

Секция 4

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 511.3

Н. Н. БИЧ, А. К. ПУШКИНА

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MathCAD

Рассмотрены методы решения практических задач медицинской и биологической физики с помощью программного пакета Mathcad для глубокого и наглядного раскрытия поставленных вопросов медицинского характера в сфере профессиональной ориентации студентов и выпускников медицинских вузов.

Зачастую большинство активных и способных студентов фармацевтических и медицинских институтов, желающих изучать медицинскую и биологическую физику, ощущают нехватку математических знаний, связанную с отсутствием навыков решения задач с производными, интегралами или дифференциальными уравнениями. Благодаря внедрению и всеобщему распространению ЭВМ в учебный процесс появился шанс решать многие задачи численными методами по средствам программных пакетов, таких как Maple, Mathematica, Matlab и Mathcad. Из перечисленных программных комплексов стоит выбрать именно MathCAD, т.к. это самая простая программная среда с точки зрения ее восприятия пользователем, универсальная в плане функциональных возможностей и скоростная, относительно временных затрат на выполнение вычислительного процесса.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования взяты несколько физических задач из области медицинской и биологической физики, способствующих развитию у студентов уверенности в профессиональной значимости изучаемого предмета: получение несинусоидального колебания – аудиограммы с помощью набора гармоник для аудиометрии; расчет сил электростатического взаимодействия в случае большого числа зарядов для анализа характеристик электростатических устройств – импловивных технологий, применяемых для решения проблем медицинского характера. Получить ответы на поставленные задачи поможет применение гармонического анализа принципа суперпозиции, численных методов (разложение коэффициентов в ряд Фурье) по средствам системы компьютерной математики Mathcad.

В результате использования программного пакета Mathcad были получены результаты решения рассмотренных физических задач. Система компьютерной алгебры Mathcad дала возможность глубокого и наглядного раскрытия поставленных вопросов, связанных с полученными решениями, не ограничиваясь только описательной стороной дела, тем самым показав себя мощным инструментом решения физических задач и головоломок на олимпиадах и вступительных экзаменах.

Выводы. Следует заметить, что подавая студентам учебный материал стандартными методами, учащиеся хотя и получают полезные знания, но имеют весьма смутное представление о содержании и методах науки. Применение систем компьютерной математики характерно для труда научного работника, поэтому использование Mathcada в учебном процессе способствует дальнейшей профессиональной ориентации студентов, подумывающих о карьере не только врача, но и ученого.

Список литературы

1. Лобозкая, Н. Л. Высшая математика / Н. Л. Лобозкая [и др.] – Минск : Вышэйшая школа, 1987. – 320 с.
2. Постнова, Т. Б. Информационно-диагностические системы в медицине / Т. Б. Постнова – М. : Наука, 1972. – 223с.

The methods of solving practical problems of medical and biological physics with the help of the Mathcad software package for deep and visual disclosure of the set medical questions in the field of vocational guidance for students and graduates of medical schools are considered.

Бич Наталья Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

Пушкина Анастасия Константиновна, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий, ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

Научный руководитель – *Бич Наталья Николаевна*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО «МЕХАНИКЕ»

Рассмотрена физическая задача и этапы ее решения. Показана роль математических знаний в решении задач по физике. Определена совокупность математических знаний и затруднений, испытываемых учащимися при решении задач из раздела «Механика».

Физическая задача – это физическое явление, точнее его словесная модель (или совокупность явлений) с некоторыми известными и неизвестными физическими величинами, характеризующими это явление. Решить физическую задачу – это значит найти (восстановить) неизвестные связи, физические величины и т.д. [1]

Основные этапы решения физической задачи: физический, математический и анализ решения [1].

Физический этап начинается с ознакомления с условиями задачи и заканчивается составлением замкнутой системы уравнений.

Математический этап включает в себя решение составленной системы уравнений, получение ответа в общем виде и численного значения искомой физической величины.

В математическом этапе почти отсутствует физический элемент. Безусловно, что математический этап является не менее важным, чем физический. К сожалению, учащимся иногда недооценивается роль этого этапа, считая, что им вообще можно пренебречь. Неверно считать, что ошибки, допущенные на математическом этапе, являются второстепенными. Если при решении системы уравнений, или при переводе единиц, или при арифметическом расчете совершена ошибка, решение задачи в целом окажется неверным. С точки зрения практики задача решена правильно только в том случае, если получен ее верный ответ в общем виде и численное значение искомой физической величины.

После получения решения в общем виде и числового ответа проводят анализ общего решения и численного ответа.

Основные затруднения при решении задачи по физике возникают именно при выполнении всевозможных математических преобразований выполняемых учащимися. Это связано с такими проблемами как несогласованность школьных программ по физике и математике, неумением переносить знания из области математики в область физики, а так же недостаток знаний по математике, так как некоторые вопросы не включены в школьную программу по математике.

При решении физической задачи для получения правильного результата учащимся необходимо хорошо владеть математическим аппаратом: уметь упрощать сложные выражения, правильно выполнять арифметические действия, решать уравнения и неравенства, а также системы уравнений, исследовать функции, строить графики, знать основные теоремы геометрии, тригонометрические уравнения и тождества [2].

Сложность решения поставленных задач состоит в том, что на уроках физики практически нет времени вспоминать математические понятия и знания.

Поэтому, учащиеся могут изучать представленные ниже избранные вопросы по математике в рамках элективного курса при подготовке к олимпиадам так и непосредственно на уроке, перед решением задачи, требующей для своего решения соответствующих математических знаний.

Например, для решения задач по разделу «Механика» учащиеся должны обладать следующими математическими знаниями:

- 1) Векторы. Действия над векторами.
- 2) Основные тригонометрические формулы и тождества.
- 3) Решение системы линейных уравнений.
- 4) Решение квадратных уравнений.
- 5) Использование графиков функций.
- 6) Исследование функций на максимумы и минимумы.

Рассмотрим использование математических знаний при решении задач из раздела «Кинематика» на примере следующей задачи.

Задача. Одновременно из одной точки брошены два тела с одинаковой по модулю скоростью v_0 . Первое вертикально вверх, а второе под углом α к горизонту (рисунок 1). Определите скорость второго тела относительно первого в момент времени, когда второе тело будет находиться в точке А, достигнув максимальной высоты своего полета. Соппротивление воздуха не учитывать.

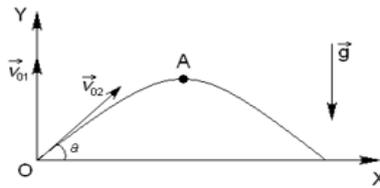
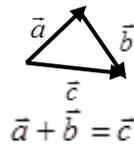


Рисунок 1

Для решения данной задачи будем использовать векторный метод. Повторяем основные математические знания необходимые для решения задачи:

1) Сложение векторов (правило треугольника):



Для сложение векторов \vec{a} и \vec{b} по правилу треугольника необходимо отложить вектор \vec{b} таким образом, что бы его начало совпадало с концом вектора \vec{a} . Затем необходимо отложить результирующий вектор \vec{c} начало которого совпадает с началом вектора \vec{a} , а конец совпадает с концом вектора \vec{b} .

2) Вычитание векторов:

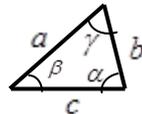
Разностью векторов \vec{a} и \vec{b} называется такой вектор, сумма которого с вектором \vec{b} равна вектору \vec{a} . Разность векторов \vec{a} и \vec{b} можно представить в виде суммы вектора \vec{a} и вектора противоположного вектору \vec{b} :

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{c}$$

Таким образом, при нахождении разности векторов как и при сложении векторов можно использовать правило треугольника.

Теорема косинусов. Квадрат стороны треугольника равен сумме квадратов двух сторон минус удвоенное произведение этих сторон на косинус угла между ними:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

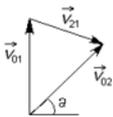


Решения задачи:

Запишем систему уравнений для мгновенной скорости первого и второго тела в векторной форме и находим их относительную скорость \vec{v}_{21} :

$$\left. \begin{aligned} \vec{v}_1 &= \vec{v}_{01} + \vec{g}t \\ \vec{v}_2 &= \vec{v}_{02} + \vec{g}t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = \vec{v}_{02} - \vec{v}_{01}.$$

Построим треугольник скоростей, из которого по теореме косинусов находим модуль вектора v_{21} .



$$v_{21} = \sqrt{v_{01}^2 + v_{02}^2 - 2v_{01}v_{02} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}, \text{ т.к. } v_{01} = v_{02} = v_0 \text{ получим: } v_{21} = v_0 \sqrt{2(1 - \sin \alpha)}$$

Ответ: $v_{21} = v_0 \sqrt{2(1 - \sin \alpha)}$

Таким образом, качество обучения физике во многом зависит от уровня математической подготовки учащихся. Для повышения эффективности обучения необходимо организовать тесную межпредметную связь физики и математики, а так же провести корректировку учебных программ.

Список литературы

1. Беликов, Б. С. Решение задач по физике. Общие методы: Учеб. пособие для студентов вузов. – М. : Высш. шк., 1986. – 256 с.: ил.

2. Матецкий, Н. В. В помощь учителю физики: метод. рекомендации / Н. В. Матецкий, К. Ф. Зноско, В. В. Тарковский. – Гродно : ГрГУ, 2008. – 156 с.

The physical problem and the stages of its solution are considered. The role of mathematical knowledge in solving problems in physics is shown. A set of mathematical knowledge and difficulties faced by students in the tasks from the section "Mechanics" are defined.

Бурбо Геннадий Юрьевич, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, genaburbo11@gmail.com.

Научный руководитель – Матецкий Николай Викторович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, matsetski@mail.ru.

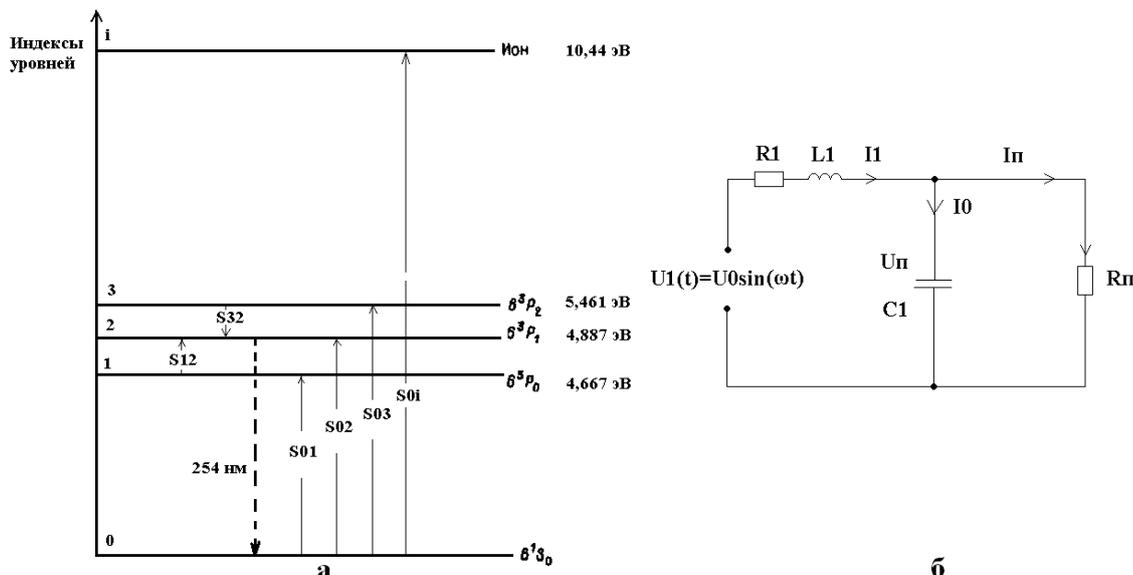
УДК 621.327 43

О. А. БУТЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДЛИНЕ 254 НМ В ПАРАХ РТУТИ

Разработана методика расчета излучения плазмы в смеси аргона и ртути на длине волны 254 нм. Установлено, что средняя мощность излучения на длине волны 254 нм ~8,8 Вт. Средняя мощность, вкладываемая в разряд ~24 Вт. КПД преобразования в излучение на 254 нм составляет ~37 %. Средняя активная мощность, потребляемая от сети, составляет ~48 Вт. КПД от сети составляет ~18,5 %.

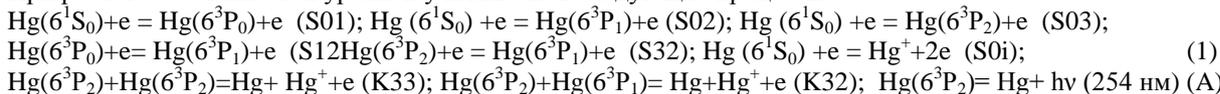
Для расчета характеристик плазмы на смеси аргона и ртути была использована упрощенная четырехуровневая схема уровней атома ртути, при этом учитывались основной уровень 6^1S_0 , уровни триплета $6^3P_{0,1,2}$. Такая модель позволяет определить максимально возможный выход излучения на длине волны 254 нм. На рис. 1а представлена упрощенная четырехуровневая схема [1].



$U_1(t)$ напряжение возбуждения; L_1 -балластная индуктивность; R_1 сопротивление индуктивности; $U_п$ – падение напряжения на лампе; $R_п$ –сопротивление лампы; C_1 – величина межэлектродной емкости.

Рисунок 1 – Упрощенная диаграмма уровней энергии ртути (а) и схема возбуждения (б)

При расчете заселенностей уровней учитывались следующие процессы



В скобках около реакций указаны обозначения скоростных коэффициентов. Скоростные коэффициенты реакций (1-3, 6) с участием электронов вычислялись при помощи программы Volsig+ [2]. В базу данных программы Volsig+ были введены данные по сечениям реакций (4, 5) из [3]. Скоростные коэффициенты реакций (7-9) взяты из [4] и равнялись $K33 = 1 \cdot 10^{10} \text{ см}^3/\text{с}$, $K32 = 1,9 \cdot 10^{10} \text{ см}^3/\text{с}$, $A = 10^7 \text{ 1/с}$. В установившемся режиме люминесцентная лампа (сеть 220 В, 50 Гц) работает от сети через балластную индуктивную нагрузку (рис. 1б). На основании уравнений плазмохимических реакций и эквивалентной электрической схемы можно записать систему уравнений, которая описывает работу люминесцентной лампы. Система дифференциальных

уравнений дополняется уравнением $In = 0,43 e n_e(0) \mu_e ES$; где I – ток через лампу, $n_e(0)$ – концентрация электронов на оси разряда; S – площадь сечения газоразрядной трубки; $E=Un/d$ – электрическое поле; d – расстояние между электродами лампы; μ_e – подвижность электронов. Величины коэффициентов диффузии возбужденных атомов ртути брались из работ [5, 6], при этом при $T=100$ С для уровня 6^3P_0 коэффициент диффузии равен $D = \frac{5,5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2}{N_{Ar} c}$; для уровня 6^3P_1 коэффициент диффузии принимался равным

$D = \frac{5 \cdot 10^{18} \text{ см}^2}{N_{Ar} c}$; для уровня 6^3P_2 коэффициент диффузии равен $D = \frac{4,2 \cdot 10^{18} \text{ см}^2}{N_{Ar} c}$, где N_{Ar} – концентрация атомов аргона. Коэффициент амбиполярной диффузии электронов определялся на основе [7].

$$D_a = \frac{\mu_i \cdot T_e}{e} \quad (2)$$

В выражение (2) использованы следующие обозначения: T_e – электронная температура, μ_i – подвижность ионов ртути, которая определялась следующим выражением [7].

$$\mu_i = \frac{2,7 \cdot 10^4}{P \cdot \sqrt{A_n \cdot \alpha}} \text{ [см}^2\text{/(В с)]} \quad (3)$$

В выражение (3) использованы следующие обозначения: P – давление аргона в Торах; A_n – приведенная атомная масса ртути и аргона; $\alpha = 11,1$ поляризуемость атомов аргона [1]. Тогда характерное время амбиполярной диффузии для трубки радиуса R равно.

$$\tau_{\text{диф}}^a = \frac{R^2}{D_a \cdot \beta^2} \quad (4)$$

В выражение (4) $\beta=2,405$ величина первого корня нулевой функции Бесселя. Аналогично определяются характерные времена диффузии для возбужденных атомов ртути.

$$\tau_{\text{диф}}^1 = \frac{R^2}{D_1 \cdot \beta^2}; \tau_{\text{диф}}^2 = \frac{R^2}{D_2 \cdot \beta^2}; \tau_{\text{диф}}^3 = \frac{R^2}{D_3 \cdot \beta^2}$$

Мощность излучения с единицы объема плазмы равна

$$P_{\text{уд}} = \gamma \cdot A \cdot N_2 \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (5)$$

В выражение (5) использованы следующие обозначения: γ – коэффициент, учитывающий пленение излучения, который брался по данным [1], h – постоянная Планка; c – скорость света; λ – длина волны излучения. Система уравнений для лампы решалась численно при помощи стандартных программ MathCad.

При этом задавались следующие параметры. Амплитуда напряжения $U_0 = \sqrt{2} 220 \sim 310$ В. Частота сети $f = 50$ Гц. Балластная индуктивность $L1 = 600$ мГн; $R1 = 10$ Ом, $C1 = 10^{-8}$ Ф, коэффициент γ в (5) брался равным 0,024. Межэлектродное расстояние $d = 25$ см; радиус разрядной трубки $R = 1,1$ см. Концентрация атомов аргона $9,9 \cdot 10^{16}$ 1/см³ (парциальное давление 3 Торр), концентрация атомов ртути $1,908 \cdot 10^{14}$ 1/см³.

Установлено, что средняя мощность излучения на длине волны 254 нм $\sim 8,8$ Вт. Средняя мощность, вкладываемая в разряд ~ 24 Вт. КПД преобразования в излучение на 254 нм составляет ~ 37 %. Средняя активная мощность, потребляемая от сети, составляет ~ 48 Вт. КПД от сети составляет $\sim 18,5$ %.

Список литературы

1. Миленин, В. М. Плазма газоразрядных источников света низкого давления / В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев. – Ленинград. – Издательство ЛГУ, 1991. – 240 с.
2. Hagelaar, G. J. M. Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models / G. J. M. Hagelaar, L. C. Pitchford // Plasma Sources Sci. Technol. – 2005. – Vol. 14, № 1. – p.1–12.
3. Winler, R. B. Kinetics of the Ar-Hg Plasma of Fluorescent Lamp Discharges. I. Model – Basic Equations – Hg Partial Pressure Variation / R. B. Winler, J. Wihelm // Annalen der Physik. 7. Folge, Band 40, Heft 2/3, 1983. – P. 90–118.
4. Petrov, G. M. Inhomogeneous model of an Ar–Hg direct current column discharge / G. M. Petrov, J. L. Giuliani // Journal of applied physics. – 2003. – V. 94. – N. 1. – p. 62–75.
5. Крюков, Н. А. Температурная зависимость коэффициентов диффузии метастабильных атомов ртути в инертных газах. / Н. А. Крюков, Н. П. Пенкин, Т. П. Редько // Оптика и спектроскопия. – 1974. – Т. 37. – В. 4. – с. 805–807.
6. Крюков, Н. А. Температурная зависимость коэффициентов диффузии метастабильных атомов ртути в инертных газах. / Крюков, Н. А., Пенкин, Н. П., Редько Т. П. // Оптика и спектроскопия. 1977. – Т. 42. – В. 1. – с. 33–41.
7. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер. – Москва : Наука, 1987. – 686 с.

Technique for calculating plasma radiation in a mixture of argon and mercury at a wavelength 254 nm has been developed. It is established that the average radiation power at a wavelength 254 nm is ~ 8.8 W. The average power input to the discharge is ~ 24 W. The conversion efficiency into radiation at 254 nm is ~ 37 %. The average active power consumed from the network is ~ 48 W.

The efficiency from the network is ~ 18.5 %.

Бутя Олег Александрович, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

Научный руководитель – *Ануфрик Славмир Степанович*, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, anufrikk@grsu.by.

УДК 53.3937

В. В. ГОРБАЧ

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

Разработаны демонстрационные эксперименты с использованием полупроводниковых лазеров для применения в образовательном процессе высших и средних учебных заведений, в том числе и во внеклассной работе.

Недостаточно разработанным в настоящее время является вопрос по применению лазерного излучения в учебном процессе в школе и вузе. Развитие лазерной техники обусловило широкое применение лазеров в исследовании законов природы, в выявлении физических закономерностей, в объяснении принципов действия и устройствах физических приборов и технических объектов. В лабораторных и демонстрационных опытах по изучению свойств света, обычно применяется гелий-неоновый лазер, работающий на возбужденных атомах гелия и неона. Однако для большинства школ приобрести газовый лазер не представляется возможным по причине его высокой стоимости. Способен ли недорогой полупроводниковый лазер – лазерная указка заменить газовый лазер в школьном физическом эксперименте? Этот вопрос породил проблему поиска способов применения полупроводникового лазера в лабораторных и демонстрационных опытах по физике в условиях общеобразовательной школы [1].

Для изучения однородности и расходимости были сделаны снимки светового пятна, формируемого лазером на экране. По результатам наблюдения и анализа снимков можно было сказать, что интенсивность лучей газового и полупроводникового лазеров изменяется по площади сечения: максимальная - в центре, она плавно спадает к краям. Измерения показали, что на одном и том же расстоянии от источника по горизонтали ширина луча газового лазера равна 12 мм, по вертикали 11 мм, у полупроводникового по горизонтали - 18 мм, по вертикали - 19 мм. Это показало, что угол расхождения луча полупроводникового лазера почти в 1,5 раза больше, чем у газового лазера [1].

Сравнение когерентности излучения этих лазеров производилось путем сравнения полученных интерференционных и дифракционных картин, являющихся следствием волновой природы света. Были проведены эксперименты по наблюдению дифракции на дифракционной решетке и на тонкой игле. Полученные дифракционные картины не выявили заметных различий в когерентности излучений газового и полупроводникового лазеров. Интерференционные картины были получены также при отражении луча лазера от поверхности стеклянной пластины. Для этого в одном конце комнаты устанавливались лазеры, а в другом штатив со стеклом так, чтобы луч отражался от двух поверхностей стекла и отраженные лучи падали на экран, где происходила интерференция. Полученные интерференционные картины показали, что излучение полупроводникового лазера обладает примерно такой же когерентностью, как и газового лазера, поскольку получить дифракцию можно и для некогерентного луча, но интерференция возможна лишь для когерентного излучения [1].

Последний этап исследования поляризации излучения газового и полупроводникового лазеров. Для анализа степени поляризации излучения исследованных лазеров на пути луча устанавливался поляризатор, вращая который можно менять направление поляризации пропускаемого излучения. За ноль угла поворота поляризатора принят угол, при котором интенсивность излучения минимальна. Из снимков, полученных при различных углах поворота поляризатора, было видно, что луч полупроводникового лазера, проходя через поляризатор, установленный на ноль градусов, не гаснет полностью, четко видны две области излучения. При изменении угла поляризатора до 15 градусов луч трансформируется и принимает обычную форму. Луч газового лазера при установке поляризатора на 0 градусов почти полностью погашен, с изменением угла поворота поляризатора структура луча остается прежней и только увеличивается интенсивность излучения. Из этого опыта можно сделать вывод: лучи газового и полупроводникового лазеров поляризованы, но луч газового лазера поляризован гораздо больше, чем луч полупроводникового. Кроме того, луч полупроводникового лазера более неоднороден с точки зрения поляризации [1].

Результаты проведенных исследований показывают, что: 1) мощность излучения полупроводникового лазера лишь незначительно уступает мощности излучения газового лазера; 2) угол расхождения луча полупроводникового лазера примерно в 1,5 раза больше, чем у газового лазера; 3) распределение мощности излучения в поперечном сечении луча более неоднородно у полупроводникового лазера, дифракция излучения наблюдалась примерно одинаково для обоих типов лазеров; 4) интерференционные картины получены как для

излучения газового лазера, так и для излучения полупроводникового, что свидетельствует об удовлетворительной когерентности излучения полупроводникового лазера: излучение газового лазера поляризовано сильнее, чем излучение полупроводникового лазера. Полученные результаты экспериментов доказывают, что полупроводниковый лазер (лазерная указка) пригоден для использования в качестве источника когерентного излучения при проведении демонстрационных и лабораторных опытов по физике [1].

Лазеры, применяемые в преподавании физики в школах, должны удовлетворять нормам техники безопасности. Мощность излучения должна быть достаточной для проведения соответствующих опытов перед аудиторией в 30–40 человек. Этим условиям удовлетворяет полупроводниковый лазер [1,2].

Приведем некоторые демонстрационные опыты по физике, в которых можно использовать лазерную указку.

Явление полного отражения. Схема демонстрационной установки показана на рисунке 1. Свет от лазера идет через ванну с водой и падает на зеркало. Отражаясь от зеркала в воде, он достигает границы раздела вода-воздух. Меняя угол наклона зеркала, можно продемонстрировать полное отражение света, предельный угол преломления, преломление и отражение на границе раздела вода-воздух [2].

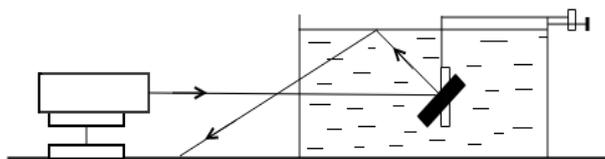


Рисунок 1 – Явление полного отражения

Интерференция света с бипризмой Френеля и рассеивающей линзой. Сначала с помощью лазера получают на поверхности щели, установленной на главной оптической оси, изображения источника света такого размера, чтобы вся щель полностью было освещена ярким светящимся пятном (рисунок 2). Затем, на расстоянии 100-160 мм от освещенной щели устанавливают бипризму, а за ней приблизительно на расстоянии 1 м помещают экран.

Ребро бипризмы должно быть строго параллельно щели и находиться с ней в одной вертикальной плоскости, проходящей вдоль оптической оси лазера, чтобы плоский пучок от щели освещал ребро бипризмы.

Уменьшая ширину щели до 0,15 – 0,1 мм, получают на экране интерференционную картинку шириной 1,5 – 2 см. Рекомендуется после этого экран поставить к лучам под тупым углом. В этом случае изображение “вытянется” в ширину и полосы интерференции будут достаточно хорошо заметны всей аудитории [2].

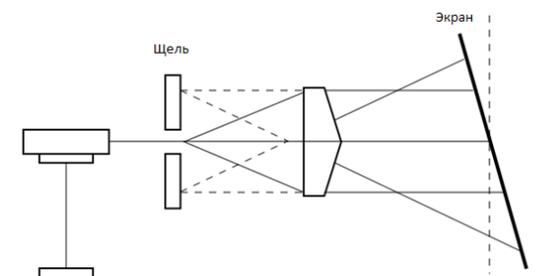


Рисунок 2 – Схема опыта по интерференции света с бипризмой Френеля

Демонстрации действия световода. Установку для демонстрации действия световодов собирают согласно рисунку 3.

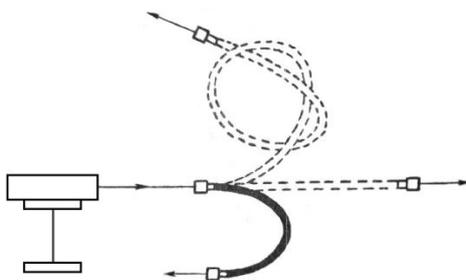


Рисунок 3 – Схема установки для демонстрации действия световода

Если имеется в наличии готовый длинный жгут из световодных волокон, его лучше завязать в узел, так будет очевиднее основное достоинство световодов, которое заключается в способности изменять направление падающего на торец света [2].

Список литературы

1. Слепцов, А. И. Исследование свойств полупроводникового лазера и изучение возможностей его использования в лабораторных и демонстрационных опытах по физике [Текст] / А. И. Слепцов, А. А. Алексеев // Вестник Якутского государственного университета имени М. К. Аммосова. – Том 5. – №4. – Якутск, 2008. – С. 45–50.

2. Хуторская, Л. Н. Учебный физический эксперимент с использованием лазеров. Практикум по спецкурсу «Применение лазеров» для студентов / Л. Н. Хуторская. – Гродно : ГрГУ, 1998. – 119 с.

Demonstration experiments using semiconductor lasers for use in the educational process of higher and secondary educational institutions have been developed, including in extracurricular work.

Горбач Виталий Валерьевич, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, rammltaine@mail.ru.

Научный руководитель – *Тарковский Викентий Викентьевич*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, tarkovsky@grsu.by.

УДК 37.016:53

Д. Ю. ДЯГЕЛЬ, Д. С. ФЕДУТИК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ

Описаны преимущества цифровой лаборатории, а также использование цифровой лаборатории при проведении лабораторного практикума на примере лабораторной работы «Определение удельной теплоты плавления олова»/

При изучении естественных наук огромное значение имеет наглядность учебного материала. Наглядность дает возможность быстрее и глубже усваивать изучаемую тему, помогает разобраться в трудных для восприятия вопросах, и повышает интерес к предмету.

Цифровые лаборатории являются новым, современным оборудованием для проведения самых различных учебных исследований естественнонаучного направления. С их помощью можно проводить работы, как входящие в учебную программу, так и совершенно новые исследования. Применение лабораторий значительно повышает наглядность как в ходе самой работы, так и при обработке результатов благодаря новым измерительным приборам, входящим в комплект лаборатории как физики (датчики силы, расстояния, давления, температуры, тока, напряжения, освещенности, звука, магнитного поля и пр.), так и лаборатории биологии-химии, (датчики освещенности, влажности, дыхания, концентрации кислорода, частоты сердечных сокращений, температуры, кислотности и пр.).

Лаборатории обладают целым рядом неоспоримых достоинств: позволяют получать данные, недоступные в традиционных учебных экспериментах, дают возможность производить удобную обработку результатов эксперимента. Автоматизация сбора и обработки данных экономит время и силы учащихся и позволяет сосредоточить внимание на сути исследования. Кроме того, обеспечивается уникальная возможность создавать интегрированные курсы по естественным наукам. Активная экспериментальная исследовательская работа учащихся способствует значительному повышению уровня знаний учащихся по физике, химии и биологии, а также раскрытию творческого потенциала учащихся. Более того, благодаря мобильности комплекта, преподавателю и учащимся предоставляется оборудование для полевых исследований, которого ранее практически не существовало.

Использование цифровых лабораторий способствует значительному поднятию интереса к предмету и позволяет учащимся работать самим, при этом получая не только знания в области естественных наук, но и опыт работы с интересной и современной техникой, компьютерными программами, опыт взаимодействия исследователей, опыт информационного поиска и презентации результатов исследования. Учащиеся получают возможность заниматься исследовательской деятельностью, не ограниченной темой конкретного задания, и самим анализировать полученные данные.

Опыт использования цифровой лаборатории в РУП УНПЦ "Технолаб" ГрГУ им. Я. Купалы показал, что учащимся лабораторные работы становятся более интересными, можно осуществить дифференцированный подход и развить у них интерес к самостоятельной исследовательской деятельности. Лаборатории представляют собой систему автоматизированного сбора данных и благодаря этому они позволяют измерять быстроизменяющиеся величины, такие как ток и напряжение в переходных процессах.

При использовании в демонстрационном эксперименте, опыты становятся настолько эффектны и наглядны, что учащиеся не только быстро понимают и запоминают тему, но и находят множество бытовых примеров, подтверждающих полученные выводы, легко отвечают на вопросы.

Рассмотрим использование цифровой лаборатории при проведении лабораторного практикума на примере работы «Определение удельной теплоты плавления олова». Целью данной лабораторной работы является определение удельной теплоты плавления олова и вычисление изменение энтропии в данном процессе. Экспериментальная установка, представленная на рисунке 1, состоит из лабораторного стенда (1), персонального компьютера (2), тигеля с оловом (3).

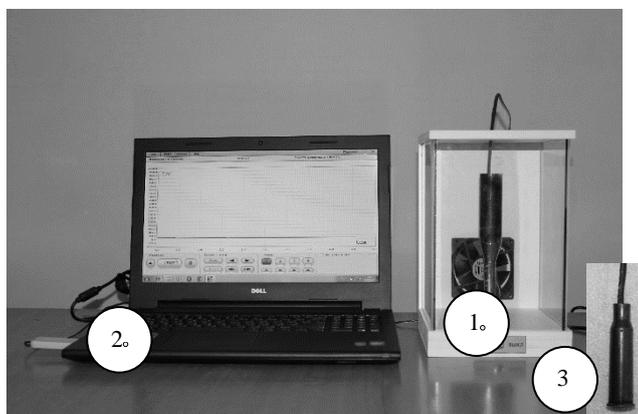


Рисунок 1 – Лабораторная установка



Рисунок 2 – Принципиальная схема установки

При выполнении работы данные с датчика температуры снимаются постоянно. Это позволяет в автоматическом режиме строить график зависимости температуры от времени.

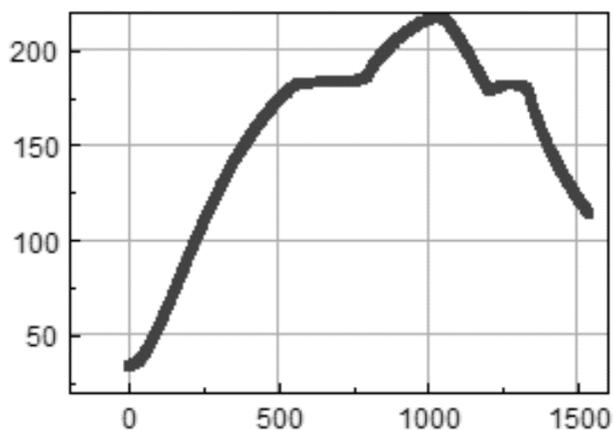


Рисунок 3 – График зависимости температуры от времени

На графике отчетливо видны процессы нагрева, плавления, остывания и кристаллизации олова. Данный подход позволяет развивать исследовательские умения учащихся при проведении эксперимента, наглядно продемонстрировать процессы плавления и кристаллизации олова не затрачивая время на запись данных и построение графика. Лабораторная работа позволяет определить температуру плавления кристаллического вещества, удельную теплоту плавления вещества и приращение энтропии.

Лабораторная работа «Определение удельной теплоты плавления олова» успешно используется при проведении лабораторных работ по курсу «Молекулярная физика» в ГрГУ им. Я. Купалы.

The advantages of a digital laboratory, as well as the use of a digital laboratory in the conduct of a laboratory workshop, are described with the example of the laboratory work "Determination of the specific heat of fusion of tin"

Дягель Дмитрий Юрьевич, аспирант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, diagel_d@mail.ru.

Федутик Дмитрий Станиславович, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, dima_fedutik@mail.ru.

Научный руководитель – *Матецкий Николай Викторович*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, matsetski@mail.ru.

УДК 372.853

А. Р. ЗАЛЕСКИЙ

О НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ФИЗИКИ

Решение задач по физике – необходимый элемент учебной работы. Решение задач способствует более глубокому и прочному усвоению физических законов. По способу выражения условия физические задачи делятся на текстовые, экспериментальные, графические и задачи-рисунки. Проведен анализ педагогических тестов ЦТ по физике в РБ.

Решение задач по физике – необходимый элемент учебной работы. Задачи дают материал для упражнений, требующих применения физических закономерностей к явлениям, протекающим в тех или иных конкретных условиях. Поэтому они имеют большое значение для конкретизации знаний учащихся, для привития или умения видеть различные конкретные проявления общих законов. Без такой конкретизации знания остаются книжными, не имеющими практической ценности. Решение задач способствует более глубокому и прочному усвоению физических законов, развитию логического мышления, сообразительности, инициативы, воли к настойчивости в достижении поставленной цели, вызывает интерес к физике, помогает навыков самостоятельной работы и служит незаменимым средством для развития самостоятельности суждения.

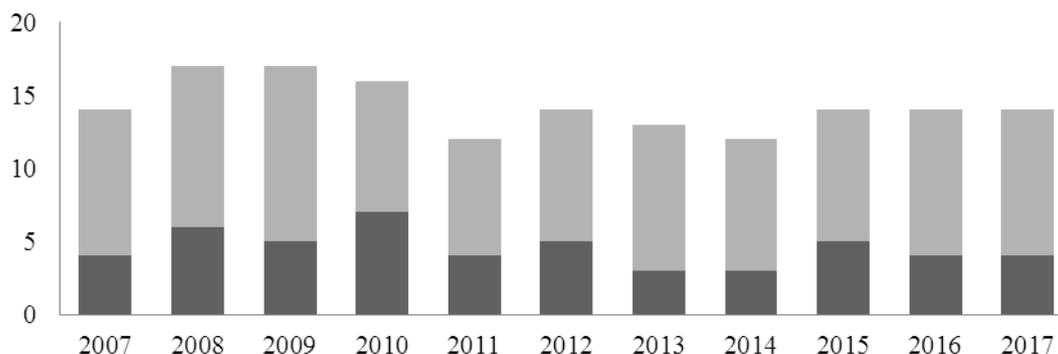
По способу выражения условия физические задачи делятся на четыре основных вида: текстовые, экспериментальные, графические и задачи-рисунки, каждый из них, в свою очередь, разделяется на количественные (расчетные) и качественные (задачи-вопросы).

В педагогических тестах по физике в заданиях часто встречаются различного рода рисунки, графики и схемы, назовем их изображениями. Мы подсчитали количество таких заданий за 5 лет с (2009 по 2014 год) [1–3], структура которых одинакова. А именно – в педагогическом тесте содержится 30 заданий, 18 заданий в части А, с предлагаемыми вариантами ответов, и 12 заданий в части В с открытым ответом.

Таблица 1 – Количество заданий педагогического теста ЦТ, сопровождающихся графическими объектами

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	всего	%
Часть А	10	11	12	9	8	9	10	9	9	10	10	107	32,4
Часть В	4	6	5	7	4	5	3	3	5	4	4	50	15,2
Всего	14	17	17	16	12	14	13	12	14	14	14	157	47,6

Всего за 11 лет приводится 157 рисунков, что составляет в среднем 14,27 в год, т.е. 47,6 % от всех заданий за 11 лет (330). Из них в части А – 107 заданий с изображениями, приблизительно 9,72 в год, т.е. 32,4 %, и в части В – 50 заданий, соответственно – 4,55 в год, т.е. 15,2 %.



Гистограмма – Количество графических заданий ЦТ по физике за 11 лет.
Светлый серый – в части А, тёмный серый – в части В

Количество заданий с изображениями изменяется от года к году, однако их количество традиционно близко к 47 %. Это достаточно большое количество графического материала. Такого количества заданий с рисунками, графиками, схемами, нет в педагогических тестах ни по одному предмету.

Изображения первого типа – схематические изображения, которые приведены для иллюстрации условия задания. Чаще всего это вспомогательные рисунки, иллюстрирующие взаимное расположение объектов, направление их движения. Часто такие изображения встречаются в задачах по механике, электродинамике.

Изображения второго типа несут не только смысловую, но и количественную информацию. К этому типу относятся графики различных зависимостей, электрические схемы, масштабированные рисунки (в клеточку). Для успешного выполнения задания необходимо определить значения некоторых физических величин. Например, по графику зависимости физической величины от времени определить значение этой величины в заданный момент времени. Определить типы соединения элементов электрической цепи по заданной схеме. Определить отношение линейных размеров тел, векторов, траекторий.

Изображения третьего типа требуют не только получения информации из графических объектов, но и преобразовывать её. Например, складывать приведённые на изображении вектора и определять величину результирующего вектора, находить угол наклона графика или площадь под графиком. Часто эти изображения тоже масштабированы, так называемые рисунки в клеточку.

Выполнение заданий с изображениями требуют от испытуемых специальных определенных навыков. Воображения, умения чертить, а так же математических знаний и навыков. Эти навыки можно привить в процессе преподавания физики в школе.

Список литературы

1. Централизованное тестирование. Физика : полный сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2012. – 260 с.
2. Централизованное тестирование. Физика. Полный сборник тестов. 2012–2016 годы / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2017. – 264 с.
3. Сенько, А. Н. Анализ результатов выполнения заданий, связанных с понятиями «энергия», «работа», «мощность», при проведении централизованного тестирования по физике в Гродненской области / А. Н. Сенько, Н. И. Долоб, А. Л. Ситкевич / Методология и технологии довузовского образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 19–20 ноября 2015 г.) – Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2016. – С.108–112.

Solving of problems in physics is a necessary element of academic work. The Solving of problems contributes to a more profound and lasting assimilation of physical laws. In terms of the way conditions are expressed, physical tasks are divided into textual, experimental, graphic, and drawing tasks. The analysis of pedagogical tests of CT on physics in Belarus is carried out.

Залесский Андрей Романович, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ, Гродно, Беларусь, zaleskij2012@yandex.ru.

Научный руководитель – *Сенько Анна Николаевна*, старший преподаватель кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ, Гродно, Беларусь, asenko@mail.ru.

УДК 372.853

Ш. Г. ИБИДУЛЛАЕВА

ТУРКМЕНСКИЕ КЯРИЗЫ – ЖЕМЧУЖИНА ВОСТОКА

Внеклассная работа по физике по рациональному водопользованию в Туркменистане является актуальной. Вопросы водосбережения могут затрагиваться непосредственно на уроках при изучении темы «Гидростатика», а так же при проведении внеклассной работы. Тема рационального водопользования в Центральной Азии является сегодня очень актуальной, и Туркменистан в этом вопросе проявляет большую международную активность. Древний способ добычи воды – кяризы.

Выступая на VII Всемирном водном форуме, прошедшем в южнокорейском городе Тэгу, президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов выдвинул инициативу по разработке водной стратегии ООН. ООН в свое время приветствовала решение страны присоединиться к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [1]. "Это соглашение очень актуально для страны, 80–90 % территории которой является пустыней", – отмечалось в сообщении ООН [2].

Действительно, большую часть туркменской земли занимает пустыня, и туркмены научились ценить воду, сравнивая её с золотом.

Уникальность способа добычи подземных вод кяризными системами заключается в том, что эти сооружения добывают воду с большой глубины сложными цепочками подземных галерей и вертикальных смотровых колодцев, самотеком выводя воду на поверхность земли, не используя при этом традиционные источники энергии.

КЯРИЗ – ЧУДО ДРЕВНЕЙ ГИДРОТЕХНИКИ

Гидротехническая система включает в себя основной колодец, который получает воду из подземного горизонта, систему туннелей, по которой вода транспортируется в определенное место, и вертикальные скважины для вентиляции вдоль всего маршрута. Длина кяриза составляет 33,113 метров, он содержит 427 углублений для воды. Сооружения построены с использованием знаний законов физики, геологии и гидравлики, что только подтверждает высокую степень развития персов. С 2007 года гонабадский кяриз включен в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

По мнению исследователей, первые кяризы на территории Южного Туркменистана и в северных районах Ирана возникли в середине I тыс. до н.э. Туркменские легенды возводят строительство кяризов ко времени Александра Македонского. Кяриз – сложное гидротехническое сооружение, представляющее собой систему колодцев, соединенных подземными галереями. Строительство кяризов, глубина которых доходила до нескольких сотен метров, а длина галерей – километров, являлось чрезвычайно трудоемким делом. Строительство одного кяриза растягивалось на годы, порой даже десятилетия, но извлеченная из них вода орошала десятки гектаров плодородных земель.

Более двух с половиной тысяч лет действуют на территории Туркменистана кяризы. Кое-где они работают до сих пор. Вода из кяриза отличается прекрасными вкусовыми качествами, недаром в народе говорят: – «Kariz suwy – jan suwy» («Кяризная вода – целительная вода») [3].

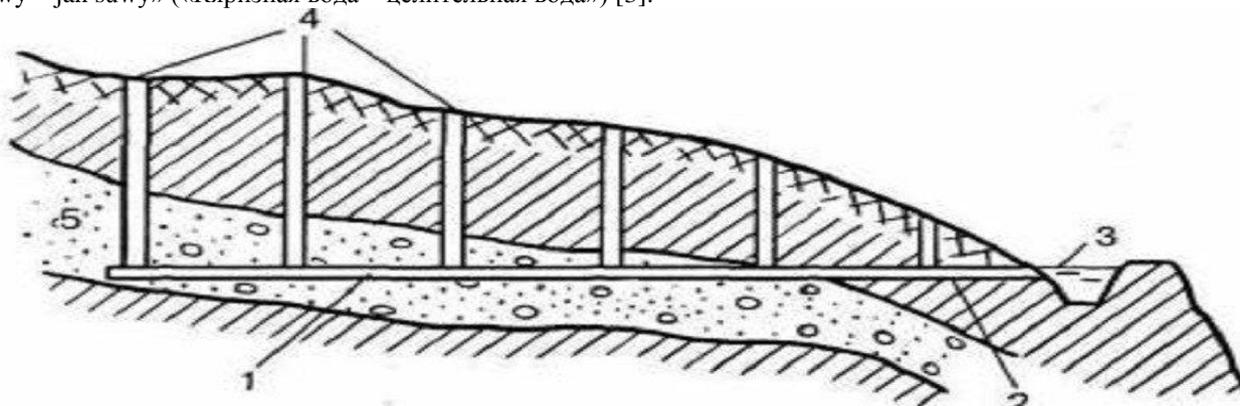


Рисунок 1 – Кяриз: 1 – водосборная штольня, 2 – водоотводящая галерея, 3 – водоприемный канал (водоем), 4 – смотровые колодцы, 5 – водоносный пласт

Анализ водных ресурсов Туркменистана и экономической политики водосохранения и рационального водопользования страны показал, что внеклассная работа по физике по рациональному водопользованию в Туркменистане является актуальной.

Внеурочная работа по водосбережению и водопользованию может начинаться параллельно изучению физики, начиная с 7 класса. Изучение учебных программ по предмету «Физика» показало, что вопросы водосбережения могут затрагиваться непосредственно на уроках при изучении темы «Гидростатика», а так же при проведении внеклассной и внеурочной работы [4].

Список литературы

1. Заседание рабочей группы МКВК «Водосбережение» / Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия Центральной Азии [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://icwc-aral.uz/25years/wg_watersaving.htm – Дата доступа : 02.10.2017.
2. Туркменистан решает водные проблемы Центральной Азии / Гусейн Гасанов / Trend News Agency [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.trend.az/casia/turkmenistan/2384660.html> – Дата доступа : 02.10.2017.
3. Академия наук Туркменистана / Г. Гундогдыева // Целительная влага кяризов [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://science.gov.tm/library/articles/article_2017-03-28-1/ – Дата доступа : 24.09.2017.
4. Концепция учебного предмета «Физика» / Школьная физика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.alsak.ru/item/koncepciya-predmeta-fizika-2009.html> Дата доступа: 23.10.2017.

Extra-curricular work in physics on rational water use in Turkmenistan is topical. Water conservation issues can be addressed directly in the lessons when studying the topic "Hydrostatics", as well as in conducting extra-curricular activities. The topic of rational water use in Central Asia is very relevant today, and Turkmenistan on this issue shows great international activity. Ancient way of water extraction - kyariz.

Ибидуллаева Ширин Гурбангельдыевна, студентка 4 курса физико-технического факультета ГрГУ, Гродно, Беларусь, shirinjana1993@mail.ru.

Научный руководитель – *Сенько Анна Николаевна*, старший преподаватель кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ, Гродно, Беларусь, asenko@mail.ru.

ИЗМЕРЕНИЕ И РАСЧЁТ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ ВБЛИЗИ ВЕРТИКАЛЬНОГО КРУГЛОГО ЦИЛИНДРА

Изучались закономерности теплообмена в свободноконвективном течении около нагретой вертикальной поверхности с помощью численных методов и путем измерений на учебной экспериментальной установке. Цель работы - подготовка к внедрению в учебный процесс лабораторной работы, сочетающей в себе элементы численного и экспериментального моделирования одновременно.

Работа инженера в XXI веке немыслима без интенсивного применения численного моделирования сложных физических процессов. Умение поставить задачу, выбрать подходящий метод ее решения, сочетать численное моделирование с экспериментом – исключительно важные качества для будущего инженера, выработке которых пока уделяется недостаточное внимание в учебном процессе. В настоящей работе проводилось комбинированное численно-экспериментальное исследование одной из достаточно сложных физических задач, которую потом можно было бы положить в основание лабораторной работы и внедрить в образовательный процесс. В качестве исследуемого явления удобно взять свободную конвекцию, которая, с одной стороны, не тривиальна для численного моделирования (как, скажем, теплопроводность), с другой стороны, для ее изучения нетрудно создать или приобрести уже готовый экспериментальный стенд.

Эксперимент проводился на учебном стенде НТЦ-74 "Теплопередача" (НТП "Центр", г. Могилев). Диаметр цилиндра, нагреваемого изнутри с помощью ТЭНов, был равен 38 мм, длина – 477 мм. Температура поверхности цилиндра измерялась с помощью 5 термопар (тип ТХК-1199, хромель-копель; погрешность $\pm 2,5^\circ\text{C}$). Торцевые поверхности цилиндра были теплоизолированы. Боковая поверхность цилиндра – блестящая. Количество излучаемого ей тепла по расчетам составляло около 5 % от общего теплового потока. При обработке экспериментальных данных этот фактор не учитывался.

Опыты проводились в течении со свободной конвекцией около вертикального цилиндра. Полученные данные сравнивались с измерениями для того же самого цилиндра, только установленного горизонтально, а также с соответствующими безразмерными зависимостями для ламинарного режима, взятыми из литературы. Поскольку в числах Gr и Ra для горизонтального и вертикального цилиндров используется разный характерный размер (диаметр цилиндра для горизонтального расположения и длина цилиндра - для вертикального), данные на рисунке для удобства сопоставления представлены в размерных координатах $\alpha(t_m)$, где α – коэффициент теплообмена, t_m – средняя температура пограничного слоя (рис. 1).

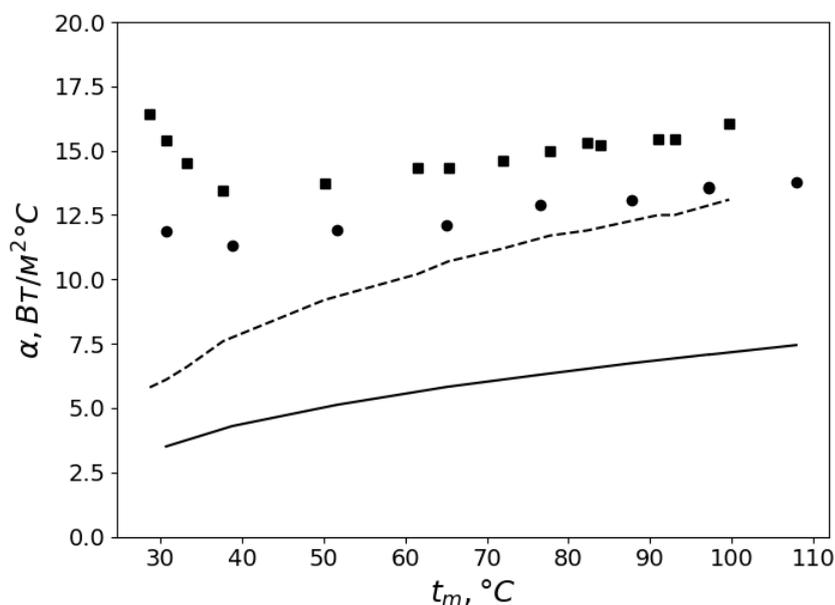


Рисунок 1 – Характеристика свободноконвективного теплообмена от поверхности нагретого цилиндра:
 — – безразмерная зависимость для вертикального цилиндра $Nu = 0,686Ra_L^{0,25}$ [1]; -- – безразмерная зависимость для горизонтального цилиндра $Nu = 0,47Ra_D^{0,25}$ [1]; • – экспериментальные точки для вертикального цилиндра;
 ■ – экспериментальные точки для горизонтального цилиндра

Как и следовало ожидать, теплообмен от горизонтально расположенного цилиндра интенсивнее, чем от вертикального. Это связано с тем, что пограничный слой, нарастая при движении вверх вдоль поверхности стенки цилиндра, постепенно прогревается, что приводит к снижению среднего температурного напора и, следовательно, коэффициента теплообмена. Расхождение экспериментальных данных и прогнозируемых по рекомендуемым в литературе эмпирическим зависимостям [1] значений можно признать удовлетворительным. Оно может объясняться неточностью учебной измерительной аппаратуры, наличием вблизи нагреваемого цилиндра стенки, к которой он прикреплен, недостаточной теплоизоляцией торцев цилиндра и другими причинами.

Важным дополнением к эксперименту в рамках учебного процесса может стать численное моделирование аналогичной или родственной задачи. В настоящей работе в качестве объекта изучения выбрана свободная конвекция у вертикальной стенки в замкнутой квадратной камере. Это обычная двумерная тестовая задача для численных CFD пакетов, удобная для начинающих в отличие от технически более сложной трехмерной задачи свободноконвективного обтекания круглого вертикального цилиндра. Для расчетов был использован свободный голландский пакет Dolfyn 0.601, который может работать на операционной системе Windows. Сетка для проведения численного расчета создавалась с помощью программы Gmsh. Визуализация полученных результатов обеспечивалась свободным пакетом VisIt 2.11.

На рис. 2 показано поле температур и скоростей воздушного течения около нагретой вертикальной стенки квадратной камеры. Размер камеры (477 мм) и температура нагрева ее вертикальной стенки (97°C) соответствовали длине и температуре боковой поверхности вертикального цилиндра, использованного в эксперименте. Выбранная для численного моделирования конфигурация течения проста и хорошо подходит для использования в учебном процессе.

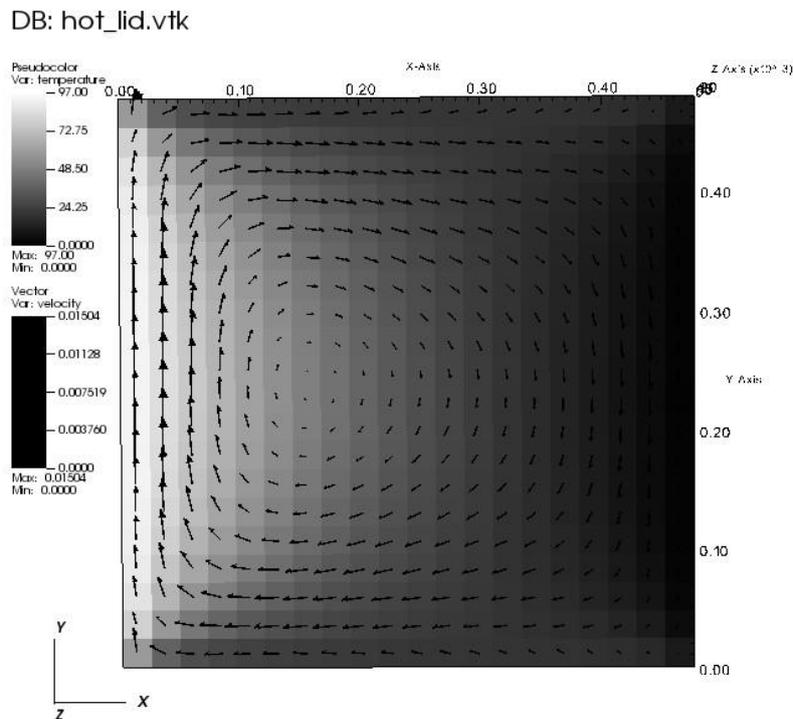


Рисунок 2 – Температурное поле и векторное поле скоростей вблизи нагретой вертикальной стенки квадратной камеры по результатам численного моделирования

Список литературы

1. Уонг, Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров / Х. Уонг. – М. : Атомиздат, 1979. – 216 с.

Heat transfer in a flow near a heated vertical wall is investigated with the help of an experimental setup for training students and using CFD methods. The goal of this work is preparation for using combined (experiment + numerical modelling) laboratory works in science education.

Китурко Андрей Михайлович, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, kiturko1991@mail.ru.

Научный руководитель – *Занько Филипп Станиславович*, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, zanko.philipp@gmail.com.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИГРЫ «ФИЗИЧЕСКИЕ КАРТЫ»

Описаны способы организации игры «Физические карты», разработанной для учащихся 7 классов по разделу «Механическое движение и взаимодействие тел». Представлены методические особенности организации данной игры. Предложены общие методические рекомендации к разработке дидактических игр.

Обучение нужно строить так, чтобы ученик понимал и принимал цели, поставленные учителем, и был активным участником их реализации. Среди множества путей воспитания у школьников интереса к учению одним из наиболее эффективных является организация игровой деятельности. Потребность учащихся в общении является одним из важнейших факторов для их включения в игру. Учащиеся всех классов проявляют повышенный интерес к игровой деятельности на уроках. В то же время для учителя подготовка и разработка дидактической игры является процессом творческим и трудоёмким [1].

Педагогическая игра – деятельность воспитанника, мотивом которой является сам процесс или действия с воображаемыми предметами в воображаемой или реальной ситуации, направленная на познание, освоение и преобразование действительности и используемая в педагогическом процессе в качестве средства воспитания и обучения. В современной школе игровая деятельность используется как самостоятельная технология изучения понятия, темы или раздела учебного предмета; как элемент более обширной технологии; в качестве урока (занятия) или его этапа; как технология внеклассной воспитательной работы [2].

Рассмотрим характеристику игры «Физические карты». Данную игру можно организовать в седьмом классе при изучении раздела «Механическое движение и взаимодействие тел».

Для организации игры «Физические карты» разработано 32 карты, представляющие собой специальным образом оформленные прямоугольные карточки. Все карты можно разбить на две группы. На лицевой стороне первой группы карт представлена учебная информация с недостающими данными. На лицевой стороне второй группы карт представлены недостающие данными для первой группы карт. Таким образом каждой карте колоды можно поставить в соответствие другую карту. Примеры карт представлены на рисунке 1.

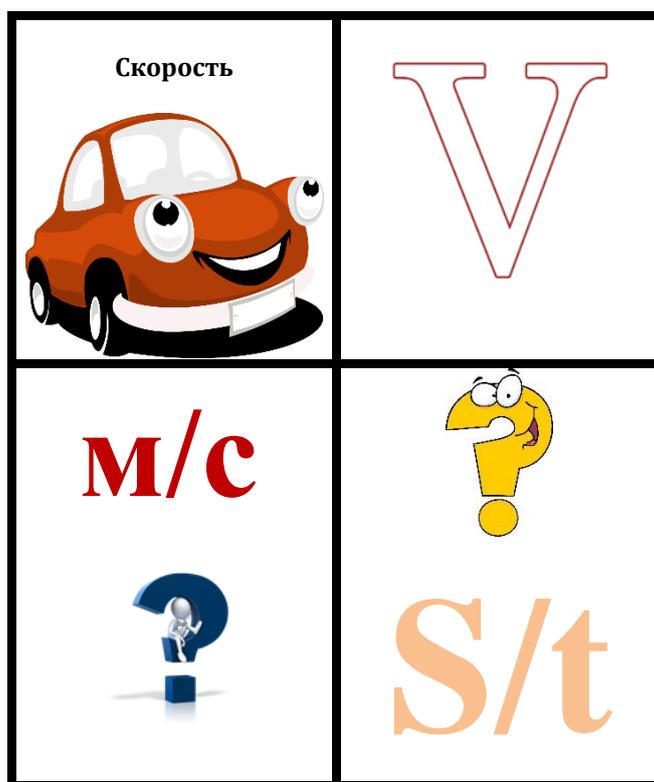


Рисунок 1 – Дидактический материал к игре «Физические карты»

Разработанные карты позволяют проверить систему знаний по следующим темам: «Равномерное прямолинейное движение», «Масса тела. Плотность вещества», «Сила тяжести. Сила упругости. Вес тела. Сила трения». Данная игра позволит повторить и закрепить следующую систему знаний: знания обозначений

физических величин, знания единиц измерения физических величин, знания формул, направление сил тяжести, упругости, трения, веса тел.

Организовать игру «Физические карты» можно двумя способами.

1. Для организации игры «Физическое домино» необходимо предварительно разбить класс на группы по 4–5 человек. Каждая группа учащихся получает 32 карты. Учащиеся должны распределить все карты по парам, для этого необходимо установить соответствие между информацией, отображенной на картах. За каждую правильно составленную пару карт команда получает 1 балл. Команда, первая правильно выполнившая задание, получает дополнительно 2 балла. По результатам игры учитель объявляет победителя, то есть команду набравшую наибольшее количество баллов.

2. Для организации игры «Физическое домино» необходимо предварительно разбить класс на пары. Каждая пара учащихся получает 32 карты. Учащихся должна сыграть в карты по следующим правилам. Каждый ученик набирает себе по 6 карт, остальные карты остаются лежать на столе, исполняя роль колоды. Учащиеся не должны видеть карты друг друга. Один из учеников должен сделать первый ход картой, при этом второй ученик должен найти у себя карту такой «масти», которая бы соответствовала лежащей на столе. Если у ученика нет соответствующей карты, то игрок вытягивает следующую карту из колоды, пока не вытянет нужную. Выигрывают те учащиеся, которые правильно справляются с заданием, то есть собирают все карты в правильной последовательности.

Методические особенности организации игры «Физические карты». Организация игры «Физические карты» занимает 10–15 минут. Игру можно провести на одном из этапов урока или факультативного занятия: на этапе актуализации знаний, на этапе повторения и закрепления учебного материала. Этап урока, на котором будет проведена игра, предопределяет её дидактическую цель и задачи. Также игра «Физические карты» может стать одним из этапов внеклассного мероприятия по физике.

При проведении игры первым способом учащиеся самостоятельно организуют свою деятельность. Как правило, для экономии учебного времени они могут придумать свой способ поиска всех пар карт, помогают друг другу, обеспечивая эффективную работу команды. Дидактическая игра «Физические карты» позволяет включить в активную деятельность всех учащихся класса.

Условия и требования задач игры «Физические карты» представлены в иллюстративной форме, что привлекает внимание учащихся и способствует быстрому анализу условия задания.

Общие методические рекомендации к разработке дидактических игр:

1. Игра должна основываться на свободном творчестве учителя и учащихся.
2. Игра должна быть доступной, а цель игры – достижимой.
3. Оформление игры должно быть красочным и разнообразным.
4. Игра должна быть эмоциональной, вызывать удовольствие, высокое настроение.
5. В процессе игры активизация учащихся должна осуществляться через элемент соревнования между командами или отдельными участниками игры.
6. В игровую деятельность должны быть вовлечены все учащиеся с учётом их возрастных особенностей, интересов и способностей.
7. Необходимо повышать роль учащихся в процессе организации и проведении дидактических игр.

Таким образом, представленная дидактическая игра «Физические карты» позволяет методически разнообразить учебный процесс, наполнить его эмоционально-познавательным содержанием. Практика показала, что процесс повторения и закрепления учебного материала, организованный через игровую деятельность учащихся является более эффективным и привлекательным в сравнении с фронтальным устным или письменным опросом учащихся.

Список литературы

1. Харазян, О. Г. Дидактические игры: физическое лото и физическое домино / О. Г. Харазян // Фізика: проблеми викладання. – 2012. – № 5 – С. 25–33.
2. Сивашинская, Е. Ф. Педагогические системы и технологии : курс лекций для студентов педагогических специальностей вузов / Е. Ф. Сивашинская, В. Н. Пунчик ; под. общ. ред. Е. Ф. Сивашинской. – Минск : Экоперспектива, 2010. – 196 с.

The ways of organization of the game "Physical maps", developed for the pupils of 7 classes on the section "Mechanical motion and interaction of bodies" are described. The methodical features of the organization of this game are presented. Proposals are general methodological recommendations for the development of didactic games.

Марчик Алексей Александрович, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, marchik123@list.com.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, kharazian.og@gmail.com.

СВОБОДНАЯ КОНВЕКЦИЯ У ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Представлены результаты экспериментального и численного моделирования свободноконвективного течения вблизи горизонтального круглого цилиндра. Показано, что эти методы исследования взаимно дополняют друг друга и для изучения такого сложного явления, как течение с естественной конвекцией, их необходимо использовать совместно.

Течения со свободной конвекцией нередко встречаются в природе и в технике, например: движение воды в озерах, циркуляция воздуха в атмосфере, нагрев воздуха в комнате от отопительных приборов, охлаждение стен домов в холодную погоду и т.п. Поэтому прогнозирование таких течений является важной научной и инженерной задачей. Свободноконвективное течение вблизи горизонтального цилиндра - одна из наиболее простых и хорошо известных задач такого рода. За последние 100 лет ей были посвящены десятки исследований. Тем не менее, надежного и точного метода решения у этой проблемы нет. В литературе для этого случая можно найти несколько десятков безразмерных полуэмпирических зависимостей, плохо согласующихся друг с другом [1]. Это объясняется сложностью проведения соответствующего эксперимента и множеством влияющих на него трудноучитываемых факторов. С другой стороны, если нет качественного экспериментального материала, как проверить правильность численного решения? Таким образом, для снижения неопределенности прогнозирования течений со свободной конвекцией современному инженеру необходимо уметь одновременно использовать эксперимент и численные модели.

Эксперимент проводился на учебном стенде НТЦ-74 "Теплопередача" (НТП "Центр", г. Могилев). Диаметр горизонтального цилиндра, нагреваемого изнутри с помощью ТЭНов, был равен 38 мм, длина – 635 мм. Температура поверхности цилиндра измерялась с помощью 4 термопар (тип ТХК-1199, хромель-копель; погрешность $\pm 2,5^\circ\text{C}$). Торцевые поверхности цилиндра были теплоизолированы. Боковая поверхность цилиндра - блестящая. Количество излучаемого ей тепла по расчетам составляло около 5% от общего теплового потока. При обработке экспериментальных данных этот фактор не учитывался.

Согласно [2], при числе Рэлея в диапазоне $10^4 \leq Ra_D \leq 10^8$ течение вблизи горизонтального цилиндра является ламинарным. В настоящей работе все эксперименты относились к ламинарному режиму ($Ra_D = Pr \cdot Gr_D = 28000 \div 180000$). Это дополнительно было подтверждено дымовой визуализацией.

Результаты проведенных измерений представлены в обобщенном виде $Nu(Ra)$ на рис.1.

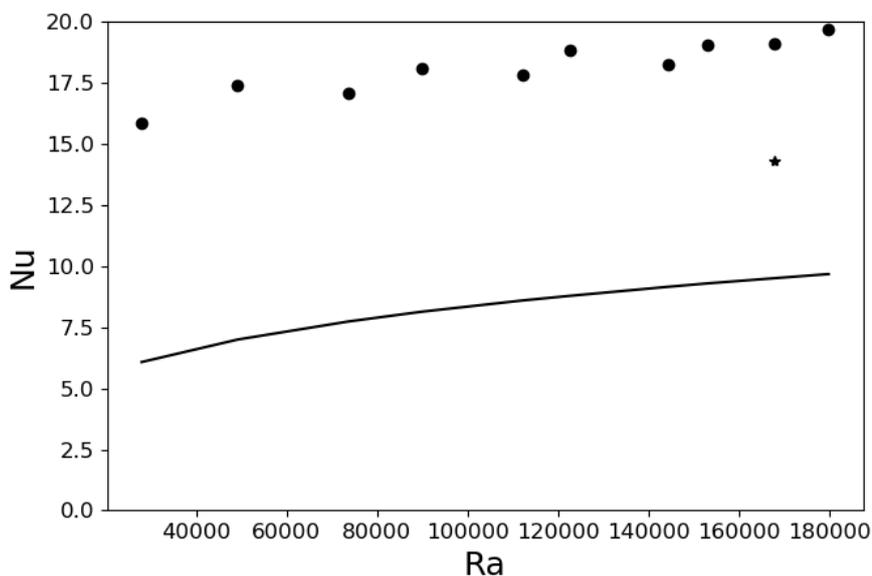


Рисунок 1 – Безразмерные характеристики свободноконвективного теплообмена от поверхности нагретого горизонтального цилиндра: — – полуэмпирическая зависимость $Nu = 0,47Ra^{0,25}$ [3]; ● – экспериментальные точки; * – результаты численного моделирования

Как видно из графика, экспериментально полученные значения коэффициента теплообмена отличаются от рекомендуемой в литературе эмпирической зависимости [3] примерно в 2 раза. Причем, форма кривой, около которой распределились экспериментальные точки, близка к форме зависимости, взятой из литературы. Такое

расхождение может быть объяснено либо тем, что выбрана неподходящая зависимость для сравнения (разброс между разными эмпирическими зависимостями, относящимися к одной и той же задаче, может быть весьма значительным), либо большими потерями тепла через торцы нагреваемого цилиндра и, как следствие, завышением теплового потока через боковую поверхность цилиндра

Возможности экспериментально исследовать конвективный теплообмен в учебной лаборатории, очень ограничены. Фактически, можно измерить лишь распределение температуры по длине нагреваемого цилиндра и рассчитать средний коэффициент теплообмена. Для измерения поля скоростей и температур в воздушном потоке вблизи поверхности цилиндра нужна дорогая аппаратура, например термоанемометр, требующий кроме того еще и высокой квалификации исследователя.

Выходом может стать численное моделирование свободной конвекции на базе экспериментальных данных полученных на учебном стенде. В настоящей работе для этого был применен свободный голландский пакет Dolfyn 0.601, который может работать на операционной системе Windows. Сетка для проведения численного расчета создавалась с помощью программы Gmsh. Визуализация полученных результатов обеспечивалась свободным пакетом VisIt 2.11.

На рис. 2 показано поле температур воздушного течения около нагретого цилиндра. С помощью этой информации был рассчитан средний коэффициент теплообмена для постоянной температуры поверхности цилиндра 65°C . Полученное значение показано на рис.1 звездочкой. Оно согласуется с экспериментальными данными и эмпирической зависимостью, взятой из литературы [3].

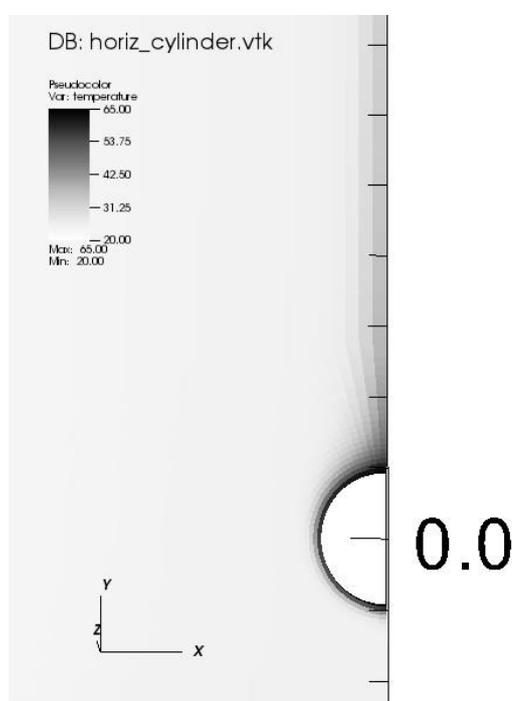


Рисунок 2 – Температурное поле вблизи нагретого горизонтального цилиндра по результатам численного моделирования

Список литературы

1. Boetcher S.K.S. Natural Convection from Circular Cylinders. – Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2014. – 48 pp.
2. Kuehn T., Goldstein R. Numerical Solution to the Navier-Stokes Equations for Laminar Natural Convection about a Horizontal Isothermal Circular Cylinder // Int. J. Heat Mass Transfer. – 1980. – Vol. 23. – P.971–979.
3. Уонг, Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров / Х. Уонг. – М. : Атомиздат, 1979. – 216 с.

Results of experimental and numerical modeling of a flow with natural convection heat transfer near a horizontal circular cylinder are presented. It is shown that these methods of investigation are mutually complementary and it is necessary to use them simultaneously in order to study such a complex phenomenon as the natural convection heat transfer.

Матук Ярэк Станиславович, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, jarek3001@yandex.by.

Научный руководитель – *Занько Филипп Станиславович*, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, zanko.philipp@gmail.com.

М. О. ОГОНОВСКИЙ, Г. Ю. БУРБО

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Разработана установка, содержание и методика демонстрационного эксперимента по основным явлениям физической оптики предусмотренной программой средней общеобразовательной школы.

В сравнении с демонстрационным физическим экспериментом из других разделов физики демонстрационный эксперимент по физической оптике требует тщательной предварительной подготовки и как следствие больших временных затрат на подготовку эксперимента.

В настоящее время при подготовке демонстрации по физической оптике возникает ряд проблем:

- нет готовых установок для проведения экспериментов по физической оптике.
- установки, которые собирают учителя, не обеспечивают всех требований, предъявляемых к технике постановки демонстрационного эксперимента.

На данный момент из-за отсутствия установок для проведения демонстраций по физической оптике учителя неохотно проводят такие демонстрации, поскольку сборка такой установки требует больших временных затрат при подготовке эксперимента и не всегда приводит к желаемому результату.

Нами разработана установка для демонстрационного эксперимента по физической оптике.

Данная установка позволяет проводить все демонстрации по физической оптике, соответствующие всем требованиям предъявляемым демонстрационному эксперименту. При использовании такой установки временные затраты на подготовку эксперимента минимальны. На рисунке 1 представлена структурная схема созданной установки



Рисунок 1 – Структурная схема установки

На рисунке 2 представлен общий вид установки с компьютером и интерактивной доской, где 1 – оптическая скамья, 2 – вебкамера, 3 – собирающая линза, 4 – бипризма Френеля, 5 – щель, 6 – полупроводниковый лазер, 7 – компьютер, 8 – интерактивная доска.

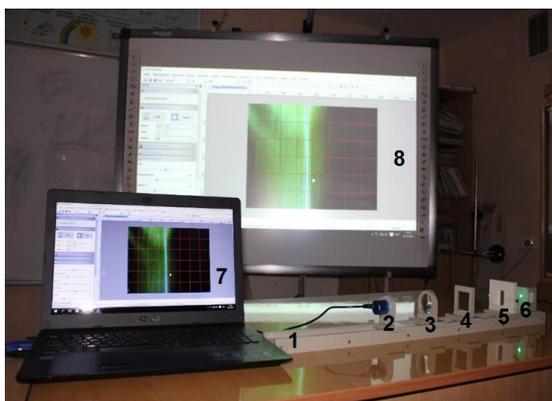


Рисунок 2 – Фотография установки для проведения демонстраций по физической оптике

Данная установка позволяет продемонстрировать следующие оптические явления:

- интерференцию (с бипризмой Френеля, с зеркалом Ллойда, кольца Ньютона, опыт Юнга);
- дифракцию (на щели, на нити, на круглом отверстии, на дифракционной решётке);
- дисперсию.

Используя данную установку можно сделать демонстрацию активной, вовлекая учащихся в процесс изучения нового материала, через проведение измерений, расчёта неизвестных параметров. То есть реализовать деятельностный подход в обучении.

В качестве примера рассмотрим демонстрацию по интерференции света с бипризмой Френеля.

Бипризма Френеля – одно из приспособлений, позволяющих получить два источника когерентных волн с помощью создания двух мнимых изображений от единого излучающего центра. В данном эксперименте таким

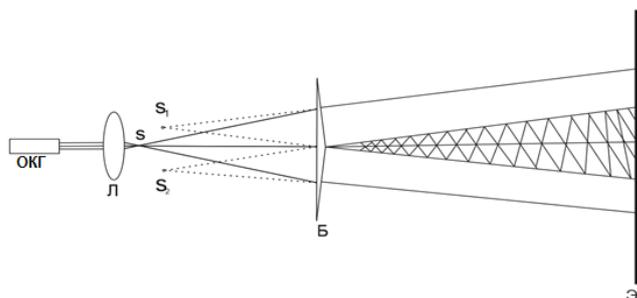


Рисунок 3 – Оптическая схема с бипризмой Френеля для наблюдения интерференции, где: ОКГ – полупроводниковый лазер, Л – линза, Б – бипризма Френеля, Э – экран

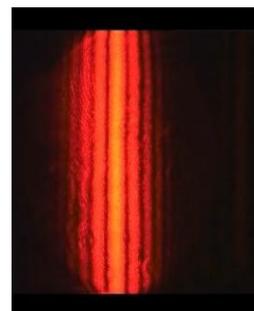


Рисунок 4 – Интерференционная картина

излучающим центром является точка фокуса собирающей линзы, через которую проходит луч лазера. Действительно, в первом приближении можно считать, что близкий к параллельному луч лазера фокусируется линзой в определенной точке (фокусе) и после этого начинает расширяться (рисунок 3). Таким образом, фокус линзы моделирует точечный источник

Созданная установка делает демонстрации по физической оптике более эффективными. Сокращается время, затрачиваемое учителем на подготовку демонстрации. При этом соблюдаются все основные требования, предъявляемые к технике постановки демонстрационного эксперимента.

Список литературы

1. Хорошавин, С. А. Демонстрационный эксперимент по физике в школе и в классах с углубленным изучением предмета / С. А. Хорошавин // Книга для учителя. – М. : Просвещение. – 1994.
2. Огородников, Г.Ф. Демонстрационные опыты по оптике и строению атома / Г. Ф. Огородников, М. Н. Башкатов, И. В. Попов, Н. М. Ростовцев // Пособие для учителя. – М. : Просвещение. – 1967.

The installation, content and techniques of the demonstration experiment phenomena of physical optics adopted by the programming secondary school

Огоновский Михаил Олегович, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, ogonovskii@gmail.com.

Бурбо Геннадий Юрьевич, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, genaburbo11@gmail.com.

Научный руководитель – *Матецкий Николай Викторович*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, matsetski@mail.ru.

УДК 37.016:53

Э. В. ПОЛУДЕНЬ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК СРЕДСТВО СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ОБОБЩЕНИЯ ЗНАНИЙ

Раскрыто понятие комплексной задачи. Представлены методические рекомендации для учителя при составлении комплексных задач. Разработана комплексная задача для систематизации и обобщения знаний учащихся 10 класса по разделу «Термодинамика».

Решение задач – неотъемлемая составная часть процесса обучения физике, поскольку она позволяет формировать и обогащать физические понятия, развивать физическое мышление учащихся и их навыки применения знаний на практике. В процессе обучения физике решение комплексных задач может выступить эффективным средством для систематизации и обобщения знаний учащихся, полученных в рамках конкретного раздела [1]. Несмотря на осознание методической значимости применения этого вида задач, с точки зрения систематизации и обобщения знаний учащихся, учителя редко и не системно используют их в учебном процессе. Это происходит по разным причинам: во-первых, недостаток учебного времени; во-вторых, не

уделено должного внимания этой проблеме в современных учебниках, сборниках задач и в другой методической литературе.

В методике обучения физики не существует однозначного определения физической учебной задачи. Исходя из её специфики наиболее приемлемым, является определение, предложенное А. В. Усовой и Н. Н. Тулькибаевой: «Физическая учебная задача – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе использования законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике, умениями применять их на практике и развитие мышления» [2]. Под задачей комплексного характера будем понимать задачу, которая включает ученика в деятельность по установлению и усвоению связей между структурными элементами учебного материала в рамках различных тем одного раздела школьного курса физики. Требования комплексных задач могут включать качественные и количественные вопросы, графические и экспериментальные задания.

При составлении комплексных задач можно руководствоваться следующими *методическими рекомендациями*:

1. Проанализировать структуру и содержание изученного раздела.
2. Согласной данной структуре и содержанию выделить основные физические понятия, явления, процессы и законы, знания которых понадобятся для выполнения требований комплексной задачи.
3. Составить комплексную задачу, используя одну из технологий:
 - выбрать несколько задач, содержание которых охватывает изученный в данном разделе учебный материал, затем объединить условия и требования данных задач для получения одной комплексной задачи;
 - выбрать одну задачу, содержание которой максимально охватывает структурные элементы учебного материала в рамках различных тем изученного раздела, затем дополнить требования данной задачи таким образом, чтобы она стала комплексной для данного раздела.

Требования комплексной задачи могут быть составлены на основе двух подходов, определяющих в дальнейшем способ решения задач:

1. Требования задачи могут зависеть друг от друга, то есть выполнение каждого следующего требования невозможно без выполнения предыдущих.
2. Требования задачи могут не зависеть друг от друга, то есть последовательность выполнения требований может быть различной.

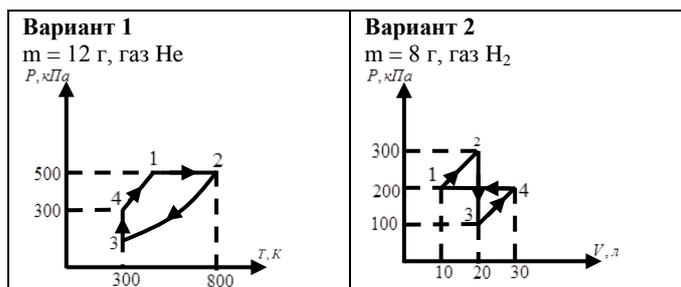
Рассмотрим пример комплексной задачи для систематизации и обобщения знаний учащихся 10 класса по разделу «Термодинамика». Данная задача включает в себя 5 вариантов.

Условие комплексной задачи: На рисунке 1 задан цикл, происходящий с идеальным газом массой m , изображённый в осях (p, V) , (p, T) или (V, T) .

Требования задачи:

1. Изобразить вид цикла в других парах осей.
2. Определить все термодинамические параметры в характерных точках цикла.
3. Записать первое начало термодинамики для всех процессов цикла.
4. Определить количество вещества газа.
5. Рассчитать число молекул газа.
6. Найти массу одной молекулы газа.
7. Вычислить приращение внутренней энергии газа; работу, совершаемую силами давления газа; количества теплоты, сообщенные газу.
8. Рассчитать удельную теплоёмкость вещества для каждого процесса цикла.

В ходе решения комплексной задачи учащимся необходимо заполнить таблицу, которая включает в себя: название процесса, первое начало термодинамики для каждого процесса, закон и его формулировку, постоянные и меняющиеся параметры для каждого из процесса, графики процесса в различных системах координат. Таким образом, заполнение данной таблицы позволит учащимся систематизировать и обобщить знания, полученные при изучении раздела «Термодинамика».



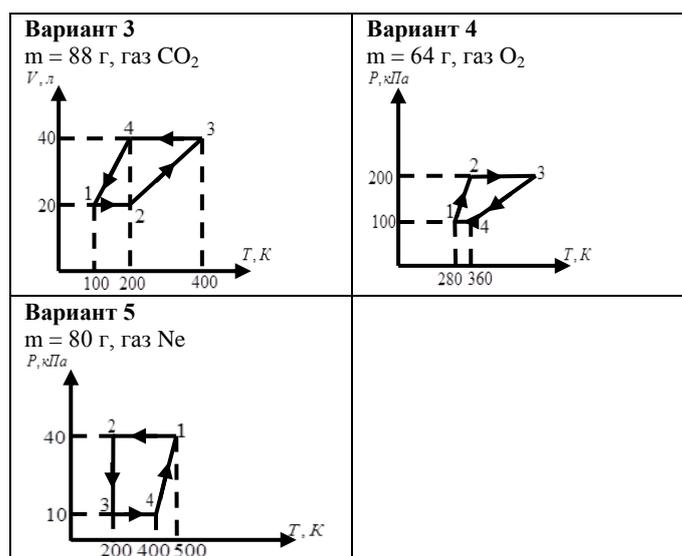


Рисунок 1 – Условие комплексной задачи по разделу «Термодинамика»

При организации урока систематизации и обобщения знаний учащихся на основе решения комплексных задач класс можно разделить на группы (команды). Каждая их команд должна решить свой вариант комплексной задачи и, в процессе решения задачи, заполнить таблицу, обобщающую основные формулы, законы, графики, которые встречаются в решении задачи. В конце урока предлагается командам представить результаты решённых задач, а также заполненную ими таблицу.

Таким образом, решение комплексной задачи позволяет учащимся повторить и систематизировать, пройденный в рамках конкретного раздела, учебный материал. Предложенный подход к организации урока систематизации и обобщения знаний учащихся способствует развитию у учащихся навыков самостоятельной работы, развитию их мышления, а также позволяет оценить знания учащихся по пройденным темам.

Список литературы

1. Шефер, О. Р. Методика формирования у учащихся умений комплексно применять знания для решения физических задач: монография / О. Р. Шефер. – Челябинск : ИИУМЦ «Образование», 2009. – 135 с.
2. Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе: теорет. основы : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. по физ.- мат. спец. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.

The concept of a complex problem is disclosed. The methodological recommendations for the teacher are presented in the compilation of complex tasks. The complex task for systematization and generalization of knowledge of pupils of 10 class on section "Thermodynamics" is developed.

Полудень Элеонора Валерьевна, студентка 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, elapoluden@gmail.com.

Научный руководитель – Харазян Оксана Гагиковна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, kharazian.og@gmail.com.

УДК 37.016:53

Е. Ю. СЕРГЕЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСОВ «WEB 2.0» В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

В последнее время большое внимание уделяется использованию в образовательном процессе сервисов «Web 2.0». «Web 2.0» – это интерактивные многопользовательские системы, контент которых наполняется самими участниками сети. Таким образом, благодаря сервисам «Web 2.0» можно самостоятельно создавать необходимую учебную информацию и размещать её в сети Интернет. При этом другие пользователи (ученики или учителя) могут использовать данный материал, совершенствовать, оценивать и комментировать его. По мнению многих специалистов, сервисы «Web 2.0» способствуют формированию самостоятельной и творческой личности.

Обзор и анализ сервисов «Web 2.0» показал, что их существует большое множество: сервисы для создания и хранения презентаций, сервисы для создания дидактических игр, сервисы для создания интерактивных

заданий, сервисы для создания опросов и тестов, сервисы для создания интеллект-карт, сервисы для хранения закладок.

LearningApps.org – это один из сервисов для создания учебно-методических пособий по разным учебным предметам. Данный сервис является приложением «Web 2.0» для поддержки процесса обучения с помощью интерактивных модулей. Возможности сервиса LearningApps.org позволяют пользователю быстро создавать учебные интерактивные модули, а также при необходимости их редактировать; собирать модули в интерактивные блоки и делать их общедоступными. Регистрация на данном сервисе открывает возможности для создания собственных классов, и, как следствие, просмотра результатов выполненных заданий.

Рассмотрим примеры интерактивных модулей, разработанных для проведения урока в седьмом классе по теме: «Равномерное движение. Скорость. Единицы скорости». На этапе закрепления пройденного учебного материала можно предложить учащимся выполнить задание с выбором правильного ответа (рисунок 1).

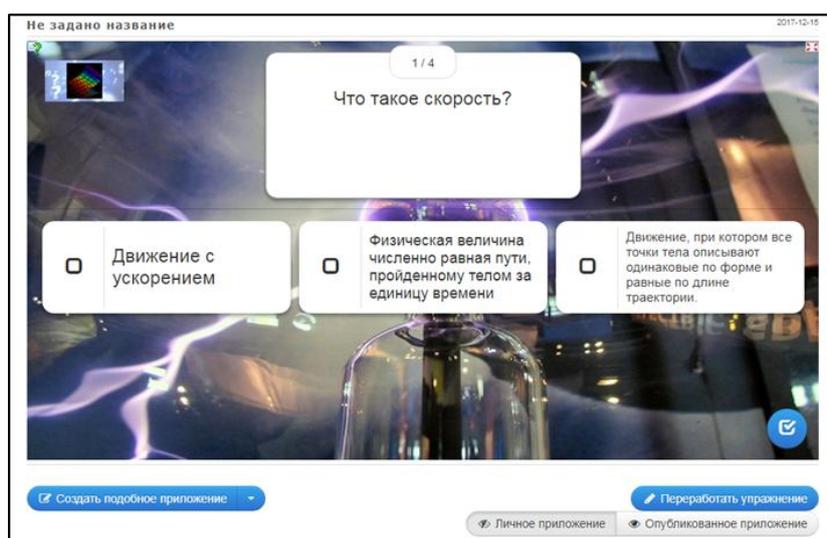


Рисунок 1 – Интерактивное задание для закрепления учебного материала

В качестве домашнего задания учащимся можно также предложить поработать с интерактивным модулем, содержание которого предлагает решить задачи и записать полученные ответы (рисунок 2). Данный модуль выделит учащимся верные и неверные ответы.

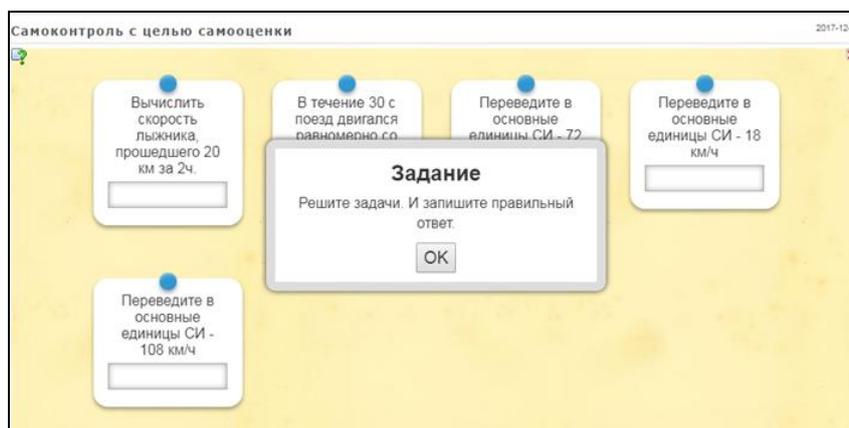


Рисунок 2 – Интерактивное задание для домашней работы

На основе интерактивных модулей, созданных с помощью сервиса LearningApps.org, можно организовать соревнование между учащимися. Интерактивный модуль «Скачки» предлагает учащимся 15 вопросов для самостоятельного решения (рисунок 3). При этом те учащиеся, которые правильно отвечают на вопрос, продвигаются вперед и знакомятся с условием следующего вопроса.



Рисунок 3 – Интерактивное задание для организации соревнований между учащимися

Таким образом, возможности сервисов «Web 2.0» можно использовать на различных этапах урока физики: на этапе закрепления учебного материала, выполнения домашнего задания, при организации игровой деятельности учащихся и т.д.

Появление сервисов для создания учебно-методических пособий по разным предметам радикально упростило процесс создания учебных материалов и публикации их в сети. В настоящее время каждый учитель может получить доступ к цифровым коллекциям, а также создать авторский сетевой контент для дальнейшего использования в учебном процессе. Важным преимуществом использования социальных сервисов «Web 2.0» является их доступность, открытость и интерактивность. Сервисы «Web 2.0» становятся естественной образовательной средой, целесообразность использования которой в учебных целях не вызывает сомнения.

The concept of "Web 2.0" service, listed types of services by purpose, is disclosed. Describes the features of the service Learning Apps.org. Examples of interactive modules for a lesson in physics in the 7th grade are presented.

Сергей Елизавета Юрьевна, студентка 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, liza.sergey.2017@mail.ru

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, kharazian.og@gmail.com.

УДК 37.016:53

Ю. Н. УРБАН

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

Представлены методические рекомендации для учителя при составлении фотозадач. Разработана авторская фотозадача для закрепления знаний учащихся 9 класса по разделу «Кинематика».

Хорошо известно, что изучение школьных дисциплин естественно-научного цикла, и в первую очередь физики, требует от школьников развитого абстрактного мышления. Даже рассмотрение механических и тепловых явлений предполагает использование идеализированных моделей (материальная точка, идеальный газ) и разнообразных математических абстракций (система отсчета, вектора и их проекции, графики и т.д.) [1]. При изучении основ электродинамики, оптики, атомной и ядерной физики школьники вынуждены представлять в своем воображении различные объекты (электромагнитные волны, атомы, элементарные частицы) и явления (фотоэффект, ядерная реакция), которые не воспринимаются органами чувств и невозможно пронаблюдать в повседневной жизни. В настоящее время в школах при изучении физики фото- и видеоматериалы не используются в полной мере. Проведя анализ школьного учебного пособия 9 класса на предмет использования фотографии, можно сделать вывод, что в параграфах не достаточно картинок и фотографий физических явлений и процессов, тем самым ограничивая школьников в полноценном понимании учебного материала.

В эпоху развития современных технических средств отказ от использования фотографии на уроках физики является не обоснованным. Простота и доступность современных фотокамер обеспечит наглядность при

изучении учебного материала и вызовет интерес к учебной деятельности учащихся. Благодаря техническим возможностям цифровой фотокамеры, в функциях которой имеются многие режимы фотосъемки, учитель совместно с учениками может создавать фотозадачи. Их можно использовать на уроках физики для изучения нового материала, закрепления, обобщения и систематизации знаний. Предлагая учащимся самим поучаствовать в фотографическом процессе, у них сформируются определенные навыки фотографирования и понятие о фотографическом процессе в целом. Таким образом, фотозадачи будут развивать больший интерес к предмету и это приведет к повышению успеваемости и усвояемости учебного материала учащимися.

Под фотозадачей понимают задачу, условие которой, представлено в виде одного фотоснимка (или серии фотоснимков) физического явления или процесса, полученного с использованием фототехники, для решения которой необходимо применение учащимися мыслительных и практических действий на основе использования законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике, умениями применять их на практике и развитие мышления [2]. Применение фотозадач на уроках физики позволит сформировать умения анализировать физические явления и процессы по фотографическим изображениям, развить умения решать экспериментальные задачи, научить учащихся самостоятельно применять технические средства и программное обеспечение в учебной деятельности. В этой связи тема настоящей работы является актуальной.

При создании фотозадачи мы должны определить цель создания фотозадачи, спланировать опыты и явления, которые будем фотографировать, т.е. создать фотосценарий, собрать соответствующую экспериментальную установку и подобрать необходимое оборудование, подготовить фотокамеру для съемки и провести фотографирование. Далее необходимо полученные фотоматериалы загрузить в компьютер и обработать в графическом редакторе (например Adobe Photoshop, Nero, PhotoSnap, Paint и др.) и произвести необходимые расчеты (решить задачу).

Фотосценарий к ним создается с актуальной темой занятия. Это могут быть как заранее подготовленные, так и созданные во время урока фотографии. Так же фотозадачи можно составлять вместе с учениками во внеурочное время, либо дать задание самостоятельно найти интересные картинки с физическими явлениями. Экспериментальная установка и необходимое оборудование подбирается и собирается исходя из поставленной задачи. К примеру, если создаем фотозадачу на равноускоренное движение, то нам нужен штатив, желоб, шарик и фотоаппарат.

Перед началом фотосъемки цифровой фотоаппарат устанавливается в нужном режиме: если необходимо сфотографировать «смазанное» движение объекта, то выбирается режим «приоритет выдержки»; если нужно получить четкое изображение перемещающегося тела – режим «приоритета диафрагмы». В камере настраиваются необходимые параметры съемки: время экспозиции или количество снимаемых кадров в секунду при многократной съемке, светочувствительность и диафрагму. Эти данные будут учитываться при формулировании условия задачи. Обработка полученных снимков заключается в том, чтобы собрать серию кадров в один. При использовании графического редактора Adobe Photoshop, создается новый пустой слой, в который перетягивается серия фотографий. Далее снимки уменьшаются в размере и компонуются в один кадр.

Целью настоящей работы является рассмотрение методических и технических аспектов создания фотозадач и демонстрация возможности их применения при обучении физике на примере темы «Скорость при прямолинейном движении с постоянным ускорением».

Цель фотозадачи заключается в том, чтобы наглядно показать, как двигаются тела с ускорением и в конечном итоге определить его.

Для получения фотоснимков учителю понадобятся: фотоаппарат, металлический желоб, лабораторный штатив и шарик. Экспериментальную установку для фотозадачи собирают, как показано на рисунке 1, т.е. закрепляют металлический желоб на лабораторном штативе. Угол желоба выставляем произвольный. После того, как установка собрана, напротив неё располагают фотоаппарат. Его необходимо закрепить на штативе, чтобы обеспечить неподвижность во время съёмки (рисунок 2). Без штатива можно обойтись в том случае, если фотографировать статичный объект, используя покадровую съёмку. Так же важно подобрать оптимальное расстояние до объекта съёмки, чтобы экспериментальная установка полностью была в кадре. Расстояние до объекта съёмки определяется фокусным расстоянием объектива фотоаппарата. Чем больше фокусное расстояние, тем дальше нужно располагать камеру, чтобы весь объект был в кадре. Фотокамеру настраивают исходя из условий помещения. Для получения лучшего результата на фото рекомендуется включить как можно больше источников света в классе, либо открыть жалюзи, если это солнечный день. Выбирают режим серийной съемки, подбирают нужное значение светочувствительности и значение диафрагмы. В процесс подготовки фотокамеры можно приобщить учащихся.



Рисунок 1 – Экспериментальная установка



Рисунок 2 – Подготовка фотокамеры для съемки

Будем использовать режим серийной съемки, т.к. нам нужно снять движение шарика по желобу. Диафрагму объектива рекомендуется закрыть на столько, насколько позволяет нам свет. Чем больше значение диафрагмы, тем большая глубина резкости. Светочувствительность выставляется исходя из условий помещения. Если света для съемки недостаточно рекомендуется использовать вспышку, как встроенную в камеру, так и внешнюю.

В момент запуска шарика по желобу нажимают кнопку спуска затвора камеры, т.е. один человек запускает шарик по желобу, а второй фотографирует. Далее полученные фотографии копируют на компьютер, где выбираются только те кадры, в которых заснят шарик от начала движения до полного прохождения по желобу. Выбранные снимки объединяют в единую фотографию в графической программе (Adobe Photoshop) и сохраняются в формате JPEG (рисунок 3).

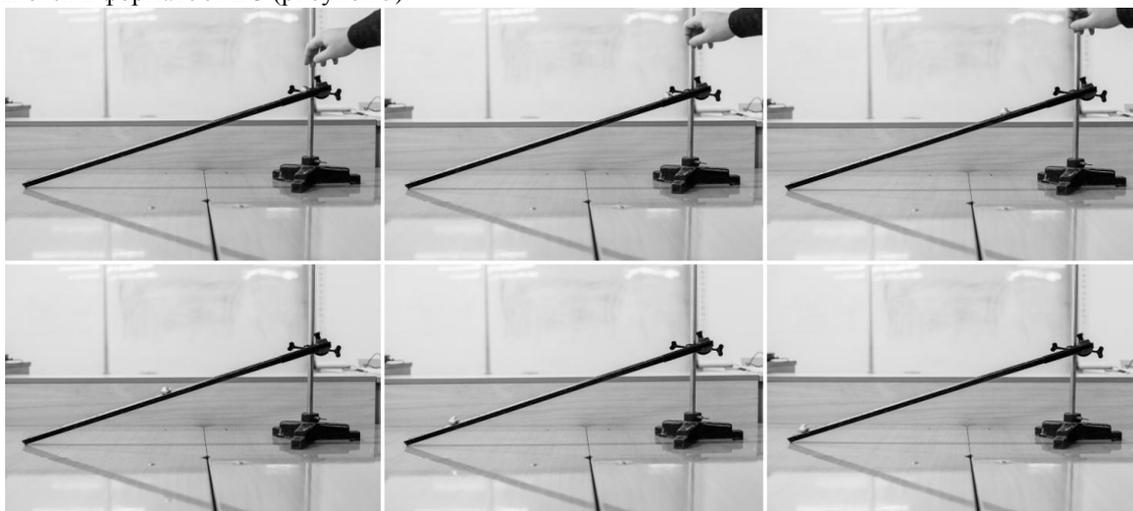


Рисунок 3 – Объединённые снимки для постановки задачи

Из представленных на рисунке 3 фотографий движущегося металлического шарика по наклонному желобу найдем ускорение движения шарика, если длина желоба 70 см, а съемка проводилась с частотой 4,5 кадров в секунду.

Исходя из этих данных, учащиеся должны установить временной интервал между кадрами, разделив единицу на частоту серийной съемки. Временной интервал принимаем за время выдержки одного кадра. После этого необходимо найти время движения шарика (время выдержки одного кадра умножить на количество кадров). Из уравнения равноускоренного движения, необходимо выразить ускорение, с которым движется шарик по наклонному желобу. После подстановки всех данных, определим ускорение. Исходя из условия задачи оно будет равно $0,8 \text{ м/с}^2$.

Таким образом, использование фотозадач на уроках физики позволит учащимся наглядно понять физические процессы, поучаствовать в процессе фотографирования и закрепить полученные знания. Предложенные методические рекомендации способствуют формированию умений анализировать физические явления и процессы по фотографическим изображениям, развитию умений решать экспериментальные задачи, а также, безусловно, вызывают интерес к учебной деятельности учащихся.

Список литературы

1. Матецкий, Н. В. Технология решения задач по физике (механика) и астрономии: учеб.-метод. Пособие / Н. В. Матецкий, К. Ф. Зноско. Гродно : ГрГУ, 2007. – 359 с.

2. Усова, А. В. Практикум по решению физических задач: пособие для студентов физ.-мат. ф-тов / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. – М. : Просвещение, 2001. – 208 с.

The methodological recommendations for the teacher are presented in the preparation of photo tasks. An author's photo task was developed to consolidate the knowledge of the students of the 9th grade in the section "Kinematics".

Урбан Юрий Николаевич, студент 4 курса физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, yurik.urban@mail.ru.

Научный руководитель – Зноско Казимир Францевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, znosko@grsu.by.

УДК 537.8

Д. С. ФЕДУТИК, Д. Ю. ДЯГЕЛЬ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Рассматривается установка позволяющая изучать явление электромагнитной индукции на количественном уровне.

После многочисленных опытов М. Фарадей в 1831г. открыл явление, которому было дано название «электромагнитная индукция». Явление возникновения индукционного тока при относительном движении проводника и магнита и явление возникновения вихревого электрического поля при изменении магнитного поля существенно отличаются друг от друга. В сущности, это различные процессы. Математически же они объединяются простым общим законом Фарадея:

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

В чем же состоят эти различные индукционные явления?

Как известно, изменяющееся магнитное поле порождает вихревое электрическое поле. Согласно теории Максвелла, в этом случае закон Фарадея может быть записан так:

$$\oint E_1 dl = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

Или в дифференциальной форме

$$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (3)$$

Смысл уравнения (2) состоит в том, что изменяющееся магнитное поле порождает вихревое электрическое поле, причем циркуляция вектора \vec{E} этого поля по замкнутому контуру равна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего этот контур. Следовательно, это индукционное поле является вихревым.

Уравнение (3) выражает тот же фактор по-иному: переменное магнитное поле порождает вихри электрического поля.

Это открытие явилось убедительным доказательством того, что электрические и магнитные явления взаимосвязаны между собой.

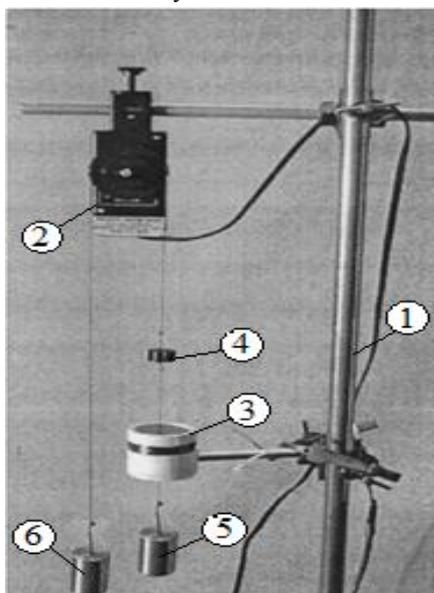


Рисунок 1 – 1. Штатив, 2. Блок, 3. Катушка, 4. Магнит, 5. Груз, 6. Груз

Простая экспериментальная проверка закона электромагнитной индукции Фарадея может быть выполнена с помощью оборудования, доступного в большинстве лабораторий физики. Существующие установки для изучения электромагнитной индукции позволяют изучать явление электромагнитной индукции в основном на качественном уровне, но не позволяют проводить количественные расчеты, поэтому весьма актуально создание установок, позволяющих проводить лабораторный эксперимент и аналитическую обработку результатов эксперимента с использованием цифровой техники, позволяющей выводить результаты эксперимента на дисплей компьютера.

Цель эксперимента:

исследовать: зависимость ЭДС индукции от числа витков в катушке; зависимость ЭДС индукции от скорости движения магнита. Определить дипольный момент магнита.

Описание экспериментальной установки

Установка для экспериментального изучения явления электромагнитной индукции представлена на рисунке 1. Экспериментальная установка состоит из: штатива 1, блока 2, катушки 3, магнита 4, груза 5,6. В состав установки входит

осциллограф, датчик Холла и оптопара состава цифровой лаборатории.

Методика выполнения эксперимента

При движении магнита вдоль оси катушки в катушке возникает ЭДС индукции, которая изменяется как функция расстояния от плоскости катушки. Мы рассматриваем магнит как идеальный диполь. Катушка, состоит из обмоток с различным числом витков (10, 20, 30). Магнит закрепляется на сбалансированной машине Атвуда. Скорость магнита определяется с помощью оптопары. Зависимость ЭДС индукции от времени выводится на дисплей компьютера. Индукция магнитного поля магнита измеряется при помощи датчика Холла, входящего в состав цифровой лаборатории.

Из закона Фарадея ЭДС индукции возникающей при движении магнита через катушку описывается уравнением:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi}{dz} \frac{dz}{dt} = -\frac{d\Phi}{dz} v = -\frac{3\mu_0 m N a^2}{2} \frac{z v}{(a^2 + z^2)^{5/2}} \quad (4)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, N – число витков в катушке, a – радиус катушки, v – скорость падения магнита, z – расстояние от магнита до катушки и m – магнитный дипольный момент. Магнитный дипольный момент находится из уравнения (5).

$$B = \frac{\mu_0 m}{2\pi z^3} \quad (5)$$

По результатам измерений B и z строится график зависимости $B\left(\frac{1}{z^3}\right)$. Тангенс угла наклона $B\left(\frac{1}{z^3}\right)$

дает значение магнитного дипольного момента. График зависимости $B\left(\frac{1}{z^3}\right)$ представлен на рисунке 2 и показывает хорошую линейную зависимость.

Значения ЭДС индукции определяется с помощью осциллографа, входящего в состав цифровой лаборатории. Полученная ЭДС индукции для трех катушек показана на рисунке 3. Значения ЭДС индукции различны для каждой катушки. Компьютерная программа, используемая в опыте, позволяет рассчитать значения ЭДС индукции в любой момент времени в некоторых точках. Положение экспериментальных точек, полученных в опыте, практически совпадает с осциллограммой, полученной в опыте (рисунок 3).

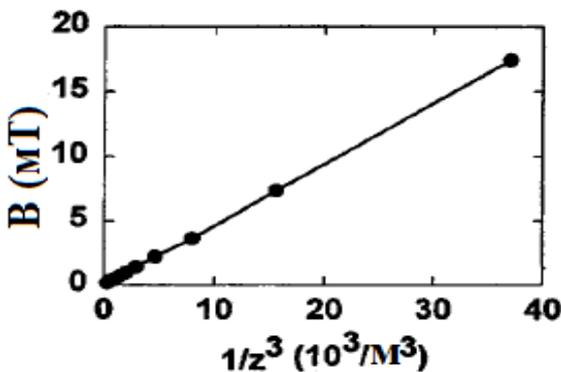


Рисунок 2 – График магнитного поля магнита вдоль его оси в зависимости от обратного куба расстояния

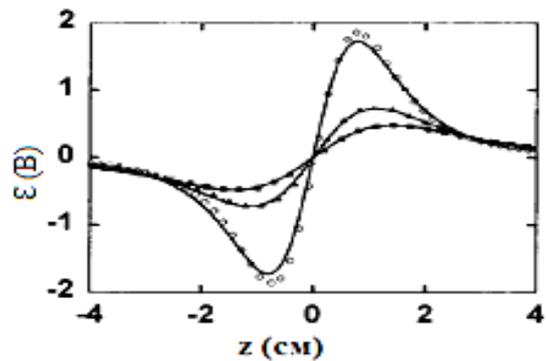


Рисунок 3 – Сравнение экспериментальных и модельных значений ЭДС от z .

Экспериментальная установка позволяет количественно исследовать зависимость ЭДС индукции от числа витков в катушке, зависимость ЭДС индукции от скорости движения магнита и определить дипольный момент магнита.

Список литературы

1. Вольштейн, С. Л. Элементы максвелловской электродинамики в школе / С. Л. Вольштейн//– Минск : Нар. асвета, 1973. – 163 с.
2. Каменецкий, С. Е. Электродинамика в курсе физики средней школы / С. Е. Каменецкий, И. Г. Пустильник //– Москва: Просвещение, 1978. – 127 с.
3. Robert Kingman, An experimental observation of Faraday’s law of induction/ Robert Kingman, S. Clark Rowland, and Sabin Popescu. Received 5 September 2000; accepted 13 June 2001.

The article discusses the installation for the study of the phenomenon of electromagnetic induction, which allows to study the phenomenon of electromagnetic induction at a quantitative level.

Федутик Дмитрий Станиславович, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, dima_fedutik@mail.ru

Дягель Дмитрий Юрьевич, аспирант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, diagel_d@mail.ru

Научный руководитель – *Матецкий Николай Викторович*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь. matsetski@mail.ru.

УДК 37.016:53

Т. Н. ШЕШКО

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Предложена современная методика исследования электростатического поля. Описана экспериментальная установка и представлена схема лабораторной установки для изучения электростатического поля. Раскрыто содержание лабораторной работы: «Изучение электростатического поля».

На практике организовать исследование электростатического поля довольно трудно. Поэтому электростатическое поле можно заменить на более удобную модель, представляющую собой электрическое поле, созданное постоянным во времени током, протекающим в проводящей среде между различными электродами. При этом форма и взаимное расположение электродов остаются такие же, как и в изучаемом электростатическом поле.

Поскольку в однородной проводящей среде при прохождении по ней постоянного тока нет объёмных электрических зарядов, поле в пространстве между электродами, к которым приложено постоянное напряжение, имеет ту же конфигурацию, какую оно имело бы в непроводящей среде, если электропроводимость проводящей среды много меньше электропроводимости электродов. При невыполнении этого условия, линии напряжённости поля постоянных токов не будут перпендикулярны поверхностям электродов, то есть изменяется их конфигурация. Таким образом, электростатическое поле в непроводящей среде и поле постоянных токов в однородной слабо проводящей среде практически одинаковы: оба поля потенциальны, а их линии напряжённости перпендикулярны поверхностям заряжённых проводников электродов (вблизи этих поверхностей).

Для исследования электростатического поля необходимо найти распределение в пространстве потенциалов. Изучение распределения потенциалов в электростатическом поле осуществляется на основе метода зондов. Исследование поля осуществляется с помощью специального электрода-зонда, соединённого с универсальным измерительно-управляющим комплексом. В качестве зонда используется металлический стержень. Зонд помещается в исследуемую точку поля. В проводящей среде заряды натекают на зонд и он принимает потенциал той точки поля, в которую помещён. Универсальный измерительно-управляющий комплекс измеряет приобретенный зондом потенциал относительно точки поля, выбранной за начало отсчёта потенциала.

Изучив распределение потенциалов в электростатическом поле, можно построить систему эквипотенциальных поверхностей, а затем построить линии напряжённости поля.

Для выполнения лабораторной работы «Изучение электростатического поля» по описанной методике может использоваться экспериментальная установка (рисунок 1), состоящая из персонального компьютера, универсального измерительно-управляющего устройства «ТехноЛаб», лабораторного стенда для изучения электростатического поля, электрод-зонд. Измерительно-управляющее устройство осуществляет преобразование аналогового сигнала в цифровой и наоборот, заменяет блок питания и является источником сигнала (напряжения) различной формы. Данный комплекс позволяет заменить множество необходимых для учебного эксперимента стандартных измерительных приборов: генераторов, осциллографов, вольтметров, частотомеров, фазометров, анализаторов спектра, статистических анализаторов, измерителей АЧХ, ФЧХ.



Рисунок 1 – Экспериментальная установка для изучения электростатического поля

Схема лабораторной установки представлена на рисунке 2.

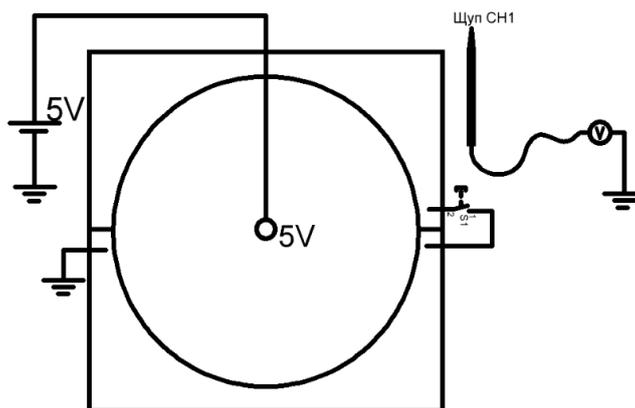


Рисунок 2 – Схема лабораторной установки для изучения электростатического поля

Цель лабораторной работы «Изучение электростатического поля»: исследование электростатического поля, создаваемого электродами различной формы, описание его с помощью эквипотенциальных поверхностей и линий напряженности электростатического поля.

Приборы и оборудование: установка для изучения электростатического поля, измерительно-управляющее устройство «ТехноЛаб», персональный компьютер.

Содержание лабораторной работы включает три упражнения.

Упражнение 1. Исследование электростатического поля. В данном упражнении необходимо установив все нужные параметры настроек в программе Microlab, снять показания мультиметра для различных положений зонда, а значения полученных результатов записать в электронную таблицу MS Excel. Используя возможности программы MS Excel, необходимо построить диаграмму, на которой будут отображены линии равного потенциала.

Упражнение 2. График зависимости потенциала электростатического поля от расстояния между электродами. В упражнении необходимо средствами MS Excel построить график зависимости потенциала электрического поля от расстояния между электродами. Пользуясь построенным графиком, а также методом численного дифференцирования, необходимо найти напряженность поля для разных значений r , охватывающих весь интервал расстояний между электродами.

Упражнение 3. График зависимости напряжённости электростатического поля от расстояния между электродами. Необходимо средствами MS Excel построить график зависимости напряжённости электростатического поля от расстояния между электродами.

Для изучения электростатического поля удобно использовать модель, представляющую собой электрическое поле, созданное постоянным во времени током, протекающим в проводящей среде между различными электродами. Данная модель позволяет эффективно организовать исследование и описание электростатического поля. Использование в работе универсального измерительно-управляющего устройства «ТехноЛаб» и лабораторного стенда для изучения электростатического поля позволяет в динамике следить за результатами экспериментальной деятельности; снимать показания измерений; сохранять результаты эксперимента в виде текстовых и графических файлов; экспортировать результаты измерений в прикладные программы общего и специального назначения для обработки данных, построения графиков. Таким образом, использование универсального устройства «ТехноЛаб» в системе учебного физического эксперимента позволяет автоматизировать процессы его выполнения, а также процессы обработки и анализа полученных результатов.

The proposed modern methods of study of the electrostatic field. The experimental setup is described and the scheme of laboratory installation for studying of an electrostatic field is presented. The content of laboratory work is revealed: "study of electrostatic field".

Шешко Татьяна Николаевна, магистрант физико-технического факультета ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, tatiana.sheshko@gmail.com.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, kharazian.og@gmail.com.