



# Автоматизированная система сбора и обработки данных скоростного опытового бассейна

Виктор Кочин, Владимир Мороз

Модельные испытания в опытовом бассейне являются наиболее достоверным способом исследования гидродинамических и аэродинамических характеристик современных типов судов. В статье рассмотрены особенности автоматизированной системы сбора и обработки данных для скоростного опытового бассейна Института гидромеханики НАН Украины.

## Назначение модельных испытаний в судостроении и судоходстве

Модельные испытания в опытовом бассейне являются наиболее достоверным способом исследования гидродинамических и аэродинамических характеристик современных типов судов. Прежде всего, это относится к судам с динамическими принципами поддержания (глиссеры, суда на воздушной подушке, экранопланы) и к быстроходным многокорпусным судам (катамараны, тримараны, пентамараны).

Как правило, в опытовом бассейне решаются задачи, связанные с гидродинамическими характеристиками проектируемых судов. В этом случае характеристиками, подлежащими исследованию, являются обычно буксировочное сопротивление, ходовой дифферент, перемещение центра тяжести по высоте, распределение давления на отдельных участках корпуса и т.п. Характерный вид движения модели судна в процессе проведения такого рода модельных испытаний в скоростном опытовом бассейне Института гидромеханики НАН Украины показан на рис. 1.

Кроме этого, в опытовом бассейне может решаться целый ряд задач аэродинамики быстроходных судов. Так, например, в скоростном опытовом бассейне Института гидромеханики НАН Украины используется способ решения аэродинамических задач экраноплана гидродинамическими методами. Для этого на дне бассейна установлен под-

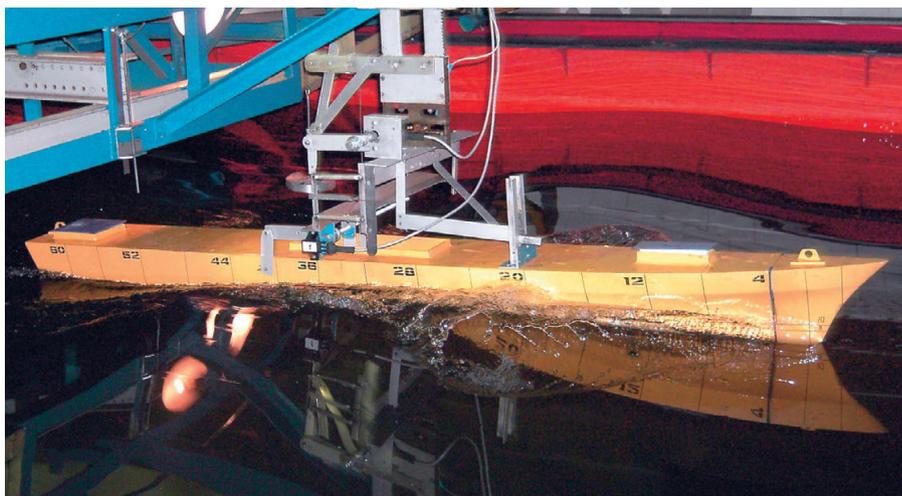


Рис. 1. Модель надводного судна в опытовом бассейне

водный экран, который секционирован на 4 участка. Секции могут быть как плоскими, так и волнообразными. Таким образом может быть собран экран разнородной формы. На рис. 2 показана схема проведения эксперимента, в котором установлены участок плоского экрана и два волновых участка с различной длиной волны.

Модель буксируется под водой вблизи экрана на пилоне, в нижнюю часть ко-

торого вмонтирован трёхкомпонентный тензометрический динамометр. Аэродинамическими характеристиками, подлежащими исследованию, в этом случае являются коэффициенты подъёмной силы, силы сопротивления и продольного момента в зависимости от высоты полёта над экраном и угла атаки. Характерный вид модели экраноплана в процессе проведения такого рода модельных испытаний в скоростном опытовом

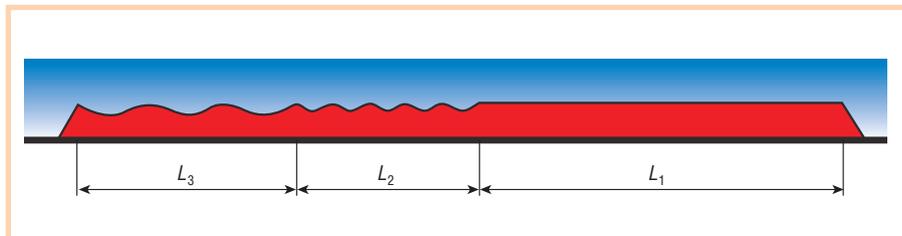


Рис. 2. Схема подводного волнового экрана в скоростном опытовом бассейне

бассейне Института гидромеханики НАН Украины показан на рис. 3.

Особенностью организации модельных испытаний в опытном бассейне сегодня является то, что ИТТС (International Towing Tank Conference) разработаны типовые методики и правила проведения самых различных типов испытаний в опытовых бассейнах (см. <http://ittc.sname.org/documents.htm>). Анализ этих руководящих документов показывает, что в современном опытном бассейне все измерения должны осуществляться с помощью автоматизированной системы сбора и обработки информации. Более того, точность измерений по всем измеряемым величинам достаточно жёстко регламентируется этими правилами.

Поэтому обеспечение своевременного и качественного проведения экспериментальных исследований в опытном бассейне возможно лишь при условии комплексной автоматизации всех этапов эксперимента на базе современной измерительной и вычислительной техники, а также использования эффективных математических методов планирования эксперимента и обработки данных.

### **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ**

Прежде всего следует отметить, что исследуемые в опытном бассейне гидродинамические процессы относятся к «низкочастотным» процессам. Если исследуются, например, волновые процессы на поверхности воды, то их частота редко превышает единицы герц. Даже если исследуются пульсации давления в пограничном слое, то их частота не превысит нескольких сот герц. Таким образом, частота опроса датчиков в автоматизированной системе сбора информации в опытном бассейне обычно не превышает 1 кГц, а количество самих датчиков, как правило, не больше 32.

Также нужно отметить, что темп проведения экспериментов в опытном бассейне составляет 15...20 минут, то есть после проведения одного эксперимента, длительность которого не более 1 минуты, следует перерыв длительностью 15...20 минут, который необходим для возврата буксировочной тележки на исходную позицию и успокоения воды. Такая особенность работы опытового бассейна позволяет организовать сбор и об-



Рис. 3. Модель экраноплана в опытном бассейне

работку результатов информации с «разделением времени»: непосредственно во время проведения эксперимента осуществляется только регистрация данных, а их обработка производится во время технологического перерыва.

Кроме перечисленных особенностей, следует также учесть ряд обстоятельств, влияющих на работоспособность автоматизированной системы сбора и обработки данных опытового бассейна, а именно:

- в экспериментах обычно используется широкая номенклатура датчиков (тензометрические динамометры, датчики давления, ускорения, углового положения и др.);
- в помещении опытового бассейна воздух имеет высокую влажность (в весенне-осенние периоды, когда отсутствует отопление, влажность воздуха может достигать 90% при температуре воздуха около 10°C);
- во время испытаний буксировочная тележка может двигаться с большими перегрузками (например, во время разгона буксировочной тележки перегрузки могут достигать значений до 1g, а во время торможения – до 5g).

### **СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ**

Из анализа особенностей работы автоматизированной системы сбора и обработки информации в опытном бассейне следует, что она должна иметь двухуровневую архитектуру. Первый уровень системы находится непосредственно на буксировочной тележке и позволяет автоматизировать сбор сиг-

налов с датчиков, оцифровку данных, сохранение данных в энергонезависимой памяти, ведение протокола экспериментальных исследований, предварительную обработку (экспресс-обработку) информации, передачу данных на пульт управления экспериментальной установки. Второй уровень системы находится на пульте управления опытовым бассейном и позволяет осуществлять полную обработку экспериментальных данных. Типовая схема системы первого уровня представлена на рис. 4.

Необходимо также отметить, что система сбора информации, находящаяся на буксировочной тележке, имеет модульную структуру. Модульная структура сочетает в себе экономическую эффективность и гибкость переконфигурирования. Возможность замены отдельных модулей, а не всей системы уменьшает стоимость её эксплуатации. Модульное исполнение позволяет легко переконфигурировать или модернизировать оборудование, меняя только необходимые модули, а не всю систему. Всё это экономит время и деньги, а также увеличивает эксплуатационный ресурс системы.

Как следует из рис. 4, устройство ввода информации является одним из основных элементов систем сбора и обработки данных. Современные устройства ввода информации содержат многоканальные аналогово-цифровые преобразователи, цифро-аналоговые преобразователи, порты дискретного ввода-вывода сигналов, таймеры/счётчики. Благодаря встроенной логике эти устройства ввода информации не имеют переключателей и переключателей. Все настройки и управление устройствами

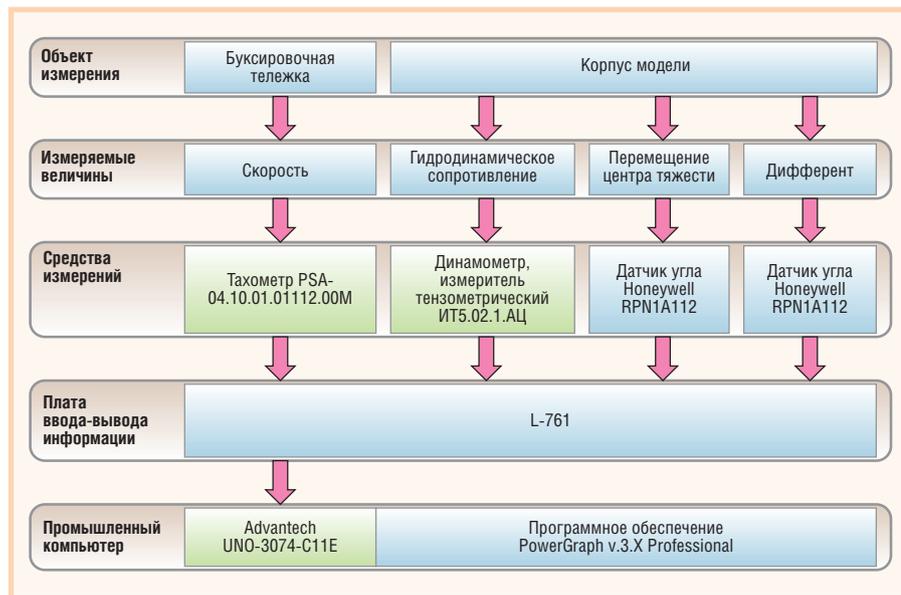


Рис. 4. Структура первого уровня автоматизированной системы опытового бассейна

ввода осуществляются программно. В скоростном опытовом бассейне Института гидромеханики НАН в качестве устройства ввода информации используется универсальная плата ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов L-761 (производство фирмы L-Card). Немаловажным аргументом в пользу выбора именно этих плат ввода-вывода явилось наличие разнообразного программного обеспечения, которое адаптировано к работе с ними. В частности, в автоматизированной системе опытового бассейна используется программное обеспечение PowerGraph v.3.X Professional ООО «Интероптика-С». Данное программное обеспечение обладает достаточной универсальностью и легко адаптируется для конкретных задач экспериментальных исследований. Для первого уровня системы программное обеспечение решает задачи сбора, регистрации, визуализации, предварительной обработки и хранения инфор-

мации, получаемой в ходе экспериментов, а также импортирования и экспортирования экспериментальных данных. Для второго уровня системы оно решает задачи полной обработки экспериментальных данных, успешно используя свой развитый математический аппарат.

В качестве ядра системы сбора экспериментальных данных в скоростном опытовом бассейне используется IBM PC совместимый промышленный компьютер модели UNO-3074-C11E компании Advantech. Данная модель встраиваемого промышленного компьютера адаптирована для работы в специфических условиях скоростного опытового бассейна. Во-первых, этот компьютер сохраняет работоспособность при значительных механических перегрузках (до 50g) и вибрациях (до 2g), что позволяет устанавливать его на буксируемых тележках. Во-вторых, расширенный диапазон рабочих темпе-

ратур (от  $-20$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ ) и устойчивость к высоким значениям относительной влажности (до 95%) делают возможной его круглогодичную эксплуатацию в специфических условиях помещения скоростного гидродинамического канала. В-третьих, данная модель адаптирована для работы без монитора (имеется индикация состояния компьютера, включающая 16 сигнальных диодов). В-четвёртых, все разъёмы и индикация находятся только с одной стороны корпуса компьютера, что облегчает его обслуживание. В-пятых, выбранная модель имеет наиболее широкую номенклатуру интерфейсов и слотов расширения, что позволяет переконфигурировать систему сбора экспериментальных данных для самых разнообразных задач.

Для иллюстрации работы автоматизированной системы сбора и обработки информации на рис. 5 показан характерный вид результатов испытаний модели (модель экраноплана, движущаяся вблизи экрана) в опытовом бассейне.

Здесь показаны временные зависимости измеряемых сигналов напряжения, соответствующих значениям продольного момента гидродинамических сил ( $Mz$ ), силы сопротивления ( $Rx$ ) и подъёмной силы ( $Pу$ ), действующих в процессе проведения опыта. В начальный период опыта (время от 0 до 3-й секунды) буксировочная тележка находится в состоянии покоя. В этот период времени регистрируются нулевые показания тензодинамометров. Затем с 4-й до 10-й секунды осуществляется разгон буксировочной тележки из состояния покоя до заданной скорости. С 10-й до 12-й секунды осуществляется установившееся по скорости движение модели в безграничной жидкости. Запись с 12-й до 14-й секунды отражает изменение сил, действующих на экраноплан во время его движения вблизи экрана. От 14-й до 17-й секунды – вновь движение модели вне экрана, после чего следует торможение буксировочной тележки и полная её остановка.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Внедрение автоматизированной системы сбора и обработки информации в опытовом бассейне позволяет проводить испытания в соответствии с требованиями ИТТС, что сегодня является непременным условием успешной работы любого опытового бассейна. ●

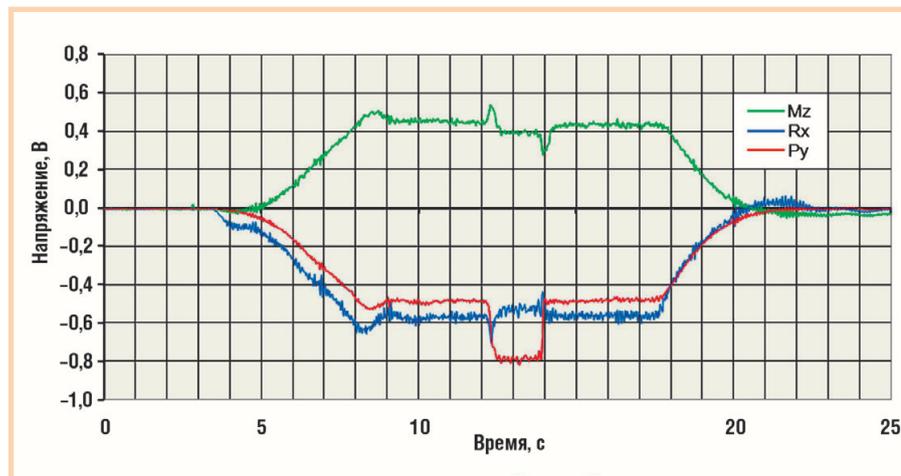


Рис. 5. Характерный вид результатов испытаний модели экраноплана в опытовом бассейне

E-mail: kochin@meta.ua

# Компактные промышленные компьютеры для установки в шкафы управления



## ADVANTECH

eAutomation

### Серия UNO-1100 Компактные встраиваемые компьютеры для монтажа на DIN-рейку

- Пассивная система охлаждения
- Отсутствие электромеханических компонентов
- Расширение платами PCI-104, PC/104+ и miniPCI
- Статическое ОЗУ с батарейным питанием
- Поддержка ОС Windows CE 6.0, Windows XPe и Linux



#### UNO-1150

Процессор AMD Geode GX  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
1 × RS-232  
2 × RS-232/422/485  
2 × USB



#### UNO-1150E

Процессор AMD Geode GX  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
1 × RS-232  
2 × RS-232/422/485  
2 × USB, PCI-104



#### UNO-1170

Процессор Intel Pentium® M/  
Celeron® M  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
2 × RS-232  
1 × RS-232/422/485  
4 × USB



#### UNO-1170E

Процессор Intel Pentium® M/  
Celeron® M  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
2 × RS-232  
1 × RS-232/422/485  
4 × USB, PC/104+, miniPCI



[www.advantech.ru](http://www.advantech.ru)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ КОМПАНИИ ADVANTECH В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

#113

**PROSOFT**®

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**САМАРА**  
**НОВОСИБИРСК**  
**КИЕВ**  
**УФА**  
**КАЗАНЬ**  
**ОМСК**  
**ЧЕЛЯБИНСК**  
**КРАСНОДАР**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: [info@spb.prosoft.ru](mailto:info@spb.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: [info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru) • Web: [www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru)  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: [info@samara.prosoft.ru](mailto:info@samara.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: [info@nsk.prosoft.ru](mailto:info@nsk.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: [info@prosoft-ua.com](mailto:info@prosoft-ua.com) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (347) 2925-216; 2925-217 • Факс: (347) 2925-218 • E-mail: [info@ufa.prosoft.ru](mailto:info@ufa.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (843) 291-7555 • E-mail: [kazan@prosoft.ru](mailto:kazan@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: [omsk@prosoft.ru](mailto:omsk@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: [chelyabinsk@prosoft.ru](mailto:chelyabinsk@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: [krasnodar@prosoft.ru](mailto:krasnodar@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

© СТА-ПРЕСС