





МРНТИ 14.25.09

<https://doi.org/10.26577/JES.2022.v70.i1.09>

А.Е. Кузьмичева , Г.К. Жусупкалиева , В.С. Козлов\* ,  
Д.М. Кажмуканова , А.О. Губашева 

Западно-Казахстанский университет имени М. Утемисова, Казахстан, г. Уральск

\*e-mail: wot.valentine@mail.ru

## РОЛЬ ЗНАКОВОЙ ФОРМЫ НАУКИ В РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Статья посвящена использованию межпредметных связей, методов укрупнения дидактических единиц и аналогий в методике преподавания физики для будущих учителей. Межпредметные связи рассматриваются на основе анализа законов и формул из различных разделов физики, анализа различных задачных ситуаций. В статье обращено внимание на роль знаково-символической формы в выявлении единства законов природы, определяющих различные физические явления. Метод укрупнения дидактических единиц П.М. Эрдниева позволяет в одну такую единицу объединить различные физические явления и выявить общность их законов. Внимание обучаемых обращается на умение по заданным графикам определить аналитические связи физических величин. Большое значение в содержании физики имеет исследование ситуаций с параллельным или последовательным соединением однородных элементов: пружин конденсаторов, резисторов, катушек индуктивности, источников тока. Анализ таких соединений в единой дидактической единице позволяет увидеть роль различных характеристик физических объектов, найти аналогии между ними и подумать над тем, почему закон последовательного соединения одних характеристик соответствует закону параллельного соединения других характеристик. Детальное внимание к анализу знаковой формы содержания физических явлений способствует более глубокому усвоению предмета и изучения. Разработанная методика обучения интегрировала в себе три дидактических принципа: (1) межпредметных связей физики и математики, (2) укрупнения дидактических единиц, (3) наглядности обучения физике с демонстрацией закономерностей и аналогий в законах физики и математики в знаково-символической форме. Принцип демонстрации визуальной наглядности для школьников и студентов актуализирован современным мышлением цифрового поколения. В практической части исследования приняли участие 56 учителей физики школ республики. Установлено, что 66,1% из них активно применяют задачи с условиями в форме рисунков, 30,4% используют редко; по оценке 55,4% учителей выборки, школьники часто испытывают затруднения при решении задач с графическим представлением условий, а также требующих графических ответов; 78,6% учителей акцентируют внимание на межпредметные связи физики и математики. Результаты опроса показывают актуальность разработки такой методики обучения.

**Ключевые слова:** физическая наука, математический аппарат, знаковая форма содержания, аналитический и графический методы, функциональная зависимость, сопротивление, электроёмкость, жесткость, параллельные и последовательные соединения, задачные ситуации.

A.E. Kuzmisheva, G.K. Zhusupkalieva, V.S. Kozlov\*,  
D.M. Kazhmukanova, A.O. Gubasheva

M. Otemisly West Kazakhstan State University, Kazakhstan, Uralsk

\*e-mail: wot.valentine@mail.ru

### The role of the sign form of science in realizing the goals of teaching physics

The article is devoted to the use of intersubject connections, methods of consolidation of didactic units and analogies in the professional training of a physics teacher. Intersubject relations are considered based on the analysis of laws and formulas from various sections of physics, analysis of various problem situations. Attention is drawn to the role of the sign-symbolic form in revealing the unity of the laws of nature that determine various physical phenomena. The method of enlarging didactic units of P. M. Erdniev allows to combine various physical phenomena into one such unit and to reveal the commonality of their laws. The attention of students is drawn to the ability to determine the analytical relationships of physical quantities based on the given graphs. Important in the content of physics are research of situations with parallel or serial connection of homogeneous elements: springs of capacitors, resistors, inductors, current sources. Analysis of such connections in a single didactic unit allows you to see the

role of different characteristics of physical objects, find analogies between them and think about why the law of sequential connection of some characteristics corresponds to the law of parallel connection of other characteristics. Attention to the analysis of the sign form of the content of physical phenomena contributes to a deeper assimilation of the subject of study.

The developed teaching methodology integrated three didactic principles: (1) interdisciplinary links between physics and mathematics, (2) enlargement of didactic units, (3) visualization of physics teaching with demonstration of laws and analogies in the laws of physics and mathematics in sign and symbol form. The principle of visual demonstration for students and schoolchildren is actualized by the modern thinking of the digital generation. Fifty-six physics teachers from schools across the country responded to the practical part of the study. It was found that 66.1% of them actively use tasks with conditions in the form of drawings, 30.4% – use rarely. According to the evaluation of 55.4% of teachers of the sample, students often have difficulties in solving problems with graphical representation of conditions and requiring graphical answers; 78.6% of teachers emphasize the interdisciplinary links between physics and mathematics. The survey results show the relevance of developing such a teaching methodology.

**Key words:** physical science, mathematical apparatus, sign form of content, analytical and graphical methods, functional dependence, resistance; electrical capacity, stiffness, parallel and serial connections, problem situations.

А.Е. Кузьмичева, Г.К. Жусупкалиева, В.С. Козлов\*,  
Д.М. Кажмуканова, А.О. Губашева

М. Өтемісұлы атындағы Батыс Қазақстан университеті, Қазақстан, Орал қ.  
\*e-mail: wot.valentine@mail.ru

### **Физиканы оқыту мақсаттарын жүзеге асырудағы ғылым белгілері формасының рөлі**

Мақала болашақ мұғалімдер үшін физиканы оқыту әдістемесінде пәнаралық байланыстарды, дидактикалық бірліктерді ірілендіру әдістерін және ұқсастықтарды пайдалануға арналған. Пәнаралық байланыстар физиканың әр түрлі бөлімдеріндегі заңдар мен формулаларды талдау, сонымен қатар әр түрлі есептер жағдайын талдау негізінде қарастырылады. Зерттеу барысында әр түрлі физикалық құбылыстарды анықтайтын табиғат заңдарының бірлігін анықтаудағы белгілік-символдық форманың рөліне ерекше назар аударылады. П.М. Эрдниевтің дидактикалық бірліктерін ірілендіру әдісі әртүрлі физикалық құбылыстарды біріктіруге және олардың заңдарының ортақтығын анықтауға мүмкіндік береді. Білім алушылардың назары берілген кесте бойынша физикалық шамалардың аналитикалық байланысын анықтау біліміне аударылады. Физиканың мазмұнында біртекті элементтерді параллель немесе тізбектей қосу жағдайларын қарастырудың маңызы зор. Соған конденсаторлардың серіппелері, резисторлар, индуктивтілік катушкалары, ток көздерін жатқызуға болады екен. Бірыңғай дидактикалық бірліктегі мұндай қосылыстарды талдау физикалық объектілердің түрлі сипаттамаларының рөлін көруге, олардың арасындағы ұқсастықтарды табуға және сипаттамалардың тізбектелген қосылу заңы басқа сипаттамалардың параллельді қосылу заңына неге сәйкес келетінін ойлауға мүмкіндік береді. Физикалық құбылыстар мазмұнының таңбалы түрін толық талдауға назар аудару оқыту пәнін терең меңгеруге ықпал етеді.

Әзірленген оқыту әдістемесі физика мен математиканың пәнаралық байланыстары (1), дидактикалық бірліктерді ірілендіру (2), физиканы оқытудың көрнекілігін (3) пайдалана отырып физика мен математика заңдарындағы заңдылықтар мен ұқсастықтарды символдық түрде көрсету сияқты өзіне үш дидактикалық принципті біріктірді. Оқушылар мен студенттер үшін визуалды көрнекілікті көрсету қағидаты цифрлық буынның заманауи ойлауымен өзектендірілген. Зерттеудің практикалық бөліміне еліміздің мектептерінен 56 физика пәнінің мұғалімдері қатысты. Олардың 66,1%-ы сурет түріндегі шарттары бар есептерді сабақ барысында белсенді қолданамыз десе, 30,4%-ы – сирек пайдаланамыз деп белгіледі; бағалау бойынша іріктеме мұғалімдерінің 55,4%-ы оқушылар шарттарды графикалық ұсынумен және графикалық жауаптарды талап ететін есептерді шешуде жиі қиындықтарға тап болатыны анықталды; мұғалімдердің 78,6%-ы физика мен математиканың пәнаралық байланыстарына назар аударады. Сауалнама нәтижелері осы оқыту әдістемесін әзірлеудің өзектілігін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** физикалық ғылым, математикалық аппарат, физикалық мазмұнының белгі формасы, есептік жағдаят, аналитикалық және графикалық әдістер, функционалдық тәуелділік, кедергі, электр қабылдағыш, тізбектей және параллель қосылыстар, есептік жағдаят.

## Введение

ГОСО РК направлен на достижение системы целей образования в виде ожидаемых результатов обучения. Под «ожидаемыми результатами» имеется в виду совокупность компетенций, выражающих, что именно обучающийся будет знать, понимать, демонстрировать по завершении обучения. Среди ожидаемых результатов обучения в образовательной области «естествознание» отмечается понимание роли естественных наук, в том числе физики, в современной жизни, умение применять основные физические понятия, термины, законы для описания природных объектов, процессов, явлений, умение анализировать «состояние науки» [1]. Представленные материалы исследования направлены на повышение качества образования, углубление понимания смысла основных терминов физики, понимание смысла физических величин и законов, определяющих их взаимные связи, что соответствует требованиям государственных общеобразовательных стандартов [2].

Содержание обучения физике определяется содержанием фундаментальной физической науки. Ее развитие тесно связано с использованием математического аппарата, который позволяет в знаково-символической форме выразить взаимные связи физических величин, определяющих то или иное явление. Важна и другая сторона межпредметной связи физики с математикой. В процессе обучения формируется умение видеть физическое явление за математической формулой, графиком. Знаки в физике используются для выражения научных понятий, способов действия с изучаемыми объектами. Язык математики позволяет получать новую информацию об исследуемом явлении. Знаковая форма физического содержания дает возможность проведения анализа результатов эксперимента и исследования процессов в окружающем мире. Использование знаковой наглядности позволяет формировать навыки исследования, развивать творческие способности. Система физической науки отражает структурные уровни материи, на каждом из которых есть свои специфические законы, выражающиеся в системе математических знаков. Но природа едина. Это можно видеть в наличии математической аналогии в описании физических явлений различной природы.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования является знаковая (аналитическая и графическая) зависимость физических величин. В исследовании применялись методы обобщения педагогического опыта преподавания физики, метод анкетирования учителей физики Казахстана, разработки обновленной методики преподавания на основе метода укрупнения дидактических единиц П.М. Эрдниева (УДЕ). Также использовались методы анализа и синтеза, метод аналогий.

## Обзор литературы

Рассмотрим некоторые аспекты использования знаковой формы физического содержания в профессиональной подготовке учителя физики. В современных условиях обновления содержания и технологий обучения решение задач, которые составляют важную часть обучения физике, целесообразно представлять в форме задачных ситуаций. Анализ этих ситуаций с использованием известной технологии УДЕ способствует интеграции, синтезу информации, полученной учащимися при изучении различных разделов физики. При переходе к укрупненным темам, объединяющим группы родственных понятий, в сознании учащихся возникают качественно новые знания, достигается их целостность и осмысленность (Эрдниев, 1992: 5) [3; с. 5]. Одновременное рассмотрение нескольких явлений и зависимостей в сравнении и сопоставлении их друг с другом способствует более глубокому и осознанному усвоению материала. Технологию УДЕ особенно целесообразно применять при повторении, обобщении учебного материала (Эрдниев, 1992: 77) [3; с. 77]. Автор этой технологии приводит соответствующие примеры использования аналитического и графического методов анализа задач кинематики и динамики с различными траекториями движения тел. В Образовательной программе (ОП) бакалавриата технология УДЕ может быть особенно эффективна на занятиях практикумов по решению задач.

Математический аппарат физики удобен для упражнений в творческих умозаключениях. Один из методов познания – метод аналогий, метод создания крупных блоков знания. Сравнения по аналогии основаны на сравнении явлений, процессов или отдельных объектов,

взятых из различных областей знаний (Эрдниев, 1998б: 7) [4; с. 7]. При изучении физики это может относиться к явлениям из ее различных разделов. Анализ таких явлений по аналогии способствует возникновению эффекта ассоциативного или логического мышления (Эрдниев, 1998б: 11) [4; с. 11]. В процессе обучения в школе и при подготовке учителя физики в высших учебных заведениях целесообразно включать задания, направленные на формирование у обучаемых видения межпредметных связей физики и математики, умения видеть физику в формулах и графиках.

В качестве первого примера использования метода аналогии рассмотрим некоторые задачные ситуации: анализ математических выражений физических законов, поиск аналогий. На этапе актуализации обращаем внимание на форму возможной функциональной зависимости величин в математике, их аналитическое и графическое представление (Богдан, 1983: 40) [5; с. 40]. Выделяем линейную связь, прямую пропорциональность, степенную, в том числе

квадратичную, экспоненциальную зависимости. Обращаем внимание на различие линейной и прямо пропорциональной зависимостей, которые имеют особенно важное значение, например, при анализе термодинамических процессов.

*Задачная ситуация 1. Дидактическая единица: прямо пропорциональная зависимость физических величин.*

Укрупненная единица: прямо пропорциональная и линейная зависимости физических величин.

Цель: используя приобретенные знания и различные источники информации, выделить прямо пропорциональные связи физических величин в различных ситуациях.

Актуализация знаний: понятие прямой пропорциональности в математике

$$y \sim x \Rightarrow yx = k \text{ или } y = kx, k = \text{const}$$

Выполнение задания: ответ можно представить в виде следующей таблицы.

**Таблица 1** – Прямо пропорциональная зависимость некоторых физических величин

Физическое понятия	Закон	Прямая пропорциональность	Постоянные величины
Равномерное движение	$S = vt$	$S \sim t$	$v = \text{const}$
Импульс тела	$P = mv$	$P \sim v$	$m = \text{const}$
Сила упругости	$F = -kx$	$F \sim x$	$k = \text{const}$
Второй закон Ньютона	$a = \frac{F}{m} = \frac{1}{m}F$	$a \sim F$	$m = \text{const}$
Работа силы	$A = FS \cos \alpha$	$A \sim S$	$F = \text{const}$
Момент силы	$M = Fd$	$M \sim F$	$d = \text{const}$
Кинетическая энергия молекул (средняя)	$W = \frac{3}{2}kT$	$W \sim T$	$k = \text{const}$
Плотность тока	$j = \lambda E$	$j \sim E$	$\lambda = \text{const}$

В различных разделах физики можно найти и другие примеры прямой пропорциональности. Понимание учащимися математического смысла такой зависимости позволяет им усвоить и достаточно легко ответить на вопрос, как изменяется одна величина при заданном изменении другой. Прямая пропорциональность является частным случаем линейной зависимости, которая также проявляется между физическими величинами. Поэтому имеет смысл на этапе

актуализации обратить внимание на различия и общность этих связей.

Графическое представление материала сегодня широко распространено в различных школьных учебниках, методических изданиях и пособиях (Duncan, 2014: 13) [6; с. 13]. Оно охватывает не только графики зависимостей, но и геометрические и векторные построения, используемые при решении задач из разных разделов физики. Многие учителя физики отме-

чают наиболее часто встречающиеся затруднения у обучающихся, связанные с анализом графиков. Поэтому им следует уделять важное внимание при обучении физике в СОШ, начиная с самых младших классов (Башарулы, 2017: 47) [7; с. 47]. Важно не только научить учеников анализировать конкретные данные из графика, но и вести работу по формированию у учащихся умений по самостоятельному построению различных графиков зависимости, используя разные физические величины и единицы измерения, на основе имеющихся данных из задачи. Ряд физических задач по механике, связанных с движением нескольких тел, электродинамике и геометрической оптике могут быть решены графическим способом. Более

того, такой способ решения нередко является более рациональным и наглядным для учащихся (Бушок, 2009: 181) [8; с. 181]. Графические приемы способствуют широкой активизации мышления, повышению уровня общего и политехнического образования обучающихся.

Задание для самостоятельной работы: предлагается рассмотреть соответствующие примеры задачных ситуаций в графическом изображении функциональной связи различных физических величин.

Обучаемым предлагается провести анализ заданных ситуаций, записать в аналитической форме графические связи, выделить линейные и прямо пропорциональные зависимости, объяснить их физический смысл (Рис. 1).

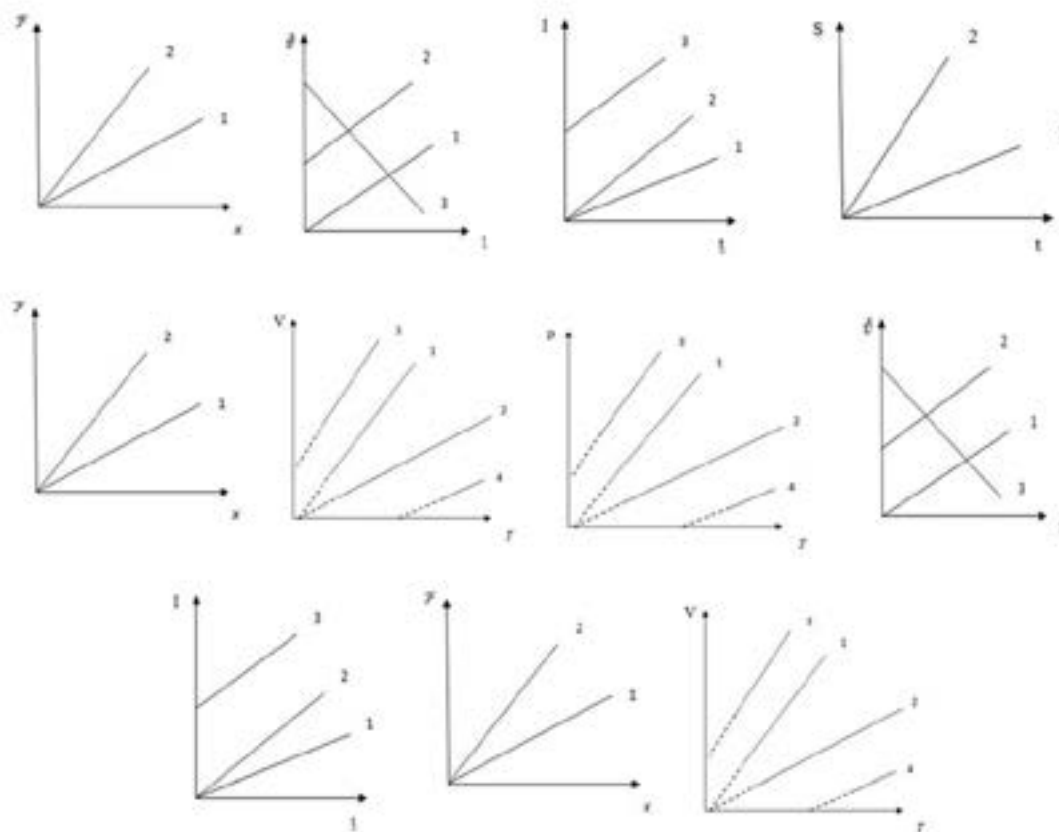


Рисунок 1 – Примеры графиков для анализа ситуаций по физике

Для закрепления понимания характера связи физических величин в практике обучения рекомендуются задания следующего вида: как изменяется данная физическая величина при известном изменении другой величины. Выполнение такого задания предполагает актуализацию знаний о данных величинах. Такой связи может

и не быть. Например, период колебаний математического маятника не зависит от массы колеблющегося груза. Это утверждение относится только к условиям применимости понятия математического маятника. Иначе система рассматривается как физический маятник с другой формулой периода колебаний.

При анализе функциональной связи двух величин следует обращать внимание на другие величины, входящие в формулу или закон. Эти величины могут быть постоянными или изменяющимися, что влияет на анализ ситуаций. Например, в формуле средней кинетической энергии молекулы коэффициент пропорциональности «к» – универсальная постоянная Больцмана, а в законе Гука «к» – жесткость пружины таковой не является.

Рассмотрим и другие примеры: по закону  $P = nkT$ , где давление  $P$  пропорционально  $T$ , при условии, что концентрация остается постоянной ( $n = \text{const}$ ), то есть объем не изменяется или нет диссоциации. Энергия магнитного поля тока пропорциональна  $I^2$ , если индуктивность системы не изменяется. Анализируя зависимость энергии конденсатора от его заряда, необходимо обратить внимание на то, что происходит с напряжением между его обкладками. Энергия заряженного конденсатора пропорциональна  $q^2$  или  $U^2$ , если не изменяется емкость.

В процессе обучения преподаватель, используя имеющиеся учебники, учебные пособия и сборники задач, может разработать систему задачных ситуаций, привлекая к этой работе самих обучаемых. Составление задачных ситуаций, их анализ и решение может быть реализовано в процессе обучения в форме заданий для самостоятельной работы.

Математические операции совершаются не только над физическими величинами, но и над размерностями. Анализ размерностей на уроке позволяет не только проверить правильность вычислений и составленных уравнений, но и обратить внимание на некоторые зависимости, углубить смысл физических величин (Бушок, 2009: 180) [8; с. 180]. Например, одно и то же значение напряженности электрического поля  $E$  может выражаться через разные единицы измерения: ньютон на кулон [Н/Кл] и вольт на метр [В/м]. Обе записи являются равноценными, но содержат разный физический смысл. Одна размерность характеризует силу, действующую на заряд со стороны поля, а вторая – создающуюся на некотором расстоянии вдоль линии силовых линий поля разность потенциалов.

*Задания для самостоятельной работы обучаемых по выявлению аналогичных функциональных связей в различных разделах физики: экспоненциальная зависимость, показательная*

типа  $y \sim x^1$ ,  $y \sim x^3$  и др. При анализе ква-

дратичной зависимости необходимо обратить внимание на энергию различных физических систем:

$$\frac{mv^2}{2}, \frac{kx^2}{2}, \frac{q^2}{2C}, \frac{CU^2}{2}, \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}, \frac{B^2}{2\mu\mu_0}, \frac{LI^2}{2}.$$

Стоит обратить внимание на сходство принципов действия закона электромагнитной индукции (правило Ленца) и механические свойства инертности. Анализ формул позволяет углубить понимание массы как меры инертности и величины  $L$ , характеризующей индуктивность катушки.

*Задачная ситуация 2. Соединения однородных элементов различных физических систем.*

Укрупненная единица: законы параллельного и последовательного соединений однородных элементов.

Цель: Выявление аналогии законов соединения различных однородных элементов.

Актуализация знаний: Виды соединений, законы соединений. Соединения однородных элементов используются на практике и в задачах различных разделов физики, в различных задачных ситуациях. В механике – движение связанных тел по горизонтальной и наклонной плоскости, или переброшенных через блок. В анализе аналогий физических законов, описывающих физические явления различной природы, можно рассмотреть последовательные, параллельные и смешанные соединения пружин, резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, источников тока и соединения однородных элементов.

Задание: анализ знаковой формы определения общих характеристик системы, выявление аналогии.

Выполнение задания.

Для каждой системы однородных элементов:

- выявить характеристики, связи между ними;
- определить общие характеристики при последовательном соединении, провести анализ;
- определить общие характеристики при параллельном соединении, провести анализ.

Совместно с обучаемыми можно разработать таблицу представления результатов анализа заданной ситуации. Она может быть следующего вида (Таблица 2). В ней можно

рассмотреть жесткость пружины  $k$ , сопротивление резистора  $R$ , емкость конденсатора  $C$ , индуктивность катушки  $L$  при различных соединениях. Подробное исследование соединений физических объектов заставляет более глубоко

задуматься над физическим смыслом коэффициентов, входящих в исследуемые зависимости. Тогда становится ясным, почему складываются одинаковые пары  $(R, L)$  и  $(C, k)$ , что общего в каждой из этих пар.

Таблица 2 – Законы соединения однородных элементов для различных физических систем.

Объект	Характеристики соединения	Тип соединения	Закон соединения
Пружина	$F, k, x$	Последовательное	$F_1 = F_2 = F_3 = \dots$ $x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots$ $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots$
		Параллельное	$F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$ $x_1 = x_2 = x_3 = \dots$ $k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots$
Конденсаторы	$C, q, U$	Последовательное	$q_1 = q_2 = q_3 = \dots$ $U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$
		Параллельное	$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$ $U_1 = U_2 = U_3 = \dots$ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
Резисторы	$R, I, U$	Последовательное	$I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$
		Параллельное	$U_1 = U_2 = U_3 = \dots$ $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
Катушка индуктивности	$L, I$	Последовательное	$I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ $L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$
		Параллельное	$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$ $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$

Можно продолжить исследование. Рассмотрим известную формулировку закона Ома  $I = \frac{1}{R}U$ . Отметим, что коэффициентом пропорциональности между  $I$  и  $U$  является величина  $\frac{1}{R}$ . Если ввести характеристику электропроводности

ти  $p = \frac{1}{R}U$ , тогда выражение для силы тока запишется в следующем виде:  $I = Up$ . Закон сложения для физической величины будет обратным закону сложения для величины  $R$ .

Схожую ситуацию, например, можно наблюдать при исследовании закона Гука:  $F = kx$ .

Заметим, что сила упругости  $F$  пропорциональна величине деформации  $x$ . Однако, если рассматривать зависимость величины деформации от величины приложенной силы  $F$ , то деформация рассчитывается по следующему выражению  $x = \frac{1}{k} \cdot F$ . Тогда возможно вместо величины « $k$ » ввести другую характеристику  $b = \frac{1}{k}$  – мягкость пружины. В таком случае  $x = b \cdot F$  и величина « $b$ » складывается обратно закону сложения « $k$ ».

Из этого следует вывод: исследование соединений физических объектов заставляет более глубоко задуматься над физическим смыслом коэффициентов, входящих в исследуемые зависимости. Тогда становится понятно, почему складываются одинаковые пары  $(R, L)$  и  $(C, k)$ , что общего в каждой из этих пар.

### Результаты исследования и обсуждение

Актуальность разработки обновленной методики обучения была подтверждена опросом учителей физики казахстанских школ. В опросе приняло участие 56 учителей с различным опытом работы в учебных заведениях страны: менее 5 лет – 32,1%, от 5 до 10 лет – 12,5%, от 10 до 20 лет – 25%, свыше 20 лет – 30,4%. С помощью инструментов Google Forms была составлена анкета и проведен опрос среди учителей физики (Рис. 2) [<https://forms.gle/Kd76eNRv2fCWJNKD8>].

Установлено, что 66,1% из 56 учителей данной выборки активно применяют задачи с условиями в форме рисунков, а 30,4% – используют редко; по оценке 55,4% учителей выборки, школьники часто испытывают затруднения при решении задач с графическим представлением условий и требующих графических ответов; 78,6% учителей акцентируют внимание на межпредметных связях физики и математики.

Таким образом, по результатам опроса видно, что учителя отмечают распространенные у учащихся затруднения в работе с графическим материалом в задачах. Педагоги в целом указывают, что обращают существенное внимание на роль математического аппарата, межпредметную связь математики и физики, исследование аналогий в физических законах. Материалы статьи и рассмотренные в ней методические вопросы позволяют более детально исследовать знаковую форму в содержании обу-

чения физике, включают практические рекомендации.

Разработанная нами методика обучения интегрировала в себе три дидактических принципа: (1) межпредметных связей физики и математики, (2) укрупнения дидактических единиц, (3) наглядности обучения физике с демонстрацией закономерностей и аналогий в законах физики и математики в знаково-символьной форме. Принцип демонстрации визуальной наглядности для школьников и студентов актуализирован современным мышлением цифрового поколения.

При решении учебных задач по физике необходимо, чтобы внимание учителя и ученика было направлено не на получение конечного результата или ответа, а на понимание самой задачной ситуации, физического явления или процесса, лежащего в ней. В современных условиях требуется включение в процесс обучения таких методов познания, способствующих максимальной активизации деятельности учащихся.

Дидактические материалы по физике, используемые в учебном процессе, по принципу построения можно разделить на два типа. Первый тип представляют собой материалы, которые являются традиционными по форме и повторяют содержание типовых задачников. Выполнение подобных заданий не позволяет охватить такие важные виды деятельности школьника, как наблюдение, измерение, а зачастую и анализ самого задания. Текстовые задания мало способствуют формированию навыков практической деятельности. Поэтому особенно полезным представляется наряду с использованием лабораторных и практических работ внедрение в учебный процесс материалов другого типа, в которых необходимая для решения задачи информация отражена в виде рисунка, то есть представлена в материализованном виде. Графическая часть отражает реальную ситуацию, которую ученик может наблюдать на практике. Исходные данные для решения поставленных вопросов учащийся должен получить самостоятельно на основе анализа изображенной ситуации (Ушаков, 1986: 1) [9; с. 1]. Необходимо отметить, что рассматриваемые дидактические материалы все-таки не могут заменить лабораторные и практические работы на уроках физики. Поэтому они должны



предшествовать им, дополнять и расширять имеющиеся знания. Такие наглядные задачи в целом не требуют дополнительного учебного времени. Работа с ними вполне укладывается в часы, предусмотренные программой, за счет совершенствования структуры материала. Материалы целесообразно использовать и на факультативных занятиях.

Приобретение обучаемыми навыка формулировки проблемы и поиска путей ее решения являются составной частью современного компетентностного подхода в обучении.

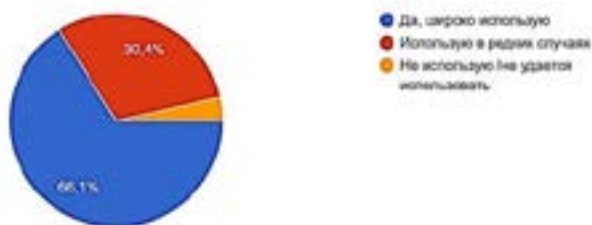
Например, при изучении электрических цепей целесообразно широкое использование

различных задачных ситуаций в форме рисунков. Приведем ряд примеров. На основе представленных данных (Рис. 3) можно сформулировать следующие вопросы и задания:

- построить схему электрической цепи,
- указать полярность зажимов измерительных приборов,
- определить фактическую мощность лампы,
- вычислить сопротивление лампы в указанный момент времени,
- определить условия, при которых мощность лампы будет номинальной (паспортной).

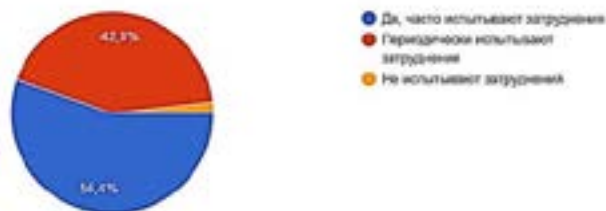
Используете ли в процессе обучения задачи, представленные в форме рисунков (фото лабораторных установок с измерительными приборами)?

56 ответов



Испытывают ли учащиеся затруднения при решении задач с графическим представлением условий или требующих графического ответа?

56 ответов



Считаете ли вы, что акцентируете достаточное внимание на межпредметные связи физики с математикой в ходе обучения?

56 ответов

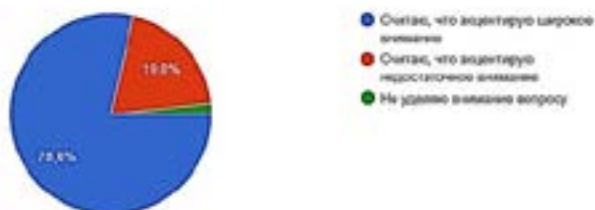


Рисунок 2 – Диаграммы, отражающие ответы учителей физики казахстанских школ на соответствующие вопросы

Обучающимся можно предложить задание для самостоятельной работы следующего характера: определить длину медного провода, если он включен в электрическую цепь, как показано на рисунке 3.

Структура и содержание физики позволяют эффективно использовать элементы технологии УДЕ, разработанной для обучения математике. Согласно технологии УДК, одновременное рассмотрение противоположных по характеру явлений и зависимостей в сравнении и сопоставлении друг с другом способствует более глубокому и осознанному усвоению материала (Эрдниев, 1992: 77) [3; с. 77]. Поясним более детально данный пример на основе изучения последовательного и параллельного соединений элементов электрической цепи.

При изучении электрического тока можно продемонстрировать следующий опыт. Известно, что накал лампы зависит от силы тока  $I$ , напряжения  $U$  и сопротивления  $R$ . Включим в

электрическую сеть две лампы накаливания разной мощности последовательно, а затем параллельно. Сравним результаты наблюдений. Необходимо обратить внимание учащихся на то, что та из лампочек, которая горела наиболее ярко в последовательном соединении, окажется более тусклой по сравнению со второй при включении ее в цепь параллельно. Представленный опыт позволяет охватить и продемонстрировать принцип действия ряда физических законов. Следует рассмотреть с учениками зависимость накала лампочек от сопротивления, построить схемы соединений и проанализировать, какая величина тока протекает через каждую лампочку в обоих случаях. На основе анализа законов соединения учащиеся смогут дать ответы и представить сравнительную характеристику для сопротивления двух приборов ( $R_1$  и  $R_2$ ), работы ( $A_1$  и  $A_2$ ), мощности тока, потребляемой каждой лампой ( $P_1$  и  $P_2$ ), количества теплоты, выделившейся на каждом из потребителей ( $Q_1$  и  $Q_2$ ).

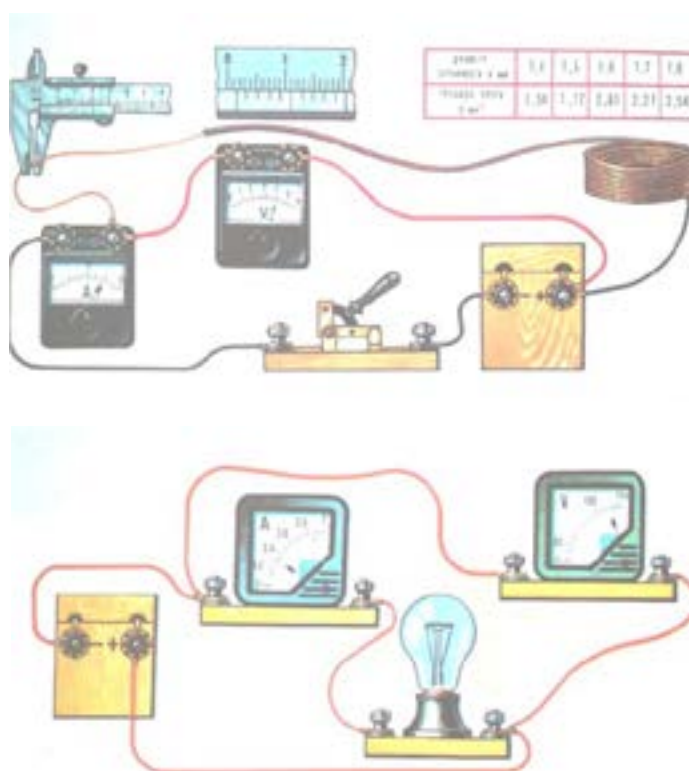


Рисунок 3 – Задание для самостоятельной работы: определить длину медного провода, включенного в электрическую цепь

Полезным для расширения знаний учащихся является исследование проблемы расширения пределов измерения электроизмерительных приборов (амперметра и вольтметра). Необходимо ознакомить учеников с методами шунтирования и добавочного сопротивления. Следует также акцентировать внимание учащихся на искажения, которые вносят электроизмерительные приборы в работу цепи. Измеренные приборами значения силы тока и напряжения всегда будут несколько отличаться от тех значений, которые существуют в схеме без прибора. Любое измерение влияет на условия протекания эксперимента. Амперметр включают последовательно с потребителем, а потому он не должен существенно влиять на общее сопротивление всей цепи, повышать его. По этой причине сопротивления амперметров стараются делать очень маленькими по сравнению с нагрузкой. Сопротивление вольтметра, напротив, в соответствии с законами параллельного соединения должно быть очень большим. Оба электроизмерительных прибора должны потреблять минимальную мощность для получения корректных экспериментальных данных.

Интерес представляют также соединения источников тока. Допустим, в лабораторных условиях существует несколько источников постоянного тока – батареек, но ни одна из них не позволяет получить необходимую для потребителя силу тока. Выход из сложившейся проблемы можно решить соединением нескольких источников. Следует учесть, что общее внутреннее сопротивление батареек определяется по закону общего сопротивления обычных резисторов. Таким образом, общая ЭДС при последовательном соединении является алгебраической суммой ЭДС источников. При параллельном соединении общая электродвижущая сила равна электродвижущей силе каждого из источников при условии, что каждый из них обладает одинаковым сопротивлением. Внутреннее сопротивление системы при этом возрастает. Исходя из законов последовательного и параллельного соединений, общая сила тока для двух систем будет рассчитываться по двум различным формулам:

$$I = \frac{n \cdot \varepsilon}{R + nr} \quad (1)$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r_n} \quad (2)$$

Можно предложить учащимся вывести эти формулы (1), (2) самостоятельно и проанализировать их. Рассматривая соединения источников, следует обратить внимание на то, что это делается с целью повышения силы токов в цепи. Поэтому необходимо провести анализ условий целесообразности параллельного или последовательного соединений источников для достижения поставленной цели. Таким образом, необходимо проследить влияние числителя и знаменателя на силу тока в обоих выражениях. В ходе сравнения формул можно заметить, что при большом сопротивлении  $R$  знаменатель вносит незначительный вклад в изменение силы тока. В ситуациях, когда внутреннее сопротивление велико по сравнению с сопротивлением нагрузки, роль знаменателя начинает преобладать и поэтому становится выгоднее использовать параллельное соединение источников. В случае различных ЭДС общая ЭДС вычисляется по более сложной формуле, которая рассматривается в курсе электричества.

### Заключение

В заключение еще раз обратимся к технологии УДЕ. Разработанная на основе математики эта технология очень эффективна в обучении физике, в том числе, в использовании метода аналогий. Как отмечалось выше, материал, представленный в математической, знаковой форме, по своему содержанию очень удобен для упражнений в творческих умозаключениях по аналогии. Использование метода аналогий в истории физики можно видеть, например, в терминах «теплоемкость» и «электроемкость». Гравитационное взаимодействие масс и взаимодействие электрических зарядов выражаются схожими законами. Удивительное сходство этих формул отражает общность в свойствах и природе соответствующих полей, которую ещё предстоит более детально изучать современной науке (Эрдниев, 1998а: 10) [4; с. 10]. Автор этой работы отмечает также, что в творчестве ученых любой отрасли науки умозаключения по аналогии являются основой для разработки новых гипотез и выявления новых закономерностей. Математическая символика в физике способствует развитию науки и ее более глубокому пониманию в процессе обучения.

Процесс решения любой физической задачи, анализ задачных ситуаций в доступной форме

изложен в работе (Дамитов, 2002: 85) [10; с. 85]. Студентам, учителям физики полезно использование всех глав этого учебно-методического пособия. Оно, безусловно, поможет пониманию сущности решения задач, используемых методов, способов и приемов. Задачные ситуации из материалов статьи отражены в диссертационном исследовании одного из авторов статьи. Они включены в содержание элективного курса «Физика в задачах» на кафедре физики в ЗКУ им. М. Утемисова и используются на практических занятиях.

Рассмотренные учебно-методические подходы должны способствовать формированию наиболее целостного представления учащихся о системе физической науки. Они позволяют не только углубить и расширить знания учащихся,

но и обратить внимание на сам процесс познания.

### Благодарности

Исследование выполнялось в соответствии с инициативным проектом «Совершенствование научно-методических подходов к элективным курсам в содержании подготовки учителей по естественнонаучным предметам». Выражаем благодарность членам кафедры, участвующим в обсуждении идей проекта. Особая благодарность к.ф.-м.н., доценту А.А. Кульжумиевой, старшим преподавателям Б.С. Имангалиевой, А.У. Искалиевой за поддержку выполнения проекта.

### Литература

- 1 ГОСО. Приложение 6 к Постановлению Правительства Республики Казахстан от 11 мая 2016 года №202; утвержден Правительством Республики Казахстан от 23 августа 2012 года №1080.
- 2 Об утверждении государственных общеобразовательных стандартов образования всех уровней образования. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 1 ноября 2018 года № 17669.
- 3 Эрдниев П.М. Укрупнение дидактических единиц как технология обучения Часть 1. – М.: Просвещение, 1992. – 176 с.
- 4 Эрдниев О.П. От задачи к задаче – по аналогии. – М.: АО «Столетие», 1998. – 288 с.
- 5 Богдан В.И. Практикум по методике решения физических задач / В. И. Богдан, В. А. Бондарь, Д. И. Кульбицкий, В. А. Яковенко. – М.: Издательство «Высшая школа», 1983. – 272 с.
- 6 Duncan T. Cambridge IGCSE Physics. – third edition. – Hodder education an Hachette UK company, 2014. – 328 p.
- 7 Башарулы Р. Физика: учебник для 7 кл. общеобразовательной шк. – Алматы: Атамұра, 2017. – 192с.
- 8 Бушок Г.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе / Г.Ф. Бушок, Е.Ф. Венгер. – 2-е изд. – К.: «Освита Украины», 2009. – 415 с.
- 9 Ушаков М.А. Методическое руководство к раздаточному материалу по физике: Пособие для учителя / М.А. Ушаков, К.А. Ушаков. – Издательство «Просвещение», 1986. – 64 с.
- 10 Дамитов Б.К. Методика обучения решению задач по физике. – Уральск: ЗКГУ, 2002. – 216 с.

### References

- About the approval of state mandatory standards of education at all levels of education. Order of the Minister of education and science of the Republic of Kazakhstan dated October 31, 2018 year №604. Registered with the Ministry of justice of the Republic of Kazakhstan on November 1, 2018 year №17669.
- Basharuli R. (2017) Fizika: uchebnyk dlya 7 klassa obshcheobrazovatel'noj shkoly Physics: a textbook for the 7th grade of secondary school. Almaty: Atamura, 192 p. (In Russian)
- Bogdan V.I., Kulbitsky D. I., Bondar V.A., Yakovenko V. A. (1983) Praktikum po metodike resheniya fizicheskikh zadach Workshop on the methodology for solving physical problems. Publishing house Higher school, 272 p. (In Russian)
- Bushok G.F., Wenger. E.F. (2009) Metodika prepodavaniya obshchej fiziki v vysshej shkole Methods of teaching general physics in higher education. 2nd ed., "Osvita of Ukraine", 415 p. (In Russian)
- Damitov, B.K. (2002) Metodika obucheniya resheniyu zadach po fizike [Methods of teaching problem solving in physics]. WKSU, 216 p. (In Russian)
- Duncan T. (2014) Cambridge IGCSE Physics, third edition, Hodder education an Hachette UK company, 315 p.
- Erdniev, P.M. (1992) Ukrupnenie didakticheskikh edinic kak tekhnologiya obucheniya, Chast' 1 The enlargement of didactic units as a learning technology, Part 1. Moscow Education, 176 p. (In Russian)
- Erdniev, O.P (1998) Ot zadachi k zadache – po analogii From task to task – by analogy. Moscow, Century, 288 p. (In Russian)
- State mandatory standard of education. Annex 6 to the resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated may 11, 2016 year №202; approved by the resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated August 23, 2012 year №1080.
- Ushakov M.A., Ushakov K.A. (1986) Metodicheskoe rukovodstvo k razdatochnomu materialu po fizike. Posobie dlya uchitelya [Methodical guide to handouts in physics. A guide for teachers]. Moscow, Education, 64 p. (In Russian)