikolay S. Kosarev
Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Physical Geodesy and Remote, tel. (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Anton V. Nikonov
Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: sibte@bk.ru

GNSS-measurements technique for sliding two semidomes of metal arch construction is considered. The choice of control points and features of geodetic support of mounting process are analyzed.

Key words: GNSS-techniques, geodetic support of metal arch construction mounting and two-way sliding.

В 2014 году коллекцию уникальных инженерных сооружений города Новосибирска пополнил еще один объект – пятый мост через великую сибирскую реку Обь. Полная длина мостового перехода с подходами по пойме реки составила 2091,2 м. За начальную точкой моста приняли точку на задней грани шкафной стенки устоя № 1 – на левом берегу (ПК 109+33,66). За конечную точку, взята точка, на задней грани открылка устоя №30 (ПК 130+24,86) – на примыкании насыпи на правом берегу).

В качестве автотранспортной артерии мегаполиса мост запроектирован, как магистральная улица общегородского значения непрерывного движения с расчетной скоростью 100 км в час.

Главной конструктивной особенностью мостового перехода, безусловно, является его уникальная металлическая арка. Длина арочного пролетного строения составляет 380 метров. (Арка - крупнейшая для стран СНГ и вторая аналогичной конструкции в мировом мостостроении, а если учесть экстремальные условия строительства и эксплуатации в Западной Сибири, то можно представить всю сложность решаемых задач, возникающих перед специалистами). Затяжка арки состоит из двух стальных коробчатых и двух главных стальных балок двутаврового сечения. Проезжая часть пролетного строения представляет из себя - металлическую ортотропную плиту, шириной 34.56 м. Стрела подъема комбинированной арки с затяжкой составила 74 м.

Надвижка арочного пролетного строения Бугринского моста выполнялась с использованием двухчастотных ГНСС приёмников Triumph-1 американской фирмы JAVAD в режиме реального времени (RTK) в местной системе координат (в СК арочного пролётного строения), в которой ось X совмещалась с осью арочного пролетного строения - от опоры 5 на опору 6. Достоинством этой условной системы координат является тот факт, что при определении прямоугольных координат «сразу» видны отклонения от оси X (совпадающей с осью опоры 5) и от оси У.

Для обеспечения работы в режиме RTK каждый ГНСС приёмник оснащался SIM-картой, поддерживающей дополнительную опцию статического IP. В результате появилась возможность управления и получения данных с приёмников от удалённого компьютера со специализированным программным обеспечением, подключенным к сети Интернет. Если под «стандартной» надвижкой можно понимать технологический процесс надвижки пролетного строения с одного берега на другой, то в случае монтажа арки Бугринского моста следует отметить ряд особенностей. Надвижка осуществлялась с обоих берегов навстречу двух многотонных металлических конструкций друг другу. Успех этого важнейшего технологического процесса во многом определялся эффективной работой геодезической службы. На рис. 1 показан фрагмент надвижки полусводов металлической арки.

Технология надвижки с использованием ГНСС технологий в режиме реального времени включала в себя несколько этапов. Приемники устанавливались на двух полусводах арки, и крепились к аванбекам специальными крепежами, обеспечивающими их вертикальность и неизменность планового положения в любой момент надвижки (рис. 2).



Рис. 1. Надвижка полусводов арки



Рис. 2. Установка приёмников ГНСС на двух полусводах арки

Два спутниковых приёмника устанавливались на подходах к мосту, на пунктах с известными координатами (в системе координат арочного пролётного строения) (рис. 3).

Далее выполнялась процедура запуска приёмников, вначале базовых, затем мобильных. При запуске базовой станции задавались координаты известного пункта в местной системе координат арочного пролётного строение. Процедура запуска приёмников выполнялись на контроллере, который подключается к нужному устройству через соединение Bluetooth.

После запуска приёмников в режиме RTK базовый приёмник начинал передачу корректирующих данных, которые записывались отдельным файлом и передавались в программу обработки (JAVAD Justin) при подключении через Интернет. Данные с роверов по протоколу NTRIP поступали на компьютер в программный комплекс Javad Justin.

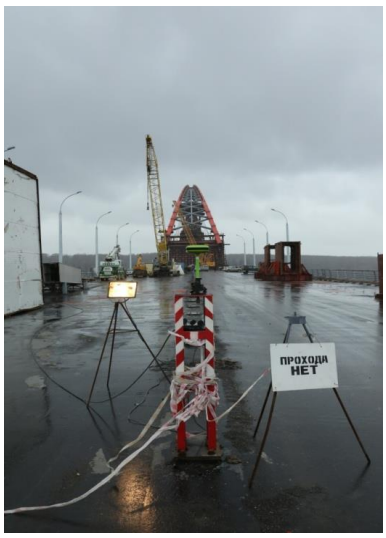


Рис. 3. Пункт с известными координатами (база)

В программном комплексе Javad Justin вычислялись положения мобильных приёмников в СК арочного пролётного строения и затем сравнивались с проектными.

Дополнительно производился контроль перемещения пролётного строения с использованием электронного тахеометра со стороны опор, на которые производится надвижка (рис. 4).



Рис. 4. Контроль перемещения пролётного строения с использованием электронного тахеометра LeicaTS 06

Согласно проекту, монтаж арочного пролетного строения должен был производиться в 18 стадий. При этом величина смещения надвигаемого пролетного строения с оси мостового перехода не должна превышать 100 мм.

Некоторые геометрические параметры, характеризующие Бугринский мост, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Геометрические параметры Бугринского моста

Наименование участка	Границы	Схема (расчетные пролеты)	Длина, м
Левобережный пойменный участок	Опора 1, ПК 109+33,66 Опора 5, ПК 112+29,99	62,5+2x78+74,4	296,33
Русловой участок (арочная часть)	Опора 5, ПК 112+29,99 Опора 6, ПК 116+10,85	380	380,86
Правобережный пойменный участок	Опора 6, ПК 116+10,85 Опора 30, ПК 130+24,86	(77,5+2x78+74,5)+ (59,5+4x66+59,5)+ (74,5+105+74,7)+ 2x(41,5+2x42+41,5)+ (41,5+42+36,1)	1414,01

После каждого этапа производили геодезический контроль по заранее выбранным и закрепленным точкам. Контроль осуществлялся по 8 накерненным точкам на крайней паре блоков, видимых после надвижки на стапеле (по 4 точки на каждый блок), по 2-ум наклеенным отражательным маркам на первых блоках (ближайших к аванбеку), и по 2-ум отражательным маркам, наклеенным на аванбеке (осевая и контрольная), для проверки положения оси арочного пролетного строения.

Требования к точности геодезических работ, и непрерывному координатному обеспечению строительно-монтажных работ удалось выполнить, во многом благодаря эффективному применению ГНСС технологий.

8 октября 2014 года с участием Президента РФ Бугринский мост был успешно сдан в эксплуатацию.

За предоставленный материал авторы выражают глубокую признательность заместителю главного геодезиста ОАО «Сибмост» Савинову Владимиру Ильичу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К. М., Карпик А. П. Мониторинг объектов с применением GPS-технологий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 1. – С. 53–66.

2. Мурзинцев П. П. Возможности применения спутниковых навигационных систем при монтаже пролетных строений // Науч.-техн. конф. преподавателей СГГА, 1996. – С. 90.

3. Мурзинцев П. П. Геодезическое обеспечение мониторинга мостовых переходов в Новосибирской области // Геомониторинг на основе соврем. технологий сбора и обработки информации, посвящ. 90-летию К. Л. Проворова: тез. докл. – Новосибирск: СГГА, 1999. – С. 92.

4. Мурзинцев П. П., Казаненко Н. А. Применение геодезических приемников для обеспечения строительства опор моста через пролив Босфор «Восточный» на остров «Русский» в г. Владивосток // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 155–160.

© П. П. Мурзинцев, Н. С. Косарев, А. В. Никонов, 2015