

СЕКЦИЯ 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 37.016:53

А. В. ВЕРСТАК

ВЕКТОРНЫЙ МЕТОД В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Рассмотрены преимущества векторного метода в обучении физике и в решении задач векторным методом по сравнению со стандартным. Разработана и описана методика использования векторного метода решения физических задач, а также приведен пример решения задачи таким методом.

Вектор является одним из фундаментальных понятий современной математики, где вектор рассматривается как элемент векторного пространства. Однако в школьном курсе математики понятие «векторное пространство» не изучают, поэтому существуют различные подходы к введению вектора. Термин вектор употребляют в физике, по крайней мере, в двух смыслах. С одной стороны, вектором называют направленный отрезок, с другой стороны, вектор понимают так, как понимают в физике «векторные величины». Различают соответственно «конкретный вектор» – направленный отрезок и «абстрактный (свободный) вектор».

В настоящее время понятие вектора и действий над векторами вводят так, как это принято в физике. Величины, которые характеризуются не только числовым значением, но и направлением называют в физике векторными и изображают отрезками со стрелками. Геометрический вектор вводится как направленный отрезок, т.е. отрезок, на котором дано направление от одного конца к другому. Поэтому для точного описания вектора нужно знать его величину и направление.

С векторными величинами школьники знакомятся в 7 классе. Примерами таких величин является скорость, сила, перемещение. Однако ученикам в этом классе не сообщают, что это векторные величины, их не обозначают соответствующим знаком.

С понятием вектора ученики знакомятся в 9 классе. В. На эту тему отводится 4 занятия по следующим темам:

1. Скалярные и векторные величины. Действия над векторами (1 занятие).
2. Решение задач по теме «Скалярные и векторные величины. Действия над векторами» (2 занятия).
3. Проекция вектора на ось (1 занятие).
4. Решение задач по теме «Действие над векторами. Проекция вектора на ось» (1 занятие).

Вектора вводят именно в 9 классе по двум причинам. *Во-первых*, у учеников достаточно математической подготовки для овладения такими понятиями, как проекция вектора на ось, сумма векторов, разность векторов, модуль вектора; они умеют находить синусы и косинусы углов. *Во-вторых*, с 9 класса вводится большое количество векторных величин и умения выполнять над ними операции необходимо для решения задач.

Векторная запись имеет важные преимущества для теоретических вопросов, так как векторные уравнения не зависят от выбора системы отсчета и сохраняются при переходе от одной системы отсчета к другой: векторная запись всегда короче. Однако векторная запись вызывает трудности у учащихся, особенно при изучении разделов «Кинематика» и «Динамика». В большинстве ныне действующих школьных учебниках по физике изложение механики ведется на векторной основе с применением координатного метода, что позволяет в обобщенной форме записывать уравнения движения и решать задачи. При решении задач школьниками должны переходить от векторной записи уравнений через проекции величин на выбранную ось к скалярной записи. Некоторые авторы школьных учебников физики, например, Н. М. Шахмаев, выступают против векторного и координатного метода в изучении механики и считают, что наиболее простым, наглядным и достаточным для школьного курса физики является траекторный метод, так как в школе изучается простой материал, в основном прямолинейное движение в инерциальных системах отсчета. Важной особенностью механики является введение векторной записи формул перемещения, скорости, ускорения, сложение перемещения, скоростей при изучении относительности движения.

Согласно учебной программе у учеников должны быть сформированы следующие знания и умения:

- 1) понятия «скалярная и векторная физическая величина»; 2) правила сложения и вычитания векторов;
- 3) практические навыки сложения и вычитания векторов; 4) понятия «проекция вектора на ось»;
- 5) практические навыки получения проекций вектора на ось.

Понятие вектора является одним из фундаментальных понятий современной физики, а *векторный метод* является одним из широко употребляемых и современных методов решения задач. Несмотря на возможности векторного метода для решения большого круга задач, многие методисты отводят векторному аппарату

незначительную роль в школьном курсе физики. Традиционно одной из самых сложных тем школьного курса физики является тема «Применение векторов к решению задач».

Методические рекомендации по применению векторного метода для решения физических задач:

1. Проанализировать и записать условие задачи.
2. Выполнить рисунок, учитывая физический закон, которому подчиняется данная физическая ситуация в задаче.
3. Проанализировать полученный в рисунке векторный треугольник.
4. Применить для определения неизвестной величины, в зависимости от вида треугольника и начальных условий одну из теорем: теорема Пифагора, теорема косинусов, теорема синусов.

Рассмотрим **пример решения задачи векторным методом**, используя алгоритм, описанный выше.

В однородном электрическом поле с напряженностью $E = 1$ МВ/м, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали, висит на нити шарик массы $m = 2$ г, несущий заряд $q = 10$ нКл. Найти силу натяжения нити (рисунок 1).

Решение.

Для того что бы решить задачу необходимо выполнить рисунок. После того как мы изобразили условие нашей задачи, обязательно нужно нарисовать вектора всех сил, действующих на тело. В данном случае это сила тяжести, направленная вертикально вниз, сила натяжения, действующая со стороны нити, и сила электрического поля, направленная вдоль силовых линий поля.

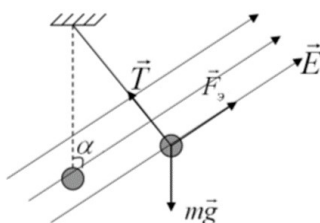


Рисунок 1 – Иллюстрация задачи

После того как нарисовали рисунок, мы должны осознать, что вся система находится в положении равновесия, значит векторная сумма всех сил, действующих на шарик будет равна нулю. Запишем это:

$$\vec{E} + \vec{T} + m\vec{g} = 0.$$

После того как мы записали основной закон, нам необходимо основываясь на рисунке 1, составить направления векторов так, чтобы построить треугольник и при этом сохранить углы данные в условии задачи.

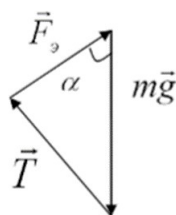


Рисунок 2 – Векторный треугольник

Нарисовав треугольник, нам хорошо стало видно, что силу натяжения нити легко можем найти по теореме косинусов. Ведь масса известна, силу электрического поля можем найти, зная заряд и напряженность, угол между этими векторами мы тоже знаем. В итоге получим выражение следующего вида:

$$T^2 = m^2 g^2 + q^2 E^2 - 2mqgE \cos \alpha;$$

$$T = \sqrt{m^2 g^2 + q^2 E^2 - 2mqgE \cos \alpha}.$$

Подставив численные значения, получим ответ $T = 12$ мН.

Таким образом, ряд задач по физике удобно решать векторным методом. Это задачи, в которых используется закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, принцип суперпозиции для электрических и магнитных полей при нахождении напряжённости в данной точке поля или вектора магнитной индукции. Если в задаче рассматривается векторный треугольник, то для её решения удобно использовать одну из теорем в зависимости от начальных условий: теорема Пифагора, теорема косинусов и теорема синусов. Для правильного построения векторного треугольника учащиеся должны уметь складывать и вычитать вектора.

The advantages of the vector method in teaching physics and in solving problems using the vector method over the standard one are considered. The method of using the vector method for solving physical problems is developed and described, and an example of solving a problem by this method is also given.

Верстак Артём Викторович, студент 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, artm.verstak@mail.ru.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, harazyn_og@grsu.by.

УДК 37.016:53

Я. С. ВЕРСТАК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНИМАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Раскрыто понятие физической задачи. Представлена методика использования анимаций при решении физических задач. Разработаны анимации для качественных и количественных задач с целью вызвать интерес у школьников и помочь в понимании различного рода задач.

Решение физических задач является необходимым элементом учебного процесса. Задачи содержат материал для упражнений, в которых необходимо применять физические закономерности к явлениям, происходящим при определенных условиях. Важным условием является обучить учащихся конкретизировать знания для распознавания различных проявлений общих законов.

Без такой конкретизации знания останутся в своем первоначальном виде и не будут иметь никакой практической ценности. Решение задач способствует более глубокому и сильному пониманию законов физики, развитию логического мышления, изобретательности, инициативы, настойчивости в достижении целей, пробуждает интерес к физике, помогает самостоятельной работе и служит незаменимым инструментом для развития независимых суждений.

Иногда решение задач на занятиях позволяет ввести новые понятия и формулы, вывести изученные закономерности и подойти к изложению нового учебного материала. Содержание физической задачи расширяет знания учащихся о природных и технических явлениях.

Задачи по физике разнообразны по *содержанию и дидактическим целям*. Их можно классифицировать по различным характеристикам.

В зависимости от того, как выражены условия, физические задачи делятся на *4 основных типа*: текстовые, экспериментальные, графические, задачи-рисунки, каждая из которых делится на количественные (расчет) и качественные (задача-вопрос). В тоже время основные задания можно разделить на простые и сложные, тренировочные и творческие задания и другие типы по уровню сложности. В учебном процессе по физике чаще всего используется текстовая задача – условие выражается вербально, и условие содержит все необходимые данные, кроме физических констант. По способу их решения они делятся на задачи-вопросы и расчетные.

В учебном процессе актуальнее использовать видео-задачи, способствующие развитию эмоционально-оценочного отношения ученика к получаемым знаниям. Решая видео-задачи, учащиеся могут убедиться в истинности полученных знаний, реальности явлений и процессов, которые им рассказывает учитель. А уверенность в правдивости полученной информации, вера в знания делают их сознательными и настойчивыми. Такой вид наглядности повышает интерес к знаниям, облегчает их усвоение и поддерживает внимание учащихся.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что роль наглядности при решении задач по физике очень важна, так как это дает возможность избежать путаницы при решении, а также позволяет подсказывать основные моменты в решении, не давая заранее ответ.

Процесс создания анимаций или вычислений с помощью программ очень трудоемкий, но это облегчает весь процесс обучения и даже мотивирует учащихся на самостоятельное более глубокое изучение явления или объекта. Применение данных методов и средств не только важно, но и необходимо в условиях современного образования.

Методика использования анимаций при решении физических задач.

В самом широком смысле задачей считают проблему и определяют ее как некую система, связанную с другой системой – человеком. Из большой совокупности задач выделяют учебные задачи. *Физической задачей* называется небольшая проблема, которая решается на основе методов физически, с использованием в процессе решения логических умозаключений, физического эксперимента и математических действий. Она предьявляется учащимся для того, чтобы ее решение обеспечивало достижения целей обучения. Задается задача в основном словесно, но может сопровождаться рисунками, схемами, графиками. Она не всегда формулируется в физических терминах, так что часто возникает необходимость формулировать ее с применением соответствующих физических понятий. Физические задачи являются неотъемлемым звеном учебного процесса, обучение учащихся их решению относится к практическим методам обучения [1].

Обучение учащихся решению задач – одна из основных задач всего учебного процесса по физике. Это, с одной стороны, верно, а с другой – ошибочно. Учащиеся обязательно должны решать задачи, так как в противном случае они не усвоят понятия и законы физики либо их значения будут формальными. В процессе решения задач знания учащихся конкретизируются, создается понимание сущности явлений, физические понятия и величины приобретают реальный смысл, у ученика появляется способность рассуждать, устанавливать причинно-следственные связи, выделять главное и отбрасывать несущественное. Решение задач позволяет сделать знания учащихся осознанными, избавить их от формализма. Но решение задач не должно превращаться в самоцель, поскольку основное значение этого вида учебной деятельности – углубление знаний учащихся, развитие их мышления, формирование умения анализировать задачную ситуацию и находить пути ее решения, а также умения творчески подходить к возникающим проблемам [2].

Таким образом, *решение физических задач* имеет образовательное значение, так как оно способствует усвоению учащимися курса физики. Обучение учащихся решению задач позволяет формировать у них определенные виды деятельности, связанные с применением знаний в конкретных ситуациях. Эти виды деятельности могут формироваться как на алгоритмическом, так и на творческом уровне.

Обучение решению задач по физике имеет и *воспитательное значение*, так как позволяет влиять на воспитание личности ученика. Для развития личности ученика важна сама деятельность по решению задач, когда ученик должен проявить волю, настойчивость, усидчивость, самостоятельность. Очень большое значение имеет решение задач для развития учащихся, для развития их логического мышления, для формирования умения делать индуктивные и дедуктивные умозаключения, использовать аналогии и эвристические приемы. В процессе решения задач могут быть созданы проблемные ситуации. Решение задач имеет и *политехническое значение*. В задачах с политехническим содержанием приводятся сведения о технических объектах, выявляются основы их работы, взаимосвязь элементов этих технических объектов.

Эффективным средством обучения решению физических задач может выступить анимация. Анимация является уникальным средством обучения решению физических задач, предоставляющим учителю широкие возможности для управления учебно-познавательной деятельностью обучающихся и содействующим повышению эффективности урока. Анимация позволяет добиться максимальной наглядности учебной информации, а также вовлечь учащихся в процесс получения знаний.

Использование анимаций в учебном процессе позволяет повысить качество рисунков к задаче, аккуратность записей формул. Такой подход к объяснению решения задачи является более понятным и удобным по скорости восприятия информации в сравнении с традиционным использованием меловой доски. Анимации позволяют проиллюстрировать условие качественных задач, сопроводить при необходимости условие и решение количественных задач (рисунок 1). Использование анимаций позволяет повысить интерес учащихся к процессу решения задач.

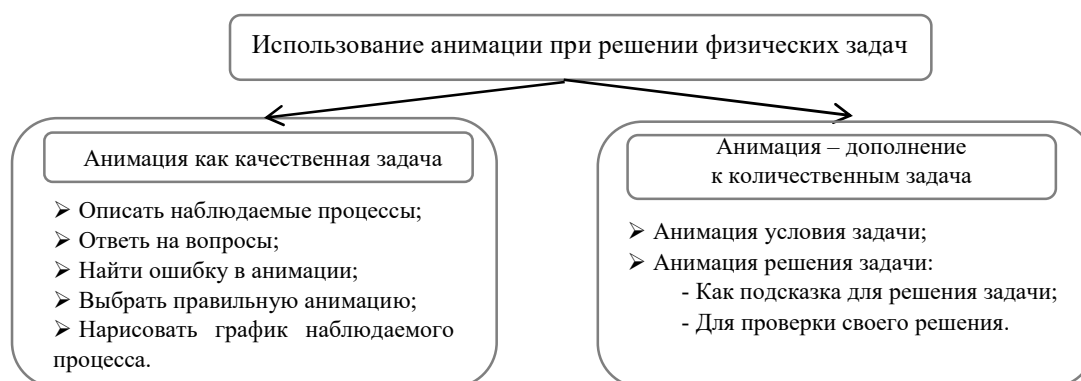


Рисунок 1 – Использование анимации при решении физических задач

Использование анимаций при решения качественных и количественных задач. Анимация в школьном курсе физики в данное время является лучшим способом заинтересовать учащихся и помочь им в понимании различного рода задач. Анимация решения задачи может использоваться на разном этапе урока. Рассмотрим примеры задач с анимациями.

Пример качественной задачи с анимацией (рисунок 2). При прыжке в воду с десятиметровой вышки спортсмен, отталкиваясь ногами, приобретает скорость v , направленную горизонтально. Просмотрите анимацию и опишите характер движения спортсмена.

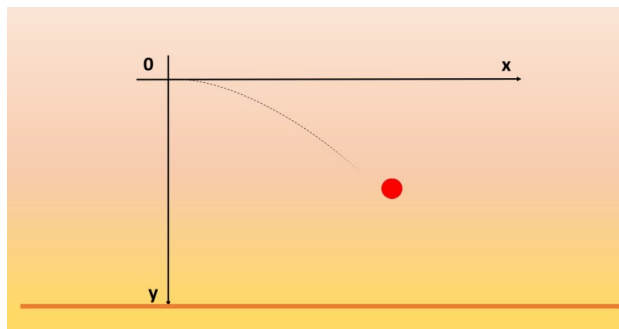


Рисунок 2 – Описать наблюдаемый процесс

Анимация отображает физический процесс из раздела механики, который необходимо описать учащимся. Такая модель может использоваться в ходе проверки домашнего задания или после объяснения нового материала.

Пример количественной задачи с анимацией (рисунок 3). С вертолета, летящего горизонтально со скоростью, модуль которой $v_1 = 160 \text{ км/ч}$, на высоте $h = 500 \text{ м}$ сбрасывают вымпел. Встречным курсом по отношению к вертолету движется теплоход со скоростью, модуль которой $v_2 = 20 \text{ км/ч}$. Чтобы вымпел упал на теплоход, летчик должен сбросить его, когда расстояние до теплохода по горизонтали составит?

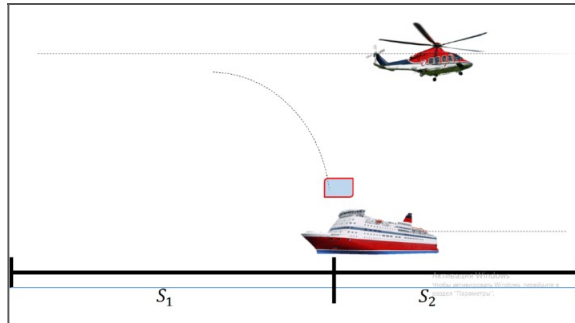


Рисунок 3 – Анимация условия задачи

Такой вид анимации хорошо использовать при выполнении домашнего задания. Учащиеся могут получить помощь в понимании условия задачи, получить подсказку или проверить своё решение.

Анимация является универсальным средством, которое можно использовать на различных этапах процесса обучения физике. Компьютерные модели и анимации позволяют красочно предоставить физические явления и процессы, что дает преимущество над другими наглядными пособиями и средствами обучения. Таким образом, при разработке анимаций для решения задач необходимо особое внимание уделить, разбору физических ситуаций, наиболее часто встречающихся в задачах, что позволит преодолеть формальное решение задач. Центральное место в решении задачи должен занимать рисунок, наглядно демонстрирующий сущность физических процессов задачи. Решение задачи должно быть основано на выводе конечной расчетной формулы и последующего расчета искомой физической величины.

Список литературы

1. Теория и методика обучения физике в школе: общие вопросы : учеб. пособие / С. Е. Каменецкий [и др.] ; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М. : Академия, 2000. – 368 с.

2. Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе: теорет. основы : учеб. / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.

The concept of a physical task is revealed. The method of using animations in solving physical problems is presented. Animations for qualitative and quantitative tasks have been developed in order to arouse the interest of schoolchildren and help in understanding various kinds of tasks.

Верстак Янина Сергеевна, студентка 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, yanina_yaroshevich@mail.ru.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, harazyn_og@grsu.by.

УДК 004.418

С. А. ГРИВАЧЕВСКИЙ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САЙТА ЛАБОРАТОРИИ ФХМИООС

Описаны теоретические основы и даны практические рекомендации по созданию и разработке сайта для научно-исследовательской лаборатории высшего учебного заведения.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (ГрГУ) – один из ведущих университетов Беларуси, имеющий богатую историю и множество достижений в области науки и образования. В рамках университета функционирует множество лабораторий, занимающихся исследованиями и разработками в различных областях науки.

Одной из таких лабораторий является лаборатория по методам физико-химических исследований объектов окружающей среды. В рамках развития лаборатории было принято решение создать информационный сайт, который мог бы представить компанию в Интернете и привлечь новых клиентов. Для создания сайта были применены no-code [1] инструменты, которые позволяют создавать профессиональные сайты без необходимости знаний программирования.

Сайт, созданный при помощи no-code [2] инструментов, позволил легко и быстро создать профессиональный и информативный ресурс, представляющий лабораторию ФХМИООС ГрГУ им. Янки Купалы. Он содержит подробную информацию о методах исследований и анализов данных, что является важным аспектом для потенциальных клиентов. Благодаря наличию такой информации на сайте, потенциальные клиенты могут легко ознакомиться с предоставляемыми услугами лаборатории и сделать правильный выбор.

Кроме того, сайт имеет удобный и легкий интерфейс, который позволяет пользователям быстро найти нужную информацию и ознакомиться с услугами лаборатории. Наличие сайта в Интернете поможет лаборатории привлечь новых клиентов и увеличить продажи услуг.

Следует отметить, что использование no-code [3–5] инструментов для создания сайта позволило сэкономить время и средства на разработку, тестирование и поддержку веб-сайта. Кроме того, использование таких инструментов не требует от разработчиков знания языков программирования, что позволяет создавать профессиональные сайты даже для тех, кто не имеет соответствующего образования.

В итоге, создание информационного сайта для НИЛ ФХМИООС ГрГУ при помощи no-code [6; 7] инструментов является актуальным и важным шагом в развитии лаборатории. Такой сайт позволяет представить лабораторию в наиболее привлекательном свете, расширить ее клиентскую базу и повысить узнаваемость бренда.

Целью создания сайта является увеличение продаж услуг лаборатории по методам исследований и анализа данных. Для достижения этой цели необходимо обеспечить максимальную информированность потенциальных клиентов о предоставляемых услугах, а также создать положительный имидж компании в Интернете. Создание информационного сайта при помощи no-code [8] инструментов позволяет быстро и легко достичь этих целей.

Результатом создания сайта является профессиональный и информативный ресурс, который помогает лаборатории представить свои услуги в наиболее привлекательном свете, расширить клиентскую базу и повысить узнаваемость бренда. Благодаря использованию no-code [9] инструментов, разработка и поддержка сайта не требует больших временных и финансовых затрат, что является важным преимуществом данного подхода.

В целом, создание информационного сайта при помощи no-code [10] инструментов является эффективным способом для компаний, которые хотят представить себя в Интернете, привлечь новых клиентов и повысить

продажи своих услуг. Для НИЛ ФХМИООС такой сайт поможет укрепить ее позиции на рынке и повысить уровень конкурентоспособности.

Список литературы

1. Bloomberg, J. No-Code Development Platforms / J. Bloomberg.
2. Hoberman, G. The Power of No-Code Development: Using Unqork to Build Enterprise Applications / G. Hoberman.
3. Kanstein, B. The No-Code Startup: How To Build A Startup Without Writing Any Code / B. Kanstein.
4. No Code Required: Giving Users Tools to Transform the Web / A. Cypher [et al.].
5. Rischpater, R. Rapid Application Development With Mozilla: No Code Required / R. Rischpater.
6. Perisic, M. No-Code Solutions for Power Users: An Introduction to PowerApps and Power BI / M. Perisic.
7. Napier, K. No-Code/Low-Code Development Platforms: A Comprehensive Analysis / K. Napier, M. DeCastro.
8. Keating, E. No-Code Development with Bubble: Build a Marketplace from Scratch / E. Keating.
9. Koetsie, J. No-Code Tools and the Future of Work / J. Koetsier.
10. Plant, C. The Citizen Developer: Unlocking the Power of No-Code Platforms / C. Plant.

This paper describes the theoretical foundations and gives practical recommendations for creating and developing a site for a research laboratory of a higher educational institution.

Гривачевский Степан Александрович, студент 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, grivachevskij_SA_19@student.grsu.by.

Научный руководитель – *Ануфрик Славмир Степанович*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, anufrick@grsu.by.

УДК 004.738.52

О. А. ГРИМУТО

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ GOOGLE И GOOGLE АКАДЕМИЯ В УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены приёмы и инструменты, позволяющие сформулировать научный запрос к поисковым системам Google и Google Академия (Google Scholar) для того, чтобы ответ находился на первых строках результатов поиска. Рассмотрены и проанализированы базовые советы по поиску, операторы поиска и аспекты поиска в Google Академии. Работа будет полезна студентам и молодым учёным для улучшения их навыков поиска информации в сети Интернет.

Google – это используемая многими людьми поисковая система [1]. Она представляет собой быстрый и простой способ поиска огромного количества бесплатной информации в интернете. Сюда входят правительственные сайты, сайты университетов, различных организаций и групп по интересам, журналы с открытым доступом, специализированные блоги и многое другое. Ниже описаны советы и инструменты, используя которые вы сможете находить нужную информацию гораздо быстрее.

Базовые советы. Для начала рассмотрим стандартные советы по использованию поиска [2; 3; 4]:

- Независимо от того, что вы ищете, подумайте и выделите базовый запрос либо несколько простых запросов, и начинайте поиск с них. При необходимости всегда можно добавить несколько уточняющих слов.

- Тщательно подбирайте слова.

При создании поискового запроса используйте слова, которые могут быть на нужных вам сайтах. Избегайте избыточных и ненужных выражений, так как каждое слово, выражение и их порядок в запросе влияют на выдачу информации. Корректнее набрать «принципы квантовой механики» вместо «как работает квантовая механика».

- Если вы не можете вспомнить слово при наборе запроса, вы можете ввести символ _ (нижнее подчеркивание), и Google даст подсказки по завершению Вашего запроса.

- В поисковой выдаче доверяйте лишь сайтам, находящимся в доменных зонах .by, .gov.by, .ru, .com, .gov, .edu, .org, .io. Зачастую сайты с поддоменами (домены вида sub.site.com, где .com – доменная зона) не всегда содержат достоверную информацию (при условии, что это не сайты подразделений организации).

- Если вы хотите получить более объективные результаты, вы можете открыть вкладку браузера в режиме инкогнито и совершить поиск в ней. В режиме инкогнито не будут сохраняться файлы cookie и данные сайтов, что позволит Google воспринимать Вас как нового пользователя, и он выдаст результаты без учёта параметров персонализации.

- Если вы ищете информацию о чём-либо в определенном регионе, обязательно укажите его в запросе.

- Проверяйте контент в нескольких достоверных источниках, если это возможно. Не все источники обладают верной информацией, поэтому полезно иметь на заметке хотя бы 3 источника, информация, публикуемая которыми, по Вашему мнению, достоверна.

- Часто цитируемый контент является индикатором надёжного источника. Проверить, насколько цитируемый контент, можно, введя в поисковую строку запрос: «цитата» (с сохранением двойных кавычек) и посмотрев число результатов. Оператор двойных кавычек сообщит Google, что вы ищете точную фразу.

- Думайте критически: найдите несколько точек зрения, также найдите оригинал ответа, не включая ответ в запрос. Обратите внимание на то, когда контент был написан, есть ли ссылки на источник и актуален ли он, надёжна ли его репутация, есть ли отзывы о сайте-источнике. Задавайте себе вопросы о результатах, вопросы о вопросах. Данный совет в особенности касается найденных в выдаче страниц Википедии.

- Если в русскоязычном интернете мало релевантной информации, переведите запрос на английский и выполните поиск по нему.

- Читайте внимательно выдачу в поиске по «базовому» запросу, потом формулируйте идеальный запрос, далее открывайте 5–10 ссылок из выдачи по этому запросу и попытайтесь сформулировать общий ответ.

- Расположение результатов поиска не является результатом точности и верности. Поскольку ранжирование результатов поиска зависит от многих параметров (значение, релевантность, качество, удобство использования, контекст, количество цитирований, дата последнего обновления и т. д.).

- Не ищите материал для работ на форумах и в соцсетях, используйте такой материал только в случае крайней необходимости и убедившись, что он достоверен.

- Не беспокойтесь об орфографии и использовании заглавных букв. При проверке правописания Google сам распознает слово, даже если оно написано с ошибкой; также алгоритмы Google регистронезависимы.

- Получайте быстрые ответы на многие вопросы прямо в результатах поиска. Google помогает быстро увидеть ответ на запросы о значениях терминов (введите define перед запросом), помогает проводить вычисления и построения графиков функций (введите выражение функции), конвертировать величины (введите запрос 1,9 эВ в Дж и получите ответ $3,04414 \times 10^{-19}$ Дж), получать факты (введите в строку поиска имя учёного или название события, чтобы найти краткую выжимку информации о них).

- Используйте сочетание клавиш Ctrl+F для поиска необходимой информации в выдаче и на най странице.

- Google Объектив позволяет находить сведения об изображениях и окружающих объектах. Например, если вы ищете информацию о явлении, процессе, или похожие изображения с ним, то можете сфотографировать его и выполнить поиск по снимку.

- Создайте свою программируемую поисковую систему (<https://programmablesearchengine.google.com>) выбрав для неё только те сайты, по которым хотите произвести поиск. Это особенно полезно сделать для сайтов с проверенным контентом, о которых было написано ранее

Операторы. В Google есть десятки функций, которые называются поисковыми операторами, и используются для улучшения поиска. Операторы – фильтры и инструменты, в основном направленные на то, чтобы помочь достичь гораздо более конкретных и релевантных результатов. Вот краткое описание основных из них [3; 5; 6; 7]:

- Оператор уточнения « » (двойные кавычки) вокруг любого выражения позволит найти страницы с точным его совпадением.

- Оператор исключения – (минус) при использовании перед словом будет исключать любые результаты, содержащие это слово.

- Оператор уточнения * (астериск) можно использовать вместо любого слова или фразы. Например, использовать его для замены слов, которые забыты, а также для ускорения поиска схожих выражений.

- Оператор «AROUND» между словами ищет два слова рядом, а «AROUND(X)» между словами ищет два слова, расположенные в X словах друг от друга.

- Операторы дат «BEFORE: YYYY-MM-DD» («BEFORE: YYYY») и «AFTER: YYYY-MM-DD» («AFTER: YYYY») позволяет получить в выдаче страницы, опубликованные в указанном промежутке дат.

- Оператор промежутка «X..Y» позволяет искать результаты с числом из промежутка от X до Y.

- Оператор «site: URL» позволяет искать результаты только с конкретного URL-адреса сайта.

- Оператор «filetype: ***», где *** – расширение файла, который вы ищете, заставит Google отображать только результаты, соответствующие определенному расширению файла.

- Оператор «source: URL» позволит произвести поиск контента по сайтам с RSS-лентами.

- Оператор «location: region» отвечает за местоположение, возле которого искать результаты поиска.

- Оператор «cache: URL» используется для поиска версии страницы сайта, сохранённой в кэше Google.

- Операторы «intitle: words», «inurl: words», «intext: words» используются для поиска среди страниц, содержащих указанные слова в названии, адресе либо тексте, соответственно.

- Оператор «related: URL» возвращает веб-сайты, похожие по содержанию на указанный домен. Это полезно для увеличения широты исследования, особенно когда вы пытаетесь узнать что-то новое.

- Некоторые запросы лучше использовать в сочетании друг с другом, они помогают вам извлекать веб-страницы, которые иначе могли бы не появиться. Так, булевы операторы полезно использовать при подобном объединении: x AND y ($x \&\& y$) и x OR y ($x | y$).

- Используйте расширенный поиск (https://www.google.com/advanced_search) для быстрой фильтрации.

Google Академия. Система поиска научных публикаций Google Академия (Google Scholar) позволяет:

- Искать всю научную литературу, цитаты, авторов и публикации в одном месте.

- Найти полный документ в своей библиотеке или в интернете.

- Быть в курсе последних событий в любой области исследований.

- Проверять, кто цитирует ваши публикации, создать общедоступный профиль автора.

Большинство советов и функций, описанных ранее, применимы к данной поисковой системе, однако у неё всё так же есть свои возможности и аспекты использования [6; 8; 9]:

1. Google Академия позволяет скопировать цитаты из статей в 5 стилях (ГОСТ, APA, MLA, и др.), просто нажав кнопку цитирования под статьей. Эти форматы особенно полезны при публикации за рубежом, так как в Республике Беларусь при оформлении списка литературы предпочтительно использовать ГОСТ 7.32-2017 (приложения Д и Е), отличающийся от предложенного Академией.

2. С помощью «похожих запросов» на странице выдачи Google Академии можно провести глубокий анализ по теме исследования, начав с широкой темы, например «физика», и продолжив с более конкретными для поиска необходимой информации. Например: «молекулярная физика» или «физика конденсированного состояния».

3. Ссылка «Похожие статьи» является эффективным методом поиска дополнительных статей, схожих с той, которая представляется полезной, она расположена непосредственно под соответствующей статьей.

4. Google Академия работает с различными библиотеками и издательствами, чтобы включать их материалы в результаты поиска. Поэтому при поиске следует обратить внимание на ссылки, отмеченные как [PDF] или [HTML], а также искать бесплатные версии статей и препринты (версии статей, публикуемые до издания).

5. Получите доступ к инструментам Google Академии из любого места в Интернете с помощью браузерного расширения Кнопка «Академия», которое работает на любой странице Интернета. Если вы что-то ищете, нажатие на значок расширения покажет вам 3 исследования по теме открытой страницы, а если вы читаете исследование, вы можете нажать ту же кнопку, чтобы найти прочитанную версию, создать цитату или сохранить ее в вашу библиотеку Академии.

6. Вы можете узнать больше об авторах, нажав на их имя в результатах поиска в Google Академии (там вы найдете их работы, соавторов, статьи). Вы можете следить за авторами из их профиля в Google Академии, чтобы получать обновления об их работе и цитировании. Если под именем автора есть темы в его профиле, нажмите на них, чтобы увидеть других авторов, исследующих эти темы.

7. Для того чтобы быть в курсе последних исследований в своей области, можно подписаться на оповещения. Для этого создайте оповещение по вашим темам, и вы будете получать обновления по электронной почте о новых публикациях. Также можно следить за новыми статьями ведущих исследователей, подписавшись на их профили. Если вы студент, рассмотрите возможность подписки на статьи, связанные с темами исследований вашего научного руководителя.

8. В Google Академии доступна возможность сохранения интересных научных статей в библиотеку пользователя для последующего использования. Данная опция доступна под результатами поиска. Вы можете организовать свою библиотеку с помощью ярлыков. Для этого нажмите «Моя библиотека», а затем «Управление ярлыками...», чтобы создать новый ярлык.

9. Каждый год Google Академия выпускает лучшие публикации на основе наиболее цитируемых статей. Этот список приведет вас к лучшим статьям – он учитывает индекс Хирша (h-индекс), который измеряет, какое влияние оказала статья на другие публикации. Этот индекс позволяет получить представления об актуальных идеях в различных областях знаний.

10. В Google Академии так же, как и в Google, существует «Расширенный поиск», для точной настройки поисковых запросов. Вместе с тем можно использовать операторы, описанные в предыдущем разделе.

Таким образом, рассмотренные приемы и инструменты позволяют эффективно работать с запросами и выдачей поисковых систем Google и Google Академия (Google Scholar) для быстрого получения необходимых ответов. Каждая из данных систем имеет свои преимущества для различной аудитории.

Список литературы

1. Search Engine Market Share Belarus | Statcounter Global Stats [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gs.statcounter.com/search-engine-market-share/all/belarus>. – Дата доступа: 11.03.2023.

2. Как работает Google Поиск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com/search/howsearchworks/how-search-works>. – Дата доступа: 06.03.2023.

3. Справка – Google Поиск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.google.com/websearch>. – Дата доступа: 04.03.2023.

4. Ali Arya. Google IT: Critical Thinking and Problem solving in the Internet Age / Ali Arya, Luciara Nardon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.csit.carleton.ca/~arya/pubs/el-2014.pdf>. – Дата доступа: 10.03.2023.
5. How to Be a Better Web Searcher: Secrets from Google Scientists [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.scientificamerican.com/observations/how-to-be-a-better-web-searcher-secrets-from-google-scientists>. – Дата доступа: 10.03.2023.
6. Advanced skills for investigation research / Daniel M. Russell, Ph.D. Ex Google Senior Research Scientist [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.google.com/document/d/1EQ5_DU1gE2msBwndLdZMXBWEZs8ocRb6gU12yPdhCSk/edit. – Дата доступа: 11.03.2023.
7. Advanced Search Operators / Daniel M. Russell, Ph.D. Ex Google Senior Research Scientist [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.google.com/document/d/1ydVaJJeL1EYbWtlfj9TPfVTE5IBADkQfZrQaBZxqXGs/edit>. – Дата доступа: 07.03.2023.
8. Академия Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scholar.google.com>. – Дата доступа: 09.03.2023.
9. 18 Google Scholar tips all students should know [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.google/products/search/tips-google-scholar-expert>. – Дата доступа: 07.03.2023.

This paper explores the techniques and tools that make it possible to work effectively with queries and results from Google and Google Scholar to get the answers you need, quickly and efficiently.

Гримута Олег Андреевич, студент 3-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, o.grimuta+fks@gmail.com.

Научный руководитель – *Никитин Александр Викторович*, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь nik@grsu.by.

УДК 372.853

М. В. ГРИНЬ

МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕМЫ «ПОЛУПРОВОДНИКИ» В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Изложены общенаучные и методологические основы, используемые в преподавании темы «Полупроводники» для 10-х классов средних общеобразовательных учреждений. Предложен план-конспект урока по теме.

Научно-техническое состояние современного общества характеризуется чрезвычайно широким использованием полупроводниковой электротехники (электроники). Если XX век был веком развития проводниковой электротехники, то его конец и XXI век присовокупят к ней гораздо больший по объему и значению для развития раздел полупроводниковой электротехники и электроники. Данное обстоятельство не нашло отражения в школьных учебных программах. Более того, если прочитать перечень требований к знаниям учащихся, то сложится впечатление, что основное для учащихся – это усвоить законы электролиза.

Практическая деятельность любого современного человека в быту, на производстве, на отдыхе сопряжена с использованием полупроводниковых приборов. В этой связи нам представляется, что для гармонизации отношений с внешним миром человеку необходимо иметь представления о наблюдаемых физических явлениях: свечении светодиода, лазера, действии транзисторов. Изучение этих явлений в школе является перезревшей задачей образования. Замалчивая и игнорируя эту задачу, мы понижаем общий фон физических знаний в очень важной области научно-технического развития общества, прививаем его членам отрешенное сугубо потребительское отношение к достижениям научно-технического прогресса.

Полупроводники по величине электропроводности занимают промежуточное положение между металлами и диэлектриками. К полупроводникам относятся элементы 4 группы таблицы Менделеева, а также соединения элементов 3 и 5 групп. Наиболее употребительные полупроводниковые материалы при комнатной температуре обладают сравнительно малой электропроводностью, которая обусловлена двумя механизмами переноса заряда. Первый механизм состоит в движении по полупроводниковому образцу т.н. свободных электронов и называется электронной электропроводностью. Второй механизм заключается в движении несвободных – валентных электронов, которые при наличии вакансий в валентной зоне могут перескакивать от атома к атому и тем самым двигаться по объему полупроводника. Данный механизм электропроводности называется дырочным. Это название обусловлено тем, что эстафетное движение валентных электронов от атома к атому представляется как встречное движение положительно заряженных частиц, называемых дырками.

Для того чтобы грамотно и актуально представить данную тему в школьной программе был разработан примерный план-конспект урока.

Примерный план-конспект урока

Тема: Полупроводники.

Цель и задачи урока:

- Образовательная: сформировать в сознании учащихся первоначальные понятия об электрических свойствах полупроводников.
- Воспитательная: продолжить воспитание культуры умственного труда, развитие качеств личности – настойчивость, целеустремленность, творческую активность, самостоятельность.
- Развивающая: расширить научное мировоззрение учащихся на каждодневно наблюдаемые ими явления.

Оборудование и наглядные пособия:

Источник питания, полупроводниковые диоды, электролампочки, провода соединительные, демонстрационный стенд, электроизмерительный прибор – тестер, информационные плакаты.

Ход урока:

Организационный момент (Задача: создание благоприятного психологического настроя и активация внимания).

Подготовка к повторению и обобщению пройденного материала:

- Условно-графические обозначения радиоэлементов.
- Что такое электрический ток?
- Сила тока, единицы измерения.

Класс разбивается на команды и проводится конкурс: кто больше нарисует условно-графических обозначений радиоэлементов и объяснит их назначение.

- Сообщение темы и цели занятия.

Полупроводники. Мы должны сформировать первоначальные понятия об электрических свойствах полупроводников.

- Объяснение перспективы.

Полупроводники в виде различных электронных приборов присутствуют во всех сторонах нашей жизни. Кто может назвать конкретные применения полупроводников?

(Возможные ответы: светодиодные светофоры, лазерная указка, компьютеры, телевизоры, фотоаппараты, телекамеры, домофоны, стиральные машины, и пр.)

Можно сказать, что изучение и использование полупроводников оказывает существенное влияние на содержание и качество нашей жизни. Рассмотрим по порядку, что собой представляют полупроводники, какими свойствами обладают, и какие полупроводниковые приборы на их основе созданы, какие занимательные опыты можно провести с ними.

Основной этап.

Новый материал.

Все вещества, встречающиеся в природе, по своим электропроводным свойствам делятся на три группы:

- проводники,
- изоляторы (диэлектрики),
- полупроводники.

Фронтальный опрос:

Вопрос: «Почему металлы хорошо проводят электрический ток, а диэлектрики практически не проводят?»

Ответ: «В проводниках имеется большое количество свободных электронов, а в диэлектриках их нет».

Вопрос: «Разве в диэлектриках нет электронов?»

Правильный ответ: «Электронов там не меньше, чем в металлах, но они связаны с атомами и не могут двигаться по объему образца».

Вопрос электропроводности материала – это вопрос о наличии в нем свободных, т. е. способных передвигаться электрических зарядов. По этому показателю полупроводники занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.

К полупроводникам относятся элементы 4 группы таблицы Менделеева, а также некоторые химические соединения. Особенно удобным для использования материалом является кремний (Si). Валентные электроны полупроводника подобно диэлектрику связаны со своими атомами, но эта связь не столь сильна, как в диэлектриках. При комнатной температуре энергии тепловых колебаний достаточно для того, чтобы некоторые из валентных электронов оторвались от своих атомов и стали свободными внутри полупроводникового образца. В результате полупроводниковый образец приобретает т.н. электронную электропроводность.

Уход части валентных электронов от своих атомов порождает второй механизм электропроводности полупроводников, который называется дырочной электропроводностью. Дело в том, что на вакантное место освободившегося электрона может перейти валентный электрон соседнего атома. В результате вакансия, которую назвали дырка, может передвигаться по объему образца и переносить электрический заряд. Фактически движение и эстафетный перенос заряда осуществляют валентные электроны, но введение

воображаемой частицы с элементарным положительным зарядом – дырки оказалось очень удобным и прочно вошло в физику полупроводников.

Свободные электроны, покинувшие свои атомы, создают n-проводимость (n – первая буква латинского слова *negativus* – отрицательный). Дырки создают в полупроводнике p-проводимость (p – первая буква латинского слова *positivus* – положительный). Дается под запись.

В чистом полупроводнике число свободных электронов и дырок одинаково.

Добавляя примеси, можно получить полупроводник с преобладанием электронной или дырочной проводимостью.

Если в 4-х валентный кристалл кремния добавить 5-ти валентный мышьяк (сурьму) то получим n-проводник.

При добавлении 3-х валентного индия, получим p-проводник.

Ничтожного количества примеси достаточно для изменения концентрации свободных электронов или дырок на несколько порядков. Поэтому свободные носители заряда, образующиеся за счет примеси, называются основными, собственные свободные носители заряда полупроводника – неосновными.

Контакт электронного и дырочного полупроводников (p-n-переход).

Если просто привести в соприкосновение два отдельных полупроводниковых образца с p- и n-проводимостью, то ток через это соединение не пойдет. Полупроводниковые образцы на воздухе покрываются окисной пленкой, которая является отличным диэлектриком. Контакт электронного и дырочного полупроводников создается внутри единого образца. Для этого, например полупроводник с дырочной электропроводностью на одной из поверхностей легируется донорной примесью. В результате тип электропроводности у поверхности становится электронным, а в глубине сохраняется дырочная проводимость. Следовательно, возникает p-n-переход, схематично изображенный на рисунке.

Тепловое движение дырок в p-области и свободных электронов в n-области будет приводить к их преимущественному перемещению из областей большой концентрации в области с меньшими концентрациями. Этот процесс называется диффузией (под запись). В результате дырки из p-области устремятся в n-область, а свободные электроны – из n-области в p. Т. е. возникает направленное движение заряженных частиц, которое является электрическим током. Поскольку данный ток обусловлен диффузией, он называется диффузионным. При этом перешедшие в p-область электроны оказываются захваченными атомами акцепторной примеси, а перешедшие в n-область дырки есть не что иное, как валентные электроны донорной примеси.

Примыкающая к границе перехода сторона p-области заряжается отрицательно, а n-области – положительно. Все эти процессы происходят еще при создании перехода. В результате на переходе возникает т. н. контактная разность потенциалов, которая действует против диффузионного тока и уменьшает его почти до нуля.

Электронно-дырочный переход в электрической цепи.

Поставим следующий опыт, Включим электронно-дырочный переход последовательно в простую цепь, которая состоит из источника постоянной ЭДС и лампочки.

Когда плюсовая клемма источника ЭДС подключена к p-области, а минусовая через лампочку – к n, в цепи течет сильный ток, о котором свидетельствует свечение лампочки. При обратной полярности включения перехода тока в цепи нет. Этот опыт говорит о том, что переход обладает односторонней проводимостью. Определим механизм этого эффекта.

В первом случае, когда положительный полюс источника подсоединен к p-области, и минус – к n-области, напряжение внешнего источника противоположно по полярности контактному напряжению. Следовательно, суммарное напряжение на переходе уменьшается, в сравнении с равновесным состоянием. Противодействие этого напряжения диффузионному току уменьшается, и этот ток сильно увеличивается.

Во втором случае внешнее напряжение совпадает по полярности с контактным. При этом суммарное напряжение увеличивается, что приводит к ослаблению диффузионного тока. Поскольку этот ток и без того был ослаблен почти до нуля контактным напряжением, он остается практически нулевым.

Таким образом, односторонняя проводимость p-n-перехода обусловлена однонаправленностью диффузионного тока через переход. Что же касается дрейфового тока, то он всегда близок к нулю, так как определяется очень малыми концентрациями неосновных носителей в p и n областях. Полярность внешнего напряжения на переходе, при которой он пропускает ток, и сам ток в этом случае называют прямыми, противоположная полярность напряжения и ток – обратными.

Односторонняя проводимость p-n-перехода отражается в его условных обозначениях. Во всех случаях изображается контакт и стрелка, показывающая направление пропускания тока – от p-области к n (под запись).

Закрепление материала. Фронтальный опрос.

- Какие материалы относятся к полупроводникам?
- Поясните механизм собственной электропроводности полупроводников?
- Каким образом примесь увеличивает электропроводность полупроводника.
- Поясните механизм образования электронной примесной электропроводности.

- Поясните механизм образования дырочной примесной электропроводности.
- Что такое p-n-переход, как его изготавливают,
- Объясните одностороннюю проводимость p-n-перехода.

Домашнее задание: повторить пройденный материал. Подумать над решением следующей задачи:

Люстра имеет две лампочки. Обычно для независимого их включения и выключения используется три провода, идущих от выключателей к люстре. Можно ли, используя одностороннюю электропроводность p-n-переходов, обойтись только двумя проводами, если собрать цепь, показанную на рисунке.

(Ответ: Да, можно, выключатель А управляет лампочкой а, выключатель Б – лампочкой б)

Демонстрация изменения сопротивления полупроводника при освещении.

Установку собирают с фоторезистором по рисунку. Замыкают ключ и находящуюся на расстоянии 0,5 м от фоторезистора, и медленно ее приближают к фоторезистору, следят за показанием гальванометра. Обращают внимание учащихся, что при освещении возрастает проводимость, а значит, уменьшается сопротивление.

Домашнее задание: повторить пройденный материал.

Так же для углубленного изучения данной темы, учащимся предлагается посещение факультатива по данной теме, а так же посещение внеклассных мероприятий.

Список литературы

1. Булычев, А. Л. Электронные приборы / А. Л. Булычев, В. А. Прохоренко. – Минск : Выш. шк., 1987. – 315 с.
2. Физика : учеб. пособие для 10 кл. учреждений общего среднего образования с рус. яз. обучения / Е. В. Громыко [и др.]. – Минск, 2019.
3. Викулин, И. М. Физика полупроводниковых приборов / И. М. Викулин, В. И. Стафеев. – М. : Радио и связь, 1990. – 264 с.
4. Инструктивно-методическое письмо Министерства образования Республики Беларусь «О преподавании учебного предмета "Физика" в 2022/2023 учебном году».
5. Рагозин, Ю. Д. Основы применения электронных приборов / Ю. Д. Рагозин. – М. : Высш. Шк., 1975. – 367 с.
6. Росадо, Л. Физическая электроника и микроэлектроника / Л. Росадо ; пер. с исп. С. И. Баскакова ; под ред. В. А. Терехова. – М.: Высш. шк., 1991. – 352 с.
7. Стилльбанс, Л. С. Физика полупроводников / Л. С. Стилльбанс. – М. : Сов. радио, 1967. – 451 с.
8. Учебные программы для общеобразовательных учреждений. Физика vi–xi классы. – Минск, 2019
9. Шур, М. Физика полупроводниковых приборов. В 2 кн. / М. Шур. – М. : Мир, 1992. – ил.

The article outlines the general scientific and methodological foundations used in the presentation of the topic «Semiconductors» for the 10th grade of secondary educational institutions. A plan-summary of the lesson on the topic is proposed.

Гринь Максим Владимирович, студент 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, grin_MV_19@student.grsu.by.

Научный руководитель – *Ануфрик Славамир Степанович*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь, anufriick@grsu.by.

УДК 37.016:53

В. М. ЗАВАДСКАЯ

ПРОБЛЕМА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Раскрыта проблема остаточных знаний школьного курса физики студентов медицинских специальностей. Описаны результаты тестирования студентов лечебного, педиатрического и медико-диагностического факультетов УО «Гродненский государственный медицинский университет» на проверку остаточных знаний по теме «Радиоактивность. Закон радиоактивного распада». Предложены пути решения выявленной проблемы.

Совершенствование медицинских технологий всё в большей мере основываются на идеях и открытиях естественных наук путем переноса их в медицинскую среду. Врач не сможет квалифицированно обращаться со сложнейшим лечебным и диагностическим оборудованием, которым укомплектованы современные и высокотехнологические клиники, не зная основ физики. Пути развития физики и медицины всегда были переплетены между собой. Уже в древности медицина изучала и использовала многие физические процессы, такие как механические воздействия, тепло, холод, звук, свет [1].

Было проведено исследование, которое позволило выявить состояние и проблемы физического образования студентов на примере медицинских специальностей. Для этого было организовано тестирование и

проведен анализ результатов учебной деятельности студентов. В исследовании приняли участие 236 студентов I курса лечебного, педиатрического и медико-диагностического факультетов УО «Гродненский государственный медицинский университет». Результаты исследования носят практическую значимость, поскольку позволяют найти подходы для повышения качества физического образования студентов непрофильных специальностей. По результатам данных исследований выявлены следующие проблемы:

- 1) недостаточное количество часов для изучения медицинской и биологической физики;
- 2) низкий уровень мотивации к изучению физики;
- 3) низкий уровень остаточных знаний по физике;
- 4) низкий уровень математической подготовки для успешного усвоения курса физики.

Третья проблема связана с низким уровнем остаточных знаний по физике. Невозможно полноценно освоить университетский курс физики без прочных знаний школьного курса физики.

Студенты-медики – это в большинстве случаев выпускники химико-биологических классов, в которых изучают углубленно химию и биологию, но не уделяют должного внимания математике и физике. Таким образом, студенты I курса сталкиваются с проблемой при изучении медицинской и биологической физики, связанной с низким уровнем остаточных знаний по физике.

С целью выявления остаточных знаний за курс средней школы для получения объективной оценки уровня знаний, умений и навыков было проведено тестирование. Диагностика остаточных знаний была выполнена по теме «Радиоактивность. Закон радиоактивного распада».

С данной темой будущие студенты-медики знакомятся в 11 классе. На изучение темы «Физика ядра. Элементарные частицы» отводится 11 часов. Согласно учебной программе по учебному предмету «Физика» для XI класса учреждений общего среднего (базовый уровень), после изучения темы «Физика ядра. Элементарные частицы», учащиеся должны:

- иметь представление: о (об) реакции синтеза ядер; ядерной энергетике и экологических проблемах ее использования; элементарных частицах и их взаимодействиях; ускорителях заряженных частиц; достижениях белорусских ученых в области ядерной физики; и физики элементарных частиц;

- знать/понимать:

- смысл физических понятий: протонно-нейтронная модель ядра, ядерная реакция, энергия связи, дефект масс, период полураспада, цепная ядерная реакция деления;

- смысл физических явлений и процессов: радиоактивность, радиоактивный распад, деление ядер;

- смысл физических законов: радиоактивного распада, сохранения в ядерных реакциях;

- владеть практическими умениями: решать качественные и расчетные задачи на определение продуктов ядерных реакций, энергии связи атомного ядра, периода полураспада радиоактивных веществ с использованием закона сохранения электрического заряда и массового числа, формулы взаимосвязи массы и энергии [2].

Тест на проверку остаточных знаний по теме «Радиоактивность. Закон радиоактивного распада» был составлен в Google-форме и включал 11 вопросов трех уровней сложности.

Первая часть теста включала вопросы, ответы на которые соответствуют низкому уровню остаточных знаний по данной теме. При ответе на данные вопросы предполагалось, что студенты знают только основные физические понятия:

1. Изотопы –

- a) атомы, ядра которых содержат одинаковое число протонов, но различное число нейтронов;
- b) атомы, ядра которых содержат одинаковое число нейтронов, но различное число протонов;
- c) атомы, ядра которых содержат одинаковое число электронов, но различное число протонов;
- d) атомы, ядра которых содержат одинаковое число протонов, но различное число электронов.

2. ${}^3_1\text{H}$ и ${}^2_1\text{H}$ – это ...

3. Нуклоны – это ...

- a) протоны и нейтроны;
- б) электроны и протоны;
- в) электроны;
- г) протоны.

4. Сколько протонов содержится в радиоактивном ядре изотопа урана ${}^{235}_{92}\text{U}$?

5. Каково массовое число радиоактивного ядра изотопа плутония ${}^{239}_{94}\text{Pu}$?

6. Период полураспада $T_{1/2}$ – это ...

- a) промежуток времени, за который распадается половина начального количества радиоактивных ядер;
- b) промежуток времени, за который ничего не происходит;
- c) промежуток времени, за который число нераспавшихся ядер уменьшается в 1/4 раза;
- d) промежуток времени, за который число ядер изменяется по экспоненциальному закону.

Вторая часть теста включала вопросы, ответы на которые соответствуют достаточному уровню остаточных знаний по данной теме. При ответах предполагалось, что студенты не только знают основные физические понятия, но и знают формулы и физические законы:

6. Допишите недостающие символы A и Z в ядерной реакции ${}^{17}_8\text{O} + \alpha \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^4_2\text{He}$.

а) Z = 9, A = 20; б) Z = 9, A = 21; в) Z = 21, A = 9; г) Z = 10, A = 20

7. Недостающей частицей в ядерной реакции ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + ?$ Будет следующая:

а) ${}^4_2\text{He}$; б) ${}^1_1\text{p}$; в) ${}^0_{-1}\text{e}$; г) ${}^4_2\text{He}$

8. Число нераспавшихся радиоактивных ядер убывает с течением времени по закону, представленному соотношением:

а) $N = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$; б) $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$; в) $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$; г) $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$.

Третья часть теста включала вопросы, ответы на которые соответствуют высокому уровню остаточных знаний по данной теме. При ответах предполагалось, что студенты не только знают основные физические понятия, формулы и физические законы, но и умеют решать задачи на одну-две формулы:

10. Период полураспада радиоактивного элемента $T_{1/2}=2$ года. За 6 лет от начального количества распадётся:

а) 12,5 %; б) 25 %; в) 50 %; г) 87,5 %.

11. За время, равное двум периодам полураспада, в веществе останется нераспавшихся атомов:

а) 12,5 %; б) 25 %; в) 50 %; г) 75 %.

Таким образом, результаты тестирования по теме «Радиоактивность. Закон радиоактивного распада» показали, что 80% студентов справились с первой частью теста, 55 % опрошенных справились и с первой, и второй частью теста. С третьей частью теста, которая соответствовала высокому уровню остаточных знаний, справились 46% студентов. Тест позволил выявить причину недостаточного уровня остаточных знаний студентов по физике для дальнейшего успешного изучения медицинской и биологической физики [3].

Рассмотрим пути повышения качества физического образования с учетом выявленной проблемы.

Одним из главных путей повышения качества физического образования студентов непрофильных специальностей может стать самообразование студентов. Самообразование в данном случае должно быть направлено на повышение уровня остаточных знаний школьного курса физики, повышения уровня математической подготовки, на дополнительное изучение вопросов учебного материала вузовского курса физики. Следует отметить, что в настоящее время самообразование осуществляется в ходе самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины, и 70 % информации студент должен изучать самостоятельно. Студенты, как правило, испытывают затруднения в организации и реализации своей самообразовательной деятельности. Самообразование предполагает наличие положительной мотивационной активности; проявление значительных волевых усилий; наличие целеустремленности и самоорганизованности; достижение высокого уровня интеллектуального развития; сформированность определенной совокупности познавательных умений; достижение высокой самостоятельности; наличие адекватного уровня самооценки [4].

Нынешнее поколение выпускников школ, а в дальнейшем студентов учреждений высшего образования, обладают слабыми навыками самоорганизации. Для выполнения любого вида самостоятельной работы студент должен четко поставить цель, реально оценить свои силы и время. Но студенты испытывают трудности при расстановке приоритетов и планировании своего дня, не умеют работать с информацией, анализировать и делать выводы, поэтому на выходе получаем низкий уровень самостоятельной работы студентов-медиков при подготовке к занятиям по медицинской и биологической физике. Задача преподавателя, ведущего занятие, заключается в повышении мотивации к самостоятельному обучению. Самостоятельная деятельность студентов – это трудоемкий процесс, как для преподавателя, так и для студента. Преподавателю нужно сделать так, чтобы студент захотел изучать дополнительный материал самостоятельно. Результаты анкетирования студентов о готовности заниматься самообразованием по физике в свободное от учебы время показали, что 26 % опрошенных студентов не располагают для этого свободным временем, 14 % – в этом нет необходимости, 10 % – нет мотивации для самообразования по физике. Самообразование по физике, судя по полученным данным, не вызывает большого интереса у студентов.

Таким образом, исследование, направленное на изучение проблемы остаточных знаний школьного курса физики студентов медицинских специальностей позволило выявить, что они обладают невысоким уровнем остаточных знаний по физике. В основе данной проблемы лежит низкий уровень школьной подготовки по

физике, низкая мотивация на изучение физики, сформированная в школьные годы; а так же отсутствие возможности в университете уделять больше аудиторных часов на изучение физики и математическую подготовку студентов. Следовательно, повышение качества физического образования может быть основано на грамотной организации самообразования студентов; созданием специальной платформы и методик позволяющих оказать дистанционную поддержку аудиторных занятий.

Список литературы

1. Муслев, С. А. К вопросу об изучении физики в медицинском вузе / С. А. Муслев // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 1. – С. 77–78.
2. Учебная программа по учебному предмету «Физика» для XI класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания (базовый уровень) [Электронный ресурс] : Постановление М-ва образования Респ. Беларусь, 27.07.2017, № 93 // Национальный образовательный портал. – Режим доступа: <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xiklassy-2020-2021/3819-fizika.html>.
3. Завадская, В. М. Проблема остаточных знаний при изучении медицинской и биологической физики в медицинском университете / В. М. Завадская // Сучасні тенденції розвитку освіти та науки: проблеми та перспективи : зб. наук. праць / гол. ред.: Ю. І. Колісник-Гуменюк. – Київ – Львів – Бережани – Гомель – Кельце, 2021. – Вип. 9, т. 2. – С. 34–38.
4. Сагитова, Р. Р. Формирование самообразовательной компетенции студентов вуза в контексте новой парадигмы образования / Р. Р. Сагитова // Казанский педагогический журнал. – 2010. – № 4. – С. 27–34.

The problem of residual knowledge of the school course of physics of students of medical specialties is revealed. The results of testing students of the medical, pediatric and medical-diagnostic faculties of the EE «Grodno State Medical University» to test residual knowledge on the topic «Radioactivity. Law of radioactive decay». The ways of solving the identified problem are described.

Завадская Виктория Михайловна, аспирант, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь vika.m.zavadskaya@gmail.com.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, harazun_og@grsu.by.

УДК 373.51

Л. В. САВЧИК

ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТЫ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ВОСЬМОМ КЛАССЕ

В настоящее время темпы информатизации во всех областях нарастают. Образовательный стандарт предполагает всестороннее развитие учащихся, что влечет за собой необходимость поиска новых подходов к изложению учебного материала по физике. Одним из способов формирования универсальных учебных действий на уроках в школе, является работа над созданием интеллект-карт (ментальных карт). В работе предложены способы их применения в учебном процессе по физике в восьмом классе

Технология интеллект-карт была предложена английским писателем, психологом, бизнесменом Т. Бьюзенем. Изучая практические возможности мозга (интеллекта), Бьюзен поставил перед собой вопросы, которые не могут не привлечь внимание педагога: как научить учиться; каков путь к творческому мышлению, эффективному запоминанию; как наиболее рационально использовать свой интеллект.

Целью данной работы является разработка основных подходов к использованию интеллект-карт в ходе обучения физике в средней школе на примере раздела «Тепловые явления» в восьмом классе.

Mind-maps – термин, который может переводиться как «интеллект карты», «карты ума», «карты мыслей», «карты мышления», «ментальные карты», «карты памяти» или «карты разума»). В ходе создания таких карт информация изображается в графическом виде на большом листе бумаги (мониторе, экране). Она отражает связи (смысловые, причинно-следственные, ассоциативные и т. д.) между понятиями, частями и составляющими рассматриваемой области.

Интеллект-карты – это мощный визуальный метод, предоставляющий универсальный ключ к раскрытию интеллектуального потенциала каждого человека вне зависимости от возраста, это инструмент, позволяющий эффективно структурировать и обрабатывать информацию, мыслить, используя весь свой творческий и интеллектуальный потенциал.

Интеллект-карты – это графическое выражение процессов многомерного мышления и поэтому является наиболее естественным способом интеллектуальной деятельности человека.

По сравнению с конспектированием, у ментальных карт имеется ряд преимуществ: создавать ментальную карту просто, это творческий процесс, тратится меньше времени, чем при работе с обычными текстами. Чтобы кратко представить основные моменты какой-либо темы, надо глубоко проанализировать имеющиеся сведения. Информацию легче запоминать, когда она наглядно, структурно представлена на одном листе. При создании ментальной карты информация структурируется и запоминается, развиваются мышление (ассоциативное, творческое, логическое) и память. Структурирование информации помогает получить четкое представление о сути вопроса и путях его решения.

Раздел «Тепловые явления» является первым в курсе физики 8 класса. На его изучение отводится 18 часов, предусмотрены одна контрольная работа, одна самостоятельная работа, две лабораторные работы, четыре часа отводится на решение задач, предлагается 10 демонстраций, исследований и компьютерных моделей.

Учащиеся знакомятся с рядом понятий: теплота, количество теплоты, теплоемкость, теплопередача, конвекция и т. д. При изучении данного раздела используется политехнический материал, изучается двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, паровое отопление.

В 8 классе авторы учебника Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик не дают определения температуры, так как они не вводят понятия теплового равновесия. Достаточно, если учащиеся воспримут понятие температуры, как о степени нагретости тел. Далее вводится понятие внутренней энергии и способы ее изменения. Внутренняя энергия – это одно из фундаментальных понятий в физике. На основе опытов приходят к выводу о том, что внутреннюю энергию можно изменить двумя способами: теплообмен и совершение работы. Далее дается определение теплопередачи и рассматриваются ее виды: теплопроводность, конвекция, излучение.

Большая часть понятий и величин, с которыми впервые знакомятся учащиеся, являются абстрактными, поэтому возникают сложности в усвоении нового материала.

Для повышения качества получаемых знаний и устранения возникающих трудностей нами предложены различные способы применения интеллект-карт при изучении физики в 8 классе (на примере раздела «Тепловые явления»):

- *Конспект урока в виде интеллект карты.* Подготовка учителя к уроку – каждодневная необходимость. Исходя из целей и задач рабочей программы, учитель выбирает структуру планирования урока. Облегчить труд и сэкономить время для планирования занятий поможет инструмент интеллект-карта.

- *Разработанная учителем интеллект-карта, как опорный конспект для учащихся при изучении новой темы.* Готовую интеллект-карту (рисунок 1б) даем учащимся на уроке и по ней разбираем тему.

- *Учитель предлагает готовый шаблон интеллект-карты,* который заполняется по ходу урока совместно с учащимися (рисунок 1).

- *Учитель предлагает готовый шаблон интеллект-карты,* который заполняется по ходу урока учащимися самостоятельно (рисунок 1).

- *Учитель предлагает готовый шаблон интеллект-карты,* который на этапе закрепления знаний дети самостоятельно заполняют, затем сравнивают с готовой картой учителя

- *Учитель предлагает готовый шаблон интеллект-карты,* который на этапе закрепления знаний дети заполняют совместно с учителем (рисунок 1).

- *Актуализация знаний с помощью интеллект-карты.* Учитель дает учащимся частично заполненную интеллект-карту, которую они самостоятельно заполняют (рисунок 2).

- *Домашнее задание на составление ментальных карт.* Составить интеллект-карту по пройденному параграфу.

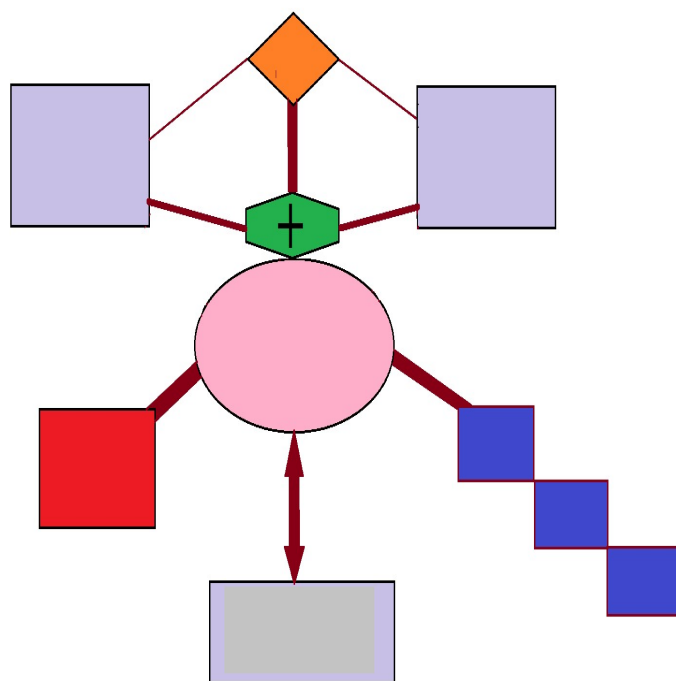
- *Опережающее домашнее задание.* Учитель дает частично заполненную ментальную карту, учащиеся дома изучают новый материал и стараются заполнить самостоятельно карту до конца (рисунок 2).

- *Работа с ментальной картой в ходе изучения целого раздела.* На первом уроке изучения раздела, учитель дает пустой шаблон интеллект-карты, который заполняется в ходе изучения материала. Готовую интеллект-карту используем на уроке обобщения и систематизации знаний.

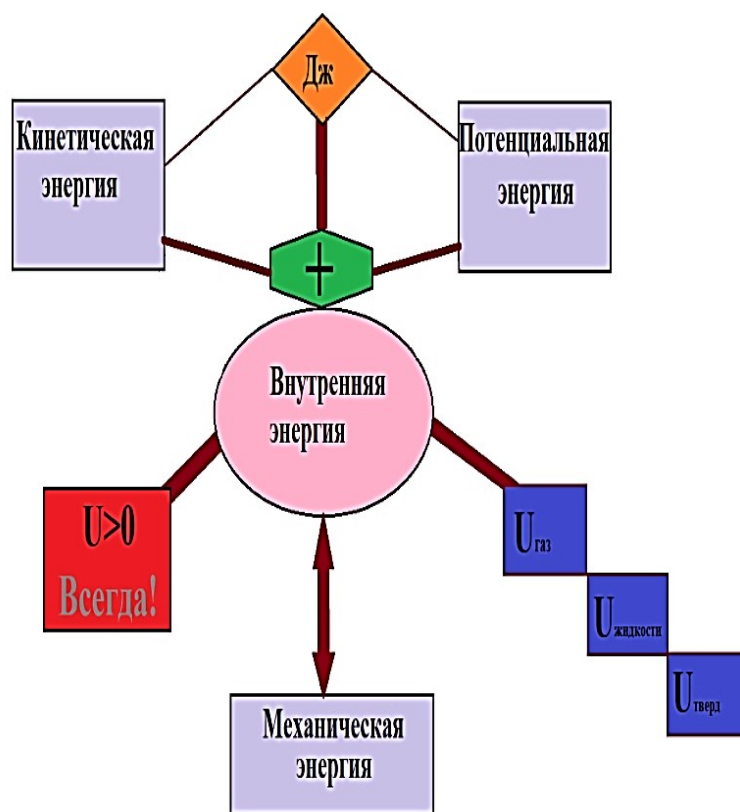
- *Интеллект-карта, как индивидуальная траектория учащегося.* На первом уроке изучения раздела «Тепловые явления» даем готовую интеллект-карту и ученики отмечают свое «местоположение» на ней.

В ходе исследования были показаны широкие возможности применения интеллект-карт при обучении физике в средней школе (на примере раздела «Теп»).

Предложены различные варианты применения ментальных карт в ходе подготовки к уроку физики, на различных его этапах, при выполнении домашних заданий, при обобщении и систематизации знаний по целому разделу.



а



б

Рисунок 1 – Интеллект-карта по теме «Внутренняя энергия»; а) шаблон, б) заполненная интеллект-карта

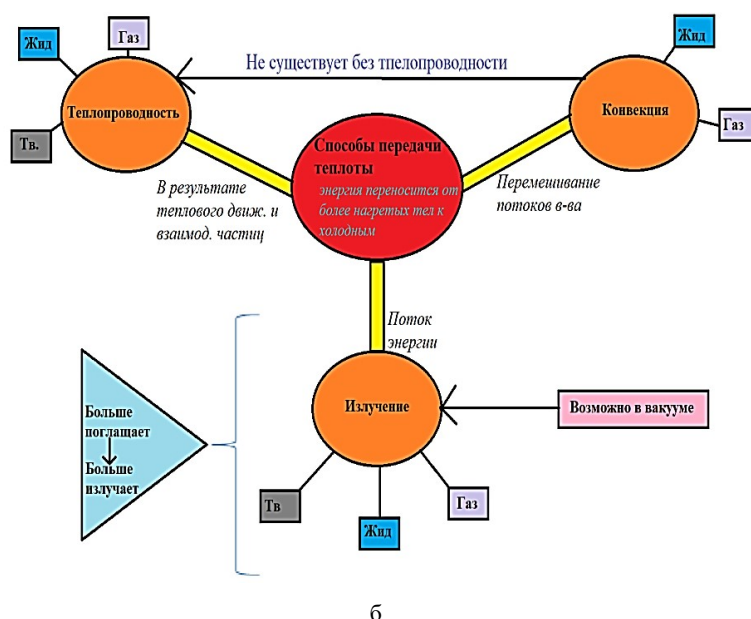
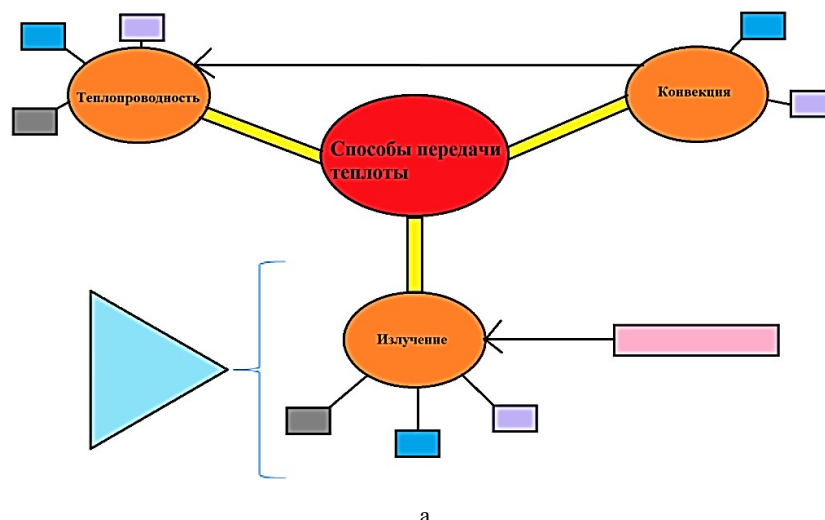


Рисунок 2 – Интеллект-карта по теме «Способы передачи теплоты»:
а) частично заполненная, б) заполненный вариант для самопроверки учащихся

Список литературы

1. Исаченкова, Л. А. Физика 8 класс / Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик – Минск : Народная асвета, 2018.
2. Алдера, Г. НЛП-графика. Мышление в рисунках и образах / Г. Алдера ; пер. с англ. А. Максимова. – СПб. : Питер-Югс, 2002. – 192 с.
3. Бьюзен, Т. Интеллект-карты. Полное руководство по мощному инструменту мышления» / Т. Бьюзен ; пер. с англ. Ю. Константиновой. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 208 с.

Currently, the pace of informatization in all areas is increasing. The educational standard assumes the comprehensive development of students, which entails the need to search for new approaches to the presentation of educational material in physics. One of the ways to form universal learning activities in the classroom at school is to work on the creation of mind maps (mental maps). The paper proposes ways to use them in the educational process in physics in the eighth grade.

Савчик Лолита Владимировна, студентка 4-го курса физико-технического факультета Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, lolasav.com@gmail.com.

Научный руководитель – *Крупская Татьяна Константиновна*, магистр педагогических наук, старший преподаватель кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, krupskay_tk@grsu.by

УДК 37.016:53

Е. Ю. СЕЛЮТА

РОЛЬ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Раскрыто понятие домашней работы. Описаны дидактические возможности домашнего задания по физике. Представлены результаты анкетирования среди учеников 9–11 классов по проблеме организации и выполнения домашнего задания по физике.

Домашнее задание – обязательный компонент урока физики. Изучение физики невозможно без самостоятельной домашней работы учащихся.

Выполнение учащимися домашних учебных заданий является одной из форм обучения. *Под домашней учебной работой* следует понимать самостоятельное выполнение учащимися учебных заданий учителя по повторению и более глубокому усвоению изученного на уроке материала и его применению на практике, развитию творческих способностей, дарований, а также по совершенствованию умений и навыков самостоятельно пополнять, расширять и упрочивать знания [1; 2].

Домашнее задание, домашняя самостоятельная работа учащихся является необходимой частью учебно-воспитательного процесса. Роль домашнего задания в начальной школе до сих пор дискутируется. Есть много учителей и учёных методистов, отрицающих домашнее задание. Попытки отдельных учителей под видом преодоления перегрузок учащихся осуществлять обучение без организации домашней работы и афишировать этот «опыт» в печати в научном отношении являются несостоятельными. Когда речь идёт об обучении физике, то есть об учащихся 7–11 классов, аргументы в пользу необходимости самостоятельной работы учащихся в процессе выполнения домашнего задания с очевидностью преобладают.

Необходимость домашней учебной работы обуславливается следующими факторами: а) на уроке имеет место концентрированное усвоение изучаемого материала, после чего знания быстро забываются. Чтобы предотвратить это забывание, нужна домашняя учебная работа; б) овладение научными понятиями требует их неоднократного осмысления и усвоения; в) обстоятельность и прочность усвоения изучаемого материала достигается только при рассредоточенном его запоминании; г) домашняя учебная работа имеет важное значение для развития творческих задатков и способностей учащихся.

Домашняя самостоятельная работа обладает *воспитательным потенциалом*, который заключается в том, что некоторые общеучебные умения должны превратиться в личностные качества школьника. Например, воспитание самостоятельности и ответственности, умение преодолевать трудно. Кроме того, учитель должен предоставить возможность школьникам додумать, разобраться во вновь изученном материале, принимая во внимание различную скорость восприятия нового разными учениками.

В то же время домашняя работа обладает большим *познавательным потенциалом*. При правильной организации выполнения домашнего задания, учащиеся закрепляют знания, развивают предметные умения и творческие способности. Домашнее задание позволяет школьникам приобретать навыки самостоятельной работы, тренировать оставленные качества, стать более ответственными.

Было проведено анкетирование по проблеме организации и выполнения домашнего задания по физике среди 8–11 классов: 39 учащихся 8 класса, 64 учащихся 9 класса, 53 учащихся 10 класса, 34 учащихся 11 класса. В анкетировании участвовали учащиеся различных учреждений общего среднего образования города Гродно.

Опрос учащихся показал, что большинству из них нравится предмет физика. Однако следует заметить, что в 10 классе половина учеников ответила, что предмет физика им не нравится, из гистограммы видно, что в 9 классе 91 % учеников нравится изучать данную науку и это самый большой процент, если сравнивать по классам (рисунок 1). Исходя из данного графика, можно сделать вывод, что 8 и 9 классы почти всегда делают домашнее задание, чего нельзя сказать о 10-х и 11-х классах, из анкетирования видно, что половина детей выполняет домашнее задание как когда. Так же можно отметить, что самостоятельные и контрольные работы не стимулируют учеников выполнять домашние задания (рисунок 2).

Опрос учащихся показал, что в 8 и 9 классе большинство учеников стараются выполнять домашнее задания сами, а вот в 10 и 11 ученики при выполнении домашнего задания используют ресурсы сети интернета, так же опрос показал, что ученики редко пользуются помощью семьи, репетитора, одноклассников (рисунок 3). Результаты опроса показали, что во всех большинстве учеников списывают домашнее задание. В 10 и 11 классе треть учеников списывают домашнее задание часто (рисунок 4).

Опрос учащихся показал, что в большинстве случаев учителя проверяют домашнее задание. В основном учителя задают в качестве домашнего задания, прочитать параграф и решить задачи в конце параграфа, это видно из результатов анкетирования.

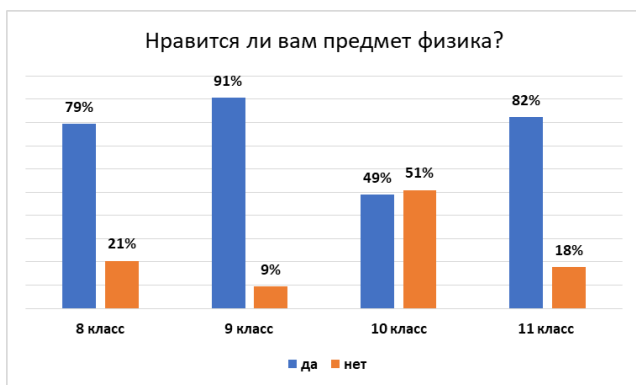


Рисунок 1

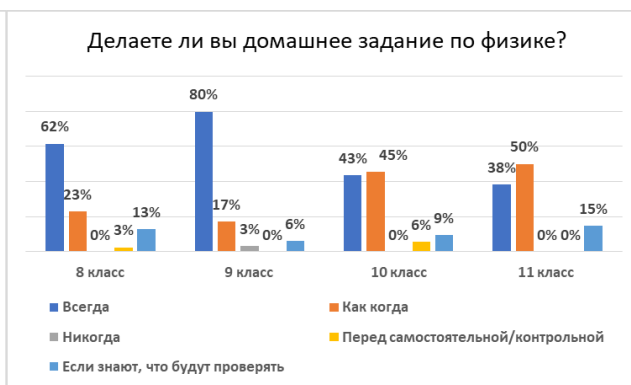


Рисунок 2



Рисунок 3

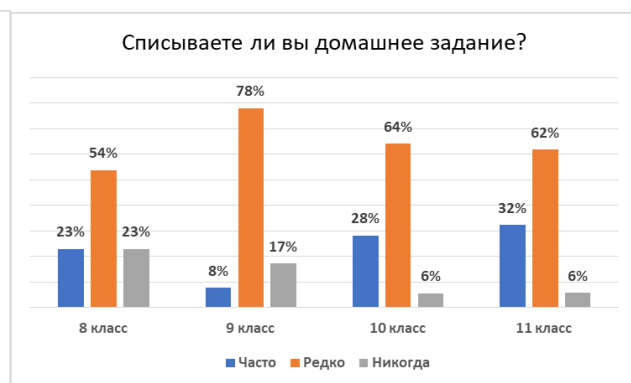


Рисунок 4

Большинство школьников хотят, чтобы им задавали домашнее задание, но и не против попробовать домашнее задание по выбору (рисунок 5). Как мы видим исходя из гистограммы что 8, 9 классы при выполнении домашнего задания вкладываются до 35 минут. Более старшим классам надо больше времени на выполнение домашнего от 30 минут до более 1 часа (рисунок 6).



Рисунок 5



Рисунок 6

Опрос учащихся показал, что более популярным ответом на вопрос «Каким образом учитель по физике проверяет домашнее задание?», было: учитель вызывает к доске, а также на уроке происходит обсуждения выполнения домашнего задания. Реже всего учителя используют такие приёмы, как сбор тетрадей и проверка домашней работы с помощью самостоятельной работы. Результаты исследования роли домашнего задания в процессе обучения физики показали, что домашнее задание имеет большое значение для качества изучения физики. Домашняя самостоятельная работа обладает воспитательным и познавательным потенциалом. Исследования показали, что домашнее задание должны быть разнообразным по форме и характеру предполагаемой деятельности школьников; максимально дифференцированным.

Результаты анкетирования показали, что ученики разных классов нерегулярно выполняют домашнее задание по физике, а проверка домашнего задания и проверочные работы не стимулируют его выполнение.

Большинство учеников выполняют домашнее задания сами или с помощью ресурсов сети интернет. Списывание домашнего задания по физике также имеет место в школьной практике. В большинстве случаев учителя задают традиционные домашние задания: прочитать параграф и решить задачи в конце параграфа, это видно из результатов анкетирования.

Список литературы

1. Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе: теорет. основы : учеб. пособие / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
2. Кульбицкий, Д. И. Методика обучения физике в средней школе : учеб. пособие / Д. И. Кульбицкий. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 220 с.

The concept of homework is revealed. The didactic possibilities of homework in physics are described. The results of a survey among students in grades 9–11 on the problem of organizing and doing homework in physics are presented.

Селюта Евгений Юрьевич, студент 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, Seljta_EJ_19@student.grsu.by.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, harazyn_og@grsu.by.

УДК 37.016:53

Е. А. ТУНИЦЫНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОМЕТОДА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Раскрыто понятие задачи. Представлены результаты анкетирования учащихся по проблеме необходимости разбора примеров решения задач. Разработано видео с решением задачи для 8 класса по теме «Преломление света».

Понятие «задача» многогранно трактуется и используется в педагогической науке. Задача – это форма познания реальной действительности, метод обучения; средство проверки знаний и практических умений учащихся; учебное задание; вопрос, требующий ответа на основе определенных знаний и др.

Среди различных видов принципиально выделяются своим назначением и спецификой учебные задачи. В методике преподавания физики не существует однозначного определения физической учебной задачи. Будем исходить из ее специфики, предложенной 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».

Физические задачи выступают для учащихся как объект изучения. Поэтому важно, чтобы они представляли, что такое учебная задача, каково ее содержание и структура, из каких частей она состоит, в чем заключается сущность процесса решения.

Для того чтобы выявить, интересуют ли учащихся разобранные примеры решения задач, был проведен опрос. В нём приняло участие 72 учащихся. Из них: 15 человек из 8 класса, 24 человека из 10 класса и 33 человека из 11 класса. Анкета состояла из 8 вопросов. Далее представлены результаты опроса.

Из ответов следует, что 92 % опрошенных используют примеры решения задач. Большинство респондентов хотели бы научиться решать задачи и готовы самостоятельно изучать решения разобранных задач. Анализ результатов анкетирования выявил, что 87 % учащихся легче усваивать знания с помощью видео. Остальным же 17 % – в форме текста. Самыми понятными этапами для учащихся являются: этап анализа полученного в задаче ответа и этап записи условия. Наиболее трудновыполнимыми являются этапы применения физических законов и выполнения рисунка к задаче. Как видно из результатов, задачи средней сложности являются более востребованными, а олимпиадные задачи – менее. Большая часть опрошенных ищет решение в интернете и в виде видео-разбора (71 %), также большая часть решает домашнее задание самостоятельно (58 %). Реже всего ученики просят помощи у членов семьи (14 %).

Из опроса можно заключить, что у учеников есть определенные проблемы при решении задач и большинство из них хотело бы научиться их решать и готово уделять время на самостоятельное изучение разобранных примеров решения задач. Стоит уделить внимание некоторым этапам решения задач, а именно: этапу применения физических законов и этапу выполнения рисунка к задаче. Также нужно уделить внимание

задачам средней сложности, так как именно их 68 % опрошенных хотели бы иметь в качестве разобранных примеров. Организовать самостоятельную деятельность учеников по изучению способов решения задач можно различными методами, например: предложить ученикам проработать и изучить готовое решение задачи, оформленное в форме текста; посмотреть и разобраться с решением задачи, представленным в видеоформате. Видео может включать учителя, объясняющего решение задачи или же представлять собой только экран с появляющимися записями без присутствия учителя, но с его голосовым сопровождением процесса решения задачи. Разработано видео с решением задачи. Тема задачи – преломление света (8 класс) [1–3]. На рисунках 1–3 представлены скрины видео с объяснением решения задачи.

Солнечные лучи падают на Землю под углом $\varphi = 28^\circ$ к ее поверхности. Под каким углом к горизонту нужно расположить плоское зеркало, чтобы направить отраженные от него лучи вертикально вниз?

Дано:	Решение:
$\varphi = 28^\circ$	
$\delta = ?$	

Рисунок 1 – Этап записи краткого условия задачи

Солнечные лучи падают на Землю под углом $\varphi = 28^\circ$ к ее поверхности. Под каким углом к горизонту нужно расположить плоское зеркало, чтобы направить отраженные от него лучи вертикально вниз?

Дано:	Решение:
$\varphi = 28^\circ$	$\gamma = \alpha$
$\delta = ?$	$\alpha = \frac{\varphi + 90^\circ}{2}$
	$\alpha = \frac{28^\circ + 90^\circ}{2} = 59^\circ$
	$\beta = \alpha - \varphi$
	$\beta = 59^\circ - 28^\circ = 31^\circ$

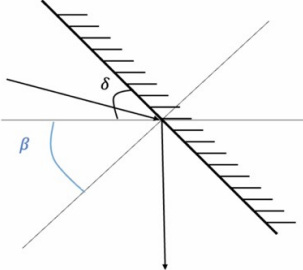


Рисунок 2 – Этап выполнения рисунка к задаче

Солнечные лучи падают на Землю под углом $\varphi = 28^\circ$ к ее поверхности. Под каким углом к горизонту нужно расположить плоское зеркало, чтобы направить отраженные от него лучи вертикально вниз?

Дано:	Решение:
$\varphi = 28^\circ$	$\gamma = \alpha$
$\delta = ?$	

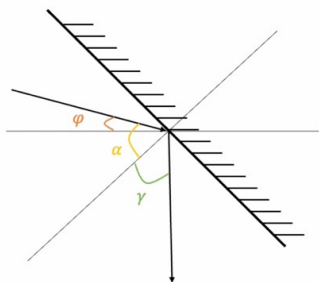


Рисунок 3 – Этап решения задачи

Задача вызывает трудности у учеников на этапе выполнения рисунка, поэтому в видео ему уделено особое внимание. Каждый элемент появляется постепенно с подробным голосовым объяснением. Преимуществом

данного видео с объяснением является то, что ученик может остановить видео в любой момент времени, прослушать его несколько раз или вернуться на конкретный этап решения задачи.

Эффективность использования видео с решением задач зависит от качества видео, от подробности объяснения решения. Видеометод, который мы используем для обучения решению задач, должен отличаться четкостью, продуманностью, целесообразностью. От преподавателя, использующего видеометод для организации самостоятельной деятельности учеников по решению задач, требуется вводить данный метод постепенно, для того чтобы ученики разобрались с ним и умели применять, когда это потребуется.

Список литературы

3. Физика. Теория и технология решения задач : учеб. пособие / В. А. Бондарь [и др.] ; под общ. ред. В. А. Яковенко. – Минск : ТетраСистемс, 2003. – 560 с.
4. Физика. 7–9 классс: примерное календарно-тематическое планирование : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования / Н. Ф. Горовая [и др.]. – Минск : НИО: Аверсэв, 2022. – 72 с.
5. Физика : учеб. пособие для 8-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик ; под ред. Л. А. Исаченковой. – Минск : Народная асвета, 2018. – 176 с.

The concept of the task is revealed. The results of a survey of students on the problem of the need to analyze examples of problem solving are presented. A video has been developed with the solution of the problem for the 8th grade on the topic «Refraction of light».

Туницына Елизавета Александровна, студентка 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, liza.see@mail.ru.

Научный руководитель – *Харазян Оксана Гагиковна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, физико-технический факультет, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, harazyn_og@grsu.by.

УДК 37.016:53

Д. М. ЧУМАЧЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОГРАФИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАПОМИНАНИЯ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ПО ФИЗИКЕ

Раскрыто понятие инфографики. Составлены рекомендации для учителя при подготовке и составлении инфографики. Разработан пример инфографики для систематизации и обобщения знаний учеников 11 класса по разделу «Электромагнитные волны».

Как показывает практика, неумение быстро воспринимать и анализировать информацию создает у ученика отрицательное отношение к предмету, что приводит к неуверенности в собственных силах и осложняет процесс освоения предмета. Особенно это проявляется при решении задач. Задачи – заставляют ученика думать, анализировать, сопоставлять, делать заключения [1]. Решение задач имеет важное значение в процессе обучения физике. В работе [2] автор указывает, что для решения задач необходимо помнить и применять теоретический материал. Эффективным методом запоминания теоретического материала является сочетание аналитического и графического его представления, а также создание логических противоречий и проблемных ситуаций [3]. В этой связи разработка методов эффективного запоминания теоретического материала школьниками является актуальной задачей.

Одним из методов эффективного восприятия и запоминания теоретического материала является инфографика. Инфографика – это метод отображения информации, данных и знаний графически [4]. В англоязычных источниках и дизайнеры, и филологи используют две формы слова, *infographic* и *infographics*, существительное *infographic* чаще употребляется в значении одного конкретного инфографика, единичного инфографического рисунка. А *infographics* – в значении комплекса этих рисунков, раздела презентаций. Аналогичная разница лексического значения и в русском языке. Инфографик – это вспомогательный или опорный инструмент инфографики, наравне с диаграммами, таблицами, картами. А инфографика – это собственно способ подачи информации, в котором соединены большие объемы информации, данных, чисел и визуальных образов. Инфографика может использовать инфографики в качестве инструментов. И никогда – наоборот. Основными принципами инфографики являются содержательность, смысл, простота в понимании и аллегории. Таблицы, графические элементы, диаграммы, графики и т. д. Все это может использоваться для создания инфографики. С помощью инфографики можно «свернуть» большой объем информации в небольшой и понятный слайд, понятный для учеников. Так, например, можно уместить весь вывод сложного уравнения в одной или двух строчках. Так же на инфографике можно удобно графически представлять результаты лабораторных работ и указания к ним. Вместо того, чтобы писать большую методичку с объяснением

лабораторной работы, в которой школьники могут легко запутаться и которая может напугать их объёмом информации, можно представить это все графически. Упрощение материала, уменьшение его объёма без потери качественных знаний приводит к большей замотивированности учащихся изучать предмет физики, он не будет казаться сложнее, чем другие. Так же осуществляется повышение интереса к предмету, учащимся всегда интереснее смотреть на красивые и яркие примеры, графики, картинки, чем на сухой текст в учебнике.

Целью настоящей работы является применение методов инфографики при изучении темы электромагнитные волны в курсе физики средней школы

Однако, не смотря на то, что инфографики могут существенно повысить успеваемость учеников в школе, не многие учителя редко не системно пользуются ими в ходе учебного процесса. Происходит это по нескольким причинам: первое, низкая мотивированность учителей к созданию в учебного материала; второе, недостаток времени для разработки такого методического пособия; третье, незнание такого метод. приёма.

В методике обучения физики нет чётких критериев для составления инфографики, поэтому каждый учитель может составлять их по-своему. Для одного учителя яркое оформление информации и её разбиение на несколько групп будут прекрасным способом подачи информации, для другого же учителя такое будет неприемлемо и он сделает наоборот. Для того чтобы понять как сделать инфографику хорошо, нужно определить задачу инфографики, как методического приёма. Под задачей инфографики предлагаю использовать такое определение: сделать так, чтобы читателю не приходилось прилагать усилия для восприятия информации.

Для этого нужно не просто взять и вставить материал, а изучить исходные данные, выделить ключевые мысли, структурировать данные и расставить акценты. Инфографика отличается от других форм подачи информации крепкой структурой и правильно расставленными акцентами. Смысл инфографики не в том, чтобы нарисовать некоторое количество схем, диаграмм, формул, а создать цельную картину, образ того, что требуется донести до читателя. Необходимо, чтобы каждая деталь была на своём месте, а лишние детали лучше убрать. Так же создание инфографики требует изучения аудитории. Так, например, серая и невзрачная, но при этом полная информации, иллюстрация подойдёт для более взрослой аудитории, например студентов, магистрантов. Тогда как для более молодой аудитории, школьников, следует выбрать что-то ярче, что сразу цепляет глаз.

Исходя из этого, можно выделить несколько критериев, которых следует придерживаться при составлении инфографики:

1. Целостность. Необходимо, чтобы все соответствовало одной выбранной теме, а не всем разделам физики сразу.
2. Информативность. Один из самых важных критериев, если сделанная работа не несёт в себе достаточного количества информации, то она бесполезна.
3. Достоверность. Инфографики должны соответствовать современным физическим представлениям
4. Удобочитаемость. Следует излагать информацию максимально простым для читателя языком, иначе будет тяжело понимать изложенную информацию.
5. Дизайн и способ визуализации. Инфографики должны быть красивыми и хорошо составленными с дизайнерской точки зрения. Глаз всегда легче «цепляется» за красивую картинку, а лишь потом получает информацию

Рассмотрим пример применения инфографики при обучении физике:

На снизу, представлен весь электромагнитный спектр, приведены примеры по величине этих спектров. Например, рентгеновские волны величиной с атом. Так же представлены вид волны, что такое частота, длина волны, период. Графически показано, где используются эти типы волн в производстве. Соблюден дизайн-код, нет нагромождения определений. Представлены основные формулы для электромагнитных волн. Присутствует чёткое разделение, глаз не будет напрягаться искать конец и начало информации. Нет переизбытка картинок и символов. В формулах у каждой находимой величины есть пример измерения в СИ. Все это помогает сразу сориентироваться в информации, быстро найти нужную и легко запомнить, так как есть четкие определения с иллюстрациями к ним.

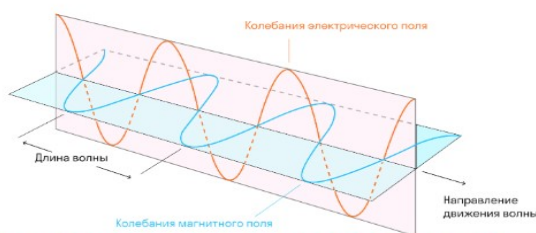
Такая инфографика поможет учащимся запомнить, а при необходимости и освежить, информацию, полученную на уроке. Здесь представлены основные формулы для электромагнитных волн. Данный слайд позволяет сократить объём информации для учащихся без потери смысловой нагрузки. Учащимся легче воспринимать небольшой лист с компактно оформленной информацией, чем разрозненный по параграфам и страницам текст

Таким образом, распечатка такой инфографики каждым из учащихся повысит уровень знаний по предмету физика, так же поспособствует развитию мышления и навыков анализа. Имея четко собранную и понятно представленную информацию, ученики с большей мотивацией подходят к изучению предмета, что приводит к большей усидчивости и вниманию к деталям на уроке.

Электромагнитные волны



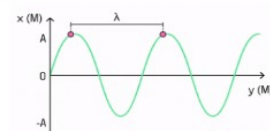
Как выглядит волна



Основные хар-ки волн:

Длина волны - расстояние между двумя максимумами(минимумами)

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = cT \text{ (м.)}$$



ν - Частота

Период - время, за которое совершается одно колебание

$$T = \frac{t}{N} \text{ (с.)}$$

t-время
N-кол-во колебаний

Частота - величина обратная периоду

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} \text{ (Гц)}$$

Рисунок – Пример инфографики

Список литературы

1. Балаш, В. А. Задачи по физике и методы их решения / В. А. Балаш. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1983. – 434 с.
2. Усова, А. В. Практикум по решению физических задач для студентов физ.-мат. фак. / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. – М. : Просвещение, 2001. – 206 с.
3. 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.
4. Инфографик или инфографика? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/marketing/101550-kak-pravilno-infografika-ili-infografika#:~:text=Инфо-график%20>.

Reveald the concept of infographics. Recommendations for the teacher in the preparation and compilation of infographics are made. An example of infographics has been developed to systematize and generalize the knowledge of 11th grade students in the section «Electromagnetic waves».

Чумаченко Даниил Михайлович, студент 4-го курса физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь, 25122011den@gmail.com.

Научный руководитель – *Зноско Казимир Францевич*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники физико-технического факультета, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь simple11@rambler.ru.

Е. А. ЕРЁМЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ С РАЗЛИЧНОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ¹

Исследуются люминесцентные свойства детонационных наноалмазов с различным составом поверхностного слоя. Получены и проанализированы спектры люминесценции, КР- и ИК-спектры 4 образцов: исходного, отожженного на воздухе, отожженного в вакууме и отожженного на воздухе с прививкой октадециламина. Выявлено, что люминесценция у образцов с большим количеством неалмазного углерода выше, однако это не объясняет резкое возрастание люминесценции у образца с прививкой октадециламина.

Люминесцентные свойства детонационных наноалмазов (НА) находят широкое применение в современной науке, медицине, промышленности. В частности, они могут выступать в роли маркеров при биомедицинской визуализации, в качестве контрастного агента для МРТ и т. д. Исследователи выделяют 3 вида люминесценции НА: собственную (люминесценция поверхностного слоя), обусловленную дефектами структуры алмаза (NV, SiV, хромсодержащие центры) и вызванную прививкой молекул красителей. Механизм собственной люминесценции НА до конца не ясен. Согласно наиболее распространенной теории [1], эта люминесценция связана с кластерами неалмазного углерода на поверхности наноалмаза. Кроме того, в работе [1] показано, что прививка октадециламина (ОДА) к поверхности НА существенно (на 2 порядка) повышает его собственную люминесценцию. Механизм наблюдаемого усиления люминесценции также не ясен. Исходя из этого, целью настоящей работы являлось исследование влияния функционального и фазового состава поверхности НА на его собственную люминесценцию.

В качестве экспериментально материала использованы НА маркировки УДА-ГО-СП (ЗАО «Синта» [2]) представляющие собой серый полидисперсный порошок со сферическими частицами. Средний размер частиц НА – 4–6 нм. С целью модификации функционального и фазового состава поверхности наноалмазов использовалась термообработка образцов на воздухе и в вакууме [3]. Отжиг на воздухе проводился при $T = 410$ °С в течение 10 часов. Отжиг в вакууме (10^{-2} Па) проводился при $T = 700$ °С в течение 1,5 часов. Для проведения исследований были подготовлены 4 образца: исходный (I), отожжённый на воздухе (O), отожжённый в вакууме (T) и отожжённый на воздухе с прививкой октадециламина (C18). Для регистрации спектров люминесценции и комбинационного рассеяния света (КР) использовался аналитический комплекс NanofinderHigh-End. Спектры ИК получены на Фурье-спектрометре Vertex 70.

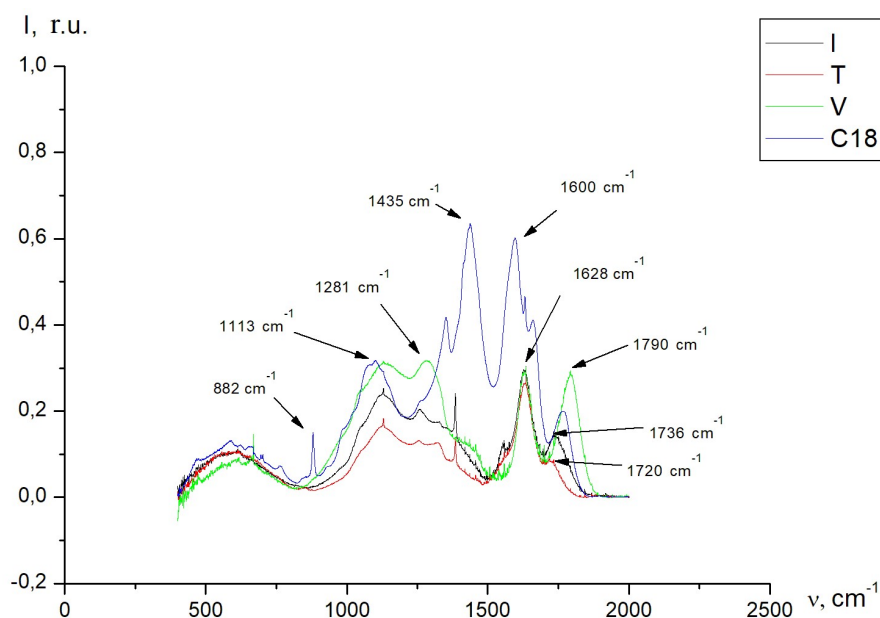


Рисунок 1 – ИК-спектры поглощения исследованных образцов НА

¹ По техническим причинам статья размещена в конце издания.

Рассмотрим сначала инфракрасные спектры поглощения образцов (рисунок 1). Разбор спектров производился на основании данных [4]. Видно, что состав поверхностного слоя детонационного НА крайне разнообразен. Полосы в районе $1790\text{--}1720\text{ см}^{-1}$ соответствуют колебаниям карбонильных связей $\text{C}=\text{O}$, входящих в соответственно кетоновые (1720 см^{-1}), карбоксильные (1736 см^{-1}), лактонные и ангидридные (1790 см^{-1}) функциональные группы (ФГ). Образец I содержит преимущественно карбоксильные группы. Отжиг в вакууме приводит к существенному уменьшению концентрации кислородсодержащих ФГ на поверхности НА и перевод их в форму кетонов. Отжиг на воздухе приводит к окислению поверхности НА, при этом большинство кислородсодержащих ФГ переходят в форму лактонов и ангидридов. Образование ангидридов при отжиге НА на воздухе подтверждается появлением в спектре образца V широкой полосы 1281 см^{-1} .

Подробнее рассмотрим образец С18. Первая полоса 1660 см^{-1} определяет валентные колебания $\text{C}=\text{O}$ в первичных амидах, она говорит о ковалентном связывании ОДА через образование пептидных связей. О ковалентной прививке говорит и уменьшение интенсивности полосы $\text{C}=\text{O}$ для С18 по сравнению с V. Ангидридные группы были задействованы в образовании пептидной связи. Таким образом, можно говорить как о ковалентно привитых, так и об адсорбированных молекулах ОДА. Две полосы 1600 см^{-1} и 882 см^{-1} есть характеристические для деформационных колебаний первичных аминов. Полоса 1435 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям связей $\text{C}-\text{H}$, их много в окадецилаmine. Общие для всех спектров полосы 1628 и 1113 см^{-1} соответствуют деформационным колебаниям групп OH (адсорбированная влага) и углерод-кислородных связей. В целом, наименьшее количество ФГ содержит образец Т, а наибольшее – образцы V и С18. Далее проанализируем спектры комбинационного рассеяния исследованных образцов (рисунок 2). Типичный спектр КР НА представляет собой несколько перекрывающихся полос, принадлежащих различным формам углерода. При анализе использовалась декомпозиция спектров при помощи нескольких функций Лоренца. Пример такой декомпозиции приведен на рисунке 2.

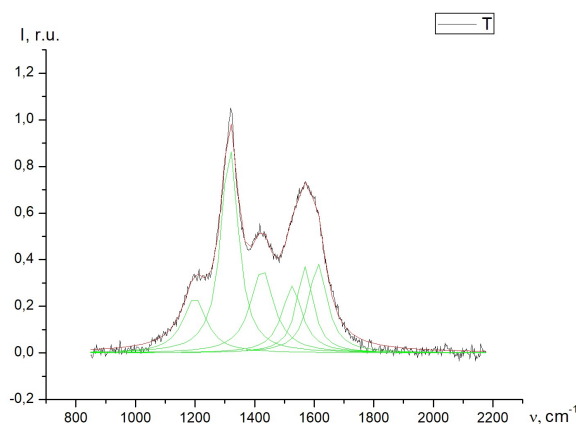


Рисунок 2 – Пример разложения КР-спектра для образца Т

Спектры всех исследованных образцов могут быть представлены в виде композиции из 6 полос. Полосы $1198,5\text{--}1204,9\text{ см}^{-1}$ соответствуют разупорядоченному алмазу, $1316,3\text{--}1319,1\text{ см}^{-1}$ характерны для нанокристаллического алмаза, $1424,9\text{--}1428\text{ см}^{-1}$ указывают на наличие полиеновых структур, $1525,0\text{--}1544,0\text{ см}^{-1}$ свидетельствуют о присутствии аморфного углерода с высоким содержанием sp^3 -связей, $1568,4\text{--}1581,5\text{ см}^{-1}$ показывают на аморфный углерод с высоким содержанием sp^2 -связей, $1610,4\text{--}1626,3\text{ см}^{-1}$ определяются водой (деформационные колебания $-\text{OH}$) [3]. Полученные результаты представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что модификация функционального состава поверхностного слоя НА существенно влияет и на его фазовый состав, так у образца Т наблюдается наибольшее количество неалмазного углерода, образец V имеет меньше всего полиеновых структур и нанокристаллического алмаза, у образца С18 наименьшее количество неалмазного углерода. В остальном состав образцов однороден.

Спектры люминесценции исследованных образцов приведены на рис. 3а. Все спектры нормировались на интенсивность сигнала КР алмаза (полоса $1316\text{--}1319\text{ см}^{-1}$). Интегральная интенсивность люминесценции для образца С18 – $1573,4$ усл. ед., I – $689,7$ усл. ед., V – $826,0$ усл. ед., Т – $1029,6$ усл. ед.

Анализ результатов разложения спектров КР и спектров люминесценции свидетельствует о том, что увеличение количества неалмазного углерода в структуре НА вследствие различных термообработок действительно усиливает люминесцентные свойства образцов (рисунок 3б). Однако пришивка ОДА не увеличивает количества аморфного углерода, что противоречит предположению в работе [1], тем не менее, образец С18 действительно демонстрирует наибольшую интенсивность люминесценции (отношение для образцов I и С18 в пике $\approx 2,3$). Возможно, это связано с поляризацией связей в кластерах неалмазного углерода

при пришивке ОДА. Для более точных выводов касательно данного явления необходимо проведение дополнительных исследований.

Таблица 1 – Волновые числа λ для различных полос и соответствующие им интенсивности А-излучения для различных образцов НА

I		T		V		C18	
λ , см ⁻¹	A, усл. ед.	λ , см ⁻¹	A, усл. ед.	λ , см ⁻¹	A, усл. ед.	λ , см ⁻¹	A, усл. ед.
1198,5	36,360	1199,1	35,464	1204,9	51,318	1200,4	25,5
1318,6	95,293	1316,4	96,650	1319,1	72,430	1318,5	80,6
1424,9	52,625	1425,0	53,261	1428,0	24,732	1428,0	31,4
1527,2	28,707	1525,5	37,126	1528,4	28,261	1544,0	26,2
1572,6	36,353	1568,4	38,775	1575,3	31,633	1581,5	24,7
1610,4	39,376	1612,0	46,356	1619,6	39,336	1626,3	59,5

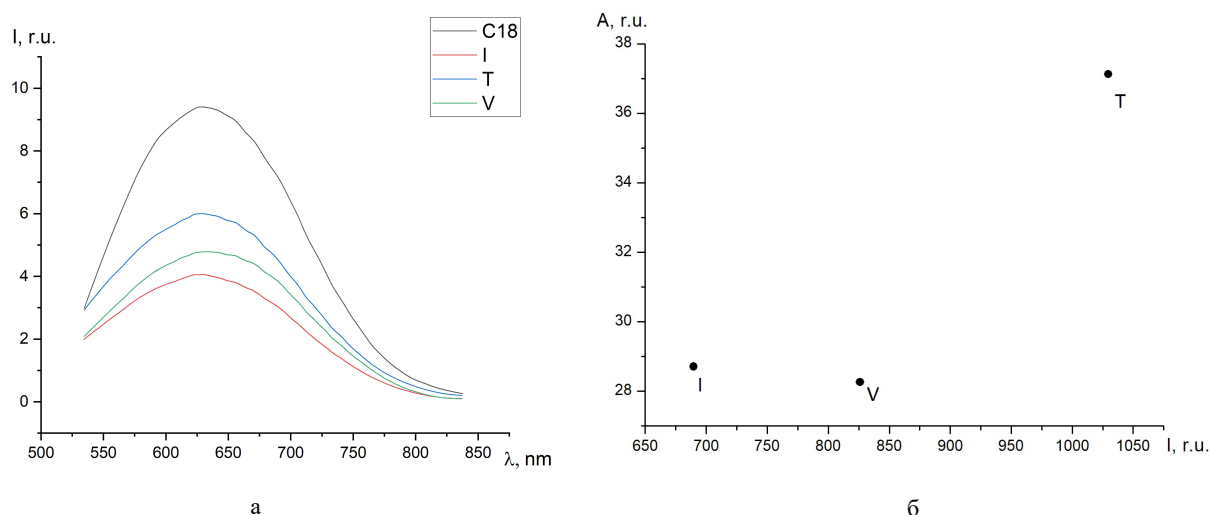


Рисунок 3 – Спектры люминесценции исследованных образцов НА (а) и зависимость интегральной интенсивности люминесценции I от количества аморфного углерода с sp^2 гибридизацией А (б)

Список литературы

1. Effect of Surface Chemistry on the Fluorescence of Detonation Nanodiamonds / P. Reineck [et al.] // ASC Nano. – 2017. – № 11. – P. 10924–10934.
2. Наноалмазы [Электронный ресурс] // ЗАО «Синта». – Режим доступа: <https://sinta.biz/nanoalmazy>. – Дата доступа: 20.02.2023.
3. Модификация поверхности ультрадисперсных алмазов при термообработке в вакууме / Г. А. Гусаков [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. – 2020. – Т. 87, № 1. – С. 33–42.
4. Тарасевич, Б. Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы / Б. Н. Тарасевич. – М., 2012. – 55 с.

The luminescent properties of detonation nanodiamonds with different compositions of the surface layer are studied. The luminescence, Raman and IR spectra of 4 samples were obtained and analyzed: initial, annealed in air, annealed in vacuum, and annealed in air with octadecylamine grafting. It was found that the luminescence in samples with a large amount of non-diamond carbon is higher, but this does not explain the sharp increase in luminescence in the sample grafted with octadecylamine.

Ерёмченко Егор Александрович, студент 3 курса физического факультета, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь, egor.eremenko.03@mail.ru.

Научный руководитель – Гусаков Григорий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИИ ПФП им. А. Н. Севченко БГУ, Минск, Республика Беларусь, gga68@rambler.ru.