

Известия Балтийской государственной академии
рыбопромыслового флота. 2025. № 3(73). С. 207–211

Научная статья

УДК 372.853

Doi:10.46845/2071-5331-2025-3-73-207-211

Методическая составляющая разработки новых лабораторных работ по физике

Нина Павловна Крукович

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

krukovichnina@mail.ru

Аннотация. Исследуются вопросы расширения перечня лабораторного практикума по физике на основе имеющейся лабораторной базы. Особое внимание уделяется рассмотрению одного из эффективных подходов – модернизации и адаптации существующих лабораторных установок для решения новых учебных задач в техническом вузе без значительных затрат. Представлены примеры реализации этого подхода в образовательном процессе, а также его роль в подготовке будущих специалистов.

Ключевые слова: физика, высшее образование, лабораторный практикум по физике.

Для цитирования: Крукович Н. П. Методическая составляющая разработки новых лабораторных работ по физике // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2025. – № 3(73). – С. 207–211.

Актуальность. Лабораторные работы по физике играют ключевую роль в подготовке студентов технических вузов, формируя у них практические навыки и углубляя понимание теоретических основ. В условиях ограниченного финансирования многие технические вузы сталкиваются с проблемой нехватки лабораторного оборудования.

Ограниченность лабораторной базы и финансирования часто не позволяют расширять перечень работ. Необходимость совершенствования учебного процесса диктует нам, что в данной ситуации целесообразно искать способы увеличения количества лабораторных практикумов без значительных материальных затрат.

Целью исследования является изучение возможности совершенствования процесса обучения физике с помощью более эффективного использования имеющейся лабораторной базы. Особое внимание уделяется разработке новых лабораторных работ, что позволит расширить дидактический арсенал преподавателя.

В образовательной практике выделяют два основных вида лабораторных занятий: фронтальные лабораторные работы, когда выполняется одинаковый эксперимент всей группой и лабораторные работы, которые проводятся подгруппами по 2–3 человека.

Во втором случае – каждая команда получает индивидуальное задание, в том числе возможно разного уровня сложности. Организация многоуровневого физического практикума в рамках единого лабораторного комплекса обеспечивает возможность построения индивидуальной учебной работы со студентами, заинтересованными в углубленном изучении курса физики [1].

Несмотря на наличие методических рекомендаций, прилагаемых к оборудованию, их содержание зачастую ограничено, что требует от педагога дополнительной адаптации учебного материала. Расширение перечня лабораторных работ по физике без значительных финансовых затрат возможно, используя следующие подходы.

1. Использование виртуальных лабораторных работ.

Современные технологии позволяют проводить эксперименты в цифровом формате [2, 3]. Виртуальные лаборатории дают возможность:

- моделировать сложные и дорогостоящие эксперименты;
- варьировать параметры, недоступные в реальных условиях;
- проводить работы, требующие редкого или опасного оборудования.

Преимущество такого подхода – возможность многократного повторения опытов без затрат на оборудование.



2. Введение расчетно-экспериментальных работ.

Часть лабораторных заданий можно заменить комбинированными работами, где студенты:

- проводят теоретические расчеты;
- моделируют процесс на компьютере (например, в Excel);
- проверяют результаты на упрощённых экспериментальных установках.

Этот подход развивает аналитическое мышление и уменьшает нагрузку на лабораторное оборудование.

3. Модернизация существующих лабораторных установок.

Для реализации такого подхода необходимо разработать новые методические рекомендации, адаптированные к данному оборудованию. Это позволит преобразовать одну лабораторную установку в базовую платформу для нескольких самостоятельных работ или вариативных заданий разного уровня сложности. Например,

– механический маятник можно использовать не только для изучения колебаний, но и для анализа законов сохранения энергии;

– оптическая скамья – универсальная установка, пригодная не только для классических экспериментов по геометрической оптике, но и для изучения волновых свойств света: интерференции, дифракции, поляризации и даже измерения длины световой волны.

Достаточно разработать новые методические указания, чтобы превратить одну установку в основу для нескольких лабораторных работ.

4. Организация мини-проектов и исследований.

Вместо стандартных лабораторных работ можно предложить студентам:

- небольшие исследовательские проекты на основе имеющегося оборудования;
- анализ реальных физических явлений (например, изучение зависимости сопротивления проводника от температуры с помощью подручных средств) [4].

Такой формат развивает самостоятельность и креативность. Эти подходы не только увеличивают количество практических занятий, но и повышают их эффективность, развивая у студентов навыки моделирования, анализа и самостоятельной работы.

Остановимся более подробно на *многофункциональном использовании* лабораторного оборудования.

Многие стандартные установки обладают скрытым потенциалом и позволяют изучать не одно, а несколько физических явлений. Например, с помощью маятника Максвелла помимо исследования колебаний, можно демонстрировать превращение кинетической и потенциальной энергии, проверять закон сохранения механической энергии или изучать влияние параметров системы на частоту колебаний. Проблемы модернизации физического практикума в вузах приводятся в статье Е. А. Желудковой и др. [5]. В частности, используется прибор Атвуда.

Описываемый подход дает дополнительные возможности сочетать модернизацию практикума с исследовательскими мини-проектами, где студенты сами предлагают варианты использования установок.

Представим кратко методические рекомендации к новой лабораторной работе, разработанной и апробированной на кафедре физики ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» БГАРФ с использованием имеющихся на кафедре материальных ресурсов. В методических указаниях к работе даны вариативные задания, а также включен мини-проект нового использования лабораторной установки с маятником Максвелла, выполненный курсантами судоводительского факультета БГАРФ [6]. Лабораторная работа состоит из двух заданий.

Задание 1. Экспериментальное определение момента инерции маятника Максвелла.

Вариант 1. Маятник Максвелла представляет собой диск, жестко посаженный на стержень и подвешенный на двух параллельных нитях (рис. 1). Намотав нити на стержень, маятник можно поднять на некоторую высоту h .

Если считать, что при падении маятника потери механической энергии на работу против сил сопротивления невелики, то ускорение маятника a будет постоянным.

При $a = \text{const}$ в лабораторной системе отсчета:

$$h = \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

где t – время падения маятника;

h – расстояние, пройденное телом за время t .



Рис. 1. Внешний вид установки

Студентам предлагается решить следующую задачу. «На стержень маятника Максвелла с двух концов намотана тонкая гибкая нерастяжимая нить, массой которой по сравнению с массой маятника можно пренебречь. Свободный конец нити прикреплен к кронштейну. Маятнику предоставили возможность опускаться под действием силы тяжести. Определить линейное ускорение оси маятника». В результате решения задачи они получают формулу для ускорения маятника:

$$a = \frac{g}{1 + \frac{J}{mr^2}}. \quad (2)$$

Из соотношений (1) и (2) находим формулу для момента инерции маятника:

$$J_{\text{эк}} = mr^2 \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right). \quad (3)$$

Из формулы (3) видно, что, измерив t , h , r и m можно вычислить момент инерции тела.
Вариант 2. Из формулы (1) получим:

$$\sqrt{h} = \sqrt{\frac{a}{2}} t.$$

Откуда видим, что зависимость $\sqrt{h} = f(t)$ линейная. График линейной зависимости представляет собой прямую с угловым коэффициентом:

$$\text{tg} \alpha = \sqrt{\frac{a}{2}}.$$

Величина $\text{tg} \alpha$ находится из графика, а затем находится ускорение:

$$a = 2 \cdot \text{tg}^2 \alpha.$$



Поэтому окончательную формулу для определения момента инерции маятника Максвелла можно записать в виде

$$J_{\text{эк}} = mr^2 \left(\frac{g}{a} - 1 \right),$$

где m – масса маятника,

Вариант 3. Момент инерции маятника находится исходя из определения момента инерции материальной точки и тела.

На рис. 2 изображены составные части маятника Максвелла: диск 2, жестко закрепляющийся на стержне 1, подвешивается на двух нитях. Радиус диска R_1 . На диск надевается сменное кольцо 3 с внешним радиусом R_2 . Диаметр стержня d .

Измерить штангенциркулем диаметр стержня d , радиус диска R_1 и внешний радиус кольца R_2 . Вычислить радиус стержня $r = \frac{d}{2}$.

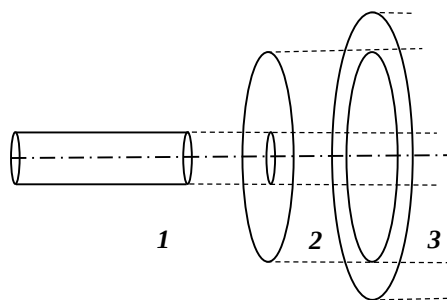


Рис. 2. Схема маятника Максвелла: 1 – стержень, 2 – диск с вырезом для стержня, 3 – сменное кольцо

Масса стержня m_0 , масса диска m_1 и масса кольца m_2 , указаны на диске, стержне и кольце. Вычислить массу маятника $m = m_0 + m_1 + m_2$.

Вычислить моменты инерции стержня, диска и сменного кольца, соответственно, по формулам:

$$J_0 = \frac{1}{2} m_0 r^2, \quad J_1 = \frac{1}{2} m_1 (r^2 + R_1^2), \quad J_2 = \frac{1}{2} m_2 (R_1^2 + R_2^2).$$

Момент инерции маятника Максвелла равен:

$$J_T = J_0 + J_1 + J_2.$$

Задание 2. Проверка теоремы Кёнига опытным путем.

Теорема Кёнига звучит так: «Кинетическая энергия механической системы равна сумме кинетической энергии поступательного движения системы со скоростью движения её центра масс и кинетической энергии вращательного движения той же системы относительно системы центра масс». Значит:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J_{\text{эк}} \omega^2}{2}.$$

Далее необходимо сделать следующие вычисления. Исходя из данных задания 1, вычислить линейную скорость v_c , маятника Максвелла и угловую скорость ω , соответственно, по формулам:

$$v_c = a \cdot t, \quad \omega = \frac{v_c}{r}.$$

Вычислить потенциальную энергию маятника W_n , кинетическую энергию поступательного движения $W_{к.пост}$ и кинетическую энергию вращательного движения маятника $W_{к.вращ}$, соответственно, по формулам:

$$W_n = mgh, \quad W_{к.пост} = \frac{mv_c^2}{2}, \quad W_{к.вращ} = \frac{J_{эк}\omega^2}{2}.$$

Проверить справедливость теоремы Кёнига, сравнив значение суммы кинетических энергий тела со значением его потенциальной энергии.

Построить график зависимости суммы энергий $W_{к.пост}$ и $W_{к.вращ}$ от высоты h . Сделать выводы по полученным данным.

С практической точки зрения лабораторные занятия представляют собой особую форму организации учебной деятельности, направленную на формирование профессиональных компетенций через непосредственную работу с реальными объектами изучения. Лабораторные работы не только углубляют теоретические знания, но и развивают критическое мышление и самостоятельность учащихся, что делает их неотъемлемой частью образовательного процесса.

Поэтому важно совершенствовать методику проведения лабораторного практикума, разнообразить его, повышая эффективность и вовлеченность в эту работу студентов.

Список источников

1. Кузнецова, И. В. Развитие и совершенствование методик физических лабораторных практикумов от второй половины XIX века до настоящего времени / И. В. Кузнецова // Ученые записки физического факультета Московского Университета : научный журнал. – 2019. – № 3. – С. 1–10.
2. Абдулов, Р. М., Абдулова, Е. В. Использование современных технических средств в исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 135–140.
3. Шевченко, С. С., Шайдулина, Г. Х., Нилова, Л. И. Механизмы реализации индивидуального и проблемного подходов в обучении физике на базе лабораторного практикума с использованием ЦАП и АЦП / С. С. Шевченко, Г. Х. Шайдулина, Л. И. Нилова // Материалы международной научно-практической конференции «Наука сегодня реальность и перспективы», – Вологда : Маркер. – 2017. – С. 150–152.
4. Енюшкина, Е. А. Организация проектной и исследовательской деятельности учащихся с использованием цифровой лаборатории «Архимед». // Инновации в образовании. Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2011. – № 3 (3). – С. 36–40.
5. Желудкова, Е. А. Модернизация лабораторного практикума по физике в технических вузах в условиях реализации программы бакалавриата / Е. А. Желудкова, Е. А. Кукина, Ю. Л. Степанов // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 3. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/03/32037> (дата обращения: 02.07.2025).
6. Виноградов, С. Н. Проверка теоремы Кёнига экспериментальным путем / С. Н. Виноградов, Н. П. Крукович // Вестник молодежной науки. – 2023. – № 2 (39). – URL: [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2023-2\(39\)-1-1](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2023-2(39)-1-1) (дата обращения: 05.07.2025).

Информация об авторе

Н. П. Крукович – кандидат технических наук, доцент.

Статья поступила в редакцию 07.07.2025; одобрена после рецензирования 08.08.2025; принята к публикации 14.08.2025.