

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт физики

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Методические аспекты использования аналогий при изучении курса
физики в средней школе**

АВТОРЕФЕРАТ
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 4121 группы
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»,
института физики

Сухой Анастасии Александровны

Научный руководитель:

доцент, к.п.н.

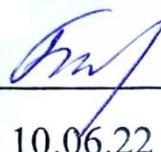


Ф.А. Белов

10.06.22

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор



Т.Г. Бурова

10.06.22

Саратов 2022

Введение

Согласно ФГОС среднего общего образования метапредметные результаты освоения основной образовательной программы должны отражать: умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы [17].

Аналогия – рассуждение, результатом которого является выявление соответствия или сходства между предметами, процессами и понятиями, используется человечеством со времен Античности и является неотъемлемой частью научных заключений на протяжении всей истории физики.

Метод аналогии является одним из самых распространенных методов научного исследования. Использование метода аналогии дает возможность более легкого и прочного усвоения школьниками учебного материала, так как обеспечивает мысленный перенос к определенной системе знаний и умений от известного объекта к неизвестному. Также использование аналогий в процессе обучения способствует формированию у учащихся целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики. Эта идея выделена в работе Дугласа Хоффштадтера и Эммануэля Сандлера «Аналогия как топливо и огонь мышления» [4].

В настоящее время сложились противоречия между необходимостью использования методов аналогии в процессе обучения физике и отсутствием целенаправленной методики использования их учителями на практике.

Обнаруженные противоречия определили постановку проблемы исследования, состоящую в необходимости изучения методических аспектов использования аналогий при изучении курса физики в средней школе.

Проблема определила тему дипломного исследования: «Методические аспекты использования аналогий при изучении курса физики в средней школе».

Цель настоящей работы заключается в изучении теоретико-методологических вопросов использования метода аналогий при обучении физики, рассмотрении возможностей его применения в различных формах на практике.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

обзор теоретического материала по теме работы;

рассмотрение расширенных возможностей применения электромеханической аналогии;

подбор задач на рассматриваемую тему;

разработка уроков, включающих в себя использование метода аналогий;

оценка перспектив разработки данного направления научных исследований.

Краткое содержание

Первый раздел бакалаврской работы «Теоретические аспекты применения математических аналогий при изучении курса физики в средней школе» был посвящен изучению метода аналогий, особенностей его использования, а также подробному рассмотрению электромеханической аналогии.

В первой главе в ходе обзора теоретического материала по теме работы и анализа особенностей использования метода аналогий на практике были выделены его положительные аспекты, а также проблемы, связанные с применением аналогий, выявлен алгоритм для их систематического представления.

Были выделены следующие особенности, которые нужно учитывать педагогу для эффективного использования аналогий:

- использование нестрогой аналогии должно сопровождаться введением условий, повышающих вероятность верного вывода, такими как: учёт количества и степени существенности сходных признаков и пунктов различия у аналога и цели, их разнородность;

- несмотря на свои преимущества и полезность, аналогии также могут вызывать нарушения правильности обучения в зависимости от отношения аналог/цель. Если учитель использует аналогию, незнакомую учащемуся, развитие понимания посредством использования этой конкретной аналогии ограничено;

- этап знакомства с аналогом, сопоставления общих признаков, а затем обсуждения с учениками, где аналогия ломается, определяет главное звено применения аналогии – вывод по аналогии, благодаря чему происходит перенос учащимися уже имеющихся знаний в новую область.

В рамках исследования особое внимание было уделено электромеханической аналогии, как одной из самых необходимых и используемых на практике в школе. Демонстрационные эксперименты не могут в должной мере обеспечить понимание учащимися электромагнитных процессов, поэтому для объяснения материала применяется электромеханическая аналогия, поскольку колебания и волны различной физической природы описываются одинаковыми понятиями и уравнениями. В ходе исследования аспектов применения электромеханической аналогии было рассмотрено сходство процессов периодического изменения величин, обеспечивающее эффективность и целесообразность использования электромеханической аналогии свободных колебаний. Также была подробно рассмотрены возможности успешного использования аналогий в изучении электростатического, как частный случай электромагнитного поля, и гравитационного поля, составлена сравнительная характеристика гравитационного и электростатического поля. Результаты были представлены в виде следующих таблиц:

Таблица 1 – Применение метода электромеханической аналогии.

Механика	Электродинамика
Координата x	Заряд q
Скорость $v_x = x'$	Сила тока $i = q'$

Ускорение $a_x = v'_x$	Скорость изменения силы тока i'
Масса m	Индуктивность L
Жесткость k	Величина, обратная емкости $\frac{1}{C}$
Сила F	Напряжение U
Второй закон Ньютона $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$	Закон Фарадея $\varepsilon_i = \left \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right $
Закон Гука $F = k\Delta l$	Ёмкость плоского конденсатора $C = \frac{q}{U}$
Период колебаний пружинного маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	Формула Томпсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$
Вязкость β	Сопротивление R
Сила сопротивления вязкой среды $F = kv$	Закон Ома $I = \frac{U}{R}$
Потенциальная энергия деформированной пружины $\frac{kx^2}{2}$	Энергия электрического поля конденсатора $\frac{q^2}{2C}$
Кинетическая энергия $\frac{mv^2}{2}$	Энергия магнитного поля катушки $\frac{Li^2}{2}$,
Импульс mv	Поток магнитной индукции Li
Закон сохранения импульса $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = const$	Закон сохранения магнитного потока $\Phi = \Phi_e + \Phi_i = const$

Таблица 2 – Сравнение колебательных процессов в колебательном контуре и пружинном маятнике.

Время	Колебательный контур	Пружинный маятник
$t = 0$	На конденсаторе находится заряд q_0 , энергия	Смещение x_0 тела от положения равновесия

	<p>электрического поля $W_э$ максимальна, энергия магнитного поля $W_м$ равна нулю: $W_э = \frac{q_0^2}{2C}$, $W_м = 0$.</p>	<p>наибольшее, его потенциальная энергия $W_п$ максимальна, кинетическая $W_к$ равна нулю: $W_п = \frac{kx_0^2}{2}$, $W_к = 0$.</p>
$\frac{T}{4} > t > 0$	<p>При замыкании цепи конденсатор начинает разряжаться через катушку: возникает ток и связанное с ним магнитное поле. Вследствие самоиндукции сила тока нарастает постепенно, и энергия электрического поля преобразуется в энергию магнитного поля: $W_э \rightarrow W_м$.</p>	<p>Тело приходит в движение, его скорость возрастает постепенно. Потенциальная энергия преобразуется в кинетическую: $W_п \rightarrow W_к$.</p>
$t = \frac{T}{4}$	<p>Конденсатор разрядился, сила тока I_0 максимальна, энергия электрического поля равна нулю, энергия магнитного поля максимальна: $W_э = 0$, $W_м = \frac{LI_0^2}{2}$.</p>	<p>При прохождении положения равновесия скорость v_0, тела и его кинетическая энергия максимальны, потенциальная энергия равна нулю: $W_п = 0$, $W_к = \frac{mv_0^2}{2}$.</p>
$\frac{T}{2} > t > \frac{T}{4}$	<p>Вследствие самоиндукции сила тока уменьшается постепенно; на конденсаторе начинает накапливаться заряд и $W_э \leftarrow W_м$.</p>	<p>Тело, достигнув положения равновесия, продолжает движение по инерции с постепенно уменьшающейся скоростью и $W_п \leftarrow W_к$.</p>

$t = \frac{T}{2}$	Конденсатор перезарядился, сила тока в цепи равна нулю: $W_3 = \frac{q_0^2}{2C}$, $W_M = 0$.	Пружина максимально растянута: скорость тела равна нулю: $W_{\Pi} = \frac{kx_0^2}{2}$, $W_K = 0$.
$\frac{3T}{4} > t > \frac{T}{2}$	Разрядка конденсатора возобновляется, ток течет в противоположном направлении; сила тока постепенно возрастает: $W_3 \rightarrow W_M$.	Тело начинает движение в противоположном направлении с постепенно увеличивающейся скоростью: $W_{\Pi} \rightarrow W_K$.
$t = \frac{3T}{4}$	Конденсатор полностью разрядился, сила тока I_0 в цепи максимальна: $W_3 = 0$, $W_M = \frac{LI_0^2}{2}$.	Тело проходит положение равновесия, его скорость максимальна: $W_{\Pi} = 0$, $W_K = \frac{mv_0^2}{2}$.
$T > t > \frac{3T}{4}$	Вследствие самоиндукции ток продолжает течь в том же направлении, конденсатор начинает заряжаться: $W_3 \leftarrow W_M$.	По инерции тело движется к крайнему положению: $W_{\Pi} \leftarrow W_K$.
$t = T$	Конденсатор снова заряжен, ток в цепи отсутствует, состояние контура аналогично первоначальному: $W_3 = \frac{q_0^2}{2C}$, $W_M = 0$.	Смещение тела максимально, его скорость равна нулю и состояние аналогично первоначальному: $W_{\Pi} = \frac{kx_0^2}{2}$, $W_K = 0$.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики гравитационного и электростатического поля

Основные характеристики	Вид поля	
	Гравитационное	электростатическое
Объекты взаимодействия	все частицы	заряженные частицы
Величина, характеризующая взаимодействие	масса m	заряд q
Формула силы	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
Напряженность поля	$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
Напряженность поля материальной точки (точечного заряда)	$\vec{g} = -G \frac{M}{r^3} \vec{r}$	$\vec{E} = k \frac{q}{r^3} \vec{r}$
Принцип суперпозиции	$\vec{g} = \sum_{i=1} \vec{g}_i$	$\vec{E} = \sum_{i=1} \vec{E}_i$
Потенциальная энергия двух материальных точек (точечных зарядов)	$W_{\Pi} = -G \frac{mM}{r}$	$W_{\Pi} = \frac{q_1 q_2}{r}$
Потенциал поля	$\varphi = \frac{W_{\Pi}}{m}$	$\varphi = \frac{W_{\Pi}}{q}$
Работа по перемещению тела (заряда)	$A_{12} = m(\varphi_1 - \varphi_2)$	$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$

	$A_0 = 0$	$A_0 = 0$
Работа по замкнутой траектории; тип силы	центральная, консервативная, потенциальная, дальнодействующая	центральная, консервативная, потенциальная, дальнодействующая

Во втором разделе «Рекомендации к практической деятельности учителя» представлены методические рекомендации учителю по использованию математических аналогий для повышения качества восприятия нового материала, практических способов применения электромеханической аналогии. Разработаны уроки, позволяющие эффективно использовать методы аналогий в процессе обучения физике. Также было акцентировано внимание на решении задач с помощью использования метода аналогий, в случае, если формальных знаний и методов в арсенале учащихся для достижения результата недостаточно. Была рассмотрена гидравлическая модель постоянного тока, позволяющая, с помощью метода аналогий, развивать логическое и ассоциативное мышление учащихся, успешнее изучать понятия и законы электродинамики и одновременно повторять и закреплять основные понятия механики и гидростатики.

В ходе разработки рекомендаций к практической деятельности учителя были выделены следующие варианты применения метода аналогий на практике.

- лекционное изложение материала
- эвристические беседы
- работа в малых группах
- практикумы по решению задач;
- моделирование

Заключение

В процессе теоретического исследования темы «Методические аспекты использования аналогий при изучении курса физики в средней школе» в соответствии с целью и задачами были получены основные выводы и результаты.

1. Использование аналогий в процессе обучения играет большую роль в развитии интеллектуальной сферы школьников, целенаправленно формирует приемы умственной деятельности, развивает у учащихся мышление более высокого порядка.

2. При рассмотрении одной из наиболее затруднительных тем в школьном курсе физики – изучение электромагнитных колебаний, использование электромеханической аналогии обеспечивает понимание учащимися электромагнитных процессов.

3. Использование математических аналогий в изучении школьного курса физики целесообразно и является полезным при поисках учащимися способов решения задач, а также изучении отдельных фактов математики и физики и способствует формированию метапредметных навыков.

4. Метод аналогии при решении задач основывается на рассмотрении вспомогательной задачи, которая либо дается учителем, либо учащийся сам вспоминает аналогичное задание, с последующим решением основной задачи.

5. Широкое применение метода при решении задач дает возможность более легкого и прочного усвоения школьниками учебного материала, так как часто обеспечивает мысленный перенос определенной системы знаний и умений от известного объекта к неизвестному, что способствует также и актуализации знаний.

Представленные системы задач и разработанные уроки позволяют эффективно использовать методы аналогий в процессе обучения физике, способствуют целостному восприятию учебного предмета, помогают актуализировать знания по предмету. В дальнейшем они могут применяться в

практической деятельности и помочь учащимся достичь более высоких результатов в изучении физики.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что поставленные задачи решены, а цель выпускной работы достигнута.

Список использованных источников

1. Варламов С. Д., Зинковский В. И., Семёнов М. В., Старокуров Ю. В., Шведов О. Ю., Якута А. А. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 – 2005: Под ред. М. В. Семёнова, А. А. Якуты — 2-е изд., исправл. — М.: МЦНМО, 2006. — 623 с.: ил. — ISBN 5–94057–219–7.
2. Дроздов В. Г. Аналогии при изучении колебательных систем в 10 классе. // Физика в школе // №3, 1991 г.
3. Dupin, J. J., & Johsua, S. (1989). Analogies and “modelling analogies” in teaching. Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73, 207–224.
4. Jonāne, Lolita. (2015). Using Analogies in Teaching Physics: A Study on Latvian Teachers' Views and Experience. *Journal of Teacher Education for Sustainability*. 17. 10.1515/jtes-2015-0011.
5. Каменецкий С. Е., Солодухин Н. А. Модели и аналогии в курсе физики средней школы: пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1982. — 96 с.
6. Клепиков В. Н. Метапредметный подход в современном математическом образовании в школе // Школьные технологии. 2016. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metapredmetnyy-podhod-v-sovremennom-matematicheskom-obrazovanii-v-shkole> (дата обращения: 01.05.2022).
7. Костюченко Роман Юрьевич Аналогия в науке и обучении // Вестник СИБИТа. 2017. №4 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analogiya-v-nauke-i-obuchenii> (дата обращения: 01.05.2022).
8. Ксенафонтова, Т.А. Применение метода аналогии при изучении электростатического поля / Т.А. Ксенафонтова. — // Молодой ученый. — 2009. — № 6 (6). — С. 173-177.
9. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 11 кл. сред.шк. М.: Просвещение. Стр. 288 с.
10. Мякишев, Г.Я. Физика. Механика. 10-11 класс. (Для углубленного изучения)/Г.Я. Мякишев. — М.: Дрофа. — 2000. — 512 с.

11. Maharaj-Sharma, Rawatee & Sharma, Aarti. (2017). Analogies in physics teaching: Experiences of Trinidadian physics teachers. *Electronic Journal of Science Education*. 21. 65-81.
12. Перышкин А.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. – 8-е изд. – М.: Дрофа, 2006. – 191 с.
13. Полицинский Е. В. Механические и электромагнитные колебания и волны: конспекты лекций/ – Юргинский технологический институт Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2011 – 78с.
14. Турсунов К. Ш., Эшмирзаева М. А., Имомов О. Э. Роль метода аналогии при формировании личностно-ориентированного подхода в преподавании физики в вузах // Проблемы науки. 2020. №4 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-metoda-analogii-pri-formirovanii-lichnostno-orientirovannogo-podhoda-v-prepodavanii-fiziki-v-vuzah> (дата обращения: 04.05.2022).
15. Уемов, А.И. Аналогия в практике научного исследования. – М : Наука, 1970. – 264 с.
16. Усова, А.В. Методика преподавания физики. М.: Просвещение, 1990.
17. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования в редакции Приказа Минобрнауки России от 29 декабря 2014 г. № 1645. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru>
18. Harrison A.G., & Treagust, D.F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade 10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1291–1307.
19. Цатурян А.М. Проявление метода аналогии относительно математических методов вычисления в процессе обобщающего повторения курса физики// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. С. 243. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8582> (дата обращения: 24.04.2022).

20. Шертайлаков, Г.М. Некоторые аспекты преподавания физики в школе / Г. М. Шертайлаков – // Молодой ученый. – 2012. – № 2 (37). – С. 317-320. – URL: <https://moluch.ru/archive/37/4243/> (дата обращения: 21.05.2021).

21. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. В 2 т. Т. 1. Механика / Б. М. Яворский, А.А. Пинский: ФИЗМАТЛИТ, 2000. 256 с.



А.А. Сухая

10.06.22