

УДК 621.43.06  
EDN ITVOUB

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОДВЕСНЫХ ЛОДОЧНЫХ МОТОРОВ

**К.Е. Хмельницкий**, канд. техн. наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, 414056 Россия, Астрахань, ул. Татищева, 16/1, e-mail: chuchera80@mail.ru

Статья посвящена разработке мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности подвесных лодочных моторов в натурных условиях эксплуатации маломерных судов. Актуальность работы обусловлена систематическим занижением номинальной мощности производителями подвесных лодочных моторов (ПЛМ), что повышает риск аварий. Для решения проблемы сотрудниками научно-учебно-производственной лаборатории «Подвесные лодочные моторы» кафедры эксплуатации водного транспорта и промышленного рыболовства ФГБОУ ВО «АГТУ» были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в рамках которых был разработан мобильный прибор для измерения мощности ПЛМ в натурных условиях, основанный в части принципа действия, а также математической модели на наработках ранее построенного на кафедре стационарного стенда «Малый опытовый бассейн», имеющего два патента на полезную модель RU 196596 U1, 06.03.2020 и RU 182049 U1, 01.08.2018 [1, 2]. Основными задачами научной работы стали разработка мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности ПЛМ; создание физической модели прибора; разработка программного обеспечения; проведение экспериментальной апробации на базе малого опытового бассейна и в натурных испытаниях в акватории р. Волга; проведение обработки результатов испытаний, сопоставление полученных данных с заявленной мощностью ПЛМ и оформление предварительного и окончательного отчета о проделанной НИОКР. В процессе производства работ все задачи были решены и в рамках договора на НИОКР был создан прибор, с помощью которого представилась возможность определять мощность как подвесных, так и стационарных энергетических установок маломерных судов. В данной статье описывается состав прибора, условия использования, программа испытаний ПЛМ и приведены некоторые результаты испытаний.

**Ключевые слова:** подвесной лодочный мотор, измерение мощности, маломерное судно, швартовые испытания, мобильный комплекс.

**Для цитирования:** Хмельницкий К.Е. Разработка мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности подвесных лодочных моторов / К.Е. Хмельницкий // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2025. — № 81. — С. 86 — 95. — EDN ITVOUB.

## DEVELOPMENT OF A MOBILE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR MEASURING THE POWER OF OUTBOARD MOTORS

**K.E. Khmel'nitsky**, PhD, Associate Professor, Astrakhan State Technical University, 414056 Russia, Astrakhan, Tatishcheva ul., 16/1, e-mail: chuchera80@mail.ru

The article is devoted to the development of a mobile software and hardware complex for measuring the power of outboard motors in full-scale operating conditions of small vessels. The relevance of the work is due to the systematic underestimation of the rated power by the manufacturers of outboard motors, which increase the risks of accidents. To solve this problem, the staff of the scientific, educational and production laboratory for outboard motors of the Department of Water Transport Operations and Industrial Fisheries of the Astrakhan State Technical University conducted research and development works, which included the development of a mobile device for measuring the power of outboard motors in field conditions. The device is based on the principle of operation and mathematical model used in the previous project of the department — the stationary rig "Small experience pool" (utility model patents RU 196596 U1, 03/06/2020 and RU 182049 U1, 08/01/2018 [1;2]). The main objectives of the scientific work were the development of a mobile software and hardware complex for measuring the power of outboard boat motors; creation of a physical model of the device; software development; experimental testing on the basis of a model basin and field tests in the waters of the Volga River; carrying out the processing of test results, comparing the data obtained with the declared power of outboard motors and preparing a preliminary and final report on the R&D carried out. In the course of the work, all the tasks were solved and, within the framework of the R&D contract, a device was created with which it was possible to determine the power of both outboard and stationary power plants of small ships. This article describes the composition of the device, the climatic conditions of use, the test program for outboard motors using the device, and some test results.

**Keywords:** outboard motor, power measurement, small vessel, mooring tests, mobile complex.

**For citation:** Khmel'nitsky K.E. Development of a mobile software and hardware complex for measuring the power of outboard motors. *Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping*. 2025. No. 81. P. 86 — 95. EDN ITVOUB. (In Russ.)

## ВВЕДЕНИЕ

Информация о мощности подвесных лодочных моторов (далее ПЛМ) является одним из важнейших параметров в эксплуатации маломерного транспорта. Подобранный с нарушениями ПЛМ может отрицательно повлиять на динамические характеристики, включая остойчивость и маневренность как глиссирующих судов, так и судов, изначально предназначенных для использования в водоизмещающем режиме [3], а кроме того, возрастает риск деформации корпуса. Контроль за мощностью ПЛМ маломерных судов в настоящее время возложен на ФКУ ГИМС, но, ввиду отсутствия соответствующей приборной базы, осуществление контроля возможно только на основании технической документации, сопровождающей ПЛМ. Актуальность разработки мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности ПЛМ заключается в том, что на сегодняшний день на российский рынок поступает масса моторов с заявленной производителем в технической документации мощностью 9,9 л.с, а по факту имеющих мощность 15 л.с, 18, 20, 25, 30, 40 л.с. Моторы с заявленной мощностью 9,9 л.с, согласно открытым источникам, являются самыми востребованными, так как правилами ФКУ ГИМС определено, что суда весом до 200 кг с мощностью ЭУ до 10,8 л.с находятся в сегменте судов/моторов, не требующих регистрации в контролирующих органах и права на управление маломерным судном. Необходимо отметить, что данное несоответствие документации и фактических показателей мощности отмечено не только у малоизвестных брендов, но и у именитых брендов японского, американского и китайского происхождения. Ситуация складывается таким образом, что в настоящее время возрастает количество незарегистрированных маломерных судов, которые фактически не облагаются налогом, за рулем/румпелем которых судоводители, не имеющие удостоверения на право управления судном, что увеличивает риск аварий. Согласно данным Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС) МЧС России, число чрезвычайных происшествий с маломерными судами выросло на 228 % в период с 2021 по 2023 г.; за восемь месяцев 2023 г. зарегистрировано 185 инцидентов, в результате которых погибли 132 человека и пострадали 42, а 19 числятся пропавшими без вести [4]. Данный прибор может стать основой для реализации проверок в проведении рейдов контролирующими органами, а также в качестве тестирующего и диагностического устройства в процессе отладочных работ после ремонта ПЛМ. Согласно п. 3.5 ГОСТ 28556-2016 «Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности» [5], эффективная мощность мотора — это заявленная изготовителем мотора максимальная мощность мотора по ГОСТ ИСО 8665:2006 «Суда малые. Судовые главные гребные двигатели и системы. Измерение мощности и заявленные значения» (ISO 8665:2006 Small craft — Marine propulsion reciprocating internal combustion engines — Power measurements and declarations) [6], которая может быть снята с вала его винта (или вала импеллера водомета). Эффективная мощность мотора указывается в эксплуатационной документации, прикладываемой к мотору, а также приводится в справочных и рекламных материалах.

Таким образом, требуемая для оценки мощность должна быть зафиксирована на гребном валу ПЛМ. Учитывая, что требуется измерить мощность на открытой воде в натурных условиях, применение таких методов оценки мощности, как построение индикаторной диаграммы и измерение мощности на гребном валу при помощи динамометрического стенда или мулнетки, не могут быть использованы для оперативных измерений.

Предлагаемым методом оценки мощности ПЛМ является применение швартовых испытаний (что требует использования максимальной мощности мотора) с измерением упора, создаваемого на транце маломерного судна, и частоты вращения коленчатого вала, что с учетом передаточного отношения редуктора дает возможность оценить частоту вращения гребного винта.

## 1. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В научно-технической литературе [7, с. 400; 8, с. 13; 9] приводится формула для оценки упора  $T$  (кН), создаваемого гребным винтом судов на швартовах:

$$T = 1,13 \cdot (1,9 - H_v/D_v) \cdot P_v / (D_v \cdot n), \quad (1)$$

где  $H_v$  — шаг гребного винта, м;  
 $D_v$  — диаметр гребного винта, м;  
 $P_v$  — мощность, потребляемая гребным винтом, кВт;  
 $n$  — частота вращения гребного винта,  $s^{-1}$  (об/с).

Из формулы (1) можно выразить требуемую фактическую (эффективную) мощность  $P_B$  (кВт), которая будет рассчитываться соответственно по формуле:

$$P_B = \frac{T \cdot D_B \cdot n}{1,13 \cdot (1,9 - H_B / D_B)} \quad (2)$$

Таким образом в результате разработанности темы появилось основание для проведения работ по созданию мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности ПЛМ.

Для создания мобильного прибора была подобрана программно-аппаратная база, схематично приведенная на рис. 1.

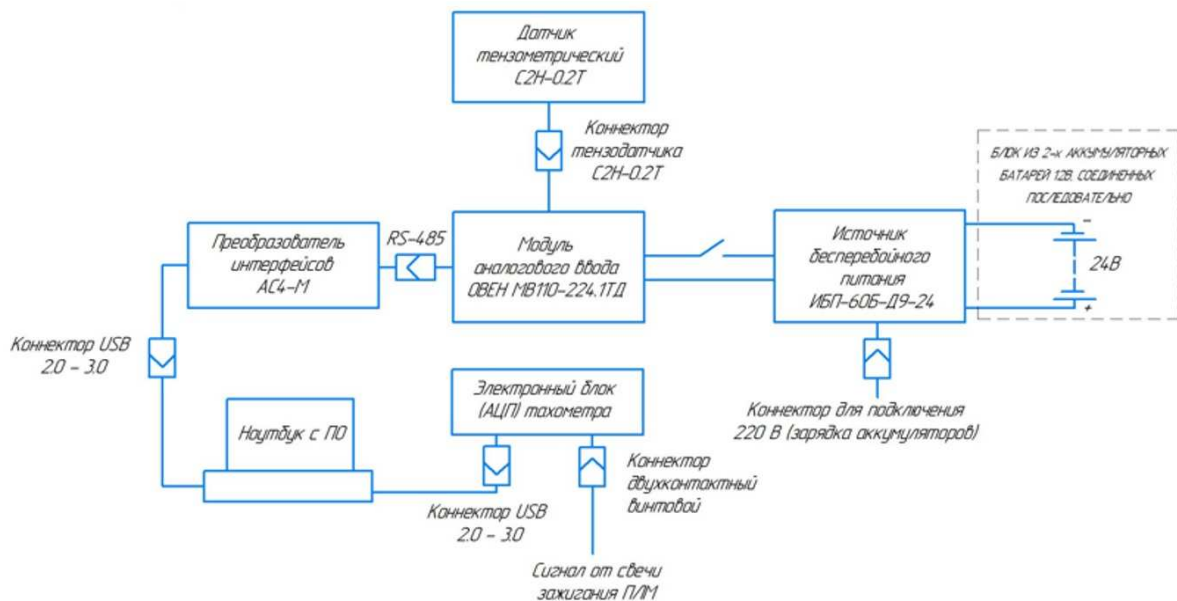


Рис. 1. Схема подключения основных элементов мобильного программно-аппаратного комплекса для измерения мощности ПЛМ

Согласно схеме, прибор запитан в части измерения упора винта напряжением 24В, блоком из двух аккумуляторных батарей по 12В, подключенных последовательно. Сигнал с тензометрического датчика преобразуется из аналогового сигнала в цифровой и далее, через преобразователь интерфейсов, обеспечивающий корректный обмен данными между устройствами, USB-проводом подключается к ноутбуку (ПК) с соответствующим программным обеспечением, названным «ТестМотор2». Сигнал от свечи подается в электронный блок (АЦП) тахометра, который работает как счетчик количества импульсов, соответствующих частоте вращения коленчатого вала ДВС ПЛМ, возбуждаемых в катушке зажигания и проходящих по высоковольтному проводу свечи. Блок тахометра запитан напряжением 5В от USB-провода, который также подключается к ПК.

#### Состав прибора.

В состав прибора входят следующие основные элементы (рис. 2):

- модуль аналогового ввода «Овен» МВ110-224.1 ТД — 1 шт.;
- преобразователь интерфейсов «Овен» АС4-М — 1 шт.;
- источник бесперебойного питания «Овен» ИБП60Б-Д9-24 — 1 шт.;
- датчик весоизмерительный тензорезисторный С2Н-0.2-С3 — 1 шт.;
- тахометр на базе микроконтроллера STM — 1 шт.;
- монтажный щит типа ST (400 × 400 × 200 мм) — 1 шт.;
- аккумуляторные батареи SF1207 12 В — 2 шт. (соединенные последовательно для генерации напряжения 24 В).

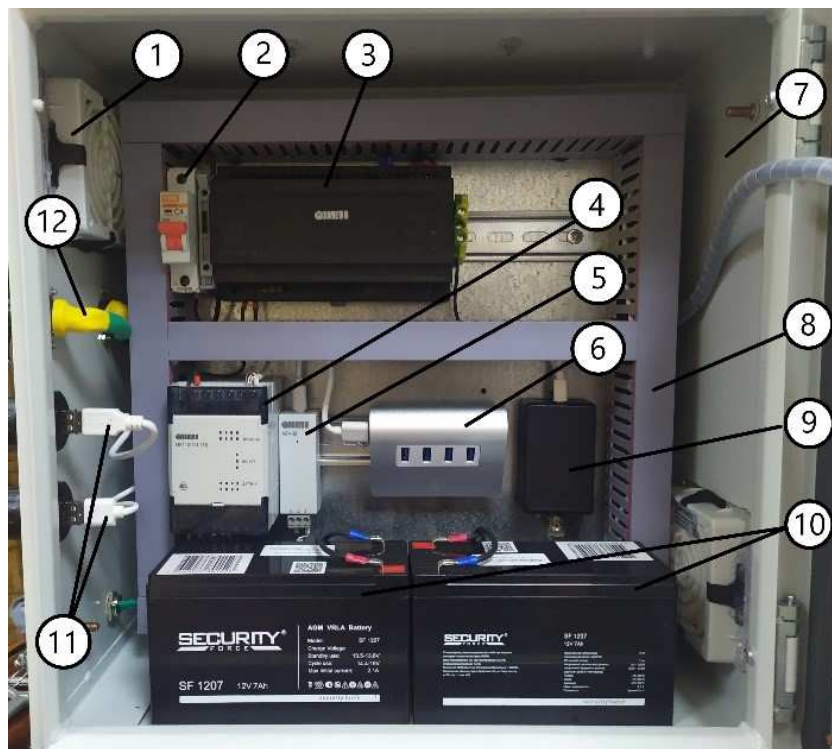


Рис. 2. Общий вид измерительной части прибора:

- 1 — вентиляционные решетки; 2 — автомат электробезопасности; 3 — источник бесперебойного питания «Овен» ИБП60Б-Д9-24;  
 4 — модуль аналогового ввода «Овен» MB110-224.1 ТД; 5 — преобразователь интерфейсов «Овен» АС4-М;  
 6 — концентратор USB (не используется, резерв при необходимости расширения функциональных возможностей прибора);  
 7 — монтажный щит типа ST; 8 — кабель-каналы для крепления проводов; 9 — тахометр на базе микроконтроллера STM;  
 10 — аккумуляторные батареи SF1207; 11 — коннекторы для присоединения USB выводов тахометра и тензодатчика;  
 12 — коннектор для присоединения тензодатчика

Тахометр на базе микроконтроллера STM является собственной разработкой автора статьи и представляет собой индуктивный датчик, снимающий частоту вращения коленчатого вала по импульсам, передаваемым по высоковольтному проводу к свече зажигания. В состав тахометра входит двухжильный провод длиной 10 м, заключенный в металлическую гофру, покрытую полиэтиленовой оболочкой, с двумя металлическими зажимами для крепления к контакту положительного вывода электрического элемента мотора и контакта «массы» (рис. 3).



Рис. 3. Провод для подключения тахометра

В состав прибора для измерения упора винту введен тензометрический датчик с такелажными элементами, конструкция которого представлена на рисунке (рис. 4).

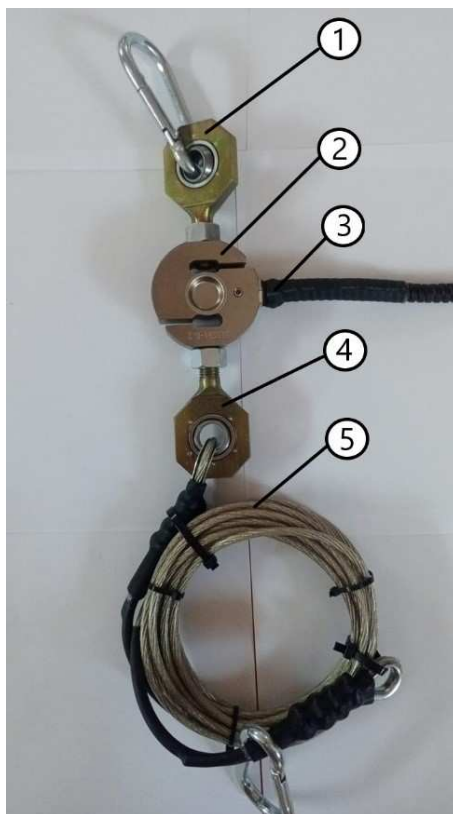


Рис. 4. Такелажный рым для крепления к стационарному объекту либо заякоренному плавательному средству (1); тензометрический датчик (2); кабель для передачи данных от тензодатчика (3); такелажный рым для крепления к испытываемому судну (4); трос для крепления датчика (5)

Вспомогательное оборудование и элементы, необходимые для выполнения измерений при помощи прибора, подобраны с учетом резервирования и имеют следующие технические характеристики:

- трос металлический (диаметром 5 мм и длиной 7 м) в силиконовой оплетке для измерения упора;
- зажимы оцинкованные (диаметром 5 мм) для троса;
- пружинные оцинкованные карабины для троса.

#### Определяемые параметры.

Прибор обеспечивает измерение и расчет следующих показателей:

- действующий фактический упор от ПЛМ (кг, Н);
- частота вращения коленчатого вала (об/мин);
- частота вращения гребного винта (об/мин);
- мощность ПЛМ (кВт и л.с).

Прибор прошел процедуру калибровки как средство измерения в ФБУ «Астраханский ЦСМ» (сертификат № С-Л25001598.001/02-2025 от 07.08.2025 г.).

Результаты калибровки прибора для измерения величины упора, произведенной посредством калибровочных грузов, приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, относительная погрешность прибора (в области определения упора) не превышает 0,25 %.

Таблица 1

Результаты калибровки прибора

| Масса калибровочного груза, кг | Показания прибора, кг | Абсолютная погрешность, кг | Относительная погрешность, % |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|
| 10                             | 9,99                  | 0,01                       | 0,10                         |
| 20                             | 19,97                 | 0,03                       | 0,15                         |
| 30                             | 30                    | 0                          | 0,00                         |
| 40                             | 39,9                  | 0,1                        | 0,25                         |
| 50                             | 49,942                | 0,058                      | 0,12                         |
| 60                             | 59,85                 | 0,15                       | 0,25                         |
| 70                             | 69,93                 | 0,07                       | 0,10                         |
| 80                             | 79,88                 | 0,12                       | 0,15                         |
| 90                             | 89,83                 | 0,17                       | 0,19                         |
| 100                            | 99,8                  | 0,2                        | 0,20                         |

### 3. ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ ПОДВЕСНЫХ ЛОДОЧНЫХ МОТОРОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА

Испытания ПЛМ производятся в соответствии с техническим регламентом таможенного союза [10], ГОСТ 28556-2016 [4]. Используется цикл серии E4 для испытания ПЛМ с искровым зажиганием согласно ГОСТ ISO 8178-4-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах» [11], который предусматривает режимы работы двигателя в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Цикл серии E4 для испытания ПЛМ с искровым зажиганием

| Номер режима (цикл E4)                                                                                                                                                                                                                     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| Частота вращения, %                                                                                                                                                                                                                        | 100  | 80   | 60   | 40   | холостой ход |
| Крутящий момент, %                                                                                                                                                                                                                         | 100  | 71,6 | 46,5 | 25,3 | 0            |
| Весовой коэффициент                                                                                                                                                                                                                        | 0,06 | 0,14 | 0,15 | 0,25 | 0,40         |
| Примечание. Цикл E4 применяется для двигателей с искровым зажиганием для прогулочных судов длиной менее 24 м, за исключением буксиров и толкачей. Испытания по испытательному циклу E4 должны проводиться последовательно на всех режимах. |      |      |      |      |              |

Все этапы проводят в той последовательности, которая определяется выбранным испытательным циклом. Минимальная продолжительность режима составляет 10 мин. Такая величина является стандартной для всех циклов. В случае необходимости продолжительность режима увеличивается, например, для накопления достаточного количества материала для пробы или стабилизации параметров режима ПЛМ. Продолжительность режима фиксируется и включается в отчет об испытаниях.

Перед испытаниями в натурных условиях прибор был апробирован в малом опытовом бассейне [12]. Методика проведения комплексных испытаний ПЛМ с использованием малого опытового бассейна была рассмотрена и одобрена ФКУ «Центр государственной инспекции по маломерным судам министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по Астраханской области» согласно письму № 2229-1-13 от 14.10.2019 г.

Применение прибора для измерения мощности ПЛМ осуществляется оператором (который должен знать принцип его работы) по следующей программе:

- прибор устанавливается и надежно закрепляется на малом опытовом бассейне, маломерном судне или на береговом сооружении в зависимости от схемы крепления троса для измерения упора ПЛМ;
- производится подсоединение разъемов тахометра и тензометрического датчика, далее производится подключение прибора к ПК кабелями USB, производится включение прибора и активация программного обеспечения;
- производится предварительная тарировка тензометрического датчика в соответствии с описанной выше процедурой;
- производится крепление тензометрического датчика к стационарному объекту и буксировочному тросу для измерения упора ПЛМ к транцу испытуемого судна при помощи вспомогательного оборудования, входящего в состав прибора;
- в программном обеспечении в поле «Примечание» вносятся данные по марке и модели испытуемого ПЛМ;

- производится крепление датчика тахометра к свече зажигания ПЛМ (красный — высоковольтный провод зажигания (свеча); черный — масса ДВС);
- по команде производится пуск ПЛМ и далее плавный набор мощности ПЛМ до максимального значения и фиксирование показаний в программном обеспечении;
- при испытаниях четырехтактных ПЛМ корректировочный коэффициент частоты вращения ПЛМ должен быть установлен на уровне 2, а при испытаниях двухцилиндровых ПЛМ — на уровне 3;
- по окончании испытаний генерируется отчет нажатием кнопки «сохранить отчет».

#### 4. ИСПЫТАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОДВЕСНЫХ ЛОДОЧНЫХ МОТОРОВ

Предлагаемым методом оценки мощности ПЛМ является применение швартовых испытаний (что требует использования максимальной мощности мотора) с измерением упора, создаваемого на транце маломерного судна, и частоты вращения коленчатого вала, что, с учетом передаточного отношения редуктора, дает возможность оценить частоту вращения гребного винта. Принципиальная схема проведения испытаний, на которой изображено заякоренное судно с разработанным прибором, относительно которого измеряется мощность испытуемого судна, представлена на рис. 5.

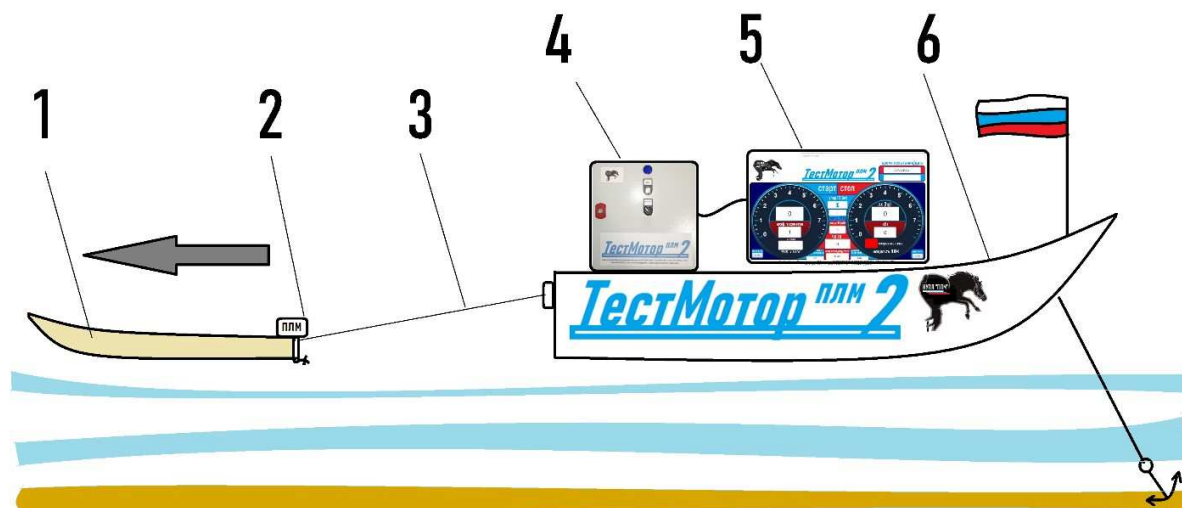


Рис. 5. Принципиальная схема швартовых испытаний по определению эффективной мощности ПЛМ:

- 1 — испытуемое судно; 2 — ПЛМ испытуемого судна; 3 — буксировочный трос;  
4 — мобильный прибор для измерения мощности ПЛМ; 5 — ПК с ПО «ТестМотор»;  
6 — стационарный объект/заякоренное судно

По такому принципу было испытано судно из ПВХ длиной 3,5 м, с ограничением по мощности на транце до 30 л.с, с ПЛМ: Toyota 2,6 л.с; SEA PRO 5 л.с; Waterman 5 л.с; Mercury 9,8 л.с; Yamaha 9,8 л.с; Hidea 9,9 л.с; Yamaha 4 л.с; Тохатсу 30 л.с (рис. 6).

Следует отметить, что перед испытаниями проводился промер глубины в месте нахождения испытуемого судна, которая составила 12 м.



Рис. 6. Натурные испытания мобильного программно-аппаратного комплекса в акватории р. Волга:  
 а — процесс крепления такелажных элементов прибора; б — ход испытаний

## 5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведения испытаний были получены данные, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний подвесных лодочных моторов различной марки

| Параметры                                             | Значение параметров |        |          |         |        |        |        |         |
|-------------------------------------------------------|---------------------|--------|----------|---------|--------|--------|--------|---------|
|                                                       | Марка ПЛМ           |        |          |         |        |        |        |         |
|                                                       | Toyama              | SeaPro | Waterman | Mercury | Yamaha | Hidea  | Yamaha | Тохатсу |
| Передаточное отношение редуктора                      | 2,080               | 2,080  | 2,080    | 1,920   | 2,080  | 2,080  | 2,080  | 2,170   |
| Передаточное отношение                                | 0,481               | 0,481  | 0,481    | 0,521   | 0,481  | 0,481  | 0,481  | 0,461   |
| Упор, кг                                              | 34,500              | 43,737 | 44,2     | 70,869  | 80,358 | 99,421 | 51,287 | 158,95  |
| Упор винта, кН                                        | 0,338               | 0,429  | 0,434    | 0,695   | 0,788  | 0,975  | 0,503  | 1,226   |
| Диаметр винта, м                                      | 0,184               | 0,191  | 0,191    | 0,226   | 0,235  | 0,235  | 0,191  | 0,305   |
| Шаг винта, м                                          | 0,127               | 0,203  | 0,178    | 0,211   | 0,229  | 0,279  | 0,178  | 0,356   |
| Частота вращения КВ, об/мин                           | 4750                | 4900   | 5600     | 5000    | 5166   | 5500   | 4300   | 4920    |
| Частота вращения ГВ, об/с                             | 38,061              | 39,26  | 44,87    | 43,40   | 41,39  | 44,07  | 34,46  | 37,78   |
| Мощность, л.с (паспортная)                            | 2,6                 | 5      | 5        | 9,8     | 9,8    | 9,9    | 4      | 30      |
| Мощность, л.с (измеренная)                            | 2,350               | 4,636  | 4,600    | 8,480   | 9,955  | 17,102 | 4,112  | 29,456  |
| Разница между паспортной и измеренной мощностью в л.с | −0,25               | −0,36  | −0,4     | −1,32   | +0,155 | +7,202 | +0,112 | −0,544  |

Дополнительно по результатам проведенных испытаний в качестве примера была построена швартовая характеристика для одного из ПЛМ — Yamaha 9,8 л.с, приведенная на рис. 7.

Разработанный мобильный программно-аппаратный комплекс для измерения мощности ПЛМ настроен на длительность цикла времени реакции 1 мс, что позволяет получить достаточное количество данных для достоверной обработки результатов.

Как видно из результатов измерения мощности ПЛМ, приведенных в табл. 3, моторы Toyama 2,6 л.с, SEA PRO 5 л.с, Waterman 5 л.с, Mercury 9,8 л.с, Yamaha 9,8 л.с, Yamaha 4 л.с, Тохатсу 30 л.с генерируют мощность в заявленном диапазоне, в то время как мотор Hidea с заявленной мощностью 9,9 л.с по технической документации, прилагаемой к мотору, и маркировке на капоте сгенерировал мощность в пределах 17 л.с, вследствие чего его можно отнести к сегменту моторов, подлежащих обязательной регистрации в контролирующих органах в соответствии с использованием судна.

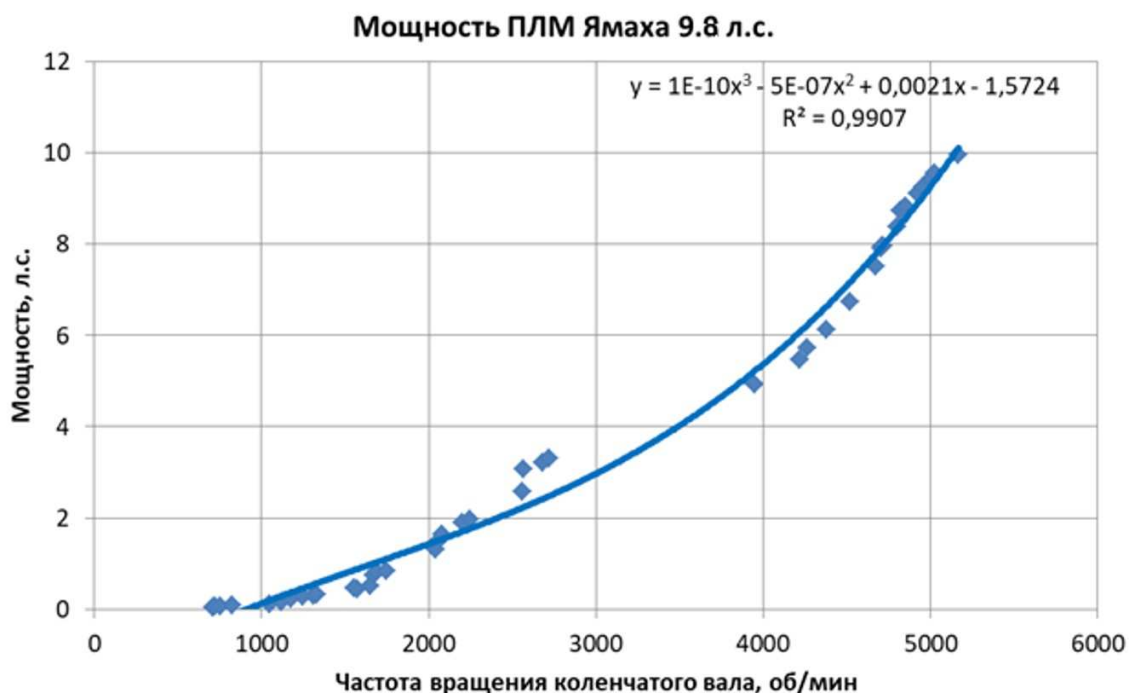


Рис. 7. Швартовая характеристика ПЛМ Yamaha 9,8 л.с

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате указанных в статье манипуляций с технической документацией, сопровождающей мотор, водители и владельцы маломерных судов садятся за руль/румпель судна, имеющего энергетическую установку, превышающую допустимую по мощности, не имея на то права. В связи с чем возрастают эксплуатационные риски, связанные с превышением скорости, нарушением правил расхождения с другими судами, а также правовые риски, ведущие к управлению незарегистрированными судами. Ввиду сложившейся ситуации перед научной группой лаборатории «Подвесные лодочные моторы» АГТУ была поставлена задача разработать и испытать прибор для измерения мощности ПЛМ в условиях эксплуатации судна, который также может быть использован в качестве тестирующего и диагностического устройства в отладочных работах после ремонтных мероприятий ПЛМ. В процессе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ разработаны способ измерения мощности ПЛМ и принципиальная схема подключения основных элементов и создана физическая модель прибора, которая была апробирована в условиях лаборатории и натурных испытаний. На прибор составлен пакет сопроводительной документации, включающий инструкцию по эксплуатации, ряд чертежей, паспорт и технические условия по эксплуатации. Прибор успешно прошел процедуру калибровки как средство измерения в ФБУ «Астраханский ЦСМ» о чем свидетельствует полученный сертификат.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Мобильный прибор для измерения мощности подвесных лодочных моторов (ПЛМ) в натурных условиях разработан по заказу ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в рамках договора на выполнение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № RU 196596 U1. Малый опытовый бассейн: заявл. 26.09.2019, опубл. 06.03.2020, БИ № 7 / Покусаев М.Н., Хмельницкая А.А., Хмельницкий К.Е.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «АГТУ».
2. Патент на полезную модель № RU 182049 U1. Малый опытовый бассейн: заявл. 21.11.2017, опубл. 01.08.2018, БИ № 22 / Покусаев М.Н., Хмельницкая А.А., Хмельницкий К.Е.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «АГТУ».
3. Хмельницкая А.А. Проект маломерного парома с подвесными лодочными моторами для работы на внутренних водных путях / А.А. Хмельницкая, А.А. Буцанец, К.Е. Хмельницкий // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. — 2025. — Т. 17, № 3. — С. 408 — 417.
4. В России за восемь месяцев в ЧП с маломерными судами погибли 132 человека. [Электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/proisshestiya/18797395> (дата обращения 11.11.2025).
5. ГОСТ 28556-2016. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ ИСО 8665:2006. Суда малые. Судовые главные гребные двигатели и системы. Измерение мощности и заявленные значения (ISO 8665:2006 Small craft — Marine propulsion reciprocating internal combustion engines — Power measurements and declarations).
7. Снопков В.И. Управление судном: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. / В.И. Снопков. — СПб.: Профessional, 2004. — 536 с.
8. Ганнесен В.В. Аварийная буксировка судна. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Маневрирование и управление судном» / В.В. Ганнесен. — Владивосток, 2023. — 31 с.
9. Расчеты скорости буксировки и элементов буксирной линии. [Электронный ресурс] URL: <https://poznayka.org/s35740t2.html> (дата обращения 17.10.2025).
10. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012. О безопасности маломерных судов.
11. ГОСТ ISO 8178-4-2013 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Ч. 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах.
12. Покусаев М.Н. Изменение конструкции малого опытового бассейна для комплексных испытаний подвесных лодочных моторов / М.Н. Покусаев, К.Е. Хмельницкий, А.А. Хмельницкая, М.Ф. Руденко и др. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2022. — № 4. — С. 19 — 26. DOI 10.24143/2073-1574-2022-4-19-26.

## REFERENCES

1. Patent for a utility model RU 196596 U1. Small experimental pool: appl. 26.09.2019, publ. 06.03.2020, bul. no. 7 / Pokusaev M.N., Khmel'nitskaya A.A., Khmel'nitsky K.E.; applicant Astrakhan State Technical University.
2. Patent for a utility model RU 182049 U1. Small experimental pool: appl. 21.11.2017, publ. 01.08.2018, bul. no. 22 / Pokusaev M.N., Khmel'nitskaya A.A., Khmel'nitsky K.E.; applicant Astrakhan State Technical University.
3. Khmel'nitskaya A.A., Butsanets A.A., Khmel'nitsky K.E. Project of a small-size ferry with outboard motors for operation on inland waterways. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2025. Vol. 17. No. 3. P. 408 — 417. (In Russ.)
4. V Rossii za vosem' mesyatsev v ChP s malomernymi sudami pogibli 132 cheloveka [In Russia, 132 people died in an emergency involving small vessels in eight months]. URL: <https://tass.ru/proisshestiya/18797395> (accessed 11.11.2025).
5. GOST 28556-2016. Outboard boat motors. General safety requirements.
6. ISO 8665:2006. Small craft — Marine propulsion reciprocating internal combustion engines — Power measurements and declarations.
7. Snopkov V.I. Upravlenie sudnom [Ship management: a textbook. 3rd ed., rev. and suppl.]. St. Petersburg: Professional, 2004. 536 p.
8. Gannesen V.V. Avariinaya buksirovka sudna. Metodicheskie ukazaniya dlya vypolneniya kursovoi raboty po distsipline «Manevrirovanie i upravlenie sudnom» [Emergency towing of a vessel. Methodological guidelines for completing coursework in the discipline "Maneuvering and ship management"]. Vladivostok, 2023. 31 p.
9. Raschet skorosti buksirovki i prochnosti buksirnoi linii [Calculation of the towing speed and strength of the tow line]. URL: <https://poznayka.org/s35740t2.html> (accessed 17.10.2025).
10. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 026/2012. On the safety of small vessels.
11. GOST ISO 8178-4-2013 Reciprocating internal combustion engines. Measurement of the emission of combustion products. Part 4. Test cycles for engines of various applications in steady-state conditions.
12. Pokusaev M.N., Khmel'nitsky K.E., Khmel'nitskaya A.A., Rudenko M.F. et al. Modification of design of small experimental tank for complex tests of outboard motors. *Vestnik of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*. 2022. No. 4. P. 19 — 26. DOI 10.24143/2073-1574-2022-4-19-26. (In Russ.)