

УДК: 629.5.018.1

Модернизация измерительного комплекса Дальневосточного гидродинамического опытового бассейна КнАГТУ

А. Д. Бурменский, С. М. Копытов, А. Ю. Попов¹

Опытный бассейн Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета является уникальной гидродинамической лабораторией для Дальнего Востока и Восточной Сибири, крупнейшей в системе высшей школы Российской Федерации. В опытном бассейне возможно проведение различных экспериментов по изучению вопросов гидродинамики судов и гидродинамического воздействия на объекты океанотехники. В процессе модернизации, опытный бассейн был оснащен новыми регистрирующими датчиками. Это позволяет повысить качество и расширить возможности опытового бассейна в экспериментальных исследованиях. Приводится описание нового измерительного комплекса опытового бассейна КнАГТУ и принципы его работы.

Modernization of the measurement system of the Far Eastern hydrodynamic towing tank of KnASTU. *Andrey D. Burmenskiy, Sergey M. Kopytov, Aleksey U. Popov, Komsomolsk-on-Amur State Technical University.*

Towing tank KnASTU, is a unique hydrodynamic laboratory for the Far East and Eastern Siberia and the higher school of the Russian Federation largest in a system. In the towing tank is possible to conduct various experiments for the study of hydrodynamics of ships and the hydrodynamic effect on an ocean engineering. In the process of modernization, towing tank was equipped with new sensors registering. This allows us to improve the quality and expand distribution opportunities for towing tank in experimental studies. Describes a new measuring system towing tank KnASTU and principles of its operation.

Введение

Уже более 20 лет в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете при кафедре кораблестроения действует уникальная научная лаборатория «Опытный гидродинамический бассейн» [1].

Опытный гидродинамический бассейн КнАГТУ является самым большим учебно-научным экспериментальным комплексом в системе вузов России. В опытном бассейне ученые кафедры кораблестроения, сотрудники университета и ученые других вузов Дальневосточного региона проводят на-

¹ *Бурменский Андрей Дмитриевич – кандидат технических наук; Копытов Сергей Михайлович, Попов Алексей Юрьевич – сотрудники кафедры кораблестроения Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета.*

учные исследования по оценке эксплуатационных и мореходных качеств объектов океанотехники, надводных судов и подводных аппаратов [2].

В соответствии с рекомендациями «Международной конференции опытовых бассейнов» (МКОБ) опытовые бассейны должны оснащаться автоматизированными системами сбора и обработки информации. В процессе ремонта и модернизации опытового бассейна КнАГТУ, проводимых в рамках мероприятий аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 гг.)», была произведена широкая модернизация измерительного экспериментального комплекса.

Модернизация измерительной системы опытового бассейна

1

В процессе модернизации опытового бассейна КнАГТУ был проведен монтаж и отладка новых датчиков измерительного комплекса, а также модернизация существующих.

Были отремонтированы и модернизированы:

- электронная система управления волнопродуктора;
- тахогенератор системы измерения скорости буксировочной тележки;
- аналоговые датчики бортовой, килевой и вертикальной качки.

Были изготовлены и смонтированы новые датчики:

- бортовые волнографы;
- датчики мерной дистанции и электронный секундомер;
- универсальная тензометрическая подвеска с тензодатчиком Scaime;
- периодо-частотометр волнопродуктора.

Все эти датчики образуют единую автоматизированную измерительную систему, состоящую из трех функциональных частей:

- система измерения скорости буксировки модели;
- система измерения параметров волнения;
- система измерения буксировочного сопротивления и параметров перемещения модели.

Автоматизированная система сбора информации в опытовом бассейне (рис. 1) построена на базе персонального компьютера. Информация на ПК поступает с вынесенных датчиков, которые расположены в определенных местах бассейна, а также находятся на тележке с закрепленной моделью судна.

Все датчики разделены на аналоговые (пассивные) и цифровые (интеллектуальные), имеющие собственные интерфейсы для связи с ПК. Для ввода информации с аналоговых датчиков использован 8–канальный 12–разрядный USB аналого-цифровой преобразователь [3] с частотой преобразования 140 кГц.

Питание датчиков, закрепленных на неподвижных конструкциях бассейна, осуществляется напряжением +12 В, получаемым с блока питания самого ПК. Это позволяет использовать один и тот же многожильный кабель

(витую пару) для доставки питания к датчику и съема измерительного сигнала. Кроме того, существенно улучшается безопасность распределенной в пространстве измерительной системы с точки зрения возможности пробоя, при этом упрощается процесс включения и выключения системы.

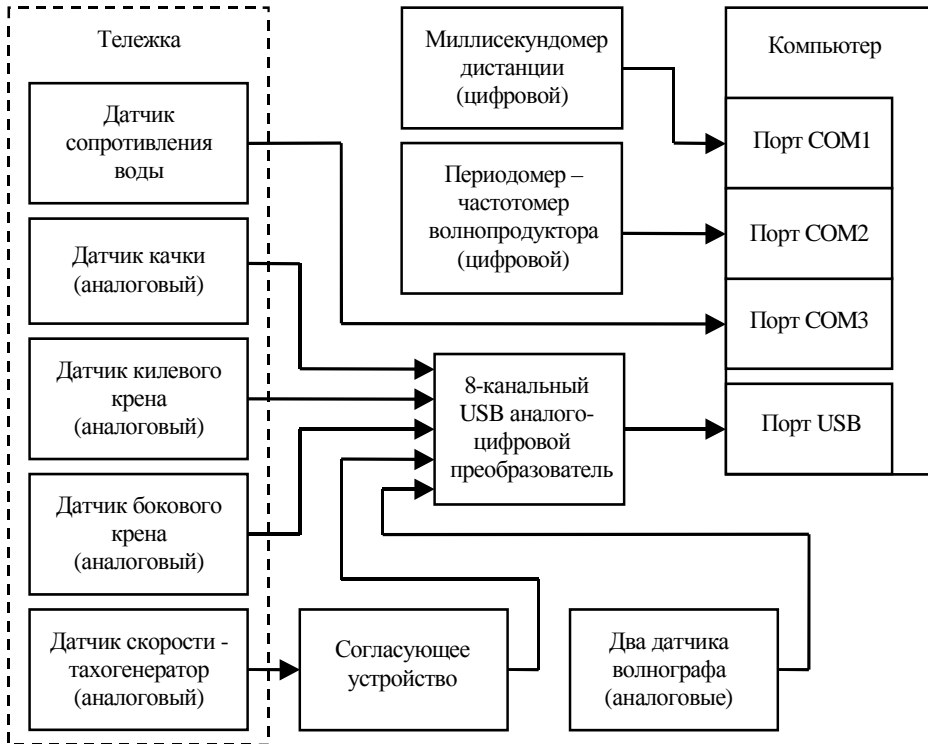


Рис. 1. Структурная схема сбора информации в опытном бассейне

Интеллектуальный датчик измерения буксировочного сопротивления требует повышенного напряжения питания +30 В. Поэтому для него использован дополнительный сетевой преобразователь постоянного тока, размещенный рядом с ПК.

Поскольку тележка представляет замкнутую движущуюся конструкцию, то для питания трех пассивных резистивных датчиков, размещенных на тележке, также используется это напряжение после стабилизации на уровне +5 В.

Интеллектуальные датчики построены на основе микроконтроллеров и поддерживают связь с ПК с помощью интерфейса RS-232, следовательно, могут напрямую подключаться к последовательным СОМ-портам компьютера. Недостаточное количество или отсутствие таких портов в ПК компенсируется установкой в слот PCI материнской платы карты расширения с дополнительными СОМ портами.

В аналого-цифровом преобразователе задействованы шесть каналов. Диапазоны входных сигналов установлены в пределах от 0 до +5 В. Преобразователь позволяет динамически опрашивать все входные каналы и регистрировать значения поступающих сигналов в реальном масштабе времени.

Датчики системы измерения скорости

Измерение времени прохождения мерной дистанции осуществляется электронным миллисекундомером (рис. 2). Этот интеллектуальный датчик имеет встроенный цифровой индикатор, на котором отображается результат измерения, передаваемый в компьютер.

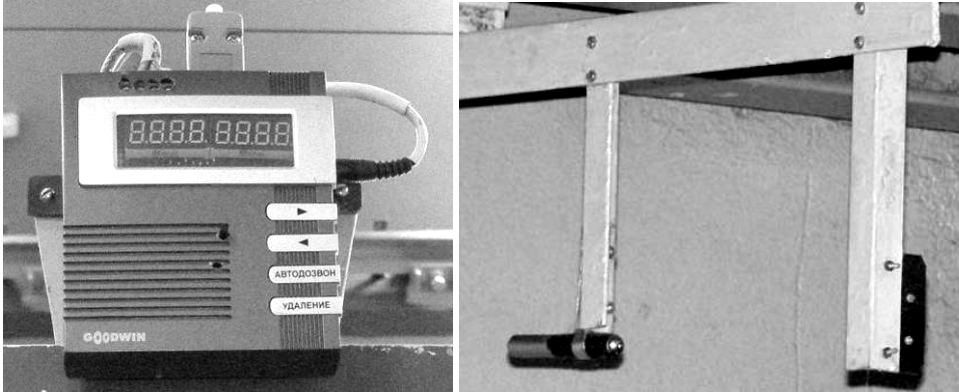


Рис. 2. Электронный секундомер и оптопара

Для запуска и остановки миллисекундомера использованы оптопары, расположенные в начале и конце мерной дистанции. На тележке закреплен флажок, пересекающий световой луч оптопара при движении.

Поскольку в зависимости от времени года и других факторов возможен механический дрейф флажка в направлении, перпендикулярном движению, расстояние между излучателем и фотоприемником выбрано порядка 30 см. Излучателем является полупроводниковый лазерный модуль, а фотоприемником – фотодиод со схемой усиления фототока. Для контроля настройки оптопары по месту рядом с фотоприемником установлен светодиод, который должен гореть при точном попадании луча на фотодиод.

Мерная дистанция в комплексе с миллисекундомером предназначена для тарировки датчика скорости и контроля проведения эксперимента.

В качестве датчика скорости используется тахогенератор постоянного тока, установленный на буксировочной тележке и связанный с осью колеса через повышающий редуктор. Для приведения уровня выходного сигнала тахогенератора к входному диапазону аналого-цифрового преобразователя и защиты его входа от перенапряжения использовано согласующее устройство, имеющее два поддиапазона измерения скорости – до 0,8 метра в секунду и до 5 метров в секунду.

Волнопродуктор и система измерения параметров волнения

Вторым интеллектуальным датчиком является периодомер-частотомер волнопродуктора. Волнопродуктор предназначен для создания волн, распространяющихся вдоль бассейна. Его конструкция содержит электродвигатель, управляемый тиристорным преобразователем, редуктор, понижающий частоту вращения, и шатунный механизм, создающий волну посредством качания погруженного в воду щита. На валу редуктора закреплен флажок, который один раз за период вращения входит в зазор неподвижной оптопары (рис. 3).

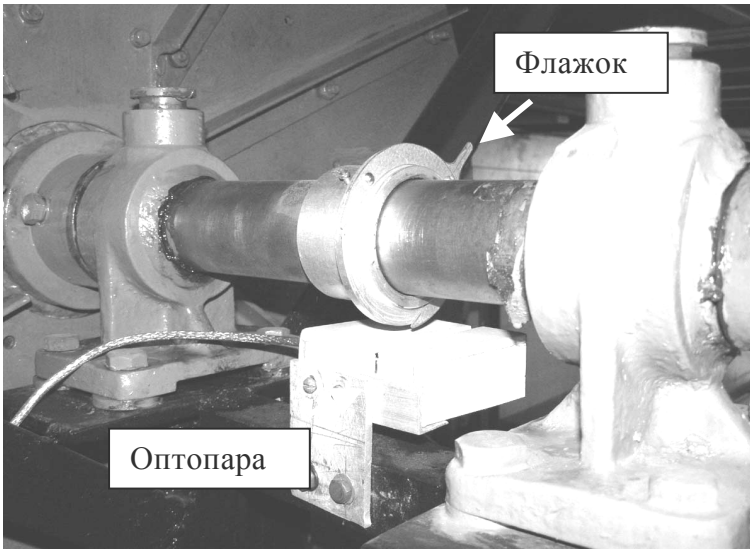


Рис. 3. Периодо-частотомер волнопродуктора

Микроконтроллер измеряет период вращения и пересчитывает ее в частоту, измеряемую в оборотах в минуту. Данная частота будет соответствовать частоте генерации волн. Периодомер-частотомер размещается в непосредственной близости от пульта управления тиристорным преобразователем волнопродуктора. Он имеет встроенный жидкокристаллический индикатор, по показаниям которого можно точно установить нужную частоту генерации волн. Параллельно отображению на индикаторе значения периода и частоты передаются в СОМ-порт компьютера.

Для измерения параметров волнения предназначены два датчика волнографа, представляющие собой однооборотные переменные резисторы с роторами на подшипниках, которые через роликую ременную передачу связаны с плавающими на поверхности воды буйками, закрепленными на шарнирах (рис. 4). Перемещения буйков позволяют определить амплитуду генерируемого волнения, а время прохождения одинаковой фазы волны между буйками, что также необходимо для регистрации фазовой скорости движения вол-

ны. Опорное напряжение +5 В для питания резисторов формируется на месте с помощью интегрального стабилизатора из напряжения +12 В, поступающего из блока питания компьютера.

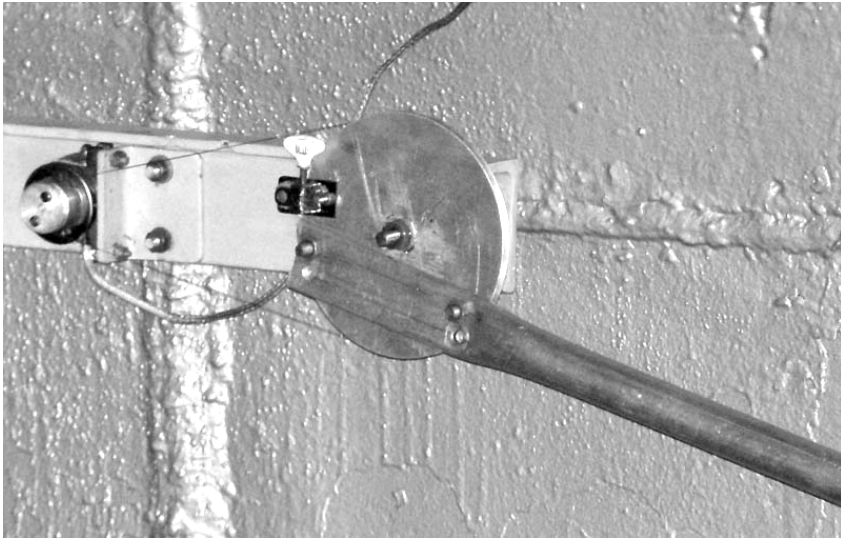


Рис. 4. Датчик волнографа

Датчики буксировочной системы



Рис. 5. Балка подвески с тензомостом

Третьим интеллектуальным датчиком измерительной системы является датчик сопротивления воды корпусу модели, размещенный на тележке. Датчик снимает дифференциальный сигнал с диагонали измерительного тензомоста, усиливает его, преобразует в цифровую форму и передает в СОМ-порт компьютера.

Балка с тензомостом встроена в конструкцию подвеса модели судна (рис. 5), электронный блок датчика размещен рядом на платформе тележки. Связь датчиков, установленных на тележке, с компьютером осуществляется с помощью жгута проводов, подвешенного на кольцах, скользящих по натянутой стальной проволоке.

Датчики бортовой килевой и вертикальной качки представляют собой три однооборотных переменных резистора с роторами на подшипниках. Они установлены на тележке и имеют механическую связь с моделью судна.

Все три датчика запитываются стабилизированным напряжением +5 В, получаемым на самой тележке из напряжения +30 В.

Тестирование работы датчиков

После монтажа датчиков была проведена их отладка и проверка работоспособности. Для снятия показаний с датчиков были написаны собственные программы опытового бассейна и кафедры кораблестроения. Активно используются стандартные программы снятия показаний, поставляемые вместе с датчиками.

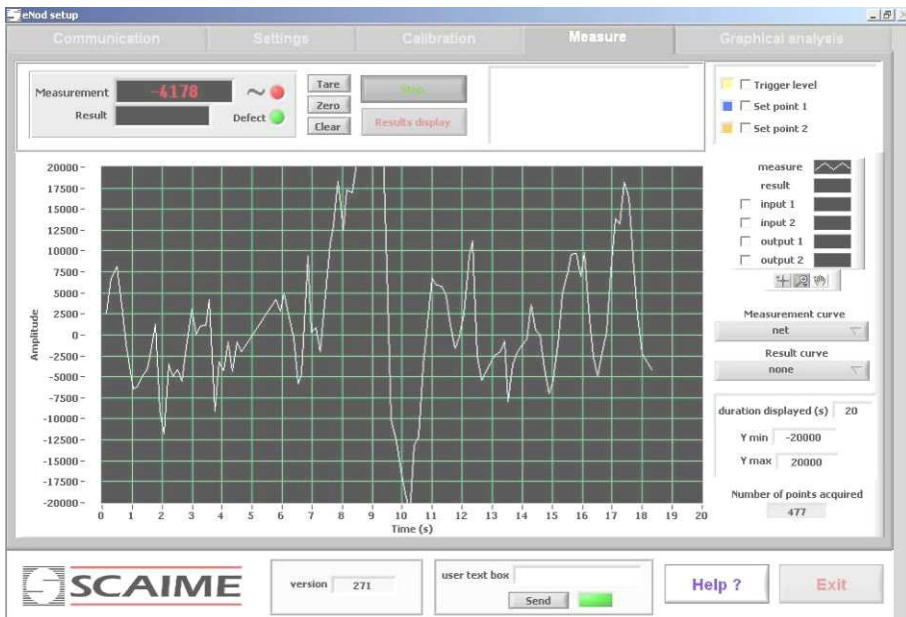


Рис. 6. Показания работы датчика буксировочного сопротивления

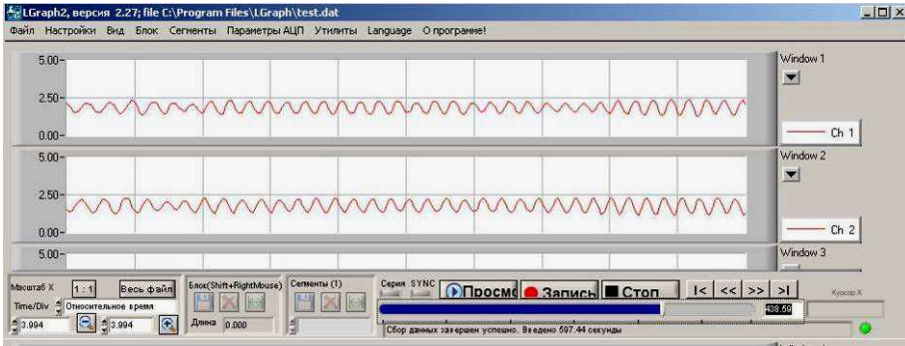


Рис. 7. Показания работы датчиков волнографа

1

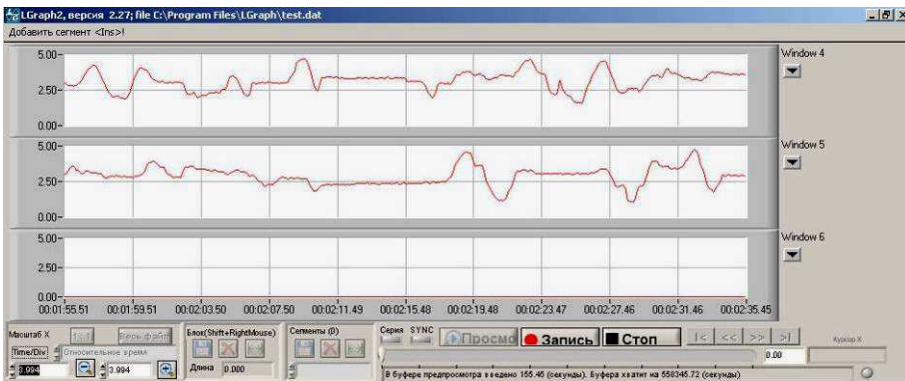


Рис. 8. Показания работы датчиков качки (вертикальная и килевая)

Проверка работоспособности датчиков проводилась для каждого по отдельности. На рис. 6–8 приведены скриншоты окон компьютерных программ, обслуживающих измерительную аппаратуру.

Заключение

Обеспечение качества проведения экспериментальных исследований в опытовом бассейне возможно лишь при условии комплексной автоматизации всех этапов проведения экспериментов на базе современной измерительной и вычислительной техники. Модернизация опытового бассейна КнАГТУ направлена на решение этих задач.

Для этого, наряду с модернизацией измерительной системы бассейна, в настоящее время проводится модернизация программного обеспечения экспериментальных исследований, с целью объединения всех датчиков в единую автоматизированную систему измерений и обработки результатов экспериментов.

Модернизация измерительного комплекса также позволит расширить экспериментальные возможности опытового бассейна КнАГТУ.

Литература

1. Тарануха Н. А., Мытник Н. А., Чижиумов С. Д., Бурменский А. Д., Козлов А. А. Гидродинамический опытовый бассейн КнАГТУ // Мореходство и морские науки–2009: избранные доклады Второй Сахалинской региональной морской научно-технической конференции. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. – С. 231–246.
2. Taranukha N. A., Mytnik N. A., Burmenskiy A. D., Kozlov A. A., Chizhiumov S. D., Zhurbin O. V. Far East Test Tank of KnASTU. // 24th Asian Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures (TEAM 2010). – Vladivostok, 2010. – P. 202–207.
3. Копытов, С. М. Система сбора информации для натурных испытаний в опытовом бассейне КнАГТУ // Материалы международной научно-технической конференции «Электротехнические комплексы и системы». – Вып. 5. – Т. 3. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – С. 287–290.