

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БАЛЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ СУДНА

DEVELOPMENT OF A LABORATORY BENCH FOR THE STUDY OF OPERATING MODES AUTOMATED BALLAST SYSTEM OF THE VESSEL

**O. Kichigina
S. Kornienko
E. Chekotilo**

Summary. Modern higher education is focused on the training of highly qualified engineers capable of ensuring the technological sovereignty of Russian Federation. To achieve these goals, universities are creating educational spaces of a new format, the equipment of which requires the development of specialized laboratory benches. At the same time, the task of assembling own educational laboratory equipment based on domestic components and software is urgent. The article describes a laboratory bench designed to study the principles and operating modes of a modern automated ballast and drainage system of a vessel.

Keywords: laboratory bench, ship ballast device, automated system, operating modes.

Кичигина Ольга Юрьевна

*к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный морской технический университет»
olga1986kichigina@gmail.com*

Корниенко Семен Викторович

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет»
semka20018@gmail.com*

Чекотило Елена Юрьевна

*к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»
e_chekotilo@mail.ru*

Аннотация. Современное высшее образование ориентировано на подготовку высококвалифицированных инженеров, способных обеспечить технологический суверенитет нашей страны. Для достижения этих целей в университетах создаются образовательные пространства нового формата, оснащение которых требует разработки специализированных лабораторных стендов. При этом актуальной является задача сборки собственного учебного лабораторного оборудования на базе отечественных комплектующих и программного обеспечения. В статье описывается лабораторный стенд, разработанный для изучения принципов и режимов работы современной автоматизированной балластно-осушительной системы судна.

Ключевые слова: лабораторный стенд, судовое балластное устройство, автоматизированная система, режимы работы.

Ключевой задачей, стоящей перед нашей страной в условиях сложившейся геополитической ситуации и санкционного давления является достижение научно-технологического лидерства в приоритетных отраслях экономики и установления технологического паритета в наукоемких областях. Одной из отраслей, несомненно обладающей значительным потенциалом, выступает судостроение.

Создание собственных отечественных технологий и инновационных продуктов, в том числе мирового уровня для обеспечения решения приоритетных задач технологического суверенитета России невозможно без формирования системы опережающей подготовки высококвалифицированных инженеров. Опорным центром в сфере развития и поддержания кадрового потенциала судостроительной отрасли исторически является Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (далее — СПбГМУ). В рамках федеральных проектов «Приоритет 2030» и «Передовые инженерные школы» на базе СПбГМУ создаются специальные оборудованные для подготовки и переподготовки кадров

образовательные пространства. При этом уникальное оснащение учебных лабораторий проектируется и создается сотрудниками и студентами университета. Разработка собственных специализированных лабораторных стендов на базе отечественного оборудования и программного обеспечения позволяет учесть особенности преподаваемых дисциплин, в том числе специфику моделируемых и автоматизируемых технологических процессов. При этом готовые решения обладают расширенным по сравнению с предлагаемыми на рынке учебно-лабораторного оборудования продуктами функционалом и вполне могут конкурировать с имеющими более высокую рыночную стоимость комплексами [2].

Предметом данной статьи является созданный для обучения студентов специальности 26.05.02. Проектирование, изготовление и ремонт энергетических установок и систем автоматизации кораблей и судов лабораторный стенд, моделирующий работу балластно-осушительной системы. Разработка внедрена в учебный процесс в рамках дисциплин: «Современные методы проектирования систем автоматизации судов», «Автоматизация общесу-

довых систем», «Исполнительные устройства и регулирующие органы автоматических систем» [3].

Объектом моделирования стало разработанное учеными СПбГМУ в рамках НИОКР ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова» [1] судовое балластное устройство.

Разработка, обеспечивающая прием забортной воды (водяного балласта), перекачку ее по судну и удалению за борт, может быть использована как на грузовых судах (контейнеровозах, балкерах, паромках, и т.п.), во время переходов, испытывающих отклонения по крену и дифференту, так и на морских объектах (морских платформах, трубокладчиках и т.п.), требующих динамического ориентирования в условиях волнения.

В процессе проектирования лабораторного стенда:
 — осуществлена адаптация конструкции судового балластного устройства [1] и сформулированы требования к его габаритным размерам;

- разработаны функциональная (рисунок 1) и электрическая принципиальная схемы, на основе которых произведен подбор ключевых компонентов стенда: насосного оборудования и запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, а также элементов щита управления;
- произведен монтаж и сборка оборудования;
- реализован алгоритм управления и визуализация процессов на базе отечественного программного обеспечения.

Основными элементами функциональной схемы лабораторного стенда (рисунок 1) являются:

- балластные цистерны (левая и правая) — блоки 1 и 2 на рисунке;
- нереверсивный насос — 3, обеспечивающий перекачку воды между цистернами;
- электромагнитные клапаны — 4 и 5, установленные на всасывающих и напорных каналах трубопроводов;

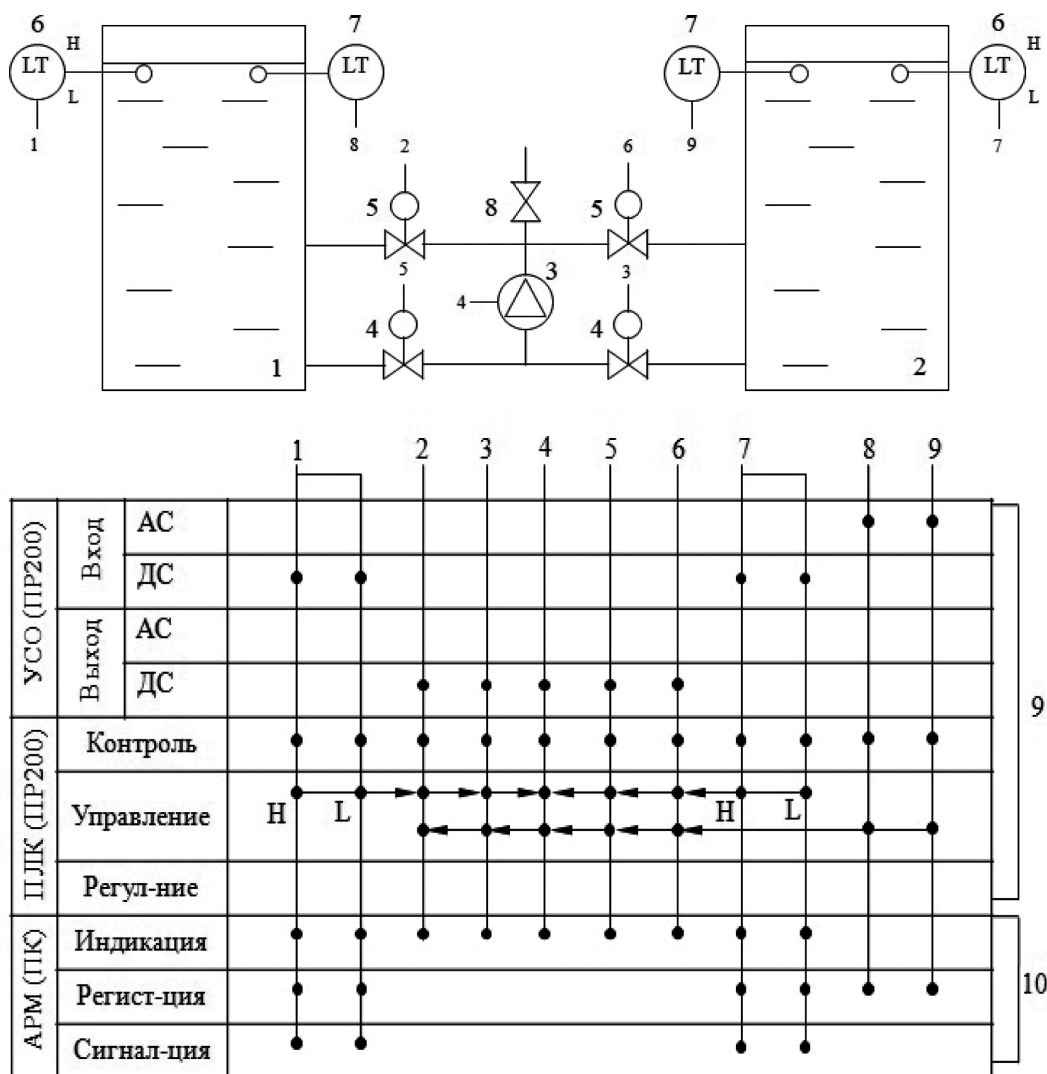


Рис. 1. Функциональная схема лабораторного стенда

- поплавковые сигнализаторы уровня (ПДУ-3.2.500.100/3) — 6;
- аналоговые датчики уровня (ПДУ-И.500.10) — 7;
- шаровой кран — 8, предназначенный для осушения системы;
- пульт управления — 9, базовым элементом которого является программируемый контроллер (ПР200-220.4);
- автоматизированное рабочее место оператора или инженера на базе персонального компьютера — 10, оснащенное программными средствами сбора данных, визуализации процесса, решения задач разработки проектов (OWEN Logic, MasterSCADA).

Результатом оценки функциональности и удобства использования учебного лабораторного оборудования, представленного на рынке, стало решение о проектировке учебно-лабораторного стенда в настольном исполнении (габаритные размеры — 85x170x40 см, вес без нагрузки — 19 кг). Такая конструкция совмещает достоинства напольных и мобильных установок: удобна для транспортировки и подходит для установки на лабораторных столах, что позволяет экономить рабочее пространство без потери функционала системы.

На этапе проектирования конструкции в соответствии с техническим заданием и утвержденными габаритными размерами была существенно модернизирована исходная компоновка устройства [1], требовавшая установки в его лабораторном представлении трех ци-

стерн — двух основных и одной расходной. В результате система была приведена к закрытому исполнению, сократилось количество дистанционно-управляемых клапанов (с 6 до 4 шт.). Это позволило существенно упростить установку и повысить ее надежность (рисунок 2).

В результате на базе разработанного стенда реализованы следующие функции и режимы работы балластно-осушительной системы [4]:

1. измерение, индикация и сигнализация предельных значений уровня воды в цистернах;
2. измерение, трассировка уровня воды в цистернах по данным с аналоговых датчиков;
3. перекачка в автоматическом и ручном режиме балласта с правого на левый (с левого на правый) борт по сигналу, поступающему от датчиков верхнего и нижнего уровня;
4. сброс (осушение) излишних балластных вод из цистерн в ручном режиме;
5. определение угла крена по перепаду уровня воды в цистернах;
6. выравнивание в автоматическом режиме уровня воды в цистернах (стабилизация угла крена);
7. формирование журналов тревог.

Программно-аппаратный лабораторный стенд активно используется в учебном процессе кафедры «Судовая автоматика и измерения» СПбГМУ для подготовки специалистов в области проектирования систем автоматизации кораблей и судов.



Рис. 2. Конструкция установки

ЛИТЕРАТУРА

1. Судовое балластное устройство [Электронный ресурс]: пат. 160593 Российская Федерация: МПК В63В 43/06 (2006.01), В63В 13/00 (2006.01)/ Соколов С.С., Нырков А.П., Черный С.Г., Жиленков А.А.; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова». — №2015147624/11; заявл. 05.11.2015; опубл. 27.03.2016. — Электрон. версия печ. публ. — Доступ с сайта ФГУ ФИПС.
2. Васюков С.А. Системный подход применения электроизмерительных приборов и средств компьютерного моделирования в лабораториях вузов технического профиля // Машиностроение и компьютерные технологии. 2017. № 09. С. 24–43.
3. Павлова И.В., Потапов А.А. Опыт разработки лабораторных стендов студентами в рамках проектного обучения / Преподаватель XXI век. 2021. № 1 Часть 1. С. 114–121. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-114-121/
4. Нургалиев Р.К., Кузьмин В.В., Куликов Ю.А., Чупаев А.В., Галямов Р.Р., Гайнуллина А.А. Лабораторный стенд для изучения систем автоматизации узлов коммерческого учета жидких продуктов / Вестник технологического университета. 2013. Т.16. № 1. С.67–70.

© Кичигина Ольга Юрьевна (olga1986kichigina@gmail.com); Корниенко Семен Викторович (semka20018@gmail.com);

Чекотило Елена Юрьевна (e_chekotilo@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»