

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ СУДОВ

А.В. Зубов (Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова)

В 1978 г. окончил маркшейдерский факультет Ленинградского горного института им. Г.В. Плеханова по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работает в СПГГИ, в настоящее время — доцент кафедры инженерной геодезии.

Т.В. Зубова (Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова)

В 1980 г. окончила маркшейдерский факультет Ленинградского горного института им. Г.В. Плеханова по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работала во ВНИИ космоаэрогеологических методов. В настоящее время — преподаватель кафедры инженерной геодезии.

Ю.Х. Гилевский (Санкт-Петербургский техникум геодезии и картографии)

В 1965 г. окончил Ленинградский топографический техникум по специальности «геодезия». После окончания техникума работал на предприятии №10 Главного управления геодезии и картографии СССР. В 1974 г. окончил Ленинградский горный институт им. Г.В. Плеханова по специальности «инженерная геодезия». В настоящее время — заместитель директора Санкт-Петербургского техникума геодезии и картографии.

Геодезические методы измерений применяются для решения многих прикладных задач: от геометрического контроля параметров строящихся сооружений до обеспечения сборки крупногабаритных объектов, например, кораблей. Корабль является сложным и материалоемким объектом, поэтому еще на этапе его проектирования требуется исследовать такие характеристики, как скорость, осадка, дифферент, траектория движения, крен, угол отклонения от курса и т. д. Данной проблемой занимаются специалисты Центрального научно-исследовательского института им. академика А.Н. Крылова, который в настоящее время является ведущим центром в области кораблестроения и морской техники России.

Для исследования перечисленных выше характеристик создается модель, представляющая собой уменьшенную копию будущего корабля. Модель помещается в специально пред-

назначенный для ее исследования бассейн. На рис. 1 показан общий вид маневренно-мореходного бассейна ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова, в котором проводились описанные в статье геодезические работы. Бассейн имеет размер 22х35 м и глубину около 3 м. Он предназ-

начен для испытания моделей судов длиной 2–3 м, снабжен устройством для искусственного создания волн до 0,15 м и их гашения, имитацией пирса, устройством для исследования свободного падения спасательных лодок и др. Таким образом, можно сказать, что он представ-



Рис. 1
Общий вид бассейна

ляет собой уменьшенную модель акватории, позволяющую искусственно создавать такие погодные условия, с которыми может столкнуться корабль, находясь в открытом море.

Для наблюдения и исследования основных характеристик будущего корабля в бассейне использовалось оборудование компании Qualisys (Швеция), состоящее из 8 чувствительных инфракрасных камер слежения, которые располагаются по 4 на двух станциях (рис. 2) по разным углам бассейна. Такое расположение позволяет камерам полностью охватить поверхность бассейна, где проводятся испытания. Задачей данного оборудования является регистрация поведения испытуемой модели. Скорость работы камеры составляет 1000 измерений в секунду, что позволяет регистрировать мельчайшие перемещения модели путем регистрации положения маркеров — маленьких отражателей, прикрепленных к модели судна.

Одновременная съемка несколькими камерами маркеров на модели, а также вспомогательных точек, позволяет определить пространственные координаты маркеров, по которым автоматически строится движение модели для последующего просмотра и анализа.

Назначение геодезических работ заключалось в определении координат центра фокуса объектива каждой камеры, инфракрасных светодиодов и вспомогательных точек, необходимых для последующей компьютерной обработки результатов съемки и исследования поведения модели.

Центр фокуса камеры и другие координируемые точки визуально отсутствуют, поэтому вместо них наблюдалась специально изготовленная марка, которая устанавливалась на каждой точке, где в дальнейшем планировалось расположить

оборудование. Марка представляет собой визуальную цель, перекрестие которой совпадает с центром фокуса объектива в плане и по высоте.

Для определения координат были созданы локальные линейно-угловые плановая и высотная сети. Известно, что точность определения координат пунктов любой геодезической сети зависит от конфигурации создаваемой сети и точности измерений. Задача состояла в том, чтобы обеспечить требуемую точность определения координат точек 1–1,5 мм при помощи электронного тахеометра RecElta13C.

Конструкция бассейна не позволяла установить электронный тахеометр как в центре бассейна, так и на консолях по периметру помещения. Поэтому измерения выполнялись с двух точек, расположенных на бетонных опорах бассейна около волногасителей, высоко над уровнем пола.

Таким образом, вынужденная геометрически неудачная конфигурация сети в основном улучшалась за счет увеличения числа избыточных измерений, которые составили 67 для плановой и 27 для высотной сети.

Наблюдения осуществлялись при двух положениях круга тахеометра многократным наведением на точку. Для повышения точности линейных измерений стальная рулетка предварительно компарировалась параллактическим методом по рейке Bala (Basis Latta), которая при коротких расстояниях (3–6 м) обеспечивала точность 0,5 мм.

Расстояния до марки определялись с помощью плоских отражателей. Кроме того, рулеткой и штангенциркулем были выполнены дополнительные измерения между смежными точками.

Так как большинство определяемых точек располагалось высоко над полом (бассейном), превышения определялись тригонометрическим нивелирова-



Рис. 2
Вид станции с установленными камерами

нием, выполненным тем же тахеометром.

Плановая и высотная сети уравнивались параметрическим способом с помощью программы «Mining navigator», разработанной СПГГИ, которая позволяет уравнивать и рассчитывать точность различных неравноточных геодезических построений.

При уравнивании средние квадратические погрешности измерений принимались равными для:

- горизонтальных и вертикальных углов — 10";
- расстояния, измеренного тахеометром, — 2 мм;
- расстояния, измеренного рулеткой, — 1 мм;
- расстояния, измеренного штангенциркулем, — 0,7 мм;
- превышения — 2 мм.

Параметры уравнивания не превысили априорно заданных. Это позволяет утверждать, что максимальная средняя квадратическая погрешность любой координаты не превышает 1,2–1,5 мм.

RESUME

In article are considered the geodetic works for exact definition of coordinates of devices used at supervision over models of the ships. The received experience can be used for performance of similar works in conditions of restrictions on moving of geodetic devices and choice of a place for their installation.