

ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Аитова Елизавета Валерьевна
аспирант, aitova0503@mail.ru

Пермский гуманитарно-педагогический университет, 614045, Российская Федерация,
ПФО, Пермский край, г. Пермь, ул. Сибирская, 24

Аннотация

В нормативных правовых документах последних трех лет, используемых отраслью образования России, особый акцент делается на инженерно-техническое образование, профориентацию обучающихся, популяризацию естественных наук, технологий, процессов и устройств, производимых в Российской Федерации. Для решения поставленных задач, предлагается внедрение в образовательный процесс, а именно в учебный предмет физика - инженерных заданий. В статье предлагается серия методических приемов, направленных на инженерное, прикладное содержание, которое интегрировано в лабораторные работы по физике основной школы, с подробным обоснованием нормативных правовых документов. Также изложена классификация инженерных задач по ряду свойств и признаков, предложен алгоритм составления инженерного задания, приведены примеры решения инженерных заданий в рамках лабораторных работ по физике в 7-м классе. Целью исследования является изучение влияния инженерных задач, включенных в лабораторные работы, на формирование экспериментальных умений у обучающихся 7 – го класса по физике. В статье представлено подробное описание базовых исследовательских действий, которые формируются при выполнении инженерных заданий. Выводы и рекомендации. Методические разработки были апробированы на обучающихся средней общеобразовательной школе города Перми и показали повышенный интерес обучающихся к задачам инженерной специфики и высокую эффективность по формированию экспериментальных умений у обучающихся. Данными заданиями необходимо дополнять, проводимые лабораторные работы и исследования, уроки в образовательной организации по курсу физика. Важно, чтобы инженерные задачи разрабатывали на основе реальных чертежей производственных установок и процессов, реализуемых на предприятиях Российской Федерации.

Ключевые слова

Обучение физике, экспериментальные умения, инженерное мышление, физический эксперимент, лабораторные работы.

ENGINEERING PROBLEMS AS A MEANS OF FORMING EXPERIMENTAL SKILLS WHEN TEACHING PHYSICS IN BASIC SCHOOL

Aitova Elizaveta V.
postgraduate student, aitova0503@mail.ru

Perm Humanitarian and Pedagogical University, 614045, Russian Federation, Volga Federal District, Perm Krai, Perm, Sibirskaya St., 24

Abstract

In the regulatory legal documents of the last three years used by the Russian education sector, special emphasis is placed on engineering and technical education, career guidance of students, popularization of natural sciences, technologies, processes and devices

produced in the Russian Federation. To solve the problems, it is proposed to introduce engineering tasks into the educational process, namely into the subject of physics. The article proposes a series of methodological techniques aimed at engineering, applied content, which is integrated into laboratory work on physics of basic school, with a detailed justification of regulatory legal documents. It also presents a classification of engineering problems by a number of properties and features, proposes an algorithm for drawing up an engineering task, provides examples of solving engineering tasks within the framework of laboratory work on physics in the 7th grade. The purpose of the study is to study the influence of engineering problems included in laboratory work on the formation of experimental skills in 7th grade students in physics. The article provides a detailed description of the basic research actions that are formed when performing engineering tasks. Conclusions and recommendations. The methodological developments were tested on students of the secondary comprehensive school of the city of Perm and showed an increased interest of students in the tasks of engineering specificity and high efficiency in the formation of experimental skills in students. These tasks must be supplemented by laboratory work and research, lessons in the educational organization on the course of physics. It is important that engineering tasks are developed on the basis of real drawings of production facilities and processes implemented at enterprises of the Russian Federation.

Keywords

Teaching physics, experimental skills, engineering thinking, physical experiment, laboratory work.

Согласно ежегодному отчету Правительства Российской Федерации в Государственную Думу от 03 апреля 2024 года, председатель Правительства России Михаил Мишустин представил меры, направленные на укрепление технологического суверенитета России – одну из ключевых задач, поставленных Президентом Российской Федерации Владимиром Путиным. В данных мерах было озвучено постановления правительства Российской Федерации от 15 апреля 2023 года №603 «Об перечне приоритетных направлений для инженерно-технологического образования». Особо Михаил Мишустин акцентировал внимание на подготовке инженерных кадров для высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики России.

Для увеличения потенциально возможного числа обучающихся в общеобразовательных организациях, способных к реализации наукоемких проектов и создание практико и предметно ориентированной на технологии и производства Российской Федерации образовательной среды, важно, чтобы развитие мышления у обучающегося было организовано обязательно с изучением физических явлений. Важно, чтобы данный образовательный процесс шел на доступном для обучающихся уровне. Это достигается системным применением логики научного познания, в реализации которой определяющую роль играет физический эксперимент.

В информационно-методическом письме об особенностях преподавания учебного предмета «Физика» в 2024/2025 учебном году, особый акцент делается на том, что овладение физическими знаниями создаёт возможности для их дальнейшего широкого использования и активного практического применения при развитии разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами. Данные направления напрямую связаны с профориентационной деятельностью на уроках физики, необходимостью наполнения образовательного процесса инженерными заданиями, задачами, в которых используется

производственная и промышленная терминология, конкретные примеры заводских установок, станков и деталей [5].

Проблеме формирования экспериментальных, исследовательских умений обучающихся на уроках физики посвящены работы многих методистов (А. А. Бобров, Л. В. Гурьева, Е. Л. Долганова, В. В. Завьялов, П. А. Знаменский, П. В. Зуев, Н. А. Константинов, Н. В. Кочергина, А. А. Кузнецов, А. П. Лешуков, А. В. Перышкин, В. Г. Разумовский, А. В. Усова и др.). Для усиления профориентационной работы и политехнической подготовки обучающихся на уроках физики в 7-х классах, предлагается включить инженерные задания дополнительным, но обязательным блоком, в рамках выполнения обучающимися лабораторных работ [1].

Инженерные задачи могут быть классифицированы:

- по характеру и методу исследования (количественные и качественные);
- по способу выражения условия (текстовые, графические, задачи-рисунки и экспериментальные);
- по способу решения (вычислительные, логические, экспериментальные).

Важно, что инженерную физическую задачу от классической задачи будет отличать *конкретное производственное содержание*.

Целью представленного в статье исследования является обоснование и апробация разработанных инженерных заданий, включенных в лабораторные работы и уроки совершенствования знаний, умений и навыков по физике в 7-м классе. Представленные задачи по характеру и методу исследования являются количественными, по способу выражения условия – задачи рисунки, по способу решения являются вычислительными. Инженерные задания являются особенно ценными в условиях достижения технологического суверенитета нашей страны и тем задачам, которые поставлены перед отраслью образования в нормативных правовых документах.

При разработке инженерных заданий предлагается использовать следующий алгоритм:

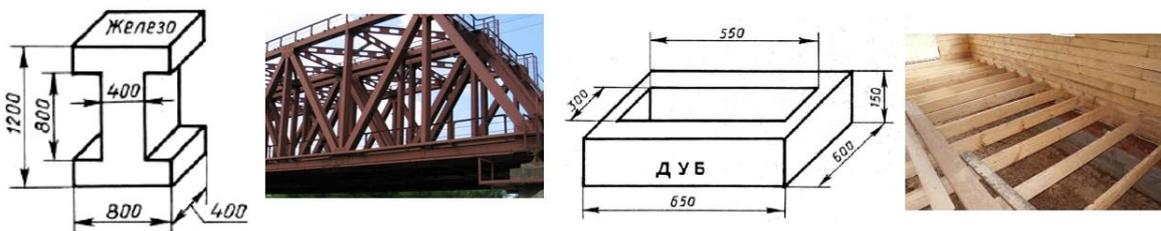
1. Выбрать тему урока, согласно федеральной рабочей программе основного общего образования по физике.
2. Выделить физическую величину, закон, закономерность, которую необходимо обучающемуся определить, отработать или проверить ее понимание.
3. Определить конкретное техническое устройство, процесс, в которых используется величина, закон или закономерность.
4. Оформить текстовое задание с указанием конкретного технического устройства, процесса по определению или проверке физической величины, закона, закономерность.

В статье представлены три блока инженерных заданий в рамках лабораторных работ по физике в 7-м классе. Ниже представлен список лабораторных работ в соответствии с учебником И. М. Перышкина, А. И. Иванов «Физика. 7 класс. Базовый уровень» и примеры инженерных заданий, которые являются дополнительными, но обязательными для выполнения обучающимися:

- лабораторная работа №3 «Измерения массы тела»

Дополнительное задание.

Определите массу детали, а также какой объем вещества останется у тела, если при высверливании отверстия, 10% вещества уйдет в стружку. Единицы измерения указаны в см.



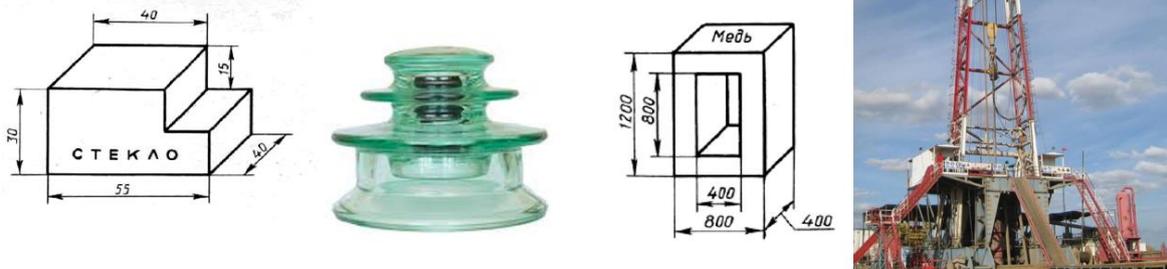
Металлический двутавр
(конструкция пролета железнодорожного моста)

Элемент несущей конструкции
(фиксация деревянных лаг)

Рисунок 1 — Фрагмент лабораторной работы №3 «Измерения массы тела»

- лабораторная работа №8 «Исследование зависимости силы трения скольжения от площади соприкосновения тел, прижимающей силы, рода поверхности»

Дополнительное задание: определите вес детали и силу трения действующую на деталь при транспортировке, если при равномерном горизонтальном перемещении, сила трения составляет шестую часть веса детали. Единицы измерения указаны в мм.



Сечение линейного изолятора
(Стеклоный изолятор ШС-10,
упрощенный чертеж)

Профиль роторной буровой установки
(установки от ЮжУралНефтегаза)

Рисунок 2 — Фрагмент лабораторной работы №8 «Исследование зависимости силы трения скольжения от площади соприкосновения тел, прижимающей силы, рода поверхности»

- лабораторная работа №11 «Выяснение условия равновесия рычага»

Дополнительное задание: какую силу надо приложить к рукоятке рычага, чтобы создать давление на масло, указанное манометром, а также на какую высоту переместится вверх большой поршень, когда рукоятка насоса опустится на 200 мм?



Упрощенная модель гидравлической системы
(Гидравлические буровые установки «ГБУ» ГБУ 24М)

Рисунок 3 — Фрагмент лабораторной работы №11 «Выяснение условия равновесия рычага»

Представленные инженерные задания включают в себя работу:

- с реальными чертежами физических тел, выполненных из различных веществ, размеры физических тел, представлены в разных единицах измерения и масштабах;
- с дополненными гидравлическими системами, представленными в дидактических материалах по физике 7-8 классов Л. И. Скредина [2].

Инженерные задания направлены на формирование следующих базовых исследовательских действий: выполнять прямые измерения расстояния; проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений (силы трения скольжения от веса тела, качества обработки поверхностей тел и независимости силы трения от площади соприкосновения тел); проводить косвенные измерения физических величин (плотность вещества твёрдого тела, сила трения скольжения); характеризовать принципы действия изученных приборов и технических устройств с опорой на их описания (гидравлический пресс, манометр); записывать показания приборов с учётом заданной абсолютной погрешности измерений [3, 4].

Апробация методических материалов проводилась на обучающихся средних общеобразовательных учреждениях города Перми: МАОУ «Школа дизайна «Точка», МАОУ «СОШ №134», МАОУ «СОШ №146» города Перми. Апробация инженерных заданий показала, повышенный интерес обучающихся к задачам инженерной специфики.

Ниже представлены решения инженерных заданий, которые были выполнены обучающимися 7 «б» МАОУ «СОШ №134» города Перми при выполнении лабораторных работ: были сняты данные с чертежей, осуществлен перевод единиц измерения, применены физические закономерности для поиска неизвестных величин, выполнены алгебраические вычисления, записан ответ.

Лист 2. Задача №1. given gongame

№1

① $\rho = 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | $m = \rho V = 710 \cdot 256 = 2000 \text{ г}$

$V = a \cdot b \cdot d - \frac{1}{2} b \cdot d \cdot (c - d) = 12 \cdot 8 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 4 \cdot (4 - 4) = 384 - 128 = 256 \text{ м}^3$

$V' = 0,9 \cdot 256 = 230,4 \text{ м}^3$

Ответ: $m = 2000 \text{ г}$
 $V = 230,4 \text{ м}^3$

② $a = 5 \text{ м}$
 $b = 5,5 \text{ м}$
 $c = 4,5 \text{ м}$
 $d = 1,5 \text{ м}$
 $e = 5 \text{ м}$
 $\rho = 550 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$m = \rho V$ | $m = \rho V = 13,2 \text{ т}$

$V = c \cdot d \cdot e - a \cdot d \cdot b = 4,5 \cdot 2,5 \cdot 7,5 = 84,375 \text{ м}^3$

$V' = 0,9 \cdot 84,375 = 75,9375 \text{ м}^3$

Ответ: $m = 13,2 \text{ т}$
 $V' = 75,9375 \text{ м}^3$

Рисунок 4 – Фрагмент работы обучающегося по выполнению лабораторной работы №3 «Измерения массы тела»

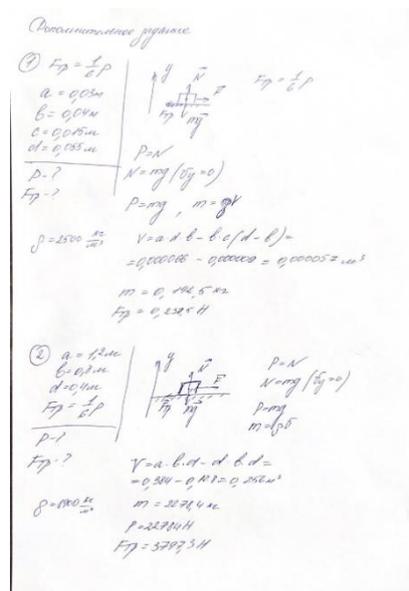


Рисунок 5 – Фрагмент работы обучающегося по выполнению лабораторной работы №8 «Исследование зависимости силы трения скольжения от площади соприкосновения тел, прижимающей силы, рода поверхности»

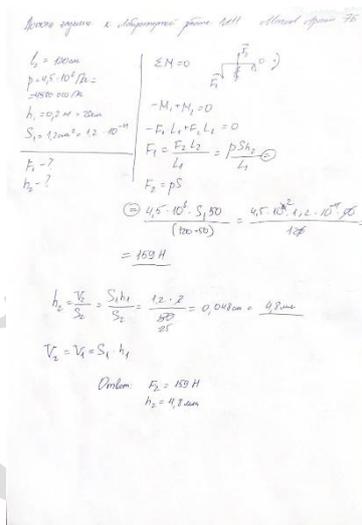


Рисунок 6 – Фрагмент работы обучающегося по выполнению лабораторной работы №11 «Выяснение условия равновесия рычага»

После проведения диагностической работы по экспериментальным умениям в конце учебного года в 7-м классе, составленной на основе заданий основного государственного экзамена (ОГЭ) по физике (задания включают себя задачи «прямых измерений физических величин», задачи «интерпретация результатов опытов», задачи «принцип действия приборов и технических устройств»).

Необходимо дополнить, что задания с производственно-техническим содержанием, основанные на практическом применении физики, способствуют развитию не только экспериментальных умений, но и познавательной самостоятельности школьников. Таким образом, использование открытых реестров данных Государственных корпораций способствует политехнической подготовке обучающихся, что является особенно ценным в условиях достижения технологического суверенитета нашей страны.

Список литературы

1. Власова И. Н. Подготовка педагогов к проектированию экспериментальных заданий для развития естественнонаучной грамотности обучающихся / И. Н. Власова, Г. И. Дубась, А. В. Худякова // Перспективы науки и образования. – 2022. – No 1(55). – С. 620-642. – DOI 10.32744/pse.2022.1.40.
2. Л. И. Скредина. Дидактических материалах по физике: 7-8 кл.: Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1989. – 143с.: ил.
3. ФГОС Среднее общее образование. [2022]. — URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/>. — Режим доступа: свободный.
4. Федеральная программа среднего общего образования // https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/23_ФРП_Физка_7-9-классы_база.pdf.
5. Информационно-методическое письмо об особенностях преподавания учебного предмета «физика» в 2024/2025 учебном году // <https://edsoo.ru/mr-fizika/>.

References

1. Vlasova I. N. Training teachers to design experimental tasks to develop students' scientific literacy / I. N. Vlasova, G. I. Dubas, A. V. Khudyakova // Prospects of Science and Education. - 2022. - No. 1 (55). - P. 620-642. - DOI 10.32744 / pse.2022.1.40.
2. Skrelina L. I. Didactic materials on physics: 7-8 grades: Teacher's manual. - Moscow: Education, 1989. - 143 p.: ill.
3. FGOS Srednee obshchee obrazovanie. [2022]. — URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/>. — Rezhim dostupa: svobodnyj.
4. Federal program of secondary general education // https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/23_ФРП_Физка_7-9-классы_база.pdf.
5. Informacionno-metodicheskoe pis'mo ob osobennostyah prepodavaniya uchebnogo predmeta «fizika» v 2024/2025 uchebnom godu // <https://edsoo.ru/mr-fizika/>.

ОТ ИГРОВОГО ПОЛЯ К СИСТЕМЕ КООРДИНАТ: КАК ИГРА «ПОМОГИТЕ КОТИКУ» РАЗВИВАЕТ НАВЫКИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЕКЦИЙ ВЕКТОРОВ

Арзуманян Наталья Геннадьевна

кандидат педагогических наук, pestrozhukova@mail.ru

самозанятый

Аннотация

В работе рассматриваются возможности настольных игр в образовании в целом и формировании конкретных навыков. В аналогичных исследованиях настольные игры на уроках физики рассматриваются как способ повышения мотивации и вовлечение обучающихся в учебный процесс. Наша разработка, настольная игра по физике и математике «помогите котик», позволяет сформировать конкретный навык у обучающихся - строить проекции векторов, который так необходим при изучении физики и часто плохо развит у ребят, так как на математике векторы и проекции векторов изучаются позже.

Описаны комплектация коробки с игрой, подготовка к игре, правила игры. Также рассмотрены основные особенности игрового процесса. Например, прозрачная карточка с осями координат и сеткой, которую можно располагать поверх карточек с векторами разными способами.

Также в статье представлен опыт внедрения игры в образовательный процесс в рамках фестивалей и внеучебных мероприятий с детьми разных возрастов. В ходе испытаний было выяснено, что игра имеет ограничения по возрасту: в 7-8 лет в нее трудно играть, потому что ученики 1-2 классов еще не знакомы с отрицательными числами. При этом игру можно смело играть с 9 лет, с этого возраста ребята быстро понимают правила и доигрывают до конца. Также игра интересна взрослым, особенно тем, кто уже и не помнит тему проекций векторов.

Данная игра является готовым инструментом для работы учителя, педагога дополнительного образования или репетитора.

Ключевые слова

Научно-образовательная настольная игра, игровые технологии, проекции векторов.

FROM THE PLAYING FIELD TO THE COORDINATE SYSTEM: HOW THE GAME "HELP THE CAT" DEVELOPES VECTOR PROJECTION VISUALIZATION SKILLS

Arzumanyan Natalya G.

PhD. Pedagogical sciences, pestrozhukova@mail.ru

Self-employment

Abstract

The abstract should reflect the main content of the article and the results of the research. The paper examines the possibilities of board games in education in general and the development of specific skills. In similar studies, board games in physics lessons are considered as a way to increase motivation and involve students in the learning process. Our development, a board game in physics and mathematics "help the cat," allows students to develop a specific skill -

constructing projections of vectors, which is so necessary when studying physics and is often poorly developed in children, since vectors and projections of vectors are studied later in mathematics.

The contents of the box with the game, preparation for the game, and the rules of the game are described. The main features of the gameplay are also discussed. For example, a transparent card with coordinate axes and a grid that can be placed on top of vector cards in different ways.

The article also presents the experience of introducing games into the educational process as part of festivals and extracurricular activities with children of different ages. During the tests, it was found that the game has age restrictions: at 7-8 years old it is difficult to play it, because students in grades 1-2 are not yet familiar with negative numbers. At the same time, the game can be safely played from the age of 9; from this age, children quickly understand the rules and play to the end. The game is also interesting for adults, especially those who no longer remember the topic of vector projections.

This game is a ready-made tool for the work of a teacher, additional education teacher or tutor.

Keywords

Scientific and educational board game, gaming technology, vector projections.

Преподаватели физики часто сталкиваются с проблемой формирования навыков строить проекции векторов у обучающихся. На наш взгляд, это связано с тем, что данная тема на математике изучается только в конце 9 класса, а на физике мы знакомим ребят с векторами уже в 7 классе, когда говорим о перемещении, скорости и силах. В девятом классе умение строить проекции векторов лежит в основе решения задач, которые рассматриваются уже в начале учебного года.

Очевидно, что если этот навык не сформирован вовремя, то научить решать задачи на баллистику и второй закон Ньютона очень сложно. Из этой проблемы родилась идея сделать настольную игру про проекции, в которую можно играть с 10 лет, то есть формировать представления о проекциях векторов заранее.

В научной литературе настольные образовательные игры на уроках физики рассматриваются как средство повышения познавательной мотивации. А. Ж. Насипов, делая анализ возможностей образовательных настольных игр указывает, что такие игры способны обеспечивать реализацию таких дидактических принципов обучения, как сознательность и активность, наглядность и прочность усвоения знаний [6]. В своих предыдущих работах мы показали взаимосвязь между приемами развития естественнонаучного мышления и механиками настольных образовательных игр с физическим и математическим содержанием [1]. А также рассмотрели настольную игру как средство обобщения имеющегося физического опыта [2].

Также в научной литературе описано множество настольных игр по физике, которые можно организовать в рамках уроков. Например, Ланина И. Я. в книге «100 игр по физике» описывает игры с раздаточным материалом, сюжетные игры, игры на внеклассных занятиях и организацию игротеки в кабинете физики [5]. Другими авторами описаны игры «Путешествие в мир Эйнштейна» и «Путешествие по Солнечной системе» [3], «Мемофизика», «6 вопросов», «физика в жизни Екатеринбурга» [7], «карта открытий» [4] и др.

Научные и образовательные настольные игры также стали объектом изучения у иностранных авторов, где также рассматриваются как инструмент вовлечения обучающихся к изучению таких сложных дисциплин, как физика и астрономия. Например, Cardinot, Adriana; Fairfield, Jessamyn A. (Ирландия) [8] разработали настольную игру по астрономии и показали, как этот подход значительно расширяет знания учеников об астрономических концепциях и восприятии ученых, а также дополнительно развивает социальные навыки.

Отметим, что все описанные выше игры разработаны в логике, когда на известную механику накладывается образовательный контент. Разработанная нами игра «помогите коту» отличается тем, что игровая механика и есть часть образовательного контента, что позволяет формировать и развивать практический навык – навык построения проекций векторов.

Авторы данной статьи скептически относятся к интенсивной геймификации учебного процесса, поэтому предложили игру семейного формата, в которую можно поиграть с родителями, друзьями, в рамках профильных смен лагерей, в рамках внеурочной работы (на кружках, на неделях науки) и т.д. Такой формат взаимодействия с родителями, педагогами и друзьями позволяет показать ценность знаний, а также дает возможность применить их вне класса. К работе большого класса игра на данный момент не адаптирована, так как максимальное количество участников 12 человек.

Образовательная цель игры – научиться видеть проекции векторов и находить нужные значения. Одной игры достаточно для того, чтобы сформировать навык находить числовые проекции. Для отработки навыка находить проекции через синус и косинус прямоугольного треугольника нужно больше времени.

Игровая цель участников – помочь коту допрыгнуть до его цели, подобрав нужные проекции векторов скорости с игрового поля. За игру нужно собрать как можно больше карточек с проекциями, то есть каждый ход участникам необходимо проанализировать:

- какие проекции есть на игровом поле;
- какие из них повторяются;
- какого котика и положение осей надо выбрать, чтобы собрать как можно больше проекций.

Настольная игра «помогите коту» рассчитана на 2-4 участника или мини-команды (до 4 человек).

Комплектация коробки с игрой:

1. Карточки с котиками, которые прыгают вверх, вниз, влево или вправо со скоростями 1, 2 или 3 единицы (светлая рубашка) – 24 штуки (рис. 1а);
2. Карточки с котиками, которые прыгают по диагонали, проекции скоростей которых по модулю равны 1, 2 или 3 единицы (темная рубашка) – 40 штук (рис. 1б);

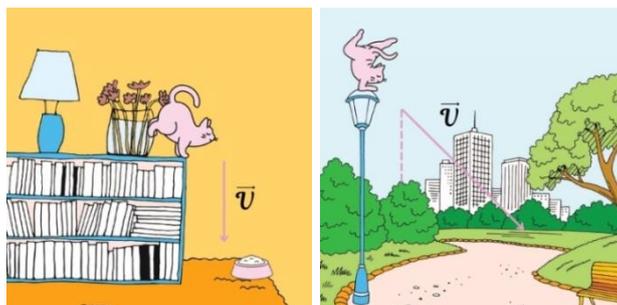


Рисунок 1 — (а, б) Пример карточек с котиками со светлой и темной рубашкой

3. Карточки с проекциями в виде чисел или в виде вектора на оси (светлая рубашка) – 76 штук (рис.2);

$$v_x = 2$$

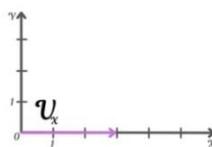


Рисунок 2 — Примеры карточек с проекциями в числовом и графическом виде

4. Карточки с проекциями с синусами и косинусами – 32 штуки (темная рубашка, усложненный вариант игры) (рис.3);

$$v_y = -v \cos 60^\circ \quad v_x = v \cos 1$$

Рисунок 3 — Примеры карточек с проекциями

5. Прозрачная карточка с осями координат и сеткой – 2 штуки;



Рисунок 4 — Примеры определения проекций с помощью прозрачной карточки

6. Кубик;
7. Транспорт;
8. Инструкция.

Подготовка к игре:

1. Рассортировать карточки со светлой и темной рубашкой;

2. Раздать игрокам или командам по 4 карточки с котиками со светлой рубашкой;
3. Карточки с котиками со светлой и темной рубашкой соединить в одну колоду и перемешать;
4. На столе выложить 9 карточек с проекциями (светлая рубашка);
5. Очередность хода определяется броском кубика: начинает тот, у кого выпало наименьшее число.

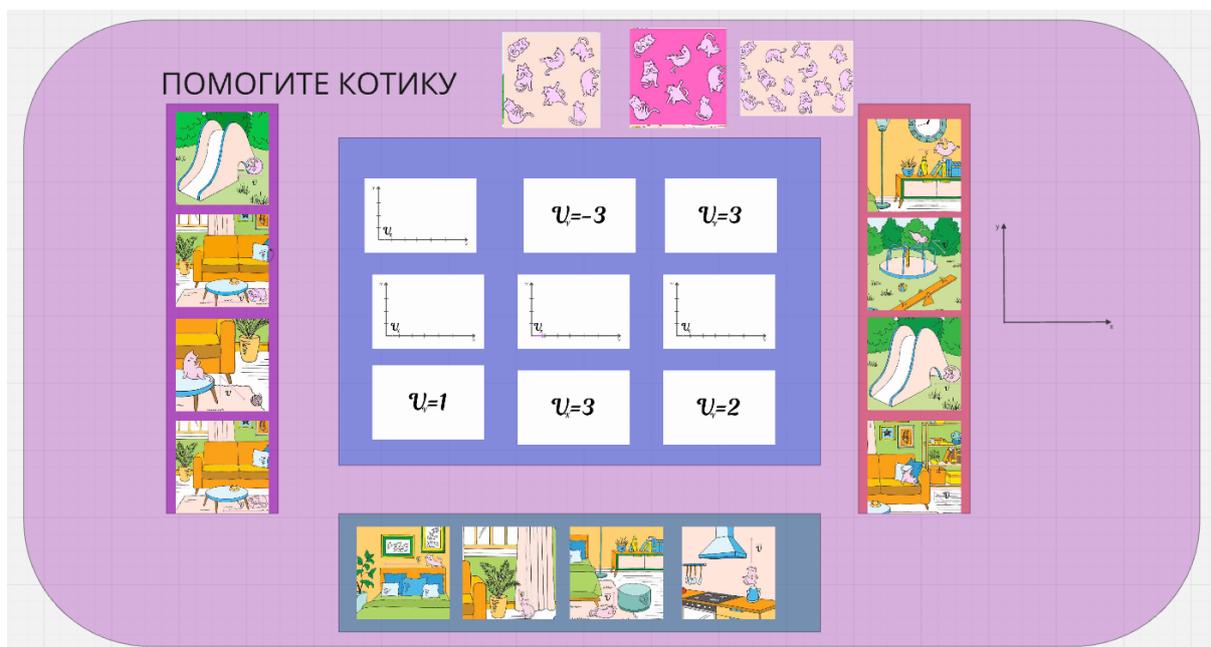


Рисунок 5 — Схема игрового поля для 3 игроков

Ход игры:

1. Каждый раунд игроки по очереди выбирают одного котика из своих карт и подбирают к нему проекции;
2. Котика и выбранные карточки с проекциями откладывают отдельно;
3. После каждого хода карточки на столе дополняются до 9, а карточки с котиками до четырех;
4. При желании можно добавить карточки с синусами и косинусами.

Дополнительные правила:

1. Если игрок ошибся, то ведущий забирает неверную карточку с проекциями и еще одну;
2. Котик, для которого подобрали больше трех карточек с проекциями, превращается в суперкотика и может спасти в дальнейшем другого котика, отдав ему подходящую карточку, если на столе таких не будет;
3. Один раз за игру игрок может сказать: «Мяу! У меня лапки!». Тогда он бросает кубик, если выпадает: 1 или 2, то он может взять дополнительную карточку с котиком; 3 или 4, то он может взять дополнительную карточку с проекцией; 5 или 6, то он имеет право на ошибку.

Прозрачную карточку с осями координат можно использовать в любом положении, ведь решая задачи на физике, мы сами выбираем наиболее удобное положение осей.



Рисунок 6 — (а, б, в) Примеры положения прозрачной карточки с осями координат

Например, если ось x направлена вправо, а ось y вверх, то проекции вектора скорости на оси будут соответственно. На рисунке бб, ось x направлена влево, а ось y вниз, тогда проекции будут. В положении системы координат, когда ось x направлена влево, а ось y вверх (рис. бв), проекции будут соответственно. Отметим, что прозрачную карточку можно расположить и таким образом, что ось y будет горизонтальна, а ось x вертикальна. Именно эта вариативность и необходимость собрать как можно больше карточек с поля заставляет участников игры быстро разобраться в правилах игры и теме проекции векторов.

Аналогично вращать карточку с системой координат можно и при работе с карточками проекций с синусами или косинусами угла. Тогда за угол в формуле принимается угол, отмеченный пунктиром на карточке с котиком. Тогда совпадать должен не только знак, но и функция, и угол (если там числовые значения).

Отметим, что карточки с проекциями с синусом и косинусом содержат как просто угол α , так и числовые значения 30° , 45° и 60° . В карточках с числовыми значениями угол между вектором и проекцией на карточке с котиком должен совпадать с числовыми значениями на карточках с проекциями.

Авторская настольная игра «помогите котикку» была разработана нами в рамках образовательной программы Gamechangers школы Мая (Санкт-Петербург, 2022). Тестирование игры проходило:

- в рамках фестиваля Gamechangers 12-13 марта 2022, Спб,
- в рамках Хакатона «педагогическая мафия» (организатор педагогическое конструкторское бюро, 13-15 января 2023, Спб),
- в рамках фестиваля «другими глазами на образование» (август 2022, Спб);
- в частной школе «Нешкола» (2023, Спб),
- в РГПУ им. А. И. Герцена (День защиты детей, 1 июня 2023, Спб),
- в рамках фестиваля «Другими глазами на образование» (2023, Спб, Великий Новгород);
- в воскресной школе при храме св. Димитрия Донского (2023, Спб),
- на полезных игротеках в творческом пространстве «Листва» (2023-2024, Спб),
- в рамках Хакатона «педагогическая мафия 4.0» (ноябрь 2024, Спб).

В общей сложности в тестировании приняло участие порядка 200 человек (дети от 7 лет и взрослые). На данный момент игра в продаже.

Один игровой сет длится около 20 минут. Если участники не знают тему проекции векторов, то начинать стоит с карточек со светлой рубашкой, дать им возможность понять, как делать проекции векторов, которые перпендикулярны одной из осей. Затем, после успешных ходов участников, можно добавить карточки с котиками, прыгающими под углом к горизонту и объяснить правила проектирования векторов на оси в этом случае. В наблюдении в основном играли с карточками проекций со светлой рубашкой

(проекции в виде числа и графика, без синусов и косинусов). Как правило, это была неподготовленная аудитория, которая пришла развлекаться (взрослые на фестивалях, дети в рамках активностей).

Игроки, садясь за стол, улыбались и говорили, что они вообще-то не знают физику, но их привлекли котик. Обычно они быстро разбирались с правилами игры и проектировании векторов и входили в азарт. 100% участников доигрывали игру, разобравшись с такой сложной темой, как проекции векторов.

Отметим, что в эту игру можно играть с 9 лет. Также у нас есть опыт организации игры для первоклассников, но тут мы адаптировали игру под возраст, убрав из колоды с проекциями отрицательные числа. Ребята искали проекции только по модулю и тоже справились с задачей. Все же считаем, что 7 лет – это рано.

Наибольший интерес игра вызвала у детей 10-12 лет, которые любят математику. Для них она стала игрой-головоломкой с интересным содержанием.

Таким образом, настольная игра «помогите котик» формирует один из ключевых навыков – проекцию векторов, необходимого для успешного освоения курса физики.

Список литературы

1. Арзумян Н. Г. Возможности настольных игр с физическим и математическим содержанием в развитии естественнонаучного мышления школьников // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. Омск: ОмГУ им. Достоевского, 2023. – С. 166-170.
2. Арзумян Н. Г. Обобщение имеющегося опыта по физике в настольной игре «операция Ро и другие приключения школьников» // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 42. — М.: ИСРО РАО, 2025. — С. 12-14.
3. Ершова П. А. Электронные и настольные игры по физике / П. А. Ершова, А. А. Бочкова // Столетовские чтения. Тезисы и материалы докладов XII Всероссийской научно-практической конференции. М.: ООО "Аркаим". 2019 – С. 63-65
4. Крайнова П. О. Образовательная настольная игра «Карта открытий» как способ вовлечения учащихся и развития универсальных компетентностей (на примере уроков физики) / П. О. Крайнова Е. А. Громов // Исследователь. – 2022. - №1-2. – С. 170-177.
5. Ланина Я. И. 100 игр по физике. М.: Просвещение, 1995. – 224 с.
6. Насипов А. Ж. Настольные образовательные игры как средство повышения познавательной мотивации обучающихся на уроках физики // Научно-методический журнал «Поиск научных решений». 2023. № 2. – С. 65–77.
7. Шульгина Т. А. Настольные игры как средство достижения школьниками современных образовательных результатов в процессе обучения физике / Т. А. Шульгина, О. П. Мерзлякова // Методика преподавания математических и естественно-научных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Омск: из-во ОмГУ им. Достоевского, 2024. – С. 104-108
8. Cardinot, Adriana; Fairfield, Jessamyn A. Game-Based Learning to Engage Students with Physics and Astronomy Using a Board Game / International Journal of Game-Based Learning, v9 n1 Article 4 p42-57 2019

References

1. Arzumanyan N. G. Vozmozhnosti nastolnykh igr s fizicheskim i matematicheskim soderzhanie v razvitiie estestvennonauchnogo myshleniya shkolnikov // Metodika prepodavaniya matematicheskikh i estestvennonauchnykh disciplin: sovremennye problemy i tendencii razvitiya. Materialy X Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Omskij gosudarstvennyj universitet im. F.M. Dostoevskogo. Omsk: OmGU im. Dostoevskogo, 2023. – S. 166-170.
2. Arzumanyan N. G. Obobshenie imeyushegosya opyta po fizike v nastolnoj igre «operaciya Ro i drugie priklucheniya shkolnikov» // Problemy uchebnogo fizicheskogo eksperimenta: Sbornik nauchnykh trudov. Vypusk 42. — M.: ISRO RAO, 2025. — S. 12-14.

3. Ershova P. A. Elektronnye i nastolnye igry po fizike / P. A. Ershova, A. A Bochkova // Stoletovskie chteniya. Tezisy i materialy dokladov XII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. M.: OOO "Arkaim". 2019 – S. 63-65
4. Krajnova P. O. Obrazovatel'naya nastol'naya igra «Karta otkrytij» kak sposob vovlecheniya uchashihhsya i razvitiya universalnyh kompetentnostej (na primere urokov fiziki) / P. O. Krajnova, E. A. Gromov // Issledovatel. – 2022. - №1-2. – S. 170-177.
5. Lanina Ya. I. 100 igr po fizike. M.: Prosveshenie, 1995. – 224 s.
6. Nasipov A. Zh. Nastolnye obrazovatelnye igry kak sredstvo povysheniya poznavatelnoj motivacii obuchayushihhsya na urokah fiziki // Nauchno-metodicheskij zhurnal «Poisk nauchnyh reshenij». 2023. № 2. – S. 65–77.
7. Shulgina T. A. Nastolnye igry kak sredstvo dostizheniya shkolnikami sovremennyh obrazovatelnyh rezultatov v processe obucheniya fizike / T. A. Shulgina, O. P. Merzlyakova // Metodika prepodavaniya matematicheskikh i estestvenno-nauchnyh disciplin: sovremennye problemy i tendencii razvitiya materialy XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Omsk: iz-vo OmGU im. Dostoevskogo, 2024. – S. 104-108
8. Cardinot, Adriana; Fairfield, Jessamyn A. Game-Based Learning to Engage Students with Physics and Astronomy Using a Board Game / International Journal of Game-Based Learning, v9 n1 Article 4 p42-57 2019

КОРРЕКЦИОННО-РАЗВИВАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Бабкина Наталия Викторовна^{1,2}

доктор психологических наук, ведущий научный сотрудник Научно-образовательной лаборатории предпрофессионального естественно-научного образования, зав. лабораторией образования и комплексной реабилитации детей с задержкой психического развития, babkina@ikp.email

¹ Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), 603065, Российская Федерация, Нижний Новгород, ул. Переходникова, д. 6.

² ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики», 119121, Российская Федерация, Москва, Погодинская ул., д. 8/1.

Аннотация

Статья посвящена роли изучения физики в достижении личностных и метапредметных результатов образования обучающихся с задержкой психического развития (ЗПР). Приведена психолого-педагогическая характеристика таких школьников, обосновывающая имеющиеся у них трудности в изучении предметов естественно-научного цикла. Представлены направления работы учителя физики совместно со специалистами психолого-педагогического сопровождения (педагогом-психологом, учителем-логопедом и учителем-дефектологом), способствующие расширению сферы жизненной компетенции обучающихся с ЗПР. Описаны специальные образовательные условия и виды учебной деятельности, способствующие повышению познавательной активности и самостоятельности подростков с ЗПР, формированию умений саморегуляции и продуктивной коммуникации.

Ключевые слова

Дети с задержкой психического развития (ЗПР), особые образовательные потребности, физика, адаптированная основная образовательная программа, психолого-педагогические условия, личностные результаты, метапредметные результаты, жизненная компетенция.

DEVELOPMENTAL POTENTIAL OF PHYSICS LESSONS FOR STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES

Babkina Nataliya V. ^{1,2}

Doctor of Psychology, Leading Researcher of Scientific and Educational Laboratory of Pre-Professional Natural and Scientific Education, Head of Department of Education and Complex Habilitation of Children with Developmental Delay, babkina@ikp.email

¹ Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), 603065, Russian Federation, Nizhny Novgorod, Perehodnikova str. 6

² Institute of Special Education, 119121, Russian Federation, Moscow, Pogodinskaja str. 8/

Abstract

The article is devoted to the role of studying physics in achieving personal and meta-subject results of education of students with learning disabilities (LD). The psychological and pedagogical characteristics of such students are given, substantiating their difficulties

in studying subjects of the natural science cycle. The areas of work of a physics teacher together with specialists in psychological and pedagogical support (a psychologist, a speech therapist and a special education teacher) are presented, contributing to the expansion of the sphere of life competence of students with LD. Special educational conditions and types of educational activities are described that contribute to increasing the cognitive activity and independence of students with LD, the formation of self-regulation skills and productive communication.

Keywords

Students with learning disabilities (LD), special educational needs, physics, adapted basic educational program, psychological and pedagogical conditions, personal results, meta-subject results, life competence.

Среди детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) самую многочисленную и разнородную группу составляют дети с задержкой психического развития (ЗПР) [4]. Этим школьникам потенциально доступно освоение цензового уровня образования при условии дифференцированного подхода к обучению, учитывающего особенности их когнитивного, эмоционального и речевого развития [5].

Для всех детей с ЗПР характерны трудности произвольной саморегуляции [3], замедленный темп и неравномерное качество становления высших психических функций [7; 8], мотивационных и когнитивных составляющих познавательной деятельности [7; 9]. Несформированность мотивационно-целевой основы учебной деятельности выражается в отсутствии самостоятельности и низкой поисковой активности обучающихся данной нозологической категории. Серьезные трудности вызывают у них построение логических рассуждений на основе причинно-следственных связей, доказательное обоснование ответа, формирование вывода на основе анализа полученной информации. Учащиеся с ЗПР испытывают также затруднения с пониманием текстов учебного и научного характера: им сложно сформулировать основную мысль текста, разбить его на смысловые части, пересказать основное содержание. Школьники с ЗПР легко отвлекаются в процессе выполнения заданий, часто совершают импульсивные действия, приступают к работе без предварительного планирования, не осуществляют промежуточный контроль и, как следствие, не замечают своих ошибок. По причине слабой саморегуляции и склонности к эмоциональной дезорганизации деятельности они нуждаются в постоянной поддержке со стороны взрослого, организующей и направляющей помощи, а иногда и в руководящем контроле.

Приведенная характеристика психосоциального развития обучающихся с ЗПР обосновывает имеющиеся у них трудности в освоении образовательной программы и указывает на наличие особых образовательных потребностей [1; 2; 6]. Это ориентирует исследователей и практиков на поиск внутренних и внешних ресурсов преодоления и компенсации имеющихся трудностей развития, а также на определение условий, способствующих личностному становлению подростков с ЗПР средствами образования. В этой связи заслуживает особого внимания использование коррекционно-развивающего ресурса предметов естественно-научного цикла, учебный материал которых способствует дифференциации и осмыслению обучающимися картины мира; развитию умений наблюдать, понимать и объяснять процессы, происходящие в естественной, искусственной и социальной среде; формированию функциональной естественно-научной грамотности; созданию мотивационной среды, стимулирующей интерес и активность учащихся.

Цель нашего исследования состояла в определении роли учебного предмета «Физика» в достижении личностных и метапредметных результатов образования, а также психолого-педагогических условий, необходимых для удовлетворения особых

образовательных потребностей обучающихся с ЗПР, при его изучении. Результаты этой работы легли в основу программных и методических материалов, адресованных учителям физики, обучающим школьников с ЗПР в условиях специального и инклюзивного образования. Кратко остановимся на основных моментах.

Федеральная рабочая программа учебного предмета «Физика» для обучающихся с задержкой психического развития [11], подготовленная под научно-методическим руководством автора этой статьи, учитывает их особые образовательные потребности. Прежде всего это нашло отражение в адаптации объема и характера учебного материала к познавательным возможностям обучающихся данной категории с учетом особенностей их развития. При освоении материала по физике основной упор делается на практическую составляющую этого учебного предмета. Особое внимание обращается на овладение обучающимися с ЗПР конкретными умениями и навыками, рассмотрение тем и вопросов, раскрывающих связь физики с жизнью, с явлениями, которые хорошо известны подросткам из их жизненного опыта, на обсуждение важной роли физических знаний для различных профессий. Это позволяет расширить сферу их жизненной компетенции, формирует умение более свободно ориентироваться в причинах и сущности природных физических явлений, устанавливать связь между происходящими событиями во времени и пространстве, прогнозировать возможные последствия тех или иных действий. Для поддержания познавательного интереса обучающихся с ЗПР важно сопровождать урок необычным, ярким и образным изложением фактов, стимулировать к поиску дополнительных сведений в книгах и на Интернет-ресурсах, а также к обсуждению полученной информации с одноклассниками.

В рабочей программе по учебному предмету «Физика» значительная роль отведена экспериментальным методам изучения физических явлений. Следует отметить, что лабораторные работы и опыты помогают научить школьников с ЗПР анализировать полученные данные, осуществлять поиск информации, делать выводы, работать в команде, учиться на собственных ошибках и многому другому, что особенно важно для личностного развития и социализации. В процессе занятий у них формируется умение наблюдать, замечать и осваивать новое, проявлять исследовательскую активность и накапливать личные впечатления, связанные с явлениями окружающего мира.

В процессе обучения физике проводится также профориентационная работа. Школьники знакомятся с современными технологиями, отражающими основные тенденции научно-технического развития общества и лежащими в основе профессий, доступных для обучающихся с ЗПР. За три года изучения физики на уровне основного общего образования (7 – 9 классы) они приобретают знания, позволяющие им затем успешно продолжить обучение в системе среднего профессионального образования и приобрести востребованные на рынке труда профессии (электротехника, специалиста по ремонту автомобилей и т. п.).

Формирование личностных и метапредметных результатов образования обучающихся с ЗПР предполагает активное участие в образовательном процессе специалистов психолого-педагогического сопровождения – учителя-дефектолога, педагога-психолога, учителя-логопеда. Психокоррекционная работа дефектолога с обучающимися с ЗПР позволяет сформировать у них приемы мыслительной деятельности и соответствующие логические действия, необходимые для освоения программного материала, скорректировать метапредметные умения и способы учебно-познавательной деятельности, сформировать алгоритмы выполнения трудноусваиваемых и слабо автоматизированных учебных навыков. Психолог на занятиях в рамках обязательного курса «Психокоррекционные занятия (психологические)» формирует у обучающегося с ЗПР способность к поиску рациональных способов действий, прорабатывая все этапы учебной работы – от ориентировки в задании и планирования последовательности действий до самопроверки

результата. Важны также отработка навыков самостоятельного контроля и корректировки школьником своих действий при совместной групповой работе (в частности, в процессе проведения лабораторных и практических работ) и закрепление навыков регуляции проявлений эмоций в процессе дискуссии. Логопед учит работать с текстами разных жанров (учебными, научными, научно-популярными), выделять в тексте микротемы и ключевые слова, кратко излагать основное содержание текста, формулировать высказывание, использовать специальную терминологию и т.п. [10].

Наиболее эффективная работа указанных специалистов обеспечивается при их тесном взаимодействии с учителями-предметниками, в частности, с учителем физики, который предоставляет им необходимые сведения в отношении специальной терминологии, особенностей представления учебного материала и т. д. Например, проработки требуют специфические формы представления учебного материала (таблицы, диаграммы, схемы, модели), для интерпретации которых школьники с ЗПР должны овладеть разнообразными способами работы с графической и текстовой информацией.

В свою очередь, специалисты психолого-педагогического сопровождения консультируют учителя по вопросам использования на уроках особых видов деятельности обучающихся с ЗПР, обеспечивающих осмысленное освоение содержания образования по предмету «Физика», дифференцированному применению специальных методов, приемов и средств в соответствии с индивидуальными образовательными потребностями и возможностями школьников.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что учебный предмет «Физика» обладает высоким коррекционно-развивающим потенциалом, а также вносит существенный вклад в достижение подростками с ЗПР метапредметных и личностных результатов освоения образовательной программы основного общего образования. У обучающихся появляется мотивация к целенаправленной познавательной деятельности; развиваются умения работы с информацией и продуктивной коммуникации со сверстниками; формируются способность к саморазвитию и личностному самоопределению, умение ставить достижимые цели и строить реальные жизненные планы.

Финансирование

Публикация подготовлена по итогам реализации мероприятий (проектов) Программы развития ФГБОУ ВО «НГПУ им. К. Минина» на 2024-2033 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Funding

The publication was prepared based on the results of the implementation of activities (projects) of the Development Program of K. Minin FSBEU VO “NSPU” for 2024-2033 as part of the strategic academic leadership program “Priority-2030”.

Список литературы

1. Бабкина Н. В. Особые образовательные потребности обучающихся с задержкой психического развития на разных уровнях образования / Н. В. Бабкина, А. Д. Вильшанская // Дефектология. — 2022. — № 2. — С. 12-22.
2. Бабкина Н. В. Психолого-педагогические условия обучения школьников с задержкой психического развития предметам естественно-научного цикла / Н. В. Бабкина, В. А. Чибизов, А. С. Егорова // Дефектология. — 2024. — № 6. — С. 60-70. DOI: 10.47639/0130-3074_2024_6_60.
3. Бабкина Н. В. Психолого-педагогические условия формирования саморегуляции познавательной деятельности у младших школьников с задержкой психического развития: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.10 / Н. В. Бабкина; ИКП РАО. — Москва, 2003. — 170 л.
4. Бабкина Н. В. Современные тенденции в образовании и психолого-педагогическом сопровождении детей с задержкой психического развития / Н. В. Бабкина // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2021. — № 202. — С. 36-44. DOI: 10.33910/1992-6464-2021-202-36-44.

5. Бабкина Н. В. Традиции отечественной научной школы дефектологии в современных подходах к образованию детей с ЗПР / Н. В. Бабкина // Дефектология. — 2016. — № 5. — С. 3-9.
6. Гончарова Е. Л. Дети с особыми образовательными потребностями в системе понятий культурно-исторической психологии [Электронный ресурс] / Е. Л. Гончарова, О. С. Никольская, О. И. Кукушкина // Альманах Института коррекционной педагогики. — 2019. — № 39. Режим доступа: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-39/children-with-special-educational-needs-in-the-system-of-concepts-of-cultural-historical-psychology> (дата обращения 07.02.2025)
7. Инденбаум Е. Л. К проблеме компенсации задержки психического развития в период начального образования / Е. Л. Инденбаум, А. А. Гостар // Дефектология. — 2019. — № 3. — С. 9-12.
8. Инденбаум Е. Л. Школьники с легкими формами интеллектуальной недостаточности: психолого-педагогическая диагностика и характеристики психосоциального развития / Е. Л. Инденбаум. — Иркутск, 2012. — 180 с.
9. Кисова В. В. Особенности психолого-педагогической поддержки школьников с задержкой психического развития в период перехода от младшего школьного к подростковому возрасту / В. В. Кисова, И. А. Конева // Современные наукоемкие технологии. — 2021. — № 12-1. — С. 157-161.
10. Проектирование и реализация коррекционных курсов для обучающихся с задержкой психического развития на уровне основного общего образования: учебно-методическое пособие / А. Д. Вильшанская, Н. В. Бабкина, Л. М. Пономарева, О. А. Скобликова. — Москва : Издательский Центр ВЛАДОС, 2022. — 204 с.
11. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Физика» для обучающихся с ЗПР (проект). URL: <https://ikp-rao.ru/frc-ovz3/> (дата обращения: 07.02.2025).

References

1. Babkina N. V. Osobyе obrazovatel'nye potrebnosti obuchayushchihsya s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya na raznyh urovnyah obrazovaniya / N. V. Babkina, A. D. Vil'shanskaya // Defektologiya. — 2022. — № 2. — S. 12-22.
2. Babkina N. V. Psihologo-pedagogicheskie usloviya obucheniya shkol'nikov s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya predmetam estestvenno-nauchnogo cikla / N. V. Babkina, V. A. CHibizov, A. S. Egorova // Defektologiya. — 2024. — № 6. — S. 60-70. DOI: 10.47639/0130-3074_2024_6_60.
3. Babkina N. V. Psihologo-pedagogicheskie usloviya formirovaniya samoregulyacii poznavatel'noj deyatel'nosti u mladshih shkol'nikov s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya: dis. ... kand. psihol. nauk: 19.00.10 / N. V. Babkina; IKP RAO. — Moskva, 2003. — 170 s.
4. Babkina N. V. Sovremennye tendencii v obrazovanii i psihologo-pedagogicheskom soprovozhdenii detej s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya / N. V. Babkina // Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena. — 2021. — № 202. — S. 36-44. DOI: 10.33910/1992-6464-2021-202-36-44.
5. Babkina N. V. Tradicii otechestvennoj nauchnoj shkoly defektologii v sovremennyh podhodah k obrazovaniju detej s ZPR / N. V. Babkina // Defektologiya. — 2016. — № 5. — S. 3-9.
6. Goncharova E. L. Deti s osobymi obrazovatel'nymi potrebnostyami v sisteme ponyatij kul'turno-istoricheskoi psihologii [Elektronnyj resurs] / E. L. Goncharova, O. S. Nikol'skaya, O. I. Kukushkina // Al'manah Instituta korrekcionnoj pedagogiki. — 2019. — № 39. Rezhim dostupa: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-39/children-with-special-educational-needs-in-the-system-of-concepts-of-cultural-historical-psychology> (data obrashcheniya 07.02.2025)
7. Indenbaum E. L. K probleme kompensacii zaderzhki psihicheskogo razvitiya v period nachal'nogo obrazovaniya / E. L. Indenbaum, A. A. Gostar // Defektologiya. — 2019. — № 3. — S. 9-12.
8. Indenbaum E. L. SHkol'niki s legkimi formami intellektual'noj nedostatochnosti: psihologo-pedagogicheskaya diagnostika i harakteristiki psihosocial'nogo razvitiya / E. L. Indenbaum. — Irkutsk, 2012. — 180 s.
9. Kisova V. V. Osobennosti psihologo-pedagogicheskoi podderzhki shkol'nikov s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya v period perekhoda ot mladshogo shkol'nogo k podrostkovomu vozrastu / V. V. Kisova, I. A. Koneva // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. — 2021. — № 12-1. — S. 157-161.
10. Proektirovanie i realizaciya korrekcionnyh kursov dlya obuchayushchihsya s zaderzhkoj psihicheskogo razvitiya na urovne osnovnogo obshchego obrazovaniya: uchebno-metodicheskoe posobie / A. D. Vil'shanskaya, N. V. Babkina, L. M. Ponomareva, O. A. Skoblikova. — Moskva: Izdatel'skij Centr VLADOS, 2022. — 204 s.
11. Federal'naya rabochaya programma po uchebnomu predmetu «Fizika» dlya obuchayushchihsya s ZPR (proekt). URL: <https://ikp-rao.ru/frc-ovz3/> (data obrashcheniya: 07.02.2025).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ В РАМКАХ ПРОФОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Бояркина Виктория Юрьевна

кандидат педагогических наук, доцент, PVictoria78@mail.ru

Забайкальский государственный университет, 672039, Российская Федерация, город Чита, улица Александрo-Заводская, дом 30

Аннотация

В статье описан вариант реализации профессиональной пробы в рамках профориентации школьников при обучении физике.

Ключевые слова

Физика, обучение физике в школе, профориентация школьников, профессиональная проба.

PROFESSIONAL TESTS AS PART OF CAREER GUIDANCE FOR SCHOOLCHILDREN WHEN TEACHING PHYSICS

Viktoriya Yu. Boyarkina

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, PVictoria78@mail.ru

Zabaykalsky State University, Russia, 672039, Russian Federation, Chita, Aleksandro-Zavodskaya street, 30

Abstract

The article describes an option for implementing a professional test as part of career guidance for schoolchildren when teaching physics.

Keywords

Physics, teaching physics at school, career guidance for schoolchildren, professional testing.

В рамках реализуемого в России направления «Билет в будущее» в рамках федерального проекта «Успех каждого ребенка», стартовавшего в 2018 году, выделяют уровни единой модели профориентации [2]:

1. Базовый
2. Основной
3. Продвинутый

Опишем направления единой модели профориентации [2]:

1. Урочная деятельность (в уроках общеобразовательного цикла становятся обязательными модули, посвященные значимости учебного предмета для профессиональной деятельности.).

2. Внеурочная деятельность (курс профориентационных занятий «Россия — мои горизонты» для обучающихся 6-11 классов. Курс рассчитан на 34 часа (ежегодно). Состоит из занятий разных видов – профориентационных (тематических), отраслевых, практикоориентированных и иных).

3. Практико-ориентированный модуль (для обучающихся 6–11 классов проводятся профессиональные пробы (онлайн и очно), проектная деятельность, экскурсии и мастер-классы на предприятиях, конкурсы профориентационной

направленности, и другие профориентационные мероприятия, включающие участие внешнего наставника.)

4. Взаимодействие с родителями (Всероссийские родительские собрания по профориентации).

5. Дополнительное образование (выбор и посещение ознакомительных занятий в рамках дополнительного образования с учетом склонностей и образовательных потребностей школьника. Например, робототехника, шахматы и др.)

6. Профессиональное обучение (профессиональное обучение направлено на приобретение школьниками профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами). По итогам профобучения школьник вместе с аттестатом об общем образовании может получить свидетельство о профессии рабочего, должности служащего с присвоением квалификации или разряда.

Далее остановимся более подробно на практико-ориентированном модуле.

Пробы – эффективный вид образовательной деятельности, педагогической задачей введения которого является получение обучающимися самостоятельного опыта деятельности в той или иной сфере. Как известно, склонность к профессии развивается в процессе деятельности, поэтому обучающимся необходимо пробовать себя в самых различных видах занятий [1].

После прохождения профессиональной пробы у учащегося должно сформироваться осознанное отношение к выбору будущей профессии с учетом уникальных особенностей личности, запросов общества в кадрах в той или иной сфере деятельности, а также модели работника, отвечающего современным стандартам и требованиям.

Отметим четкую практическую направленность данного вида деятельности, учащиеся приобретают в первую очередь личный опыт, в частности:

- осваивают новые для себя технологии, используемые в профессии, и осваивают нужные инструменты;
- приобретают профессиональные компетенции и навыки;
- осознают собственное отношение к той или иной профессии;
- изучают профессиональную организацию «изнутри», формируя собственное мнение о системе, в которой потенциально могут начать строить карьеру;
- получают представление о интересующей специальности и смежных с ней, формируя целостную картину [1].

Выделяют следующие особенности профессиональных проб:

1. Диагностический характер. На каждом этапе профессиональной пробы осуществляется диагностика общих и специальных профессионально важных качеств;

2. Каждый этап профессиональной пробы завершается получением закономерного результата – завершенного продукта деятельности, в качестве которого может выступать какое-либо изделие или выполнение функциональных обязанностей специалиста;

3. Развивающий характер, направленный на развитие интереса, выявление склонностей учащихся к той или иной профессиональной деятельности. Все это достигается за счет плавного усложнения практических заданий профессиональной пробы, которые формируются исходя из уровня подготовленности учащихся к их выполнению, не исключая элементы самостоятельности и творческого подхода школьников;

4. Профессиональная проба является основополагающим элементом в системе предпрофильной подготовки, интегрируя, уже имеющиеся знания ученика в профессиональную сферу деятельности, учитывая психологические особенности реального работника данной сферы и практическую проверку индивидуально-практических качеств самого ученика и его отношения к сфере профессиональной деятельности.

В содержании профессиональной пробы выделяются три этапа:

1. Вводно-ознакомительный. На данном этапе осуществляется выявление интересов и увлечений учащихся, а также их отношение к разным профессиональным сферам деятельности. Для получения данной информации используют анкеты или ознакомительные беседы. Информация позволяет понять уровень общей готовности учащегося к участию в профессиональных пробах

2. Подготовительный. Данный этап позволяет накопить необходимую информацию об учащихся, которая позволяет понять уровень их знаний и умений в той области профессиональной деятельности, в которой и предполагается проведение профессиональной пробы. Участники проб получают возможность ознакомиться деятельностью специалистов, осуществляя просмотр кинофильмов, посещая учреждения и предприятия, знакомясь с профессионалами из области трудовой деятельности. Данный этап дает учащимся необходимые теоретические знания о виде деятельности, которой они будут заниматься в процессе осуществления профессиональной пробы.

3. Исполнительский. Здесь происходит осуществление комплекса теоретических и практических заданий, которые, в свою очередь, моделируют основные характеристики предмета деятельности, осуществляется деятельность по достижению целей профессиональной пробы.

В таблице 1 представлена обобщенная структура профориентационного мероприятия по физике, проводимого на базе Читинской малой железной дороги, состоящего из мини-лектория и профессиональной пробы, посвященной роли физики в профессиях, связанных с железной дорогой.

Краткое описание профессионального направления. Железнодорожником называют человека, который задействован в сфере железнодорожного транспорта. Различают такие виды деятельности как путевой обходчик, машинист локомотива, поездной диспетчер, дежурный на станции – это все включает в себя профессия железнодорожника. Профессию железнодорожника можно разделить на 2 группы: рабочие и служащие. К рабочим относятся проводники, путейцы, машинисты, вагонники, к служащим — диспетчеры, инженеры, начальники станции и вокзала.

Таблица 1

Структура профессиональной пробы на базе Читинской малой железной дороге

№	Этап мероприятия	Деятельность организаторов и учителя физики	Деятельность ученика	Время (в мин.)
1	Организационный	Приветствие. Сообщение целей и задач мероприятия. Общая характеристика мероприятия, структура мероприятия	Вопросы к организатору	5
2	Мотивационный	Информирование о роли железнодорожного транспорта, о профессиях на железной дороге,	Учащиеся беседуют с докладчиком, задают появившиеся вопросы.	20

№	Этап мероприятия	Деятельность организаторов и учителя физики	Деятельность ученика	Время (в мин.)
	Лекторий (проводит специалист малой железной дороги)	перспективы развития отрасли и т.п.		
3	Выполнение профессиональной пробы (проводит представитель малой железной дороги и учитель физики)	Решение кейсового задания «Путь от паровоза к электровозу» или «Особенности рельсовой колеи на железной дороге». Обязательные элементы работы железнодорожника на тренажерах и на реальных подвижных составах Малой железной дороги.	Ученики выполняют задания кейса под руководством эксперта (учителя физики). Ученики выполняют элементы работы машиниста электровоза, дежурного по станции и т.п. Обсуждение хода работы и результатов.	45
4	Итоги мероприятия	Подведение итогов на уроке физике в школе после прохождения профессиональной пробы	Беседа с учителем, написание эссе и др.	10

Далее приведены два кейсовых задания по темам «Путь от тепловоза к электровозу» и «Особенности рельсовой колеи на железной дороге», которые возможно проводить в рамках профориентационного мероприятия.

Кейс «Путь от паровоза к электровозу»

Началось все с 1804 года, когда англичанином Ричардом Тревитиком был построен первый паровоз, способный развивать скорость до 10 км/ч. Для сравнения средняя скорость бега человека примерно такая же. В 1825-м году поезд, Джорджа Стефенсона преодолел путь между двумя английскими городами Стоктоном-он-Тисом и Дарлингтоном, развивая скорость уже 24 км/ч, что, на тот момент, не сильно впечатлило общественность. Однако в дальнейшем даже организовывались гонки среди паровозов, которые носили название «Битва паровозов». Отец и сын Стефенсоны одержали победу в таком состязании в 1829 году со своим новым изобретением «Ракета», которая способна была двигаться со скоростью 50 км/ч. В России первый так называемый «сухопутный пароход» был построен отцом и сыном Черепановыми в 1834 году, способный развивать 15 км/ч. На смену им пришел транспорт, закупленный за границей, перемещающийся по первой в России с 1837 года по Царскосельской железной дороге (Петербург — Павловск) со скоростью 64 км/ч.

На смену паровозам пришли тепловозы и электровозы. На сегодняшний день уже никого не удивит экспрессом «Сапсан», которые движется между Москвой и Санкт-Петербургом, развивая скорость до 250 км/ч. Максимальную скорость удалось достичь французским инженерам в 2007 году, и она составила 574.8 км/ч.

На сегодня существует проект, согласно которому поезд должен двигаться в трубе за счет перепадов давления перед вагоном поезда и за ним, что и будет являться движущей силой. В перспективе такой поезд-капсула сможет развивать скорость до 1000 км/ч.

Вопросы к кейсу:

- 1) Как вы думаете откуда пошло выражение «Не бегите впереди паровоза!»?

2) Пассажиры, перемещавшиеся по Царскосельской железной дороге, перед поездкой ходили молиться в церковь. Как вы думаете, что послужило причиной такого беспокойства?

3) Сравните во сколько раз отличается максимальная скорость «Сапсана» и поезда, построенного отцом и сыном Черепановыми

4) Какая средняя скорость паровоза «Ракета»? Если первую треть трассы он двигался со скоростью 45 км/ч, вторую треть – со скоростью 40 км/ч, а последнюю – со своей максимальной скоростью. Ответ дайте в км/ч.

Кейс «Особенности рельсовой колеи на железной дороге»

Устройство рельсовой колеи находится в тесной взаимосвязи с конструкцией и размерами колесных пар подвижного состава. Устройство колесной пары включает в себя: стальную ось, на которую наглухо насажены колеса, которые имеют направляющие гребни, не позволяющие составу сходить с рельс.

Множество особенностей устройства пути наблюдается на кривых участках. Одной из таких особенностей является возвышение наружного рельса над внутренним. Для того, чтобы нагрузка на каждую рельсовую нить была равномерной с учетом центробежной силы, чтобы равномерным был износ наружного и внутреннего рельсов, а также погашения центростремительного ускорения, оказывающего негативное воздействие на комфортность езды пассажиров, возвышение наружного рельса предусматривается при радиусе кривой 4000 м и менее. При этом размер возвышения зависит от скорости, с которой движется поезд и радиуса кривой, который обычно не превышает 180 мм.

Когда подвижный состав движется по кривой, радиусом R возникает центробежная сила:

$$I = \frac{mV^2}{R} = \frac{GV^2}{gR},$$

где m – масса единицы подвижного состава;

G – вес единицы подвижного состава;

g – ускорение силы тяжести

При возвышении наружного рельса на величину h возникает сила H – составляющая веса, направленная внутрь кривой.

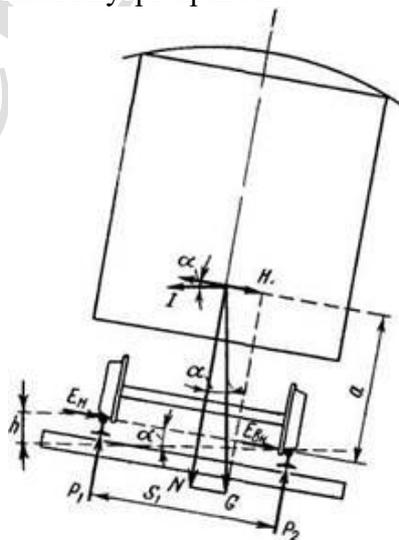


Рисунок 1 — Схема сил, действующих на подвижный состав в кривой при возвышении наружного рельса

По рисунку видно, что $\frac{H}{G} = \frac{h}{s_1}$, из чего следует, что $H = \frac{Gh}{s_1}$.

При возникновении одинакового давления на рельсовые нити равнодействующая N будет перпендикулярна наклонной плоскости пути.

С учетом того, что угол α мал и при условии максимального допустимого возвышения наружного рельса 150 мм, $\cos \alpha = 0,996$, можно принять, что $H = I$.

В таком случае

$$\frac{GV^2}{gR} = G \frac{h}{s_1}$$

Отсюда

$$h = \frac{s_1 V^2}{gR}$$

При условии, что $s_1 = 1,6$ м, $g = 9,81$ м/с² получаем возвышение:

$$h = \frac{12,5V^2}{R}$$

Так как в реальных условиях по кривым перемещаются поезда разной массы Q_i , и с разными скоростями V_i , то в приведенную формулу подставляют среднюю квадратическую скорость:

$$V_{cp} = \sqrt{\frac{\sum Q_i V_i^2}{\sum Q_i}}$$

Вопросы к кейсу:

1. Какое доступно возвышение рельса h , если поезд массой 200 т. движется со средней скоростью 50 км/ч с радиусом кривизны 100 мм?

2. Определите V_{cp} , если по железнодорожному пути движутся три состава массами $m_1 = 6800$ т., $m_2 = 7000$ т. и $m_3 = 7200$ т. со скоростями $V_1 = 55$ км/ч, $V_2 = 50$ км/ч и $V_3 = 45$ км/ч. Масса одного поезда m в среднем составляет 200 т.

3. Какое доступно возвышение рельса h при условии, что по рельсовой колее движутся поезда массами $m_1 = 200$ т., $m_2 = 225$ т. и $m_3 = 245$ т со скоростями $V_1 = 58$ км/ч, $V_2 = 52$ км/ч и $V_3 = 50$ км/ч? Радиус кривизны $R = 100$ мм.

Связь профессиональной пробы с реальной деятельностью реализуется через обязательные элементы работы железнодорожника (на Читинской малой железной дороге ученики могут пробовать себя в профессии машиниста электропоезда, дефектоскописта, дежурного по станции и т.д.)

Завершая профессиональную пробу, можно предложить ученикам вопросы для рефлексии учащихся:

- какие новые знания, умения и навыки были приобретены?
- что изменилось в ваших представлениях о себе и жизненных планах после прохождения пробы?

Таким образом, профессиональная проба – профессиональное испытание или профессиональная проверка, моделирующая элементы конкретного вида профессиональной деятельности, имеющая завершённый вид, способствующая сознательному, обоснованному выбору профессии. Учебный предмет физика позволяет реализовывать профессиональные пробы в значительном количестве.

Список литературы

1. Методические рекомендации о реализации проекта «Билет в будущее» в рамках федерального проекта «Успех каждого ребенка» в 2019 году. Утверждены Министерством просвещения Российской Федерации от 23 сентября 2019 года. № Р-97. // URL: <https://vestnik.edu.ru/uploads/files/487d6bc9ea5e4319ee8b111818321e0e.pdf> (дата обращения: 01.02.2025).
2. Билет в будущее. // URL: <https://bvbinfo.ru/> (дата обращения: 01.02.2025).

References

1. Methodological recommendations on the implementation of the project "Ticket to the Future" within the framework of the federal project "Success of every child" in 2019. Approved by the Ministry of Education of the Russian Federation on September 23, 2019. No. R-97. // URL: <https://vestnik.edu.ru/uploads/files/487d6bc9ea5e4319ee8b111818321e0e.pdf> (date of access: 01/02/2025).
2. Ticket to the future. // URL: <https://bvbinfo.ru/> (access date: 01/02/2025).

ФССО-2025

ГРАВЮРА, ВИНЬЕТКА, РИСУНОК КАК «ВИТРИНА» УЧЕБНИКА ФИЗИКИ XVIII – НАЧАЛА XX ВЕКОВ

Бражников Михаил Александрович

кандидат педагогических наук, доцент, birze@inbox.ru

Московский педагогический государственный университет, 119991, Российская Федерация, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 1, строение 1

Аннотация

В работе проанализированы некоторые типы иллюстраций, предваряющих основное содержание учебника или его глав с точки зрения знакомства учащихся с содержанием учебной книги. Показано, как начиная с XVIII века, менялись типы, функции и роль “заглавного” рисунка в учебниках физики, выявлены основные типы рисунков, сложившиеся к началу XX века. Очерчен круг методических задач, которые необходимо решать при использовании в учебниках “заглавных” рисунков. Приведены примеры иллюстраций в учебниках физики и механики XVIII – начала XX веков.

Ключевые слова

Учебник физики, рабочая книга, гравюра, виньетка, аллегория, дидактический аппарат, обучение, воспитание, Гано, Крафт, Цингер.

ENGRAVING, VIGNETTE, DRAWING AS A "WINDOW" OF A PHYSICS TEXTBOOK OF THE 18TH – EARLY 20TH CENTURIES

Brazhnikov Michael A.

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, birze@inbox.ru

Moscow Pedagogical State University, 119991, Russian Federation, Moscow, Malaya Pirogovskaya Str. 1/1

Abstract

In the article, it analysed some types of illustrations preceding the main content of a textbook or its chapters from the point of view of familiarising students with the content of the textbook. It is shown how, starting from the 18th century, the types, functions and role of the title picture in physics textbooks changed, the main types of pictures that had developed by the beginning of the 20th century were identified. A range of methodological problems that should be solved when using title pictures in textbooks is outlined. Examples of illustrations in physics and mechanics textbooks of the 18th – early 20th centuries are given.

Keywords

Physics textbook, workbook, engraving, vignette, allegory, didactic apparatus, teaching, education, Ganot, Krafft, Zinger.

Введение

В настоящем исследовании нас интересует *рисунок, открывающий учебник*, учебник физики и/или его главы, как некоторая «витрина» его содержания, окно, через которое ученик как бы заглядывает в учебную книгу, знакомится с ней. Мы не будем касаться техники исполнения рисунка, равно как и тех аспектов, которые отличают *гравированный титульный лист и фронтиспис, титульную виньетку и виньетку* или

рисунок, вынесенный на обложку книги. Условно (!) все эти типы мы будем рассматривать как *заглавный рисунок*. Многие общие вопросы иллюстрации учебника XX века были изложены в III части 6 выпуска «Проблемы школьного учебника» (1978), в частности в [4]. Мы исследуем заглавный рисунок, начиная с его появления в XVIII в. Начало чего-либо, рождение есть всегда процесс нелинейный, скачок от «не было» – к «стало». Относится ли это к знакомству с *новой* книгой, *новой темой*, изучаемой по учебнику? В некотором смысле, думается, что и «да» и «нет», и ответ зависит от *степени новизны* книги, повествования в ней, *новизны* изучаемой темы, и предмета в целом. Если взрослому читателю эстетически приятно держать в руках хорошо изданную книгу: переплёт, обрез, бумага, шрифт и т.п. («Книга есть предмет, который мы воспринимаем, держа в руках» [6, с. 13]), то ученик реагирует, во многом, на картинку на обложке, которая как бы раскрывает ему, о чём книга; картинка позволяет сделать первый шаг вперёд к знакомству с ней.

Очевидный факт, что для чтения книги, необходимо умение читать; менее очевидно, что адекватное восприятие картинки на обложке также требует определённого уровня культуры, понимания и знаний. В этой связи отметим три положения относительно иллюстраций в книге для детей, сформулированные У. Фивером: **1)** иллюстрации в детской книге облегчают детское восприятие, подчёркивая каждый ключевой момент; **2)** дети не интересуются книгами, оформленными на уровне их возраста; **3)** система образов от детства одного поколения до детства другого поколения изменятся; каждое поколение детей вынуждены читать, что взрослые считают пригодным для публикации и приобретения [7, с. 8 - 9].

Заглавный рисунок учебника в рамках современной теории дидактического аппарата учебника может быть отнесён и к мотивационно-целевому блоку (невербальным способом он подчёркивает мысль: изучая этот курс/эту главу *ты узнаешь...*), и к содержательному блоку как невербальная аннотация и обобщение содержания учебника или его раздела. В XXI веке роль зрительного восприятия информации, в том числе и учебной, только возрастает (на уроке рассказ учителя сопровождается видеоклипами, презентацией, которые также могут быть включены и в домашнее задание). В настоящей публикации рассматривается эволюция заглавного рисунка учебника физики.

Гравюра в учебнике XVIII века

Уже с появлением первых печатных учебников *гравюра*, открывающая книгу и предвещающая основной текст, помимо художественных задач, являлась тем мостиком, который позволял сделать первый шаг к изучению науки. Гравюру в учебнике де Графа «Книга учащая...» [3], см. рис.1а, предвещает объяснение на голландском и русском языках. Русский текст начинается так: «Изь Аснение Сихъ јаже Ввоаніи вмѣсто Надписаниа ѳбы Авлаютса. Женою всрединѣ сѣдащею Показуемъ плавание, Держит ѿна Вдеснице Правило Вподобие Весла древним ѿбычаемъ сочиненное Вшуицеже держитъ компасъ...» (примерный перевод: «Изъяснение сих, которые в ваянии, вместо надписания дабы являются. Женщиною в середине сидящую покажем плавание (т.е. Навигацию – М.Б.), держит она в правой руке правило, сделанное наподобие весла древним обычаем, в левой руке компас...»). В голландском тексте приведённого выше первого предложения нет. «Книга, учащая...», как одно из первых русских изданий, должно было познакомить читателя с назначением гравюры, с которой начинается книга – новым приёмом введения в изучаемый предмет.

Диалектика такова, *если ты понимаешь* условный язык гравюр, аллегорий, которые в них заключены, то такая книжная заставка является резной дверцей, раскрывающей содержание учебной книги, наглядно показывающей основные вопросы, которые будут рассмотрены, дающей образное представление о предмете; *если – нет*, то заставка будет играть роль красивого рисунка и не более. Языку аллегорий нужно было учить, а саму

гравюру изучать и анализировать *совместно* с учениками. На рис. 1а взгляд современного человека выхватывает отдельные лишь детали: глобус Земной и глобус небесный, инструменты, книги; но признать, не зная смысла аллегорий, в центральной фигуре Навигацию, в левой фигуре (от зрителя) – Гидрографию, а в правой – Арифметику, тем более, что на медальоне слева – адмирал флота Ф. А. Головин, крайне трудно.



Рисунок 1 — (а,б) Гравюры в учебниках XVIII века

а) де Граф «Книга учащая...» (1701) [3]

б) G.W. Krafft “Kurtze Einleitung zur Erkänntnüß der einfachen Maschinen, und derselben Zusammensetzung: Zum Gebrauche der Russischen studirenden Jugend” (1738) [10]

Можно предположить, что (церковно-) образованному ученику, приступающему к изучению “практических” наук, уже были известны смыслы икон, в частности, *житийных*; верующего обучали языку христианских символов с детства, тому, что святые были покровителями занятий людей. И хотя язык книжных гравюр не был исключительно религиозным, а содержал светские элементы и элементы античных мифов, он, вероятно, был понятнее ученику XVIII века, чем современному школьнику.

И всё-таки книжная гравюра с покровительницами наук и искусств в большей степени относится к *западной традиции*. На рис. 1б представлена гравюра, открывающая вариант издания на *немецком языке* учебника Крафта Г. В. «Краткое руководство к познанию простых и сложных машин» (1738) [10], в *русскоязычном* издании гравюры нет. Древнеримская богиня Минерва, судя по гравюре, покровительствует артиллерии, фортификации, механике (на гравюре видим: крепость, пушки, ворота и полиспасты).

Художественная целостность гравюры способствовала (*должна была способствовать*) формированию целостного восприятия при знакомстве с изучаемым предметом. Гравюры, предваряющие учебники математики, физики, механики, географии *первой половины* XVIII века, вполне отвечают принципам иллюстрации, отмеченным Фивером, кроме, пожалуй, одного – они не являлись системой образов *предыдущего* поколения, а были привнесены, как и многое в культуре, эпохой Петра I. Но уже в конце XVIII в. мы можем видеть ряд *православных* икон, например, Св. Вмц. Варвары, которая становится и покровительницей артиллерии (происходила *как бы* смена античных покровителей на христианских), см., например, икону конца XVIII в. в музее Щелыкова [1], правда, изображённые на ней молоток и мастерки уже не

атрибут ремесла, а символ Вольного общества каменщиков. Гравюры в отечественных учебниках физики и других естественных наук, наполненные аллегориями, ушли вместе с XVIII веком. Они давали возможность составить обобщённое (аллегорическое) представление о предмете, знакомили учащихся с его основными разделами и используемыми инструментами, однако для их понимания требовалось обучение символическому языку аллегорий.

Заглавный рисунок в учебниках XIX – начала XX веков

Место мифологической аллегии сменил натурный рисунок с элементами технического. Такая смена соответствовала общему направлению развития иллюстрации в учебниках физики, а также изменению назначения рисунка, предваряющего учебник. Гравюра как первое знакомство, как введение и как краткое обобщение, сменилась рисунком отражающим, по мысли авторов, достижение физики и техники своего времени. В ряде учебников в 1860-е гг. появился заглавный рисунок *ключевого опыта, физического явления, прибора*, например, в переводных изданиях французского учебника А. Гано, см. рис. 2.

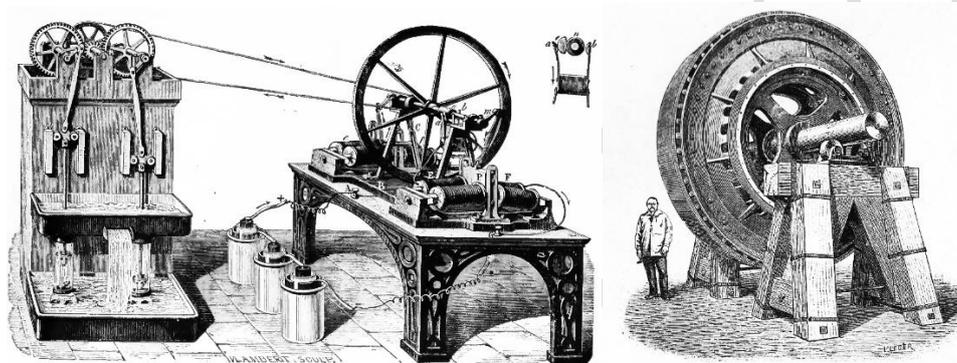


Рисунок 2 — (а,б) Заглавный рисунок в переводных изданиях учебника А. Гано

а) Электрический насос, 1871 г. [11]

б) Кольцо электрогенератора, 1909 г. [2]

Прослеживается роль *ключевого рисунка*, мотивирующего учащегося к изучению достижений физики-науки и техники. Но человек рядом с огромным кольцом генератора – это трансляция видения взрослого человека 1900-х гг. на то, что должно быть интересно гимназисту. Но занимало ли это сильно большинство учеников? Подобный приём использовался и в первой трети XX в., однако вместо рисунка в «Элементарной физике» Р. А. Милликена (1931) на форзаце приведена *фотография*. На ней представлен витафон, прибор для показа звукового кино, совмещавший киноаппарат, синхронизированный с электропроигрывателем. Это была суперновинка для 1927 г. – года выхода учебника в США, но в СССР в 1931 г. уже был снят первый игровой фильм с *оптической* записью звука, так что такие *ключевые рисунки* в роли заглавного могли быстро устаревать. В ряде случаев вместо новинок техники роль заглавного рисунка отводилась известному школьному прибору, с которым ставилось много опытов, так, в «Полном курсе физики» А. Гано (1867), изданном в Петербурге, на обложке показан воздушный насос с колоколом. В этом случае *ключевой рисунок* иллюстрировал *как бы* курс физики в целом.

Титульный лист *каждого* из четырёх томов переводного французский курса физики Жамена и Вюльнера, вышедших в России в 1860-е гг. иллюстрировался рисунком некоторого *ключевого опыта*; затем этот опыт *обсуждался в тексте учебника*. Сокращённый курс физики Жамена (в 2-х частях 1874 – 1875) вышел с иллюстрацией физического опыта на титульном листе для каждой части. Так, рисунок опыта с

катушкой Румкорфа предварял вторую часть учебника [5], начинавшегося с темы электричество.

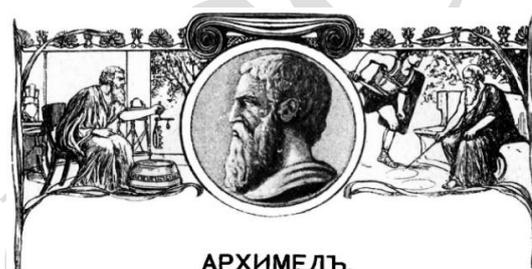
Н.А. Любимов в учебнике «Начальной физики» (1876) вынес на издательские обложки (переднюю и заднюю) *исторические гравюры* опыты с воздушным насосом; рисунки подчёркивали *особый характер учебника* для гимназий, построенного на слиянии исторического и догматического элементов, как говорится в предисловии. Исторические опыты нашли *объяснение в тексте учебника*.

Переплётчик далеко не всегда сохранял издательскую обложку, в этом случае экземпляры утрачивали рисунки, предваряющие учебник. Отметим, что во многих французских, английских и итальянских (судим по цифровым копиям The Internet Archive), а также в ряде русских изданий полного и сокращённого курсов физики А. Гано, *рисунка, играющего роль заставки нет*. В то же время, английские варианты учебника 1860 – 1900 гг., предваряются таким рисунком. Нет рисунков и в оригинальных изданиях учебников Ж. Жамена, и в оригинальных изданиях учебника А. Вюльнера.

Сделаем вывод, что рисунок ключевого опыта, важного физического прибора и т.п., «открывающего» учебник, появился в учебной литературе по физике, изданной в России, в 60-е гг. XIX века, но он не являлся *обязательным элементом учебника физики*.

Виньетки в учебных пособиях А. В. Цингера

В начале XX века А. В. Цингером была предпринята попытка в новых условиях вернуть рисунку назначение, отвоdivшееся ему в XVIII в. в начале главы или раздела. Виньетки в «Начальной физике» (1910) украсили главы и исторические вставки-рассказы, см. рис. 3 (а,б). Первая из них изображает сюжеты двух известных легенд об Архимеде, вторая – предваряет рассказ о Ньюtone, при этом мы не видим в этих изображениях аллегорий. Виньетки, предваряющие главы, выполнены по-иному, см. рис. 3 (в,г); они похожи на рисунок-шараду. Перед прочтением главы ученику предлагается разобрать затейливый рисунок из измерительных приборов (*или учитель на уроке должен был в начале новой темы обратить внимание ученика на зашифрованное в рисунке послание?*). Однако, в учебнике физики А. В. Цингера «Начальная физика. Механика» для II ступени никаких виньеток нет; II ступень – более взрослые учащиеся, уже знакомые с физикой, им не требуется предварительного вступления для изучения материала.



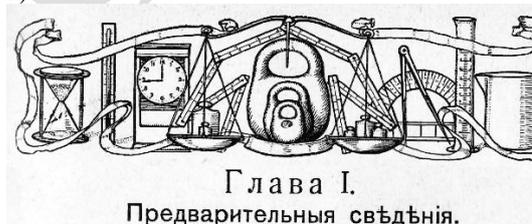
АРХИМЕДЪ.

а)



ГАЛИЛЕЙ.

б)



Глава I.
Предварительная свѣдѣнія.

в)



ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ,
ИЗМЕРЕНИЯ.

г)

Рисунок 3 — (а, б, в, г.) Заглавные виньетки в учебных пособиях А.В. Цингера
а, б, в – «Начальная физика», I ступень (1910) [8]
г – «Рабочая книга по физике. 5 год обучения» (1931) [9]

Художественная целостность виньетки способствует формированию у учащегося целостного представления о том, о чём будет рассказано в главе: виньетка возбуждает мотивацию к изучению материала главы или его обобщению. Аналогичная виньетка, созданная для «Рабочей книги по физике», была упрощена; будучи выполненной в другом стиле, она потеряла *затейливость* при той же композиционной идее. В дискуссии 1920-х гг. о *декоративности* и *конструктивности* в иллюстрации книги, в данном случае победила *конструктивность*. Вопрос, не только в том (!) какое изображение лучше или хуже эстетически, а какой стиль доступнее для ученика и приемлемее для учебника физики как дидактического средства обучения и воспитания, какая виньетка является лучшим мостиком к новому материалу. Эта проблема, которую решает автор учебника вместе с художником. По Фиверу, детская иллюстрация в 1930-е гг. была представлена заметно разными по стилю рисунками: Н. Парен и Э. Шепарда, В. Лебедева и Б. Арцыбашева и др., в том числе теми, которые по исполнению были ближе либо к рис. 3в, либо к рис. 3г.

В первой трети XX века ряд учебников физики выносили на свою обложку рисунок *ключевого опыта, прибора, явления*. Выпуски «Начальных работ по физике» Ф. Н. Индриксона иллюстрировались некоторым прибором; выпуск «Учение об электричестве и магнетизме» (1914) – электрофорной машиной; «Природоведение» В. Ф. Капелькина и А. В. Цингера (1912) – парами узнаваемых картинок, так, неживая природа была представлена «восходом солнца над морем» и «земным глобусом». На обложке «Рабочей книги по физике для ФЭС. 7 год обучения» (1931) Е. Н. Горячкина стилизованно изображены трамвай, электростанция и ЛЭП, что соответствует содержанию первых глав книги. В эпоху электрификации такие рисунки были *привычны жителю большого города* (в Москве МОГЭС расположена почти напротив Кремля, в 1930-е гг. вдоль Москворецкой набережной была проложена ЛЭП с такими же опорами, какие были показаны на рисунке). В то же время на обложке «Рабочей книги по физике» Г. И. Фалеева был нарисован кухонный кран, *иллюстрация довольно невнятная* для введения в учебник, в том смысле, в котором иллюстрация есть, прежде всего, «выявление средствами изобразительных искусств того, что путём слова выявляется в печати и письме» [6, с. 78].

Начиная с 1960-х гг. обложки учебников физики вновь стали иллюстрировать некоторыми ключевыми рисунками, но ни по идее, ни по исполнению, они не достигали уровня лучших примеров начала XX в.; так, условное изображение броуновской частицы на обложке учебника Физика-9 (1976), вызывает больше вопросов, чем понимания.

Заключение

Заглавный рисунок (условное название) в виде гравюры или виньетки, открывающей учебник (механики, математики, инженерных наук) или его главу, возник в развитие *западной* учебной книги XVII – XVIII веков; аллегории заключённые в изображениях требовали *пояснений* в тексте книги *либо пояснений учителя*. Гравюры давали обобщённое, *целостное представление* о содержании изучаемой науки, учебника или его главы. Однако, сложность состояла не только в гравировании рисунка, но и в объяснении смысла гравюры. И, если при переводе учебника физики Ж. - А. Нолле (1779), гравюры вошли в русской издание, то вместо гравюр, содержащихся в сочинении Вольфа-Тюминга, М. В. Ломоносов предпослал сделанному им переводу Вольфианской физики (1746) *словесное предисловие*.

Заглавный рисунок на титуле или форзаце ряда учебников второй половины XIX – начала XX вв. играл роль *ключевого рисунка*, выражавшего, по мысли авторов, самое существенное достижение науки и техники или наиболее известный опыт, отвечавший тематике учебника (его части). *Ключевой рисунок служил средством мотивации* к изучению предмета, при этом он *находил объяснение в тексте учебника*. В качестве такого рисунка в XX в. могла выступать и фотография. В эпоху технической революции

ключевые рисунки быстро устаревали, при переиздании учебника их необходимо было менять.

А. В. Цингер, развивая идеи XVIII века, предложил в учебнике «Начальная физика. I ступень» (1910) в качестве вступления к каждой главе использовать *виньетки*, раскрывающие содержание глав, они предваряли также исторические вставки. Некоторые виньетки представляли своего рода рисунки-шарады и требовали внимательного изучения; представляется, что *учитель должен был на такие рисунки обращать* внимание учеников при объяснении новой темы, формулировании домашнего задания, обобщающем повторении и т.п. Художественная и композиционная целостность виньеток, будучи *осознанной и принятой* учащимися, способствует формированию у учеников целостного восприятия изучаемого материала. Чтобы быть принятой учениками нового поколения, Цингер в новом учебнике начала 1930-х гг. изменил *художественный стиль выполнения* рисунков по сравнению с изданием 1910 г. Но и в первом, и втором случае – это было то художественное видение, которое по мысли автора (*поколение отцов*) должно быть интересно и мотивировать учащихся (*поколение детей*) к изучению физики. Какой должна быть виньетка – простой, или чуть более замысловатой, чтобы ученик себя почувствовал в чём-то инспектором Варнике (см. журнал «Наука и жизнь», 1970-е гг.) – этот вопрос равносителен тому, на кого должен быть ориентирован учебник.

Резюмируя, можно заключить, что к началу XX века исторически сложились два типа *заглавных рисунков*: *ключевой рисунок* для учебника физики в целом и *виньетка* для каждой главы, но их наличие не являлось непременным требованием к учебнику. Однако, если они есть, то возникает несколько аспектов использования рисунков: *содержание, художественное исполнение, методическая связь с текстом учебника, работа учителя, уровень изучения физики*, на который ориентирован учебник, использующий рисунки. Отметим, что в XXI веке ряд учебников как отечественных (А. В. Пёрышкин, Е. М. Гутник «Физика-9» (2014)), так и зарубежных (Cambridge IGCSE™ Physics Coursebook (2014,2021)) используют ключевые рисунки и фотографии при оформлении глав и разделов физики.

Список литературы

1. Варвара великомученица. – Иконография восточно-христианского искусства. - Проект научного отдела факультета церковных художеств Православного Свято-Тихоновского гуманитарного Университета. URL: <https://icons.pstgu.ru/icon/738> (дата обращения 25.12.2024). – Режим доступа: свободный.
2. Гано А. Полный курс физики с кратким обзором метеорологических явлений: учебник / А. Гано, М. Маневрие; пер. с 23-го. фр. изд. В. Агафонова и Г. Барша. - 10-е изд. - СПб.: Типография В. И. Яковенко, 1909. - XVIII, [2], 341, [3], 424 с.
3. де Граф А. - И. Книга учащая морского плавания: учебник /А. - И. де Граф. Амстердам.: Печатня Авраам Бремман, 24 ноября 1701. – 147 с.
4. Добкин С. Ф. Полиграфическое качество учебной книги / С. Ф. Добкин в сб. Проблемы школьного учебника: вып. 6. – М.: Просвещение, 1978. – С. 211 – 234.
5. Жамен Ж. - С. Краткий курс физики: учебник: в 2-х т.; Т. II. / С. Жамен; пер. Н. К. Гутковского. – СПб.: Типография М. О. Вольфа - 1875. - [4], 364, XI с.
6. Сидоров А. А. Искусство книги / А. А. Сидоров. - [М.]: Дом печати, [1922]. - 103 с.
7. Фивер У. Когда мы были детьми: Два века книжной иллюстрации для детей / У. Фивер; пер. с англ. А. Ильф. – М.: Советский художник, 1979. – 96 с.
8. Цингер А. В. Начальная физика: Первая ступень: учебник / А. В. Цингер, - М.: В. М. Саблин, [1910]. - XXII, [2], 504, [1] с.
9. Цингер А. В. Рабочая книга по физике: 5 год обучения: учебник / А. В. Цингер. - [М.]: Огиз - Гос. учеб.-пед. изд-во, 1931. - 202 с., 2 с.
10. Krafft G.W. Kurtze Einleitung zur Erkänntnüss der einfachen Maschinen, und derselben Zusammensetzung: Zum Gebrauche der Russischen studirenden Jugend / G. - W. Kraff. – St. Petersburg.: Gedruckt bey der Kayserl. Academie der Wissenschaftten, 1738. - [2], 96 s., [36] Tb.
11. Peck W. G. Introductory Course of Natural Philosophy for the Use of Schools and Academies Edited from Ganot s Popular Physics. Ed. from Ganot's popular physics. – N.Y. and Chicago, 1871. – 504 pp.

References

1. Varvara velikomuchenica. – Ikonografiya vostochno-hristianskogo iskusstva. - Proekt nauchnogo otdela fakul'teta cerkovnyh hudozhestv Pravoslavnogo Svyato-Tihonovskogo gumanitarnogo Universiteta. URL: <https://icons.pstgu.ru/icon/738> (data obrashcheniya 25.12.2024). – Rezhim dostupa: svobodnyj.
2. Ganot A. Polnyj kurs fiziki s kratkim obzorom meteorologicheskikh yavlenij: uchebnik / A. Gano, M. Manevrie; per. s 23-go. fr. izd. V. Agafonova i G. Barsha. - 10-e izd. - SPb.: Tipografiya V. I. YAkovenko, 1909. - XVIII, [2], 341, [3], 424 s.
3. de Graf, A. - I. Kniga uchashchaya morskogo plavaniya: uchebnik / A. - I. de Graf. Amsterdam.: Pechatnya Avraam Breman, 24 noyabrya 1701. – 147 s.
4. Dobkin S. F. Poligraficheskoe kachestvo uchebnoj knigi / S. F. Dobkin v sb. Problemy shkol'nogo uchebnika: vyp. 6. – M.: Prosveshchenie, 1978. – S. 211 – 234.
5. Jamin J. - S. Kratkij kurs fiziki: uchebnik: v 2-h t.; T. II. / J. - S. Jamin; per. N. K. Gutkovskogo. – SPb.: Tipografiya M. O. Vol'fa - 1875. - [4], 364, XI s..
6. Sidorov A. A. Iskusstvo knigi / A. A. Sidorov. - [M.]: Dom pechati, [1922]. - 103 s.
7. Feaver W. Kogda my byli det'mi: Dva veka kn. il. dlya detej / W. Feaver; per. s angl. A. Il'f. – M.: Sov. hudozhnik, 1979. - 96 s.
8. Zinger A. V. Nachal'naya fizika: Pervaya stupen': uchebnik / A. V. Zinger, - M.: V. M. Sablin, [1910]. - XXII, [2], 504, [1] s.
9. Zinger A. V. Rabochaya kniga po fizike: 5 god obucheniya: uchebnik / A. V. Zinger. - [M.]: Ogiz - Gos. ucheb.-ped. izd-vo, 1931. - 202 s., 2 s.
10. Krafft G. W. Kurtze Einleitung zur Erkänntnüss der einfachen Maschinen, und derselben Zusammensetzung: Zum Gebrauche der Russischen studirenden Jugend / G.-W. Kraff. – St. Petersburg.: Gedruckt bey der Kayserl. Academie der Wissenschaften, 1738. - [2], 96 s., [36] Tb.
11. Peck W.G. Introductory Course of Natural Philosophy for the Use of Schools and Academies Edited from Ganot s Popular Physics. Ed. from Ganot's popular physics. – N.Y. and Chicago, 1871. – 504 pp.

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ
ПО ТЕМЕ «ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ»
ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Буш Алсу Фаритовна

старший преподаватель кафедры фундаментальной физики и нанотехнологии
bush_alsu@mail.ru

Холина Светлана Александровна

кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой фундаментальной
физики и нанотехнологии svetaholina@mail.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения» 105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. Радио, д. 10А, стр. 2

Аннотация

В статье рассматривается внеурочная деятельность учащихся пятых и sixth классов основной школы, условия ее организации и проведения. Описаны три этапа реализации программы внеурочной деятельности «Физика и робототехника», включая подготовительный. Приведена процедура отбора учащихся на программу внеурочной деятельности. Разобрана структура и содержание учебного пособия на примере изучения темы «Простые механизмы», включающая основные понятия, единицы измерения физической величины, физические приборы и основные характеристики их шкал, способы измерения физической величины, описание опытов с применением физического оборудования и комплекта по робототехнике. Проанализированы структура и содержание занятий темы, включая описание видов деятельности учащихся при конструировании объектом и проведении опытов. Приведены некоторые данные констатирующего этапа исследования.

Ключевые слова

Курс физики, мотивация, внеурочная деятельность, физическое оборудование, робототехника.

**ORGANIZATION AND CONDUCT OF CLASSES
ON THE TOPIC “SIMPLE MECHANISMS”
IN EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES**

Bush Alsu Faritovna

senior Lecturer, Department of Fundamental Physics and Nanotechnology,
bush_alsu@mail.ru

Kholina Svetlana Aleksandrovna

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, head of the Department of
Fundamental Physics and Nanotechnology,
svetaholina@mail.ru

Federal State University of Education 105005, Moscow, ext. ter. Basmanny municipal district, st. Radio, 10A, building 2

Abstract

The article examines the extracurricular activities of students in the fifth and sixth grades of a basic school, the conditions for its organization and conduct. Three stages of the

implementation of the extracurricular activity program “Physics and Robotics” are described, including the preparatory stage. The procedure for selecting students for the extracurricular activity program is given. The structure and content of the textbook is analyzed using the example of studying the topic “Simple Mechanisms”, including basic concepts, units of measurement of physical quantities, physical instruments and the main characteristics of their scales, methods of measuring physical quantities, a description of experiments using physical equipment and a robotics kit. The structure and content of the lessons on the topic are analyzed, including a description of the types of activities students perform when constructing objects and conducting experiments. Some data from the ascertaining stage of the study are presented.

Keywords

Physics course, motivation, extracurricular activities, physical equipment, robotics.

Внеурочная деятельность предоставляет широкие возможности для осуществления мотивационного этапа к изучению курса физики. Эффективность занятий во внеурочной деятельности обеспечивается технологиями дифференцированного подхода, который способствует формированию внутренней мотивации школьников и их готовности к дальнейшему изучению физики [1]. Для организации и проведения занятий по внеурочной деятельности целесообразно использовать учебное пособие «Физика и робототехника», позволяющее реализовать дифференцированный подход на подготовительном этапе изучения физики, в-пятых, и шестых классах основной школы [2;3]. При разработке программы внеурочной деятельности и учебного пособия были проанализированы работы ученых по следующим проблемам:

- формирование и развитие мотивации учащихся (А. Н. Леонтьев, К. Левин, Х. Хекхаузен, Л. И. Божович, И. В. Имедадзе, А. А. Файзуллаев и другие);
- мотивации учебной деятельности школьников (А. К. Маркова, В. И. Махновская, Н. В. Афанасьева, Т. А. Саблина, Л. П. Кичатинов, О. А. Чувакова, М. В. Матюхина, А. Г. Лидерс, В. Хеннинг);
- мотивация к обучению физике (Г. В. Рыбкина, З. Д. Жуковская, Н. Н. Иванова и др.);
- условия организации внеурочной работы (Н. П. Анিকেевой, Н. И. Болдырева, Л. Ю. Гордина, Г. И. Щукиной, В. О. Кутье, И. А. Мереакре, Л. И. Новикова и другие);
- совместной деятельности учащихся в учебном процессе (В. Ф. Шаталов, Е. П. Ильин, И. А. Зимняя, Ш. А. Амонашвили и другие).

Учебное пособие апробировалось в общеобразовательных школах Москвы, Московской области, Мегииона Ханты-Мансийского Автономного округа - Югры, Уфы с учетом следующих принципов:

- соответствие содержания учебного материала пособия возрастным особенностям обучающихся;
- преемственность знаний по физике на различных этапах обучения;
- учёт положительного опыта организации внеурочной деятельности по физике;
- ориентация на программу воспитания в рамках образовательной организации;
- выявление интересов обучающихся и запросов их родителей.

Реализация программы внеурочной деятельности «Физика и робототехника» начиналась на подготовительном этапе с анализа запросов учащихся и их родителей о направлениях внеурочной деятельности, мониторинга интереса учащихся в различных предметных областях, определение уровня мотивации, выявление необходимых условий для реализации внеурочных занятий. Опросы показали, что в 30 % всех случаев запросы учащихся и их родителей совпадают. Возникла необходимость дополнительного мониторинга интересов учащихся для дальнейшей корректировки выбора направления

внеурочной деятельности и проведения консультации с родителями учащихся для итогового согласования тематики программы. Программа «Физика и робототехника» рассчитана на два года обучения при учебной нагрузке один час в неделю. Определение уровня мотивации учащихся осуществлялось в ходе изучения курса внеурочной деятельности в первом полугодии пятого класса. При выявлении низкой мотивации (не более 3%) учащемуся предлагалось изменить программу и перейти в другую группу учащихся.

На подготовительном этапе реализации программы выявились материально-технические возможности образовательной среды школы, в частности оснащение кабинета физики. Дополнительно к физическому оборудованию использовался набор VEXIQ, который позволял обеспечить работу группы учащихся из 10–12 человек.

Содержание программы и ее структура соответствует подготовительному этапу изучению курса физики. Так, при изучении темы «Простые механизмы» рассматриваются понятие сила, единицы измерения силы, прибор для измерения силы, простые механизмы (рычаг, блоки, наклонная плоскость, ворот). Данная тема включает в себя четыре занятия (рис. 1).



Рисунок 1 — Содержание темы «Простые механизмы»

Первое занятие знакомит учащихся с понятием «сила», которое характеризует действие одного тела на другое. Демонстрируется пружина, препятствующая падению тела, подвешенного на нее. Затем, учащиеся изучают конструкцию прибора для изучения силы – динамометра. Основная часть динамометра – пружина с указателем, закрепленная на деревянном корпусе прямоугольной формы со шкалой. Под действием груза пружина растягивается, указатель перемещается по шкале и по положению указателя определяется значение силы. Для измерения силы предварительно записываются характеристики шкалы динамометра: цена деления и предел измерения. На опыте учащиеся измеряют силу, с которой груз действует на пружину динамометра.

Второе занятие посвящено изучению наклонной плоскости. Учащиеся конструируют наклонную плоскость из деталей набора по робототехнике и проводят опыт по подъему груза с помощью динамометра на некоторую высоту (рис.2, а). По шкале динамометра фиксируют силу, с которой груз действует на пружину динамометра. Опыт повторяют, поднимая груз на динамометре вверх на ту же высоту. Сравнивая полученные значения сил, учащиеся приходят к выводу, что наклонная плоскость дает

выигрыш в силе. Важно показать примеры из жизни, иллюстрирующие способы применения наклонной плоскости. Целесообразно учителю привести один-два примера, и остальные предложить привести учащимся самостоятельно.

На третьем занятии изучают на жизненных примерах рычаг, виды рычагов (первого и второго родов). Из деталей конструктора учащиеся собирают рычаг первого рода и на опыте проверяют условия его равновесия, используя в качестве грузов ступицы с крышками (рис.2, б). Учащиеся формулируют вывод, отвечая на вопросы: 1) силы, действующие на левую и правую часть рычага; 2) расстояние от оси вращения рычага до центра груза. Затем, на примерах из жизни показываем применение рычага первого рода.

Четвертое занятие знакомит учащихся с блоками (подвижный и неподвижный). На опыте показывают применение неподвижного блока. Для этого конструируют модель «ролика» (рис. 2, в). Модель позволяет поднимать грузы на некоторую высоту или удерживать грузы на некоторой высоте с помощью таких же по массе грузов. Как и на предыдущих занятиях рассматриваются примеры применения неподвижного блока.

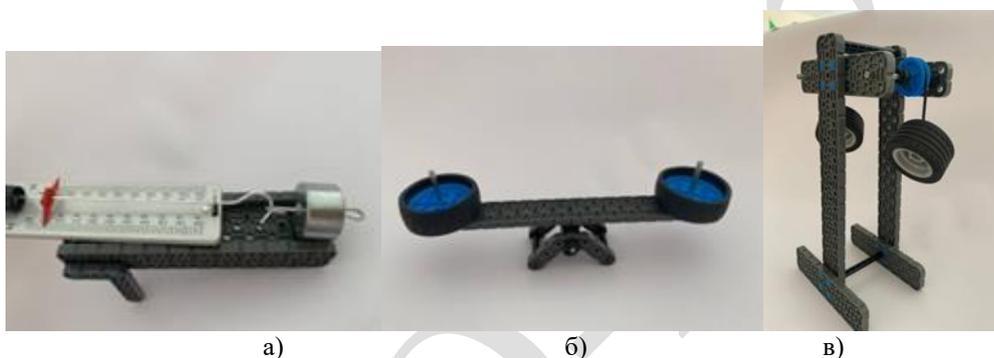


Рисунок 2 — Простые механизмы: а) наклонная плоскость; б) рычаг; в) неподвижный блок

Подведение итогов изучения темы может осуществляться при сборке модели «автокара», в которой используется простые механизмы. Это позволяет сделать важный вывод о том, что более сложные технические объекты могут состоять из простых.

По итогам изучения курса «Физика и робототехника» целесообразно провести анкетирование учащихся с целью выявления их мотивации к изучению курса физики. Результаты анкетирования показали высокий уровень мотивации (78 %). Такой результат дает возможность предполагать о готовности учащихся изучению курса физики, достижении высоких результатов обучения в дальнейшем.

Список литературы

1. Буш А. Ф. Мотивационные технологии во внеурочной деятельности / А. Ф. Буш // В сборнике: Проблемы и перспективы развития образования по физике: общеобразовательные учреждения, педагогические вузы. Доклады научно-практической конференции. - Москва, 2017. - С. 109–112.
2. Буш А. Ф. Особенности программы внеурочной деятельности «Робототехника», как пропедевтики физики / А. Ф. Буш // В книге: Проблемы и перспективы развития образования по физике: Общеобразовательные учреждения, педагогические вузы. доклады научно-практической конференции. отв. ред. С. А. Холина. – Москва, 2019. - С. 111-115.
3. Буш А. Ф., Холина С. А. Система заданий элективных курсов мотивирующего характера во внеурочной деятельности по физике / А. Ф. Буш, С. А. Холина // В сборнике: Проблемы теории и практики инновационного развития и интеграции инновационного развития современной науки и образования. Материалы II Международной междисциплинарной конференции. - Москва, 2021. - С. 66–70.

References

1. Bush A. F. Motivational technologies in extracurricular activities / A. F. Bush // In the collection: Problems and prospects for the development of education in physics: educational institutions, pedagogical universities. Reports of the scientific and practical conference. - Moscow, 2017. - pp. 109–112.
2. Bush A. F. Features of the extracurricular activity program “Robotics” as propaedeutics of physics / A. F. Bush // In the book: Problems and prospects for the development of education in physics: General educational institutions, pedagogical universities. reports of the scientific-practical conference. resp. ed. S. A. Kholina. – Moscow, 2019. - pp. 111-115/
3. Bush A. F., Kholina S. A. System of assignments for elective courses of a motivating nature in extracurricular activities in physics / A. F. Bush, S. A. Kholina // In the collection: Problems of the theory and practice of innovative development and integration of innovative development of modern science and education. Proceedings of the II International Interdisciplinary Conference. - Moscow, 2021. - pp. 66–70.

ФЦКО-2025

ЕГЭ И ПРОБЛЕМА ФОРМУЛИРОВКИ УТВЕРЖДЕНИЙ В ШКОЛЬНЫХ УЧЕБНИКАХ ФИЗИКИ

Грибов Виталий Аркадьевич¹

кандидат физико-математических наук, доцент, vitalii_gribov@mail.ru

Демидова Марина Юрьевна²

доктор педагогических наук, член-корреспондент РАО, ведущий научный
сотрудник, demidova@fipi.ru

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, физический факультет, 119991, ГСП-1, Российская федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

² ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» 123557, Российская федерация, Москва, Пресненский Вал, д. 19, стр. 1

Аннотация

ЕГЭ по физике выявляет ощутимые различия в содержании формулировок ряда важных понятий, утверждений и закономерностей в школьных учебниках физики, написанных разными авторами. В качестве примеров рассмотрены понятия траектории и веса тела, модели материальной точки и идеального газа, явление электромагнитной индукции. Отмечается, что расплывчатые и неоднозначные формулировки, ошибочные утверждения вполне могут послужить причиной потери интереса к физике у школьников, избалованных обилием информации. Вносятся предложения, направленные на устранение этих недочётов в текстах учебников.

Ключевые слова

ЕГЭ по физике, материальная точка, траектория, вес тела, закон Архимеда, идеальный газ, явление электромагнитной индукции.

THE UNIFIED STATE EXAMINATION AND THE PROBLEM OF STATEMENTS FORMULATION IN SCHOOL TEXTBOOKS OF PHYSICS

Gribov Vitaliy A.¹

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, vitalii_gribov@mail.ru

Demidova Marina Yu.²

Doctor of Pedagogy, Corresponding Member of the Russian Academy of Education,
Leading Researcher, demidova@fipi.ru

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics, 119991, GSP-1, Russian Federation, Moscow, Lenin Hills, 1, building 2

² Federal Institute for Pedagogical Measurements, 123557, Russian Federation, Moscow, Presnensky Rampart, 19, building 1

Abstract

The USE in Physics reveals significant differences in the content of formulations related to a number of important concepts, statements and laws in school physics textbooks written by different authors. The concepts of trajectory and weight of a body, the models of a material point and an ideal gas, and the phenomenon of electromagnetic induction are considered as examples. It is noted that vague and ambiguous formulations, erroneous statements may well cause a loss of interest in physics among schoolchildren spoiled by an abundance of information. Suggestions are made to eliminate these shortcomings in textbook texts.

Keywords

The USE in Physics, material point, trajectory, weight of a body, Archimedes' law, ideal gas, electromagnetic induction phenomenon.

С 2022 года в каждом варианте КИМ ЕГЭ по физике есть задание, которое проверяет знакомство школьников с содержанием сразу всех крупных разделов школьного курса физики и понимание этого содержания. Пример такого задания [2]:

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Импульсом силы называется величина, равная произведению силы, действующей на тело, на время её действия.

2) В изотермическом процессе для постоянной массы разреженного газа произведение объёма газа на его давление остаётся постоянным.

3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел обратно пропорционален расстоянию между ними.

4) Частота свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре увеличивается с уменьшением индуктивности катушки.

5) В планетарной модели атома число нейтронов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке нейтрального атома.

Ответ: 124 .

На первый взгляд, перед нами задание, на которое несложно ответить, да и составить такое задание тоже несложно. Оставим в стороне статистику выполнения такого рода заданий – это не тема данного выступления. А как насчёт их составления? Казалось бы, чего тут сложного – в нашем распоряжении столько разных определений и закономерностей! Только успевай нарезать цитаты из учебника.

На деле всё оказывается не так просто. Мы избегаем упоминать в заданиях многие широко известные физические понятия и закономерности. Во-первых, потому что в разных школьных учебниках они формулируются ощутимо по-разному. И это не стилистические, а содержательные различия. Во-вторых, и это важнее, в ряде случаев эти формулировки отличаются от формулировок в Физическом энциклопедическом словаре (ФЭС) [8], который принято считать эталоном в вопросах формулировок физических понятий и закономерностей. Именно эти два обстоятельства привели к тому, что несколько лет назад в серии «Я сдам ЕГЭ» (теперь – «Отличный результат») мы поместили в книгу по физике теоретический материал с теми формулировками, которые, по нашему мнению, помогут школьникам лучше разбираться в предмете и лучше понимать решение задач [1]. Однако данная книга – не учебник. Поэтому требовать на ЕГЭ от школьников опоры на материал этой книги мы не можем.

Обсудим несколько примеров упомянутых выше разночтений.

Материальная точка

К чему мы привыкли?

Тело, размерами которого в условиях поставленной задачи можно пренебречь, называют материальной точкой (А. А. Пинский [6]).

Но это не модель, а только предпосылки к её использованию и будущая область её применимости. А модель – это конечный результат, к которому мы приходим, исходя из предпосылок. В определении А. А. Пинского этого результата нет, да и само слово «модель» даже не упоминается.

А находим мы результат у Г. Я. Мякишева [3]: материальная точка – тело, обладающее массой, но лишённое геометрических размеров.

Наконец, ФЭС: материальная точка – понятие, вводимое в механике для обозначения объекта, который рассматривается как точка, имеющая массу.

В «Отличном результате» мы рискнули чуть расширить определение ФЭС: материальная точка – модель тела, представляющая собой геометрическую точку, с которой связаны масса тела, его заряд и т. п.

И вот мы перед выбором: включать или не включать в ЕГЭ этот вопрос, если точный ответ на него (ФЭС и Г. Я. Мякишев) растиражирован значительно меньше, чем привычный, но, мягко говоря, неточный (А. А. Пинский и др.). Пока включаем, не вдаваясь в обсуждение тонкостей.

Траектория

Г. Я. Мякишев: Линия, вдоль которой происходит движение точки, называется траекторией [3].

Неудачное определение из-за слова «вдоль». Представим себе: нарисовали мелом на стенке хоккейной «коробки» горизонтальную прямую и по льду вдоль основания стенки пустили шайбу. И что, теперь эта меловая линия – траектория шайбы? Очевидно, что нет, хотя определение соблюдено.

А. А. Пинский: Линия, по которой движется некоторая точка тела, называется траекторией движения этой точки [6].

Вроде бы лучше, но несильно. Всем же известно: велосипедист едет по прямой дороге, и точка на внешней стороне колеса велосипеда движется относительно рамы велосипеда по окружности, а относительно дороги – по циклоиде. Как получить эти две траектории, строго следуя определению А. А. Пинского? Если строго следуя, то никак. Но всё встанет на свои места, если сказать, что траектория, во-первых, **возникает в процессе движения**, а не задана заранее, а во-вторых, **неподвижна** относительно системы отсчёта, в которой она строится: циклоида – относительно дороги, окружность – относительно рамы велосипеда.

И намёк на это есть в определении ФЭС: траектория – непрерывная линия, которую описывает точка при своём движении [8]. Перед глазами возникает картинка: на столе **неподвижно** лежит лист бумаги, а точка на острие карандаша рисует на бумаге линию, которая является траекторией этой точки относительно стола.

В «Отличном результате» мы дали такое определение: Тело в процессе своего движения проходит через точки, неподвижные в данной системе отсчёта. Эти точки образуют линию – траекторию движения тела в этой системе отсчёта [1].

Вполне работоспособное определение, но ни в одном учебнике нет его аналога. В итоге определение не обсуждается в ЕГЭ.

Несколько удивительных утверждений.

Вес тела, закон Архимеда и невесомость

ФЭС: Вес – численная величина силы тяжести, действующей на тело, находящееся вблизи земной поверхности [8]. Неожиданное определение, восходящее к надписям на упаковке пищевых продуктов полувековой давности. Вдобавок, из него следует, что о весе тел на Луне, Венере или Марсе говорить нельзя.

Хорошо, что мы вряд ли найдём школьный учебник с похожим определением. И вообще, всё не так плохо, потому что есть ещё Физическая энциклопедия, где в первом томе читаем: Вес – сила, с которой любое тело, находящееся в поле сил тяжести <...>, действует на опору или подвес, препятствующие свободному падению тела [7].

Однако в конце той же статьи в Физической энциклопедии читаем: Вес тела может более или менее отличаться от «истинного» (измеренного при тех же условиях в вакууме) за счёт уменьшения веса в газообразной или жидкой среде [7].

Вот и у Г. Я. Мякишева: Вес тела в жидкости или в воздухе меньше, чем в вакууме, из-за появления выталкивающей (архимедовой) силы [3].

Попробуем разобраться (хотя все и так знают), влияет ли архимедова сила на вес тела. Правда, сначала вспомним совет Г. Я. Мякишева по поводу веса: В принципе вполне можно обойтись без этого понятия [3]. Но продолжим, раз взялись обсуждать.

Рассмотрим пример. Подвесим на нитке деревянный шарик. Нить натянута, сила натяжения нити уравнивает силу тяжести, вес шарика равен действующей на него силе тяжести. Теперь опустим шарик на нитке в тазик с водой. Шарик плавает на поверхности воды, нитка не натянута, сила натяжения нити равна нулю. Так что же, вес шарика равен нулю? Но тогда шарик находится в состоянии невесомости?

К счастью, любой школьный учитель знает, что вода для шарика благодаря архимедовой силе просто становится ещё одной опорой, а вес шарика распределяется между нитью и водой, оставаясь равным силе тяжести, действующей на шарик. Поэтому и показания пружинных весов из-за архимедовой силы меняются, но показания весов в этом случае – ещё не вес тела, а только его часть. Странно, что в Физической энциклопедии и в учебнике Г. Я. Мякишева об этом не говорится.

Есть и другие утверждения в разделе «Механика» школьного курса физики, которые требуют уточнения или исправления. В частности, на прошлой конференции ФССО в 2023 году мы рассказывали об условиях применимости закона сохранения механической энергии.

Разумеется, проблемы с формулировками есть не только в механике.

Идеальный газ

ФЭС: Идеальный газ – теоретическая модель газа, в которой не учитывается взаимодействие частиц газа (средняя кинетическая энергия частиц много больше энергии их взаимодействия) [8].

В учебнике А. А. Пинского есть определение идеального газа по Клаузиусу, где среди прочего говорится: молекулы взаимодействуют между собой только при непосредственном соприкосновении, при этом они отталкиваются [6]. Это неудачное утверждение: ниже мы покажем, что из него модель идеального газа не следует. Своего определения идеального газа на уровне микроскопического описания авторы этого учебника не дают.

Г. Я. Мякишев: В молекулярно-кинетической теории идеальным называют газ, состоящий из молекул, взаимодействие между которыми пренебрежимо мало. Иными словами, предполагается, что средняя кинетическая энергия молекул идеального газа во много раз больше потенциальной энергии их взаимодействия [4].

Почти прекрасно! Осталось договорить до конца: если пренебрежимо мало, то в модели этим и пренебрегли – взаимодействия **нет**.

Вместо этого на следующей странице в выводах (!) читаем:

Идеальный газ – модель реального газа. Молекулы этого газа – крошечные шарики, не взаимодействующие друг с другом [4].

А вот это уже нехорошо. Заявив о размерах молекул, мы неминуемо получаем взаимодействие молекул. Действительно, пусть N молекул находятся в сосуде объёмом V и считаются непроницаемыми шариками радиусом r_0 (ещё одна модель!). Тогда они взаимодействуют друг с другом, и потенциальная энергия их взаимодействия

$$U(\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N) = \sum_{1 \leq i < j \leq N} \Phi(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|), \text{ где } \Phi(R) = \begin{cases} +\infty, & \text{если } R \leq 2r_0, \\ 0, & \text{если } R > 2r_0. \end{cases}$$

Далее, как обычно, зададим функцию Гамильтона этой системы, предполагая для простоты вычислений, что внешнего поля нет, а молекулы – материальные точки:

$$H(p, q) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{1 \leq i < j \leq N} \Phi(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|)$$

и вычислим классический статистический интеграл:

$$Z(T, V, N) = \int e^{-\frac{H(p, q)}{kT}} \frac{dpdq}{N! (2\pi\hbar)^{3N}} = Z_0 \cdot Q,$$

где

$$Z_0 = \int_{(V)} \exp\left(-\sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2mkT}\right) \frac{dpdq}{N!(2\pi\hbar)^{3N}} = \frac{V^N (2\pi mkT)^{3N/2}}{N! (2\pi\hbar)^{3N}} \Big|_{N \gg 1} \simeq \left[\frac{eV}{N} \cdot \frac{(2\pi mkT)^{3/2}}{(2\pi\hbar)^3} \right]^N$$

– статистический интеграл в случае, когда $U(\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N) \equiv 0$, а

$$Q = \frac{1}{V^N} \int_{(V)} \exp\left(-\frac{1}{kT} U(\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N)\right) d^3r_1 \dots d^3r_N$$

– конфигурационный интеграл. Стандартным образом получаем свободную энергию

$$F(T, V, N) = -kT \ln Z,$$

давление и теплоёмкость:

$$p = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_{T, N}, \quad C_{VN} = -T \left(\frac{\partial^2 F}{\partial T^2}\right)_{V, N}.$$

Если $U(\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N) \equiv 0$, то $Q = 1$, $Z = Z_0$, и, следовательно,

$$p = \frac{NkT}{V} = \frac{\nu RT}{V}, \quad C_{VN} = \frac{3}{2} Nk = \frac{3}{2} \nu R.$$

Мы получили знакомую термодинамическую модель – классический одноатомный идеальный газ (кстати, **ни один** школьный учебник не говорит, что в термодинамике модель любой системы – это, как минимум, два уравнения).

Если теперь мы попробуем учесть, что молекулы – это непроницаемые шарики радиусом r_0 , то конфигурационный интеграл примет вид

$$Q = \frac{1}{V^N} \int_{(V)} \exp\left(-\frac{1}{kT} \sum_{1 \leq i < j \leq N} \Phi(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|)\right) d^3r_1 \dots d^3r_N.$$

«Невооружённым глазом» видно, что $Q = Q(V) \neq 1$ при любом $r_0 > 0$ и вообще при любом $\Phi(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|) \neq 0$. Но тогда изменится, как минимум, уравнение для давления, и полученная модель уже не будет идеальным газом.

Значит, идеальный газ описывается гамильтонианом без взаимодействия:

$$H_0(p, q) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m}.$$

Вывод: модель, именуемая в термодинамике классическим одноатомным идеальным газом, получается только в том случае, если на уровне микроскопического описания отсутствует взаимодействие между частицами, входящими в состав системы. (**Ни один** школьный учебник этого прямо не утверждает.)

Эту модель можно применять, если средняя кинетическая энергия молекул идеального газа во много раз больше потенциальной энергии их взаимодействия. (Это есть во многих учебниках.)

Тут есть ещё одно ограничение. В физической кинетике строго доказывается, что самопроизвольный переход термодинамической системы к равновесному состоянию (а это неотъемлемое свойство любой термодинамической системы) происходит только благодаря взаимодействию между частицами системы. Поэтому классический идеальный газ – это равновесная модель, и не более того.

Понятно, что обсуждение этой самой популярной модели из молекулярной физики невозможно вынести на ЕГЭ при нынешнем содержании школьных учебников.

В заключение ещё один пример, на этот раз – из электродинамики.

Явление электромагнитной индукции.

В ЕГЭ нередко встречаются задания типа приведённого ниже:

От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс такого же магнита (см. рисунок 1).



Рисунок 1

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно наблюдаемых явлений.

- 1) В кольце № 1 возникает индукционный ток.
- 2) В кольце № 2 индукционный ток не возникает.
- 3) Кольцо № 1 не взаимодействует с магнитом.
- 4) Кольцо № 2 притягивается к магниту.
- 5) В кольце № 1 не возникает ЭДС электромагнитной индукции.

Ответ: _____ 34 _____ .

Бывает, что даже специалисты, проводящие экспертизу вариантов, считают ответ 5) верным. И это при том, что в любом учебнике говорится о возникающем в этой задаче вихревом электрическом поле. А в вузе рассматривается выражение для ЭДС \mathcal{E} в замкнутом контуре, лежащем в электрическом поле с напряжённостью \vec{E} :

$$\mathcal{E} = \oint E_l dl .$$

При этом контур интегрирования – просто геометрический объект, замкнутая линия. Формула справедлива для любой среды, как проводящей, так и непроводящей. Поэтому в кольце № 1 возникает ЭДС электромагнитной индукции, и ответ 5) неверен.

А вот что совершенно справедливо говорится по этому поводу в учебнике Г. Я. Мякишева. Несколько цитат.

Закон электромагнитной индукции формулируется именно для ЭДС, а не для силы тока. При такой формулировке закон выражает сущность явления, не зависящую от свойств проводников, в которых возникает индукционный ток.

... Наличие проводящего контура, например катушки, не меняет существа дела. Проводник < ... > лишь помогает обнаружить возникающее электрическое поле.

Сущность явления электромагнитной индукции в неподвижном проводнике состоит не столько в появлении индукционного тока, сколько в возникновении электрического поля, которое приводит в движение электрические заряды [5].

Всё правильно, но воспринимается, судя по всему, далеко не всеми читателями.

Подведём итоги. Составление заданий ЕГЭ заставляет внимательно изучать формулировки разного рода понятий, утверждений и закономерностей в школьных учебниках. Не секрет, что там встречаются расплывчатые и неоднозначные формулировки, а отдельные утверждения ошибочны. Эта ситуация не вредит составителям заданий ЕГЭ, однако для школьников, при их нынешней избыточной информированности, подобные недочёты в учебнике вполне могут послужить причиной потери интереса к физике: запутанно, непонятно – займусь другим.

В связи с этим мы предлагаем на постоянной основе делать следующее.

Во-первых, авторы и издатели при подготовке очередного издания должны учитывать поступающие замечания по текстам учебников. Вполне уместно перед внесением существенной смысловой правки проводить консультации с сотрудниками Академии наук и классических университетов. Результаты такого рода консультаций должны быть доступны, чтобы использовать их на практике. С этой целью их можно публиковать, например, в профессиональной периодике и на сайтах профильных организаций.

Во-вторых, школьные учебники должны в процессе своей жизни проходить систематическую экспертизу. И результаты этой экспертизы тоже должны быть широко доступны. Не в том смысле, чтобы получить возможность упрекать авторов в тех или иных ошибках, а чтобы узнать рекомендации специалистов по тем или иным формулировкам и, шире, по содержанию тех или иных разделов курса физики. Проводить эту экспертизу могут как академические институты, так и университеты. Полезно будет сравнить их рекомендации.

Наверняка кто-то скажет, что мы ломимся в открытую дверь, потому что вся эта работа давно и систематически проводится. Возможно, но мы судим по результатам. За более чем два десятилетия с трибуны этой конференции мы не раз выступали с критикой ряда утверждений в школьных учебниках. Приходили сообщения о проведённых экспертизах. Результаты этих экспертиз в виде рекомендаций по содержанию школьных учебников и по формулировке тех или иных утверждений неизвестны. Формулировки в учебниках не меняются.

По этой причине мы и вносим свои предложения. Принимая эти предложения, конференция, как нам представляется, внесёт свой вклад в развитие отечественного школьного образования.

Список литературы

1. Демидова М. Ю. ЕГЭ. Физика. Отличный результат. Учебная книга / А. И. Гиголо, В. А. Грибов, М. Ю. Демидова; под ред. М. Ю. Демидовой. М.: Национальное образование, 2025. – 496 с.
2. Демидова М. Ю. ЕГЭ. Физика : типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо; под ред. М. Ю. Демидовой. М.: Национальное образование, 2025. – 336 с.
3. Мякишев Г. Я. Физика : Механика. 10 класс : учебник : углублённый уровень. / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков. – 11-е изд., стереотип. – М.: Просвещение, 2022. – 512 с.: ил.
4. Мякишев Г. Я. Физика : Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс : учебник : углублённый уровень. / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков. – 11-е изд., стереотип. – М.: Просвещение, 2022. – 352 с.: ил.
5. Мякишев Г. Я. Физика : Электродинамика. 10 – 11 классы : учебник : углублённый уровень. / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков, – 11-е изд., стереотип. – М.: Просвещение, 2022. – 480 с.: ил.
6. Пинский А. А. Физика : Учебное пособие для 10 класса школ и классов с углублённым изучением физики / под ред. А. А. Пинского. – М.: Просвещение. 1993. – 416 с.: ил.
7. Физическая энциклопедия, т. 1. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988. – 704 с., ил.
8. Физический энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. – 928 с., ил.

References

1. Demidova M. Ju. EGE. Fizika. Otlichnyj rezultat. Uchebnaja kniga / A. I. Gigolo, V. A. Gribov, M. Ju. Demidova; pod red. M. Ju. Demidovoj. M.: Nazional'noe obrazovanie, 2025. – 496 s.
2. Demidova M. Ju. EGE. Fizika : tipovye ekzamenacionnye varianty: 30 variantov / M. Ju. Demidova, V. A. Gribov, A. I. Gigolo; pod red. M. Ju. Demidovoj. M.: Nazional'noe obrazovanie, 2025. – 336 s.
3. Mjakishev G. Ja. Fizika : Mehanika. 10 klass : uchebnik : uglublennyj uroven'. / G. Ja. Mjakishev, A. Z. Sinjakov. – 11-e izd., stereotip. – M.: Prosveshchenie, 2022. – 512 s.: il.
4. Mjakishev G. Ja. Fizika : Molekuljarnaja fizika. Termodinamika. 10 klass : uchebnik : uglublennyj uroven'. / G. Ja. Mjakishev, A. Z. Sinjakov. – 11-e izd., stereotip. – M.: Prosveshchenie, 2022. – 352 s.: il.
5. Mjakishev G. Ja. Fizika : Elektrodinamika. 10 – 11 klassy : uchebnik : uglublennyj uroven'. / G. Ja. Mjakishev, A. Z. Sinjakov. – 11-e izd., stereotip. – M.: Prosveshchenie, 2022. – 480 s.: il.
6. Pinskiy A. A. Fizika : Uchebnoe posobie dlja 10 klassa shkol i klassov s uglublennym izucheniem fiziki / pod red. A. A. Pinskogo. – M.: Prosveshchenie, 1993. – 416 s.: il.
7. Fizicheskaja enciklopedija, t. 1. – M.: Sov. Enciklopedija, 1988. – 704 s.: il.
8. Fizicheskij enciklopedicheskij slovar'. M.: Sov. Enciklopedija, 1983. – 928 s.: il.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Денисевич Александра Алексеевна

преподаватель дисциплин профессионального учебного цикла

Sashamy_one@mail.ru

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение "Политехнический колледж городского хозяйства", 197373, Россия, город Санкт-Петербург, проспект Авиаконструкторов д.28, лит. А.

Аннотация

В работе рассмотрены особенности методики проведения факультативных занятий при углубленном изучении физики с использованием компьютерных моделей с целью усиления наглядности некоторых рассматриваемых на занятии процессов. Показано, что наряду с использованием готовых компьютерных моделей компетенции, полученные учителем в процессе освоения образовательной программы педагогического вуза, позволяют создавать и эффективно использовать свои простейшие компьютерные программы.

Ключевые слова

Наглядность, компьютерное моделирование, визуализация.

MODERN METHODS OF RESEARCH OF PHYSICAL PROCESSES AND PHENOMENA IN ELECTIVE CLASSES

Denisevich Alexandra Alekseevna

teacher of disciplines of professional educational cycle Sashamy_one@mail.ru

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Polytechnic College of Urban Economy", 197373, Russia, St. Petersburg, Aviakonstruktorov Avenue, 28, Lit. A.

Abstract

The paper considers the specifics of the methodology of using computer models in order to enhance the visibility of some of the processes considered in elective courses of physics. It is shown that along with the use of ready-made computer models, the competencies acquired by the teacher in the process of mastering the educational program of a pedagogical university allow them to create and effectively use their simplest computer programs.

Keywords

Visibility, computer modeling, visualization.

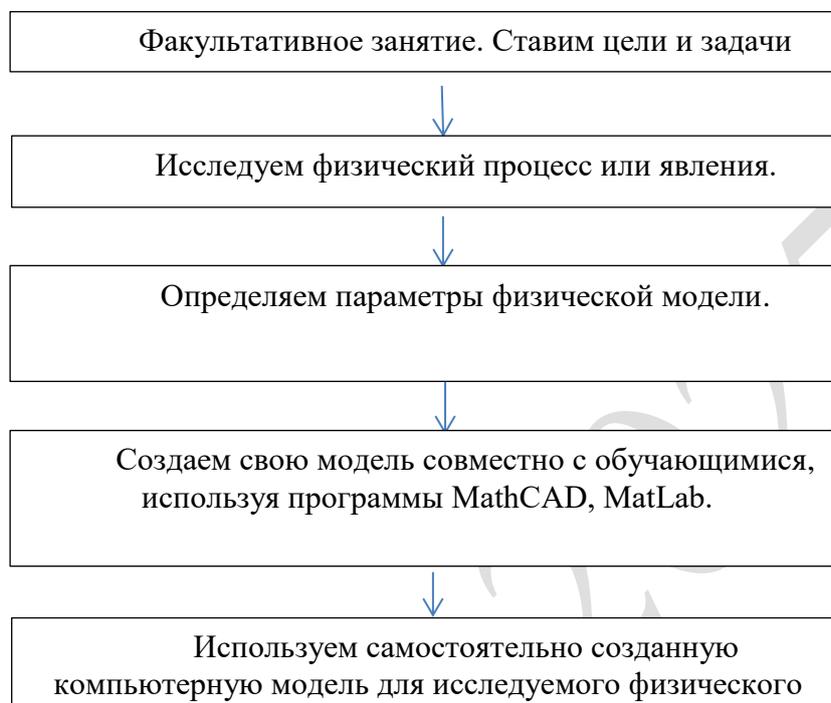
Факультативное занятие представляет собой углубленное изучение дисциплины с учетом способностей обучающихся. С 7 по 9 класс педагог может провести исследование физического процесса как по уже готовой компьютерной модели, так и самостоятельно созданной. Ученики в 10 и 11 классах уже могут применять знания и навыки в области информационных технологий. Обучающиеся способны совместно с учителем создать компьютерную модель физического процесса или явления и исследовать его. Для проведения факультативного занятия будет необходим компьютерный класс. Педагог может воспользоваться готовыми программами для исследования физических явлений [3,4] или определить параметры физической модели и создать ее с учениками в Mathcad или Matlab [1]. Такой вид занятия позволит не только повысить понимание физического

явления или процесса и уровень владения информационными технологиями, но сделает его более интересным.

Рассмотрим алгоритм использования компьютерных моделей в ходе факультативного занятия, представленный в таблице №1.

Таблица 1

Алгоритм применения компьютерных моделей в ходе факультативного урока



Включение визуализации в процесс обучения представим на примере изучения амплитудно-модулированного сигнала. Данная тема относится к углубленному изучению курса физики в 11 классе. Создадим данную визуализацию с помощью математического пакета Matlab.

В начале занятия педагог дает определение передатчика и задает его работу строго определенной частотой. Эту частоту называют несущей частотой. Именно на этой частоте будет осуществляться не только передача сигнала, но и прием сигнала. Будем управлять им по заданному закону.

Зарисуем генератор несущей частоты, в котором будут проходить незатухающие электромагнитные колебания рис. 1.

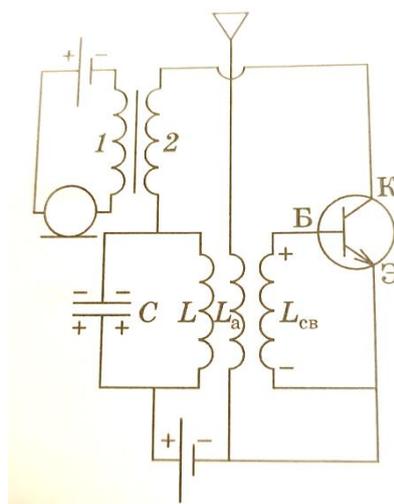


Рисунок 1 — Принципиальная схема генератора [2]

Запишем формулу для АМ сигнала, которая может быть представлена следующим образом:

$$S_{AM}(t) = A_c(1 + d \cos \Omega t) \cos \omega t$$

Где $S_{AM}(t)$ - значение амплитудно-модулированного сигнала в момент времени t ;
 d – глубина модуляции (отражает влияние модулирующего сигнала);

A_c – амплитуда несущего сигнала (определяет максимальное значение амплитуды несущей волны)

Ω – частота модуляции;

ω – несущая частота.

Данная формула объединяет эти параметры, описывая процесс АМ модуляции, где амплитуда несущей волны изменяется в соответствии с модулирующим сигналом.

Далее педагог показывает несколько графиков АМ сигнала из учебника (рис. 2) [2] и в дополнении к этому объяснению предлагает обучающимся совместно построить АМ сигнал, который в точности повторяет колебания передатчика рис. 2.

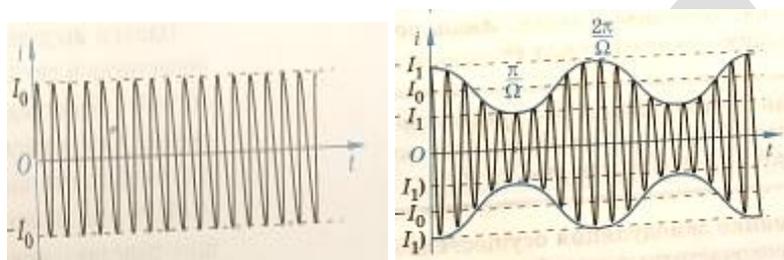


Рисунок 2 — АМ сигнал [2]

Основная проблема понимания и наглядности данной демонстрации заключается в представлении исследуемого процесса. С помощью математического пакета Matlab можно создать необходимую визуализацию рис. 3.

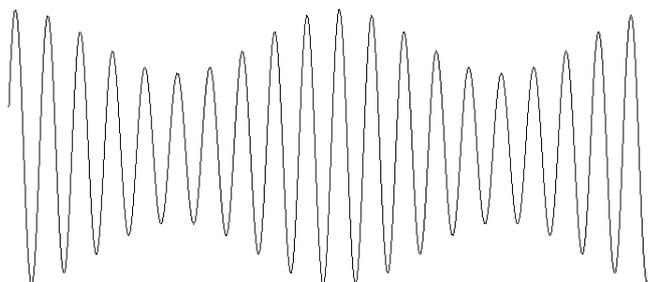


Рисунок 3 — АМ сигнал

Использование современных методов исследования физических процессов и явлений совместно с обучающимися, не только повышает понимание самих процессов и явлений, но и уровень владения информационными технологиями.

Список литературы

1. Денисевич А. А., Ляпцев А. В. Создание и использование компьютерных моделей учителем как средство усиление наглядности при обучении физике в системе среднего профессионального образования. Санкт-Петербург: СПбГИКиТ, 2020. - с. 69-72.
2. Касьянов В. А. Физика. 11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. - 3-е изд., дораб. – М.: изд. Дрофа, 2003. -207с.
3. Кондратьев А. С., Ляпцев А. В. Физика: задачи на компьютере. Изд. Физматлит, М.:2008.- 397 с.

4. Майер Р. В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD [Электронный ресурс – URL: <http://maier-rv.glazov.net/math/math1.htm> (дата обращения 19.01.2025)] / Р. В. Майер. - Глазов: ГППИ, 2006.-37.

References

1. Denisevich A. A, Lyapcev A. V. Sozdanie i ispol'zovanie komp'yuternyh modelej uchitelem kak sredstvo usilenie naglyadnosti pri obuchenii fizike v sisteme srednego professional'nogo obrazovaniya. Sankt-Peterburg: SPbGIKIT, 2020. - s. 69-72.
2. Kas'yanov V. A. Fizika. 11 klass: uchebnik dlya obshcheobrazovatel'nyh uchrezhdenij. - 3-e izd., dorab. – M.: izd. Drofa, 2003. -207s.
3. Kondrat'ev A. S., Lyapcev A. V. Fizika: zadachi na komp'yutere. Izd. Fizmatlit, M.:2008.- 397 s.
4. Majer R. V. Reshenie fizicheskikh zadach s pomoshch'yu paketa MathCAD [Elektronnyj resurs – URL: <http://maier-rv.glazov.net/math/math1.htm> (data obrashcheniya 19.01.2025)] / R. V. Majer. - Glazov: GGPI, 2006.-37.

ФССО-2025

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
СОЦИАЛЬНО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ
РГПУ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА**

Жаркой Александр Борисович

кандидат физико-математических наук, доцент

Ларченкова Людмила Анатольевна

доктор педагогических наук, профессор

Лужков Александр Альбертович

кандидат физико-математических наук, доцент

Тюканов Алексей Станиславович

кандидат физико-математических наук, доцент

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

В данной статье рассматриваются аспекты внедрения элементов социально-эмоционального обучения в образовательные проекты, организуемые институтом физики РГПУ им. А. И. Герцена, для учащихся школ и учреждений среднего профессионального образования, а также анализируются результаты и перспективы данного подхода.

Ключевые слова

Социально-эмоциональное обучение, научно-образовательный проект, интеграция школа-ВУЗ.

**IMPLEMENTATION OF ELEMENTS
OF SOCIO-EMOTIONAL LEARNING (SEL)
IN EDUCATIONAL PROJECTS OF THE INSTITUTE OF PHYSICS
HERZEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF RUSSIA**

Zharkoy Aleksander B.

Phd. in physical and mathematical sciences, associated professor

Larchenkova Lyudmila A.

Dr. hab. pedagogical science, professor

Luzhkov Aleksandr A.

Phd. in physical and mathematical sciences, associated professor

Tiukanov Alexey S.

Phd. in physical and mathematical sciences, associated professor

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

This article examines the aspects of integrating elements of social-emotional learning into educational projects organized by the Institute of Physics at the Herzen State Pedagogical University of Russia for school students and vocational education institutions. It also analyzes the results and prospects of this approach.

Keywords

Socio-emotional learning, scientific and educational project, school-university integration.

Введение

Современное образование ставит перед собой задачу не только формирования у обучающихся академических знаний, но и развития их социальных и эмоциональных компетенций, которые играют ключевую роль в успешной адаптации к динамично изменяющимся условиям жизни. Социально-эмоциональное обучение (СЭО, *англ.* SEL, Social and Emotional Learning) становится важным элементом образовательного процесса, способствуя развитию у обучающихся навыков самосознания, саморегуляции, эмпатии, ответственного принятия решений и эффективного взаимодействия с окружающими. Внедрение элементов СЭО в образовательный процесс позволяет создать условия для формирования гармонично развитой личности, способной к продуктивной деятельности в профессиональной и социальной сферах.

Социально-эмоциональное обучение представляет собой комплексный подход, направленный на развитие социальных и эмоциональных навыков обучающихся, и включает в себя пять основных компетенций: самосознание, самоконтроль, социальная осведомленность, навыки взаимоотношений и ответственное принятие решений [1-4].

Теоретические основы социально-эмоционального обучения являются междисциплинарными и базируются на психологических, педагогических и социологических концепциях:

- концепции эмоционального интеллекта, описывающей способности человека распознавать и понимать свои эмоции, управлять ими, а также и эмоциями других людей;
- теории социального обучения, описывающей развитие социальных навыков через взаимодействие и моделирование поведения;
- гуманистической психологии, реализация принципов которой способствует созданию поддерживающей образовательной среды, где каждый учащийся чувствует себя ценным и уважаемым;
- теории привязанности, предполагающей, что качество социальных и эмоциональных связей человека в раннем возрасте влияет на дальнейшее развитие его личности.

Включение элементов СЭО, направленных на развитие социальных и эмоциональных навыков, в различные программы и проекты для обучающихся, способствует их успешной социализации, психологическому благополучию и, как следствие, более высоким академическим достижениям

Российский государственный педагогический университет (РГПУ) им. А. И. Герцена, как педагогический вуз федерального статуса в своем профессиональном сегменте, организует масштабные образовательные проекты и просветительские мероприятия для учащихся школ, колледжей и т.д. В их организации и проведении активное участие принимают студенты института физики, обучающиеся и на педагогических, и на научных программах. Погружаясь в реализацию различных мероприятий, студенты в режиме реального времени осваивают как классические, так и инновационные педагогические технологии, в том числе включающие элементы социально-эмоционального обучения. При этом студенты выступают как субъекты обучения, которых обучают с помощью технологии СЭО, и как будущие учителя, которые сами учатся использовать ее на практике. Одной из важных составляющих реализации СЭО в институте физики является интеграция проектов в научную и просветительскую деятельность.

В институте физики РГПУ им. А.И. Герцена на регулярной основе организуются и проводятся следующие проекты, для которых получение хорошего результата использование технологии СЭО является абсолютно необходимым:

- городской фестиваль школьников «Физический фейерверк»;
- научно-образовательный проект «Современные достижения науки и техники»;
- выступления профориентационной агитбригады «С физикой по жизни»;
- кинофестиваль образовательных видеороликов «Физика такая сложная и простая».

При реализации этих проектов интеграция элементов социально-эмоционального обучения происходит естественно и гармонично, способствуя формированию комфортной и структурированной образовательной среды, объединяющей студентов и преподавателей в единый творческий коллектив, связывая различные мероприятия и учебные заведения различного уровня единым контекстом обучения.

Рассмотрим особенности содержания и проведения этих проектов с позиции реализации элементов социально-эмоционального обучения.

Открытый Санкт-Петербургский фестиваль школьников «Физический фейерверк»

Фестиваль «Физический фейерверк» – это проект, который создавался как праздник физики для школьников. *Миссия фестиваля* — помочь учащимся (независимо от степени одаренности) поверить в себя и попробовать свои силы в учебных исследованиях и проектах в области физики, астрономии и техники. *Основная цель фестиваля* — поддержка научного и технического творчества школьников, формирование ситуации успеха школьника в сфере естественных и точных наук, выявление талантливых и одаренных детей, заинтересованных в изучении физики и астрономии.

Следуя обозначенной миссии фестиваля, его задачи сформулированы в контексте реализации СЭО:

- способствовать формированию устойчивой мотивации учащихся к самореализации через исследовательскую и проектную деятельность;
- консолидировать усилия педагогов, родителей (или законных представителей), вузов, общественности в развитии исследовательской и проектной деятельности учащихся;
- активизировать творческую деятельность учащихся в сфере технических, точных и естественных наук;
- способствовать формированию мотивации учащихся к самореализации через исследовательскую и проектную деятельность в области физики, астрономии;
- способствовать развитию навыков работы в команде для решения нестандартных задач; профессиональных и организаторских навыков у студентов института физики;
- сформировать условия развития новых форм интеграции государственных и общественных организаций во взаимодействии «Школа — СПО — ВУЗ»;
- предоставить уникальную возможность для талантливых учеников, увлеченных физикой, астрономией и математикой, заявить о себе, выступив перед преподавателями вузов Санкт-Петербурга.

Фестиваль «Физический фейерверк» проходит в два этапа. На первом этапе организуются *ученические чтения*, на которых учащиеся школ с 5-го по 11-й классы и учащиеся учебных заведений среднего профессионального образования могут почувствовать себя в роли настоящих ученых, представляющих академической общественности результаты своей учебно-исследовательской, творческой и проектной деятельности.

Отметим важную особенность ученических чтений. Следуя девизу фестиваля «Участвовать может каждый!», не осуществляется никакого предварительного отбора докладов и ранжирования участников по итогам чтений. Это гарантирует, что каждый ученик, независимо от уровня способностей, может принять участие, что соответствует принципу СЭО о создании равноправной и поддерживающей среды, где каждый ученик чувствует себя ценным. Акцент на позитивной атмосфере и безусловной поддержке усилий каждого участника способствует эмоциональному благополучию и чувству достижения, что важно с точки зрения СЭО.

Важным мероприятием первого этапа фестиваля является конкурс видеороликов, который проводится под общим названием «Физика в кадре». Тематика конкурса каждый год меняется. Так в прошедшие годы конкурс проходил по следующим темам: «Это не фокусы, это физика!», «Физика вокруг нас», «Физические загадки» и «Погружение в историю». Основная цель конкурса – популяризация естественнонаучных знаний и поддержка мотивации школьников к творческой деятельности.

Подготовка видеоролика требует от учащихся умения анализировать свои идеи, выбирать подходы и оценивать результаты, что способствует развитию самосознания. Создание видеоролика – это процесс, который требует планирования, терпения и умения справляться с трудностями (например, технические проблемы или необходимость переснять материал). Если видеоролик создается в группе, школьники учатся эффективно взаимодействовать, распределять роли и находить компромиссы.

Таким образом, это мероприятие не только популяризирует естественнонаучные знания, но и способствует социально-эмоциональному развитию школьников, помогая им раскрыть свой творческий потенциал.

Заключительным этапом фестиваля является Форум учащихся, который по традиции проводится к Дню космонавтики. Этот день насыщен очень многими активностями, как развлекательного, так и познавательного характера.

Центральным мероприятием Форума является интерактивная выставка самодельного оборудования, на которой участники могут продемонстрировать результаты своего творчества. Это место, где учащиеся могут не только показать свои достижения, но и через общение узнать о работах других ребят. В таком неформальном общении происходит обмен опытом и интересными идеями.

Очень популярным мероприятием является Физическая ярмарка. Это площадка с мини-играми, где можно не только весело провести время, но и через игру узнать о разных физических явлениях.

Также в программу Форума входит студенческий лекторий, на котором студенты института физики, выступающие в качестве лекторов, предлагают участникам фестиваля погрузиться в увлекательный мир физики. Приведем в качестве примера темы некоторых лекций: «Физика в фотоискусстве», «Физика SUP-серфинга», «Куда уходят звезды?», «Физика танца», «Физика толпы. Люди ведут себя как частицы?», «Физическая правда о светодиодном освещении». Такое мероприятие решает сразу несколько задач. Во-первых, оно позволяет получить студентам - будущим педагогам, опыт подготовки и проведения научно-популярных лекций, что важно для их профессионального становления. А во-вторых, стимулирует возникновение и развитие познавательного интереса школьников к физике.

В программу Форума также входят: интеллектуальные игры («Мозголом», «Где логика?», «Брейн-ринг», «ФизКвиз»); физические квесты («Впечатлить профессора», «Битва за планету Терра», «Вокруг света за 80 дней», «Пирамида Хеопса»); мастер-классы («Волшебная трубка», «Камера-обскура», «Прыгающие животные», «3D призма»); инженерные кейсы («Строитель мостов», «Разрушитель»).

Эти мероприятия также способствуют развитию ключевых компетенций СЭО. Рассмотрим, как это реализуется в некоторых типах активностей. Участники игр и квестов развивают способность оценивать свои знания, сильные и слабые стороны, что способствует формированию адекватной самооценки. Игры и квесты требуют умения управлять эмоциями в условиях стресса (например, ограниченное время на ответ) и сохранять концентрацию. Командные игры учат понимать и учитывать мнения других участников, развивают эмпатию. Участники этих видов активностей учатся эффективно взаимодействовать, договариваться и распределять роли в команде. Командные игры стимулируют критическое мышление и умение принимать решения в условиях неопределенности, учитывая последствия своих решений и действий.

Научно-образовательный проект «Современные достижения науки и техники»

Проект «Современные достижения науки и техники» по своему исходному замыслу ориентирован, в первую очередь, на развитие исследовательских навыков и углубленное освоение некоторых разделов физики, в том числе не входящих в школьную программу [6]. Второй важной целью этого проекта является развитие в широком плане естественно-научного мировоззрения на основе цикла научно-популярных лекций, читаемых ведущими учеными.

Основными этапами данной проекта являются: научно-популярные лекции; обучающие экскурсии; индивидуальная учебно-исследовательская работа; конференция-конкурс; публикация исследовательских работ учащихся. Рассмотрим эти этапы более подробно.

1) Открытые научно-популярные лекции для школьников.

Открытые научно-популярные лекции – это возможность для учащихся прикоснуться к современным достижениям науки и техники, узнать о новых открытиях и нерешенных задачах, познакомиться с учеными и задать им свои вопросы. Лекции читают ведущие преподаватели Герценовского университета и других вузов Санкт-Петербурга, а также научные сотрудники различных научных, научно-образовательных и методических центров.

Перечислим основные аспекты этого этапа в контексте реализации принципов СЭО:

- учащиеся получают возможность задуматься о своих знаниях, сравнить их с современными научными достижениями и определить, в каких направлениях они хотели бы развиваться;

- посещение лекций требует от школьников умения сосредоточиться на сложном материале, управлять своим вниманием и сохранять интерес даже в случае, если тема кажется сложной;

- лекции демонстрируют учащимся, как научные открытия влияют на повседневную жизнь и развитие общества, что способствует формированию социальной осознанности;

- учащиеся видят, как работают исследователи, и начинают лучше понимать ценность их труда, что развивает уважение к профессии ученого и эмпатию к людям, занимающимся наукой;

- возможность задавать вопросы лекторам помогает учащимся развивать навыки общения с профессионалами, формулировать свои мысли и аргументировать свои вопросы;

- учащиеся получают информацию о современных научных направлениях, что помогает им сделать более осознанный выбор в пользу дальнейшего обучения в вузе или конкретной научной области.

Таким образом, научно-популярные лекции не только знакомят учащихся с современными достижениями науки и техники, но и способствуют их социально-эмоциональному развитию.

2) Обучающие экскурсии для школьников в научные лаборатории института физики, в Технопарк и Кванториум РГПУ им. А. И. Герцена.

Обучающие экскурсии, помимо своей основной цели — знакомства с оборудованием и научными исследованиями, — также эффективно реализуют принципы социально-эмоционального обучения.

Экскурсии помогают школьникам осознать, насколько им близка научная деятельность в области физики, и оценить свои способности к ней. Это может способствовать формированию осознанного подхода к выбору будущей профессии.

Посещение лабораторий и знакомство с высокотехнологичным оборудованием вызывает у ребят сильные эмоции (удивление, волнение, восхищение). Необходимость соблюдения правил и норм поведения приучает детей управлять этими эмоциями, сохранять внимание и сосредоточенность.

Во время экскурсии учащиеся узнают, как научные исследования влияют на развитие общества, что способствует формированию социальной осознанности и понимания важности науки. Ребята видят, как работают исследователи, и начинают лучше понимать ценность их труда, что развивает уважение к профессии ученого и эмпатию к людям, занимающимся наукой.

Экскурсии в научные лаборатории и технопарки создают атмосферу, которая вдохновляет школьников на изучение науки и технологий, а также на личностное развитие.

3) Индивидуальная научно-исследовательская работа школьников на наукоемком оборудовании института физики РГПУ им. А. И. Герцена.

Это основной этап проекта, заключающейся в организации учебно-исследовательской деятельности школьников на современном наукоемком оборудовании института физики. Руководство этой работой осуществляется совместно школьными учителями и сотрудниками института физики. Результатом этого этапа является подготовка учащимся научной статьи и доклада.

Включение принципов СЭО в реализацию данного этапа происходит естественным образом. Так, например, работа с наукоемким оборудованием позволяет школьникам глубже понять свои интересы в области физики и науки в целом. Они могут оценить свои способности к исследовательской деятельности и определить, насколько она им близка. Это безусловно влияет на развитие самосознания. Отметим также другой аспект реализации принципов СЭО. Работа под руководством школьных учителей и сотрудников института физики помогает учащимся лучше понимать ценность наставничества и уважать труд профессионалов, что положительно сказывается на развитии социальной осознанности.

Таким образом, эта деятельность не только способствует научному развитию школьников, но и помогает им развивать социально-эмоциональные компетенции, необходимые для успешной учебы, работы и жизни в обществе.

4) Конференция-конкурс научно-исследовательских работ школьников «Современные достижения науки и техники» для учащихся и учителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Сам конкурс проводится в институте физики РГПУ им. А. И. Герцена на основе защиты учащимися школ своих работ. В 2024 году на конференцию-конкурс проекта «Современные достижения науки и техники» представили свои доклады 38 школьников из 15 учебных заведений Санкт-Петербурга, Воронежа, Ленинградской области и школы при посольстве России в Варшаве. Главное преимущество выполнения исследовательских работ в РГПУ – это поддержка сотрудников института физики. В

этом случае учащийся приезжает в университет для выполнения своей работы несколько раз в течение года. Во время проведения исследований, обсуждения полученных результатов и подготовки выступления на конференции он знакомится с оборудованием, его сотрудниками значительно ближе, чем во время стандартной ознакомительной экскурсии. В результате возрастает мотивированность участников проекта по отношению к продолжению образования в институте физики и соответственно профориентационное значение образовательного проекта [5].

5) Издание сборника работ школьников, представленных на конкурс «Современные достижения науки и техники», индексируемого в РИНЦ [5].

Публикация работы в сборнике, индексируемом в РИНЦ, является значимым достижением, которое мотивирует школьников к дальнейшему изучению науки. Учащиеся получают опыт написания научных текстов, что способствует их интеллектуальному и профессиональному росту. Участие в конкурсе и публикация работ укрепляют чувство принадлежности к научному сообществу, что важно для социально-эмоционального развития.

Агитационная бригада института физики «С физикой по жизни» играет важную роль в профориентационной работе со старшеклассниками и развитие социальных навыков через взаимодействие. Этот вид профориентации выходит за рамки стандартных рекламных материалов и презентаций, предлагая непосредственный и увлекательный контакт с будущей профессией через «проводников»: студентов-физиков.

Отличительными чертами этой формы взаимодействия являются:

1. Живой контакт и вовлечение. В отличие от пассивного восприятия информации из буклетов или интернета, общение с реальными студентами-физиками, погруженными в свою среду, позволяет учащимся почувствовать атмосферу института, задать интересующие вопросы и получить искренние, неформальные ответы. Это создает доверительную атмосферу и более глубокое понимание будущей учебной деятельности.

2. Демонстрация практического применения знаний. Агитационная бригада имеет возможность демонстрировать увлекательные эксперименты, проекты и достижения студентов института, например, катушка Тесла, что наглядно показывает практическую ценность физического образования и его применение в разных сферах.

3. Расширение кругозора. Студенты-агитаторы рассказывают о различных направлениях физики, перспективах карьерного роста и возможностях дальнейшего обучения (магистратура, аспирантура). Это помогает учащимся сформировать более полное представление о профессии и выбрать направление, которое им наиболее интересно.

4. Разрушение стереотипов. Многие учащиеся имеют не совсем адекватные представления о физике, считая ее скучной и сложной. Агитационная бригада разрушает эти стереотипы, показывая занимательную сторону науки и возможности творческой реализации процесса обучения с использованием современных методик, таких как, *hip-hop based education* (ННВЕ) [6] и другие.

Агитационная бригада института физики является эффективным инструментом профориентации, способствующим привлечению талантливых абитуриентов и популяризации физики среди молодежи. Ее деятельность также направлена на развитие социально-эмоциональных компетенций у обучающихся института физики.

Проект «Физика такая сложная и простая» был запущен в виде образовательной инициативы в 2017/2018 учебном году на кафедре физической электроники факультета физики (ныне – институт физики РГПУ им. А. И. Герцена). Тогда в нем приняли участие обучающиеся факультета математики и института компьютерных наук и технологического образования. С тех пор спектр участников расширился – в 2023/24

учебном году к проекту присоединились обучающиеся факультета биологии. За время существования проекта было создано более 250 образовательных видеороликов по различным разделам физики.

Главной целью проекта «Физика такая сложная и простая» является формирование ключевых компетенций СЭО через вовлечение студентов в творческую и научно-популяризаторскую деятельность.

Реализация проекта включает в себя ряд этапов: подбор команды, выбор физического явления или сюжета, создание сценария, съемка и монтаж отснятого материала, размещение конкурсных материалов на видеохостинге, защита проектов.

В содержании каждого этапа отчетливо прослеживаются элементы СЭО. Так, например, участники проекта осознают свои интересы и способности, выбирая тему, которая им близка и интересна. Формирование команды требует от студентов умения договариваться, распределять роли и учитывать мнения друг друга, что развивает их коммуникативные навыки. Работая над сценарием, участники анализируют выбранное физическое явление, чтобы представить его в доступной и увлекательной форме, принимают решения о том, как лучше объяснить сложные концепции, что развивает их способность к ответственному подходу к делу. Во время защиты проектов участники представляют свои работы перед аудиторией, что развивает их способность понимать и учитывать реакции других людей.

Заключение

В последние годы сложилось отношение к физике как к неоправданно сложному предмету. Это вызывает у учащихся в процессе обучения повышенный уровень тревожности, особенно при подготовке к любым видам оценки знаний по предмету, и генерирует негативный эмоциональный фон при одном только упоминании о физике.

Использование элементов социально-эмоционального обучения позволяет создавать поддерживающую образовательную среду, в которой все участники чувствуют себя комфортно и мотивированы к саморазвитию. Это включает в себя такую организацию текущей работы и всех мероприятий, которая бы активизировала бы у обучающихся развитие «эмоционального интеллекта» и освоение ими навыков коммуникации и коллективной работы.

В описанных выше проектах, которые в течение ряда лет реализуются на базе института физики РГПУ им. А. И. Герцена, объединяющим началом служит использование СЭО, что делает сами проекты взаимодополняющими, а образовательную среду сбалансированной и эмоционально комфортной. В целом, реализация социально-эмоционального обучения в образовательных проектах РГПУ им. А. И. Герцена направлена на создание гармонично развитой личности, способной эффективно взаимодействовать в современном обществе, успешно решать жизненные задачи и вносить вклад в научно-образовательный потенциал нашей страны.

Список литературы

1. Брель А. К. Социально-эмоциональное обучение как новое направление в обучении. /Брель А. К., Танкабекян Н. А., Блинцовой Н. В. и др. //Современные проблемы науки и образования. 2024. № 2. С. 59.
2. Irenchieva G. A. Social-Emotional-Learning. / Irenchieva G. A., Kaldybaev S. K. //International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. № 2-1 (89). С. 139-142.
3. Carolyn MacCann. Emotional Intelligence Predicts Academic Performance: a Meta-Analysis. / Carolyn MacCann, Yixin Jiang, Luke E R Brown et al. //Psychological Bulletin, Vol 146(2), Feb 2020, 150-186
4. Кожевникова М. Н. Междисциплинарный семинар «Социально-эмоциональное обучение в современном образовании». /Кожевникова М. Н. //Человек и образование. 2019. № 1 (58). С. 183-188.
5. Современные достижения науки и техники: научно-образовательный проект для учащихся и учителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области: материалы конференции / редакционная

- коллегия : И. И. Хинич, И. О. Попова, В. Э. Гасумянц; рецензенты: Е. Б. Шадрин, В. П. Пронин ; Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. — Санкт-Петербург : Фора-Принт, 2024. — Выпуск 13. - 84 с.
6. Жаркой А. Б. Образовательные видеоролики - перспективная форма самостоятельной работы обучающихся = Educational Videos as a Promising Form of Independent Work of Students / Жаркой А. Б., Лужков А. А., Подходова Н. С. // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27-30 июня 2023 года.
 7. Попова И. О., Хинич И. И. В сборнике: Современные достижения науки и техники: научно-образовательный проект для учащихся и учителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области. материалы конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 5-6.
 8. Лужков А. А. Итоги и перспективы образовательного проекта «Современные достижения науки и техники» в РГПУ им. А. И. Герцена / Лужков А. А., Попова И. О., Хинич И. И. // Физика в системе современного образования (ФССО-2017): материалы XIV Международной конференции. — Ростов-на-Дону, 2017. — С. 352-355.

References

1. Brel' A. K. Social'no-emocional'noe obuchenie kak novoe napravlenie v obuchenii. /Brel' A. K., Tankabekyan N. A., Blincovoj N. V. i dr. //Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2024. № 2. S. 59.
2. Irenchieva G. A. Social-Emotional-Learning. / Irenchieva G. A., Kaldybaev S. K. //International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. № 2-1 (89). S. 139-142.
3. Carolyn MacCann. Emotional Intelligence Predicts Academic Performance: a Meta-Analysis. / Carolyn MacCann, Yixin Jiang, Luke E R Brown at. al. //Psychological Bulletin, Vol 146(2), Feb 2020, 150-186
4. Kozhevnikova M. N. Mezhdisciplinarnyj seminar «Social'no-emocional'noe obuchenie v sovremennom obrazovanii». /Kozhevnikova M. N. //Chelovek i obrazovanie. 2019. № 1 (58). S. 183-188.
5. Sovremennye dostizheniya nauki i tekhniki: nauchno-obrazovatel'nyj proekt dlya uchashchihhsya i uchitelej Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti : materialy konferencii / redakcionnaya kollegiya : I. I. Hinich, I. O. Popova, V. E. Gasumyanc; recen-zenty : E. B. Shadrin, V. P. Pronin ; Rossijskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni A. I. Gercena. — Sankt-Peterburg : Fora-Print, 2024. — Vypusk 13. - 84 s.
6. Popova I. O. Vozmozhnosti instituta fiziki dlya organizacii proektnoj uchebno-issledovatel'skoj deyatel'nosti shkol'nikov. / Popova I. O., Hinich I. I. V sbornike: Sovremennye dostizheniya nauki i tekhniki: nauchno-obrazovatel'nyj proekt dlya ucha-shchihsya i uchitelej Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti. materialy konferencii. Sankt-Peterburg, 2024. S. 5-6.
7. Zharkoj A. B. Obrazovatel'nye videoroliki - perspektivnaya forma samostoyatel'noj raboty obuchayushchihsya = Educational Videos as a Promising Form of Independent Work of Students / Zharkoj A. B., Luzhkov A. A., Podhodova N. S. // Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya (FSSO-2023) : materialy XVII Mezhdunarodnoj konferencii, Sankt-Peterburg, 27-30 iyunya 2023 goda.
8. Luzhkov A. A. Itogi i perspektivy obrazovatel'nogo proekta «Sovremennye dostizheniya nauki i tekhniki» v RGPU im. A. I. Gercena / Luzhkov A. A., Popova I. O., Hinich I. I. // Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya (FSSO-2017): materialy XIV Mezhdunarodnoj konferencii. — Rostov-na-Donu, 2017. — S. 352-355.

РОЛЬ ИИ-БОТОВ В ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С УЧЕНИКАМИ НА ОНЛАЙН-ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Иванов Максим Сергеевич¹

старший преподаватель, vanov.maks@mail.ru

Виноградова Людмила Владимировна¹

кандидат педагогических наук, доцент, vinogradova@zab.megalink.ru

¹Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, 672040, Российская Федерация, Дальневосточный федеральный округ, Забайкальский край, г. Чита, ул. Магистральная, 11

Аннотация

Статья исследует применение ИИ-ботов для обратной связи с учениками при дистанционном обучении физике в школах Дальнего Востока. Telegram-бот, основанный на GPT-моделях, был разработан для решения задач, генерации объяснений и персонализированной поддержки старшеклассников. Эксперимент проводился в двух РЖД лицеях с апреля 2024 по январь 2025 года. Бот обработал 1240 заданий, предоставляя интерактивные материалы и адаптируя сложность задач. Средний балл учеников вырос с 3.2 до 4.1 (по 5-балльной шкале). Исследование выявило ограничения, связанные с ошибками интерпретации запросов, которые составили 26% от общего числа случаев. Однако оно также продемонстрировало потенциал использования ИИ-ботов для снижения нагрузки на учителей физики в онлайн-формате обучения и повышения качества образовательного процесса.

Ключевые слова

ИИ-боты, дистанционное обучение, обратная связь, физика, GPT-модели.

THE ROLE OF AI-BOTS IN PROVIDING FEEDBACK TO STUDENTS DURING ONLINE PHYSICS LESSONS IN SCHOOLS OF THE FAR EAST

Ivanov Maxim S.¹

Senior Lecturer, vanov.maks@mail.ru

Vinogradova Lyudmila V.¹

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, vinogradova@zab.megalink.ru

¹Zabaykalsky Institute of Railway Transport – Branch of Irkutsk State University of Railway Engineering, 672040, Russian Federation, Far Eastern Federal District, Zabaykalsky Krai, Chita, Magistralnaya St., 11

Abstract

The article explores the use of AI bots to provide feedback to students in distance learning physics in schools in the Far East. The Telegram bot, based on GPT models, was designed to solve problems, generate explanations, and provide personalized support to high school students. The experiment was conducted in two Russian Railways lyceums from April 2024 to January 2025. The bot processed 1,240 tasks, providing interactive materials and adapting the complexity of the tasks. The average score of the students increased from 3.2 to 4.1 (on a 5-point scale). The study revealed limitations related to query interpretation errors, which accounted for 26% of the total number of cases. However, it also demonstrated the potential of using AI bots to reduce the burden on physics teachers in the online learning format and improve the quality of the educational process.

Keywords

AI bots, distance learning, feedback, physics, personalization, GPT models.

Введение

Дефицит педагогических кадров в удалённых регионах России, таких как Дальний Восток, остаётся одной из ключевых задач современного образования. В условиях ограниченных ресурсов и необходимости адаптации к дистанционным форматам обучения возрастает значимость внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) для поддержки образовательного процесса. Исследования [2, 4] показывают, что ИИ-боты могут существенно облегчить работу педагогов, автоматизируя проверку заданий, предоставляя персонализированную обратную связь и помогая ученикам преодолевать трудности при изучении сложных предметов, таких как физика [2, 4].

«Успешное будущее человека зависит от качественного образования и разностороннего развития. Такие возможности нужно обеспечить повсеместно, в любом регионе нашей страны», – заявлял Владимир Владимирович Путин [5], подчёркивая важность доступного и качественного образования для всех граждан, что особенно актуально для регионов с недостаточным количеством квалифицированных преподавателей, где онлайн обучение и технологии ИИ могут стать эффективным решением для сохранения высокого уровня образования.

Цель исследования – изучить возможности использования ботов с ИИ для организации эффективной обратной связи с учениками при изучении физики в онлайн-формате. В ходе работы был проведен анализ применения ИИ-ботов в двух РЖД лицеях на Дальнем Востоке России, а полученные результаты сопоставлены с данными аналогичных исследований, проводимых в других странах. В рамках данного исследования рассматривается опыт внедрения Telegram-бота, основанного на GPT-моделях, для взаимодействия с учениками 10-11 классов в лицеях станции Ульякана (Забайкальский край) и поселка городского типа Ерофей Павлович (Амурская область). С 2019 года, в условиях острого дефицита преподавателей физики, автор разработал и реализовал модель гибридного обучения, где с начала 2024 года ИИ-бот стал ключевым инструментом поддержки обучающихся.

Таким образом, данное исследование направлено на детальный анализ возможностей ИИ-ботов для решения проблем, связанных с недостатком педагогических ресурсов в удаленных регионах, а также для повышения качества онлайн-обучения по физике через персонализированную обратную связь и адаптивный подход к обучению.

В условиях дефицита специалистов по физике многие школы Дальнего Востока испытывают трудности в обеспечении качественного обучения учеников, что приводит к снижению уровня подготовки учащихся, особенно в старших классах, где требуется углубленное изучение предмета. Как отмечается в исследовании Игониной Е. В., неподготовленность педагогов к работе в дистанционном формате также усугубляет данную проблему [2]. Традиционные методы преподавания физики часто не учитывают индивидуальные особенности учеников, что затрудняет понимание сложных концепций и решение задач. При этом, как показывают исследования Куликовой Н. Ю. и соавторов, внедрение чат-ботов может помочь в организации персонализированной обратной связи, адаптируя материалы под уровень знаний каждого ученика. Пандемия 2020 года выявила недостаточную готовность образовательных учреждений к переходу на дистанционные форматы обучения [1]. Многие школы столкнулись с техническими ограничениями и отсутствием эффективных инструментов для взаимодействия с учениками. Исследования авторов [9] демонстрируют, что использование технологий ИИ может существенно повысить качество обучения, особенно при условии их правильной интеграции в учебный процесс [9]. ИИ-боты представляют собой перспективное

решение для преодоления указанных выше проблем. Они могут быть использованы для автоматизации рутинных задач, предоставления персонализированной поддержки и создания интерактивных образовательных сред [8-10].

Однако, как отмечают авторы различных исследований [7, 11], успешное внедрение ИИ-ботов требует тщательной подготовки как учителей, так и учеников к работе с новыми технологиями [7]. Кроме того, необходимо обеспечивать критический анализ информации, предоставляемой ботами, чтобы избежать распространения ошибочных данных [11].

Таким образом, использование ИИ-ботов в качестве помощников для преподавания физики становится важным шагом в направлении решения актуальных проблем современного образования, особенно в условиях ограниченных ресурсов и большого разнообразия уровней подготовки учеников [6].

Методология исследования

Для оценки роли ИИ-ботов в организации обратной связи с учениками при дистанционном обучении физике в двух РЖД лицеях на Дальнем Востоке был проведён эксперимент с использованием Telegram-бота, интегрированного с GPT-моделью (GPT-3.5 (turbo)). Выбор образовательных учреждений обусловлен их удалённостью от крупных городов и ограниченными ресурсами для поддержки традиционного формата обучения. В исследовании приняли участие ученики 10-11 классов, изучающие физику по школьной программе. Общее количество участников составило 58 человек. Был разработан Telegram-бот (рис. 1), основанный на адаптированных GPT-моделях для решения задач по физике и генерации подробных объяснений. Архитектура бота включает интерактивные элементы: кнопки для выбора ответов, возможность отправки текстовых запросов.



Рисунок 1 — Вид Telegram-бота

Перед началом эксперимента были проведены контрольные тесты для определения начального уровня знаний учеников по физике. Тесты содержали как теоретические вопросы, так и практические задачи. После внедрения бота ученики продолжили регулярно проходить проверочные работы, результаты которых сравнивались с предварительными данными, что позволило оценить влияние использования ИИ-бота на академическую успеваемость. За период исследования (апрель 2024 – январь 2025) бот обработал 1240 заданий, предоставленных учениками. Функционал бота включал: анализ ошибок в решениях задач, генерацию пошаговых объяснений сложных концепций, предложение аналогичных задач для закрепления материала, а также помощь в решении типовых задач и получении теоретической поддержки. Бот работал в режиме реального времени через чат Telegram. По завершении эксперимента были собраны данные об успеваемости учеников, проходивших обучение с его

использованием. Проведён сравнительный анализ результатов тестов до и после внедрения бота. Уровень удовлетворённости учеников оценивался через анкетирование. Количественные показатели включали: количество запросов к боту, среднее время ответа, процент корректных решений задач и общую динамику успеваемости.

Таким образом, методология исследования была направлена на комплексную оценку использования ИИ-бота в условиях дефицита педагогических ресурсов, характерных для школ Дальнего Востока России. Эксперимент позволил получить достоверные данные об успеваемости учеников, уровне удовлетворённости участников и выявить ограничения применения технологии.

Примеры практического применения

В ходе исследования были зафиксированы конкретные кейсы взаимодействия учеников с разработанным Telegram-ботом. Один из наиболее наглядных примеров – решение задачи на закон сохранения энергии (№5.4 из сборника задач Н. И. Гольдфарб), рис. 2.

Ученик представил решение задачи, в котором допустил ошибку при расчёте кинетической энергии. Бот идентифицировал некорректное использование формулы для расчёта скорости. Предложил пошаговое разъяснение правильного подхода к решению, включая визуализацию формулы и её применение. Для закрепления материала бот автоматически сгенерировал похожую задачу с изменёнными параметрами, что способствовало лучшему пониманию темы.

5.4. Определить кинетическую энергию тела 1 кг, брошенного горизонтально со скоростью 20 м/с в конце четвертой секунды его движения. Принять $g = 10$

(а)

Определить кинетическую энергию тела массой 3 кг, брошенного горизонтально со скоростью 40 м/с, в конце шестой секунды его движения. Принять $g=10$ м/с². 17.08 ✓

(б)

Рисунок 2 — Задача из сборника Н.И. Гольдфарба (а) - Гольдфарб и сгенерированная Telegram-ботом (б)

Данный пример демонстрирует, как бот адаптирует содержание под индивидуальные потребности ученика. В зависимости от уровня знаний и характера допущенных ошибок бот предлагает персонализированные материалы и задания, что соответствует принципам сценарного подхода, что позволяет ученикам активно участвовать в процессе обучения, получая оперативную обратную связь и корректируя свои действия на основе полученной информации [8].

Результаты исследования

Эксперимент с использованием Telegram-бота на основе GPT-моделей выявил ряд значимых результатов. Автоматизация проверки типовых задач и ответов на часто задаваемые вопросы позволила учителю сосредоточиться на сложных аспектах обучения, таких как развитие аналитических навыков учащихся в онлайн формате. Аналогичный эффект отмечен в исследовании Котсиса [7], где подчеркивается, что ИИ-боты освобождают время педагогов для более глубокого взаимодействия с учениками.

В ходе эксперимента средний балл по тестам вырос с 3,2 до 4,1 (по 5-балльной шкале), что свидетельствует о положительном влиянии оперативной обратной связи и персонализированного подхода, реализованных через бот. Эффективность ИИ-ботов как элемента электронных дистанционных методов (ЭДМ) подтверждается исследованием Иванова и др. [3]. Их работа выявила положительную корреляцию между применением ЭДМ и результатами теста Беннета (рост доли учащихся с высоким и очень высоким уровнем технического мышления с 33 % до 56 %) и ЕГЭ по физике (снижение числа оценок «2» с 40 % до 3 %). Эти данные подкрепляют вывод о том, что ИИ-боты способствуют развитию аналитических навыков и улучшению итоговой успеваемости,

дополняя традиционные методы обучения.

Тем не менее, система выявила ограничения, требующие доработки. В 26 % случаев бот некорректно интерпретировал запросы учащихся, особенно при противоречивых условиях или нечётких формулировках, что согласуется с выводами Круппа [8], где отмечается склонность студентов полагаться на ошибочные ответы ИИ. Для повышения точности предлагается расширить базу учебных материалов и усовершенствовать алгоритмы анализа контекста, что также подчеркивается в работах [4, 8, 9]. Разработанный бот показал высокую эффективность в решении типовых задач и предоставлении теоретических пояснений, что соответствует результатам исследований применения ИИ в образовании [4, 6-11].

Сравнение с существующими решениями, такими как GPT-tools и Zaoschnik, выявило преимущества нашего подхода. В отличие от универсальных GPT-tools, наш бот адаптирован под физику, включая визуальные материалы (схемы, примеры) и интерактивные элементы для освоения сложных концепций [2]. По сравнению с Zaoschnik, ограниченным проверкой заданий, он предлагает персонализированные объяснения и формирует отчёты о прогрессе учеников для педагогов [4]. Эти особенности делают его ценным инструментом для онлайн-обучения.

Перспективы применения ИИ-ботов выходят за рамки физики. Их функционал может быть расширен на другие точные науки, например, биологию, химию, информатику и т. д. Например, голосовой помощник «Алиса» уже используется для закрепления арифметических навыков [1], а чат-боты BorisBot и Senler – для анализа задач программирования [9]. Для школ Дальнего Востока это особенно актуально: ИИ-боты компенсируют нехватку кадров и обеспечивают качественное образование в удаленных регионах через гибридное обучение. Исследования [10] также подтверждают их эффективность на всех уровнях подготовки – от школьного до высшего, что открывает возможности для дальнейших разработок.

Заключение

Внедрение ИИ-ботов в образовательный процесс представляет собой важный шаг в модернизации системы физического образования. Основные выводы исследования свидетельствуют о следующих преимуществах. Бот значительно снижает нагрузку учителя, автоматизируя проверку типовых заданий, тестов и ответов на повторяющиеся вопросы [8]. Благодаря адаптивной обратной связи, бот может корректировать сложность предложенных материалов и задач в зависимости от уровня знаний каждого ученика, что способствует более эффективному обучению [7]. Оперативная обратная связь и возможность взаимодействия в привычной для школьников среде (Telegram) делают процесс обучения более интересным и вовлекающим.

Для дальнейшего улучшения системы следует внедрить дополнительные учебные материалы, включая специализированные задачи и примеры, что поможет повысить точность ответов и расширить охватываемые темы [6]. Также необходимо интегрироваться с облачными платформами, такими как Yandex Cloud или Google Cloud, что позволит увеличить вычислительные мощности и эффективно обрабатывать большие объёмы данных [11].

Благодарности

Автор выражает благодарность коллегам из лицеев ст. Ульякана (Забайкальский край) и п.г.т. Ерофей Павлович (Амурская область) за помощь в проведении эксперимента и сборе данных.

Список литературы

1. Бекешева И. С. Чат-боты как средство подготовки обучающихся к проверочным работам по математике / И. С. Бекешева, О. В. Бобылева // Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова. — 2023. — С. 101–105.
2. Игонина Е. В. Об особенностях организации дистанционного тестирования обучающихся с помощью чат-ботов / Е. В. Игонина // Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина. — 2020. — С. 121–125.
3. Иванов М. С. Оценка эффективности применения электронных дистанционных методов обучения и взаимосвязь с результатами тестов Беннета и ЕГЭ / М. С. Иванов, Л. В. Виноградова, В. А. Патрина, О. В. Макарова // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. — 2024. — Т. 21. № 3. — С. 357–372.
4. Куликова Н. Ю. Обучение информатике в образовательных онлайн-сообществах школьников с использованием чат-ботов / Н. Ю. Куликова, Е. В. Данильчук, А. И. Малова // Современные информационные технологии в образовании: материалы XXXIII Конференции с междунар. участием. — 2022. — С. 301–304.
5. Путин В. В. Успешное будущее человека зависит от качественного образования и разностороннего развития. Такие возможности нужно обеспечить повсеместно, в любом регионе нашей страны [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства просвещения Российской Федерации. 2022. URL: <https://edu.gov.ru/press/6323/vladimir-putin-uspeshnoe-budushee-cheloveka-zavisit-ot-kachestvennogo-obrazovaniya-i-raznostoronnego-razvitiya> (дата обращения: 25.02.2025).
6. Bitzenbauer P. ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities // Contemporary Educational Technology. — 2023. — Vol. 15. Issue 3. — P. ep430.
7. Kotsis K. T. ChatGPT as Teacher Assistant for Physics Teaching // Journal of Effective Teaching Methods (JETM). — 2024. — Vol. 2. Issue 4. — P. 18–27.
8. Krupp L. Unreflected Acceptance — Investigating the Negative Consequences of ChatGPT-Assisted Problem Solving in Physics Education / L. Krupp, S. Steinert, M. K. Kiefer-Emmanouilidis [i dr.] // arXiv preprint arXiv:2309.03087v1. — 2023.
9. Muhammad A. K. Enhancing Physics Learning in Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL) by Utilizing Artificial Intelligence / Muhammad Ardhi Khalif [i dr.] // DIMAS: Jurnal Pemikiran Agama dan Pemberdayaan. — 2024. — Vol. 24. No. 1. — P. 53–70.
10. Rezende Junior M. F. What are the perceptions of physics teachers in Brazil about ChatGPT in school activities? / M. F. Rezende Junior, V. López-Simó // Journal of Physics: Conference Series. — 2024. — Vol. 2693. — P. 012011.
11. Zhang H. ChatGPT intervenes in the application analysis of higher education classrooms / H. Zhang // 2024 International Conference on Cloud Computing and Big Data. — 2024. — P. 409–413.

References

1. Bekesheva I. S. Chat-boty kak sredstvo podgotovki obuchayushchikhsya k proverochnym rabotam po matematike / I. S. Bekesheva, O. V. Bobileva // Khakasskiy gosudarstvennyy universitet im. N. F. Katanova. — 2023. — S. 101–105.
2. Igonina E. V. Ob osobennostyakh organizatsii distantsionnogo testirovaniya obuchayushchikhsya s pomoshch'yu chat-botov / E. V. Igonina // Yeletskiy gosudarstvennyy universitet im. I. A. Bunina. — 2020. — S. 121–125.
3. Ivanov M. S. Otsenka effektivnosti primeneniya elektronnykh distantsionnykh metodov obucheniya i vzaimosvyaz' s rezul'tatami testov Benneta i EGE / M. S. Ivanov, L. V. Vinogradova, V. A. Patrina, O. V. Makarova // Vestnik RUDN. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya. — 2024. — T. 21. № 3. — S. 357–372.
4. Kulikova N. Yu. Obucheniye informatike v obrazovatel'nykh onlayn-soobshchestvakh shkol'nikov s ispol'zovaniyem chat-botov / N. Yu. Kulikova, E. V. Danil'chuk, A. I. Malova // Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii: materialy XXXIII Konferentsii s mezhdunar. uchastiem. — 2022. — S. 301–304.
5. Putin V. V. Uspeshnoe budushee cheloveka zavisit ot kachestvennogo obrazovaniya i raznostoronnego razvitiya. Takie vozmozhnosti nuzhno obespechit' povsemestno, v lyubom regione nashey strany [Elektronnyy resurs] // Ofitsial'nyy sait Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii. 2022. URL: <https://edu.gov.ru/press/6323/vladimir-putin-uspeshnoe-budushee-cheloveka-zavisit-ot-kachestvennogo-obrazovaniya-i-raznostoronnego-razvitiya> (data oboroteniya: 25.02.2025).

ЭЛЕМЕНТЫ СТРАТОВОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ КЛАССАХ СУНЦ УРФУ

Инишева Ольга Викторовна

заведующий кафедрой физики и астрономии, o.v.inisheva@urfu.ru

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Специализированный учебно-научный центр, 620137, г. Екатеринбург, ул. Данилы Зверева, 30

Аннотация

Одной из приоритетных задач образования является построение учебного процесса с максимальным учетом индивидуальности каждого обучающегося. В работе рассмотрены некоторые элементы модели стратовой организации обучения физики обучения, реализуемой в 8 – 11 классах Специализированного учебно-научного центра Уральского федерального университета (далее – СУНЦ УрФУ) с профильным изучением физики. Применение модели стратового обучения физике в профильных классах позволило создать для учащихся систему формирования осознанной мотивации, разноуровневую систему обучения, которая значительно расширяет улучшает результаты обучения, создает возможности для реализации индивидуальных образовательных траекторий для учащихся.

Ключевые слова

Профильное обучение, физика, учебный процесс, самостоятельная работа, дистанционное обучение, стратовое обучение, разноуровневое обучение, электронный образовательный курс.

ELEMENTS OF STRATA TEACHING IN PHYSICS IN PHYSICS AND MATHEMATICS CLASSES OF THE SESC URFU

Inisheva Olga V.¹

Dr.hab. physical and mathematical sciences, professor, o.v.inisheva@urfu.ru

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Specialized Educational and Scientific Center, 620137, Yekaterinburg, st. Danila Zverev, 30

Abstract

One of the priority tasks of education is to build an educational process with maximum consideration of the individuality of each student. The paper examines some elements of the model of stratified organization of physics training implemented in grades 8–11 of the Specialized Educational and Scientific Center of the Ural Federal University (hereinafter referred to as SUNC UrFU) with specialized study of physics. The use of the stratified physics training model in specialized classes made it possible to create a system for the formation of conscious motivation for students, a multi-level training system that significantly expands and improves learning outcomes, creates opportunities for the implementation of individual educational trajectories for students.

Keywords

Specialized education, physics, educational process, independent work, distance learning, stratified learning, multi-level learning, electronic educational course.

В работе мы рассмотрим некоторые элементы модели стратового обучения, реализуемой в 8 – 11 классах Специализированного учебно-научного центра Уральского

федерального университета (далее – СУНЦ УрФУ) с профильным изучением физики. В настоящее время в СУНЦ УрФУ обучается одиннадцать классов с профильным изучением физики: один восьмой, два девярых и по четыре десятых и одиннадцать. Количество часов физики в неделю – 7. Обучение организовано в традиционном формате – по четвертям, в конце каждого семестра учащиеся сдают устный экзамен по физике. Классы поделены на потоки: трех-четырёхгодичный поток (учащиеся начинают обучение в 8 и 9 классах) и двухгодичный поток (учащиеся поступают в десятый класс). В поток одной параллели объединяются два класса, лекции (3 часа в неделю) читает один преподаватель одновременно двум классам, на семинары два класса делятся на четыре группы. При формировании учебных групп (страт) учитываются учебные достижения и успеваемость, степень желая изучать физику, группы формируются из учащихся с примерно одинаковыми успехами и темпом работы.

Принципиальные моменты обучения физики:

- на уроках надо работать всем, учиться должно быть сложно;
- возможность выбора темпа работы и уровня преподавания наиболее подходящего данному учащемуся;
- система домашней (самостоятельной) работы с обязательным контролем, для системы домашних заданий применяются дистанционные курсы;
- обязательный экзамен в конце каждого семестра;
- лабораторный практикум.

Причины, по которым в учебный процесс были внедрены элементы стративого обучения:

- наметившаяся в последнее время тенденция на увеличение различия в уровне подготовки учащихся, сильные учащиеся становятся сильнее, а слабые слабее. Как следствие этого факта возникает необходимость реализации многоуровневого обучения в одном классе, так как в одном профильном классе могут обучаться учащиеся, являющиеся призерами заключительного этапа ВсОШ по физике, и учащиеся, которые с трудом осваивают программу профильного обучения. При этом всем учащимся необходимо обеспечить нагрузку на соответствующем уровне: одним – подготовку к олимпиадам высокого уровня, вторым – подготовку к ЕГЭ с ликвидацией постоянно возникающих пробелов в знаниях и умениях;

- проблема выбора для учителя метода эффективного обучения детей, различающихся по уровню подготовленности, способностей к освоению физики, степени мотивации, скорости восприятия материала;

- при возникновении вопросов психологической несовместимости учитель – ученик невозможность их решения в условиях классно-урочной системы.

Термин «страта» был введен русским социологом и философом Питиримом Сорокиным и обозначает группу людей, объединенных по способу усвоения и переработки информации.

Рассмотрим основные моменты организации стративой дифференциации обучения физики в СУНЦ УрФУ.

Стративое обучение реализовано в девярых физико-математических классах (трех- и четырехгодичные потоки) и десятых и одиннадцатых профильных классах (двух-, трех- и четырехгодичные потоки). В первый год обучения в СУНЦ по результатам первой

четверти, а также с учётом вступительных испытаний, формируются учебные группы (страты).

Структура учебных групп:

- группа А. Очень высокая мотивация к изучению физики, способность к длительным большим нагрузкам, умение быстро включаться, быстрое усвоение материала. Цель – высокие достижения в олимпиадах – региональный и заключительный этап ВсОШ, подготовка кандидатов в сборную РФ.

- группы В1 и В2. Последовательное и основательное изучение физики на профильном уровне. Цель: ЕГЭ + перечневые олимпиады, работа над исследовательскими задачами в рамках турнира юных физиков.

- Группа С. Последовательное и основательное изучение физики на профильном уровне. Цель: сдача ЕГЭ на высокие баллы, либо физика не является основным предметом. Обучаясь в этой группе, учащийся хочет уменьшить нагрузку.

Достоинством стратового обучения является тот факт, что обучающиеся остаются в своих классных коллективах, и только во время урока физики, который проводится одновременно в двух классах, учащиеся расходятся по четырем разным аудиториям к четырем разным преподавателям. В течение второй четверти первого года обучения возможны переходы обучающихся из группы в группу, чтобы определить наиболее комфортную для себя по темпу работы и степени собственной готовности к определенному объёму работ, а также психологической совместимости с преподавателем.

К началу второго полугодия учебные группы группы формируются окончательно, и переходы из группы в группу возможны и происходят в случае, если:

- учащийся не справляется с выбранным уровнем – решением минипедсовета учителей физики. С этой целью учитель, преподающий в группе, по итогам семестра выделяет учащихся, дальнейшее обучение которых в этой страте представляется ему нецелесообразным, поскольку либо темп работы слишком высок, и обучающийся не справляется со скоростью и объёмом работы.

- группа, в которой обучается учащийся, не соответствует его уровню, он способен к более интенсивной работе, и, находясь в данной группе, обучающийся не развивается. При наличии желания обучающегося он может быть переведен в другую группу.

- добровольный переход из страты в страту осуществляется также по истечении каждого полугодия на основании заявления обучающегося. Основная причина подобных переходов – желание обучающегося уменьшить учебную нагрузку по физике, так как «основным» предметом для себя в настоящее время они выбирают не физику, а, например, информатику или математику, им нужно перераспределить учебную нагрузку таким образом, чтобы они могли больше времени готовиться к олимпиадам или конкурсам по этим предметам. Также возможно возникновение психологической несовместимости обучающегося с учителем данной страты или одноклассниками.

Физика преподается во всех группах (стратах) по единой программе, но с различной глубиной и скоростью освоения материала. Все страты работают по одному учебному плану (одинаковое количество часов физики в неделю) и с использованием одного учебно- методического комплекса. Каждую тему все группы, исключая группу А, начинают и заканчивают изучение в одни сроки. Между прохождением материала в группах В и С существует строгое соответствие, обучающиеся выполняют одинаковые проверочные работы и домашние задания. В рамках одной темы учителя группы А имеют возможность включения в программу дополнительных тем за счет более высокого темпа прохождения материала.

В стратовой системе организации обучения изменяются функции оценок. При том, что учебная программа одинакова у всех учебных групп, уровень сложности заданий,

предлагаемых учащимся различных групп, может различаться. Тем самым одна и та же оценка, полученная учащимися разных групп, может означать разный уровень освоения программы. В силу этого вводится принцип оценивания снизу, что означает, что определен минимальный уровень знаний и умений, за который учитель выставляет отметку «удовлетворительно». Так, на экзамене оценка «три» выставляется в том случае, если учащийся знает теоретический материал в объеме кодификатора ЕГЭ, либо если вопрос не входит в кодификатор ЕГЭ, то учащийся знает все основные определения, формулировки законов и умеет объяснять явления на качественном уровне, имеющие отношение к данному теоретическому вопросу и умеет решать задачи с развернутым ответом повышенного уровня из открытого банка заданий ЕГЭ.

Результаты ЕГЭ

	11 В (4х годовой физмат)	11Г (трехгодичный физмат)	11Д (двухгодичный физмат)	11С (двухгодичный физтех)
2019	89	86	82	70
2021	86	84	79	71
2022	92	83	91	77
2023	95	82	74	77
2024	92	90	89	87

Итоги ВсОШ и олимпиады для учащихся 7 – 8 классов имени Дж. К. Максвелла

	Региональный этап	Заключительный этап
2021- 2022	46 + 14	3 + 1
2022 - 2023	40 + 17	5 + 2
2023 - 2024	44 + 13	3 + 1
2024 - 2025	44 + 12	

Количество призёров перечневых олимпиад ежегодно примерно 80 человек.

Система стратого обучения способна обеспечить одновременно и высокие результаты на ВсОШ и высокие результаты ЕГЭ, и обеспечить углубленное изучение физики для учащихся, которые не выбрали для себя физику как основной предмет.

Список литературы

1. Унт И. Индивидуализация и дифференциация обучения / И. Унт. М.: Просвещение, 1990.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева [и др.]; под ред. Е. С. Полат. - М.: Изд. центр «Академия», 2000.
3. Ларченкова Л. А. Дистанционное образование и проблемы профильного обучения физике в школе // Л. Ларченкова // Наука и школа. – 2008. - №2. – С. 75 - 78
4. Арапов А. И. Дифференциация обучения в истории отечественной педагогики и школы. – Новосиисрк: НГПУ, 2003, - 243 с.
5. Подласый И. П. Педагогика. В 3 книгах. Кн. 2. Теория и технология обучения/ ИП. Подласый. – 2-е изд., испр. – М.: Владос, 2007, - 575 с.

References

1. Unt I. Individualizaciya i differenciaciya obucheniya / I. Unt. M.: Prosveshchenie, 1990.
2. Novye pedagogicheskie i informacionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya / E. S. Polat, M. YU. Buharkina, M. V. Moiseeva [i dr.]; pod red. E. S. Polat. - M.: Izd. centr «Akademiya», 2000.

3. Larchenkova L. A. Distancionnoe obrazovanie i problemy profil'nogo obucheniya fizike v shkole/L. Larchenkova// Nauka i shkola. – 2008. - №2. – S. 75 - 78
4. Arapov A. I. Differenciaciya obucheniya v istorii otechestvennoj pedagogiki i shkoly. – Novosibirsk: NGPU, 2003, - 243 s.
5. Podlasyj I. P. Pedagogika. V 3 knigah. Kn. 2. Toeriya i tekhnologiya obucheniya/ IP. Podlasyj. – 2-e izd., ispr. – M.: Vldos, 2007, - 575 s.

ФССО-2025

ОБУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ШКОЛ СРЕДСТВАМИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кириченко Илья Сергеевич¹

соискатель ученой степени кандидата педагогических наук, ilserkir@gmail.com

Червова Альбина Александровна¹

доктор педагогических наук, профессор, innovacia-sgpu@mail.ru

¹ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал, 155908, Ивановская обл., г. Шуя, ул. Кооперативная, д.24

Аннотация

Повышение уровня образования в средней школе и введение сложных тем в программу физико-математических школ поставили вопрос о введении общей теории относительности (ОТО) в процесс обучения школьников физике. Нами разработан элективный курс по обучению ОТО в физико-математической школе. В ходе работы мы столкнулись с рядом методологических сложностей, связанных с высокой абстрактностью и математической сложностью данной теории. Одним из эффективных инструментов для повышения доступности этого материала является проектная деятельность, ориентированная на самостоятельную учебно-исследовательскую работу учащихся. В статье рассматривается применение данного подхода на примере создания цифровой модели гравитационного искривления пространства-времени.

Проектная деятельность способствует формированию у учащихся ключевых навыков и компетенций необходимых для успешного обучения. Проектная работа необходима не только для глубокого понимания физических концепций, но и для формирования практических навыков в области программирования и математического моделирования. В рамках предложенного проекта учащиеся разрабатывают интерактивную симуляцию, демонстрирующую изменение траекторий движения тел под влиянием гравитации. Это позволяет визуализировать влияние ускорения системы отсчета на восприятие движения в искривленном пространстве-времени, что делает сложные идеи ОТО более наглядными и доступными.

Применение цифровых технологий и интерактивных моделей в обучении физике не только упрощает усвоение материала, но и повышает мотивацию учащихся, привлекая их к активному познанию фундаментальных физических законов. В статье обосновывается эффективность проектного подхода в изучении ОТО и предлагается конкретный метод его реализации.

Ключевые слова

Физико-математическая школа, элективный курс, проектное обучение, общая теория относительности, цифровая визуализация, моделирование, гравитация, искривление пространства-времени, физическое образование.

TEACHING THE GENERAL THEORY OF RELATIVITY IN PHYSMATH SCHOOLS BY MEANS OF PROJECT ACTIVITIES

Ilya Sergeevich Kirichenko¹

Candidate of Sciences, ilserkir@gmail.com

Albina Alexandrovna Chervova¹

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, innovacia-sgpu@mail.ru

Abstract

The increasing level of education in secondary schools and the introduction of complex topics in the program of physics and mathematics schools raised the question of introducing the general theory of relativity in the process of teaching physics to schoolchildren. We have developed an elective course on teaching the GTR in physics and mathematics school. In the course of work we faced a number of methodological difficulties associated with the high abstractness and mathematical complexity of this theory. One of the effective tools for increasing the accessibility of this material is project activities oriented to independent teaching and research work of students. The article considers the application of this approach on the example of creating a digital model of gravitational curvature of space-time.

Project work helps students to develop key skills and competences necessary for successful learning. Project work is necessary not only for a deep understanding of physical concepts, but also for the formation of practical skills in programming and mathematical modelling. As part of the proposed project, students develop an interactive simulation demonstrating the change in the trajectories of bodies under the influence of gravity. This allows them to visualize the influence of the acceleration of the reference frame on the perception of motion in curved space-time, which makes the complex ideas of GTR more visual and accessible.

The use of digital technologies and interactive models in teaching physics not only simplifies the learning of the material, but also increases the motivation of students, attracting them to active learning of fundamental physical laws. The article substantiates the effectiveness of the project approach in the study of GTR and suggests a specific method of its implementation.

Keywords

Physics and mathematics school, elective course, project-based learning, general theory of relativity, digital imaging, modelling, gravity, space-time curvature, physics education.

Общая теория относительности (ОТО), сформулированная Альбертом Эйнштейном в 1915 году, является одной из фундаментальных теорий современной физики. Она описывает гравитацию как следствие искривления пространства-времени, вызванного массой и энергией [1]. Однако концепции, лежащие в основе ОТО, значительно сложнее для восприятия по сравнению с классической механикой или электродинамикой. Высокая степень абстракции, сложный математический аппарат и отсутствие непосредственных аналогов в повседневном опыте делают обучение ОТО в физико-математической школе чрезвычайно сложной задачей.

Повышение уровня образования в средней школе и введение сложных тем в программу физико-математических школ поставили вопрос о введении общей теории относительности в процесс обучения школьников физике. В этой области значимый вклад внёс А. А. Пинский [2]. Его работа обладает высокой ценностью, однако сложный и глубокий уровень ее содержания больше соответствует образовательным требованиям ВУЗов, нежели школам общего образования. Вопрос преподавания специального курса по общей теории относительности в средней школе рассматривается в кандидатской диссертации «Преподавание спецкурса по теории относительности в основной школе» Яшиной Г. А. [3], однако в ее работе не до конца раскрыты вопросы методологической сложности, связанные с высокой абстрактностью и математической сложностью данной теории, а также возможности, которые предоставляют современные методы обучения.

Поскольку количество работ по теме обучения общей теории относительности в физико-математической школе ограничено, и данный вопрос не исследован в полной мере, нами были проведены работы по разработке элективного курса, который позволит обучить школьников основам ОТО с использованием современных технологий и методов обучения. По теме исследования изданы несколько научных статей, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. В нашей работе [4] изложены выводы относительно причин важности более глубокого рассмотрения теории относительности в курсе физики физико-математической школы и подхода к организации обучения, что дополнительно обосновывает рассмотрение вопроса о целесообразности обучения ОТО в физико-математической школе. В другой статье [5] исследован модельный подход при обучении физике и оценена возможность внедрения общей теории относительности с использованием методики моделирования в курс обучения физики в физико-математических школах и вузах физико-технической направленности.

Современные образовательные подходы требуют не просто передачи информации, а вовлечения учащихся в процесс активного познания. Одним из наиболее эффективных методов, соответствующих этим требованиям, является проектная деятельность. Например, вопрос использования данного подхода при обучении в средней школе исследуют Л. О. Иванова, А. С. Соболева [6]. Эффективность использования проектной деятельности в контексте ФГОС показывает и Р. Р. Шахмарова [7]. Данный метод, ориентированный на самостоятельную работу учащихся над исследовательскими или инженерными задачами, способствует формированию глубокого понимания физических явлений, развитию критического мышления и приобретению навыков работы с цифровыми технологиями.

В этой статье рассматривается применение проектного обучения в специальном курсе по обучению ОТО в физико-математической школе, а также ключевые образовательные компетенции, которые формируются в процессе применения данного метода обучения. В качестве примера предлагается учебный проект по разработке цифровой визуализации эффекта гравитационного искривления пространства-времени. В рамках этого проекта учащиеся создают собственную компьютерную модель (интерактивное демо), демонстрирующую влияние массивных объектов на структуру пространства-времени. Такой подход позволяет не только упростить освоение сложных концепций ОТО, но и интегрировать знания по физике, математике и программированию в единую систему.

Цель статьи — обоснование эффективности проектного метода в обучении ОТО и предложение конкретного учебного проекта, способствующего формированию осознанного понимания гравитационных эффектов, предсказанных ОТО.

Проектная деятельность в обучении физике становится все более востребованной, особенно в сложных темах, таких как общая теория относительности. Включение проектных методик позволяет учащимся не только изучать концепции на теоретическом уровне, но и применять их на практике, моделируя физические процессы. Благодаря этому удастся не только сформировать системное понимание явлений, но и развить критическое мышление, исследовательские и технические навыки, что особенно важно для будущих специалистов.

Проектная деятельность в образовательном процессе представляет собой метод обучения, основанный на самостоятельной исследовательской или инженерной работе учащихся, направленной на решение актуальных практических или теоретических задач. Этот подход способствует развитию целого ряда ключевых компетенций, необходимых для современной науки и технологий:

1. Ценностно-смысловые компетенции – необходимы для развития способности понимания окружающего мира, а также умения принимать решения

2. Информационные компетенции – помогают учащимся формировать навык работы с информацией, обрабатывать и преобразовывать её в нужный формат.

3. Учебно-познавательные компетенции – направлены на развитие способности ученика к самопознанию, планированию, логическому мышлению. Эти компетенции учат работать с большим количеством информации и грамотно ее анализировать.

4. Коммуникативные компетенции – необходимы для работы детей в группах в процессе проектной деятельности. Работа в группах помогает познакомиться с различными социальными ролями.

5. Компетенции личностного самосовершенствования – означают, что с их помощью можно освоить способы эмоционального и интеллектуального саморазвития. У ученика формируется собственное мнение, которое основывается на осмыслении научного опыта других людей.

Все перечисленные компетенции проектной деятельности направлены на получение более глубокого уровня образования. В первую очередь, это аналитическое и критическое мышление, так как работа над проектами требует понимания и глубокого осмысления проблемы. Проектная деятельность также развивает навыки работы в команде, поскольку успешное выполнение сложных задач часто требует сотрудничества и обмена идеями. Не менее важны цифровая грамотность и технические компетенции, особенно при использовании современных инструментов моделирования и программирования. Кроме того, формируются исследовательские навыки, так как учащимся приходится ставить гипотезы, анализировать данные и делать выводы на основе полученных результатов.

Одним из наиболее сложных для понимания аспектов ОТО является искривление пространства-времени под влиянием гравитации. Стандартные методы обучения, основанные на лекциях и традиционных задачах, затрудняют интуитивное восприятие этой концепции. Использование цифровой визуализации позволяет преодолеть этот барьер, предоставляя учащимся наглядное представление о поведении объектов в искривленном пространстве-времени. В качестве проекта предлагается создание компьютерной модели, демонстрирующей гравитационное искривление пространства-времени. Для реализации могут использоваться такие инструменты, как Python (с библиотеками Matplotlib и NumPy), Unity или Blender.

Основная идея проекта заключается в том, чтобы учащиеся разработали интерактивное демо, иллюстрирующее траектории движения тел в различных гравитационных условиях. В частности, можно рассмотреть ситуацию, когда ускорение системы отсчета изменяется, что влияет на восприятие движения тел. Данный эффект можно визуализировать с помощью мировых линий частиц в пространственно-временной диаграмме, где оси представляют собой пространство и время (рис. 1).

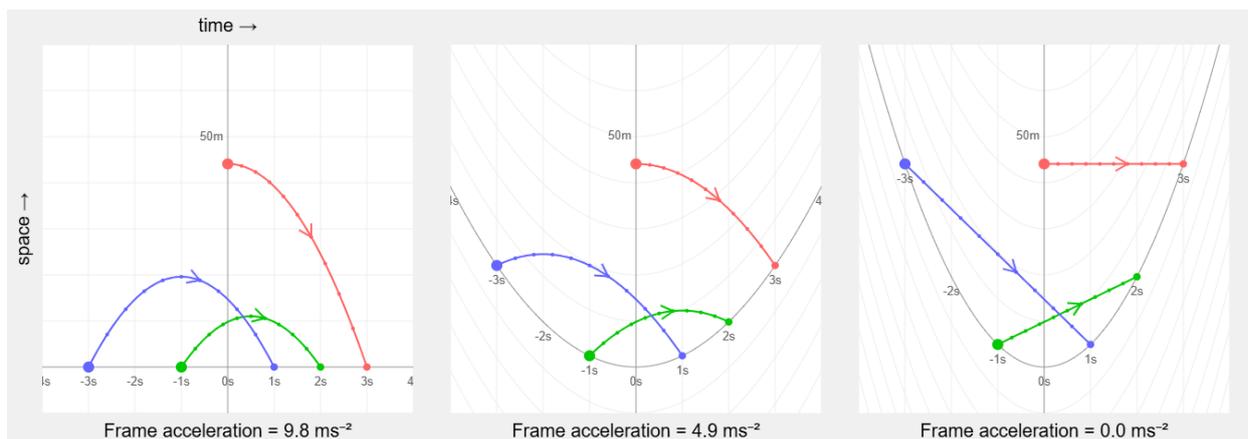


Рисунок 1 — Пространственно-временные диаграммы движения частиц при разных значениях ускорения системы отсчета.

На трех изображениях показано, как траектории движения зависят от ускорения системы отсчета: при земном ускорении ($9,8 \text{ м/с}^2$) траектории представляют собой привычные параболы, при уменьшенном ускорении ($4,9 \text{ м/с}^2$) они изменяются, а при отсутствии ускорения движение тел представляется инерциальным.

В рамках данного проекта формируются несколько ключевых компетенций. Прежде всего, это когнитивная компетенция, включающая понимание основ ОТО через практическую деятельность и способность работать с математическими моделями, что повышает уровень абстрактного мышления, а также навыков программирования и цифрового моделирования, поскольку учащиеся работают с различными инструментами для визуализации физических процессов. Проект также направлен на развитие информационных и деятельностных компетенций, так как учащимся предстоит самостоятельно находить решения для поставленных задач, анализировать полученные данные и корректировать модели.

Целью проекта является не только демонстрация фундаментальных принципов ОТО, но и развитие интегративного мышления, позволяющего соединять знания из разных областей науки. Важно, что проектная деятельность позволяет увидеть индивидуальность каждого ученика, дает ему возможность проявить собственное понимание и выбирать методы, источники и способы получения информации. Среди задач можно выделить освоение программных инструментов для визуализации, проведение сравнительного анализа различных моделей движения и интерпретацию результатов. Подход к оценке результатов включает как анализ качества разработанной модели и ее соответствие физическим принципам, так и оценку уровня понимания учащимися ключевых аспектов ОТО. Учитывается умение формулировать выводы, корректно использовать математические методы и представлять результаты работы в наглядной форме.

Подобный проект помогает учащимся не только понять математическую сторону ОТО, но и увидеть, как изменение ускорения системы отсчета меняет восприятие гравитационных эффектов. В ходе работы студенты анализируют уравнения движения, строят графики и сопоставляют результаты моделирования с теоретическими предсказаниями. Это способствует интеграции знаний в области физики, математики и программирования. Для преподавателей же это отличная возможность понять уровень развития компетенций каждого ученика, оценить развитие его познавательных навыков.

Применение проектного метода в изучении ОТО позволяет учащимся выйти за рамки пассивного восприятия материала и активно взаимодействовать с физическими концепциями. Использование цифровых моделей делает процесс обучения более интерактивным и увлекательным, снижая уровень абстракции и повышая наглядность. Это не только облегчает усвоение сложных идей, но и развивает навыки работы с

современными вычислительными инструментами, что важно для будущих специалистов в области науки и технологий.

Использование проектной деятельности в обучении общей теории относительности позволяет преодолеть трудности, связанные с абстрактностью и сложностью ее концепций. Создание цифровых моделей гравитационного искривления пространства-времени дает учащимся возможность не просто изучать теорию, но и наблюдать ее проявления в интерактивной форме. Такой подход способствует более глубокому пониманию физики, развивает аналитическое мышление и формирует практические навыки в программировании и математическом моделировании.

Разработка компьютерных симуляций ускоряет процесс освоения сложных физических идей, позволяя учащимся экспериментировать с параметрами системы и самостоятельно выявлять закономерности. Этот метод обучения не только повышает мотивацию, но и готовит будущих специалистов к использованию современных технологий в науке и инженерии. Таким образом, нами показано положительное влияние проектно-исследовательской деятельности на процесс обучения общей теории относительности в рамках спецкурса в физико-математической школе. Дальнейшее внедрение проектных методик в обучении физике может значительно повысить качество образования, сделав сложные темы более доступными и наглядными.

Выводы:

1. Показана важность разработки специального курса по обучению общей теории относительности для учащихся физико-математических школ.
2. Выделены достоинства применения проектной деятельности в рамках данного курса.
3. Приведен пример проекта по разработке компьютерной модели, демонстрирующей гравитационное искривление пространства-времени в соответствии с общей теорией относительности
4. Оценена возможность применения проектной деятельности в рамках курса специального курса по обучению общей теории относительности для учащихся физико-математических школ.

Список литературы

1. 1. Einstein A. Zum kosmologischen Problem der allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., 1931, 235—237; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. – М., Наука, 1966, с. 349
2. 2. Пинский А. А. Релятивистские идеи в преподавании физики (докт. дисс.). М. 1974.
3. 3. Яшина Г. А. Преподавание спецкурса по теории относительности в основной школе (канд. дисс.). М. 1999.
4. 4. Кириченко, И. С. К вопросу об углублении преподавания теории относительности в средней школе / И. С. Кириченко, А. А. Червова // Современное педагогическое образование. – 2024. – № 6. – С. 130-134. – EDN ANRSYU.
5. 5. Кириченко И. С. Этапы моделирования при обучении физике в физико-математических школах и вузах физико-технической направленности / И. С. Кириченко, М. К. Морозов, А. А. Червова // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 80-1. – С. 158-161. – EDN ZNDIQO.
6. 6. Иванова Л. О. Проектная деятельность как способ активизации познавательной деятельности учащихся / Л. О. Иванова, А. С. Соболева // Биологическое и экологическое образование в школе и вузе: теория, методика, практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. проф. Н. Д. Андреевой. – СПб.: «Свое издательство», 2016. – С. 62-67.
7. 7. Шахмарова Р. Р. Проектно-исследовательская деятельность обучающихся в контексте ФГОС: проблемы и пути решения // Педагогика и просвещение. 2017. № 2. С. 49–56.

References

1. Einstein A. Zum kosmologischen Problem der allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., 1931, 235-237; Albert Einstein. Collected scientific works. T. 2. - M., Nauka, 1966, p. 349.
2. Pinsky A. A. Relativistic ideas in teaching physics (doctoral dissertation). M. 1974.
3. Yashina G. A. Teaching a special course on the theory of relativity in the basic school (Cand. diss.). M. 1999.
4. Kirichenko I. S. To the question of deepening the teaching of relativity theory in secondary school / I. S. Kirichenko, A. A. Chervova // Modern pedagogical education. - 2024. - № 6. – C. 130-134. – EDN ANRSYU.
5. Kirichenko I. S. Stages of modeling in teaching physics in physics-mathematical schools and universities of physics-technical orientation / I. S. Kirichenko, M. K. Morozov, A. A. Chervova // Problems of modern pedagogical education. - 2023. - № 80-1. - C. 158-161. - EDN ZNDIQO.
6. Ivanova L. O. Project activity as a way to activate cognitive activity of students / L. O. Ivanova, A. S. Soboleva // Biological and environmental education at school and university: theory, methodology, practice: materials of the International scientific and practical conference / edited by Prof. N. D. Andreeva. - SPb.: "Svoye publishing house", 2016. - C. 62-67.
7. Shakhmarova R. R. Project-research activity of students in the context of FSES: problems and ways of solution // Pedagogy and enlightenment. 2017. № 2. C. 49-56.

ОШИБКИ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ И СПОСОБЫ ИХ ИЗБЕЖАТЬ

Красин Михаил Станиславович¹

доктор педагогических наук, доцент, krasin-ms@yandex.ru

Красина Галина Васильевна²

методист, galina.krasina@gmail.com

¹ Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, 248023, Российская Федерация, Калуга, ул. Степана Разина, д. 26

² Учебный центр «Энергетик», 248030, Российская Федерация, Калуга, ул. Огарева, д. 5

Аннотация

В статье отмечены достоинства педагогического метода использования учебных задач, составленных учителями, преподавателями. Указаны возможные ошибки, которые допускаются авторами-составителями учебных задач по физике. Предложены меры для обнаружения и предупреждения таких ошибок.

Ключевые слова

Средняя школа, методика обучения физике, разработка учебных задач.

MISTAKES IN WRITING PHYSICS TEACHING TASKS AND WAYS TO AVOID THEM

Krasin Mikhail Stanislavovich¹

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, krasin-ms@yandex.ru

Krasina Galina Vasilyevna²

methodologist, galina.krasina@gmail.com

¹ Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, 248023, Russian Federation, Kaluga, Stepan Razin St., 26

² Energetik Training Center. 248030, Russian Federation Kaluga, , Ogareva St., 5

Abstract

The article highlights the advantages of the pedagogical method of using educational tasks compiled by teachers. The possible errors that are made by the authors who compose the teaching tasks in physics are indicated. Measures are proposed to detect and prevent such errors.

Keywords

Secondary school, methods of teaching physics, development of educational tasks.

Можно отметить целый ряд достоинств применения в учебный процесс новых учебных задач, составленных самостоятельно учителями физики и преподавателями системы дополнительного образования, в том числе:

1) возможность оперировать в них результатами самых современных открытий в науке (в физике, астрономии, биологии, археологии), технических изобретений, социальных явлений, обращаться к образам современного искусства, что делает условия таких задач более интересными, а их решения более актуальными для учащихся;

2) гарантированность новизны рассматриваемой ситуации для всех школьников, вовлечённых в процесс решения таких задач, что позволяет обеспечить им одинаковые стартовые условия перед началом поиска решения такой задачи;

3) невозможность найти готовое решение на интернет ресурсах, что способствует созданию ситуации полной самостоятельности решения учащимися.

Создание учебных задач по физике – сложный процесс, требующий наличия у составителя творческих способностей и хороших знаний в области физики. Но даже наличие этих качеств не избавляет составителей задач от ошибок. Ошибок не бывает у того, кто ничего не делает, но каждый субъект деятельности стремится их избежать. Опираясь на собственный педагогический опыт, опыт коллег, результаты студенческих дипломных работ по данной проблематике, отметить некоторые способы предупреждения ошибок, допускаемых при составлении учебных задач по физике.

Ошибка 1. Непоставленность задачи [1]. Составитель задачи при её разработке строит мысленную модель задачной ситуации, но она строится на образах, существующих в его сознании и не всегда явно осознанных. В итоге в сформулированной автором задаче может быть пропущено важное условие, конкретизирующее ситуацию, делающее её понятной не только составителю, но и тем, кому она предназначена. Характерным примером такого условия может быть задача, предложенная в журнале «Квант» в разделе «Калейдоскоп Кванта». В ней спрашивали о том, у кого из полярников теплее комбинезон, у того у которого температура поверхности комбинезона больше или у того, у которого она меньше [4, С. 33]. Вариант ответа автора абсолютно корректен [4, С. 61], автор имел ввиду, что оба полярника находились в равных условиях и предлагал сравнить теплопроводности скафандров. Но оговоренные им в ответе условия не были отражены в тексте, предложенном читателям. Поэтому они могли дать три абсолютно противоположных ответа, каждый из которых будет правильным в рамках созданной ими модели. Если речь идёт о тактильном ощущении, теплее тот, у кого температура поверхности больше. Если перед началом измерений один из полярников был на солнце, а другой в тени, или один интенсивно работал, а другой отдыхал, то возможно оба комбинезона обладают одинаковой теплопроводностью или возможно меньшую теплопроводность (более тёплый) имеет комбинезон полярника, имеющий на момент измерений более высокую температуру поверхности.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки:

1) заставить себя критически перечитать условие на предмет обнаружения его некорректности;

2) перечитать условие спустя некоторое время, когда изначальная модель ситуации немного стёрлась в памяти;

3) предложить ознакомиться с условием другому человеку (коллеге - специалисту в методике обучения физике, знакомому инженеру или школьнику (или даже нескольким из них)).

Ошибка 2. Неучтённость физического явления, которое тоже влияет на результат, как и то явление, на необходимость учёта которого рассчитывалась задача. Наиболее часто такая ошибка возникает при составлении качественных задач. Например, в конце первого десятилетия XXI века на ЕГЭ была предложена интересная задача по определению характера изменения длины пружины, подвешенной вертикально и отягощённой грузом, после того как по ней начали пропускать электрический ток. Предполагалось, что школьники учтут эффект магнитного притяжения витков спирали. Но предложенный вариант ответа не учитывал эффект теплового расширения пружины и изменений её коэффициента жёсткости при нагреве, которые приводили к удлинению пружины, а участники ЕГЭ указывали и на него и поэтому испытывали затруднение в итоговом ответе [8].

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: те же, что и в предыдущем случае, кроме предложения ознакомиться с задачей школьникам.

Ошибка 3. Неучтённость гендерных особенностей в знании технологических характеристик объектов, упоминаемых в задаче. Например, однажды на региональном этапе ВсОШ по физике победительница предыдущего года не смогла решить задачу по причине незнания, что такое *торец* цилиндрического тела, а однажды на экзамене ОГЭ многие мальчишки не смогли ответить на вопрос из-за того, что не представляли собой, что такое *бархат*.

Способы обнаружения составителем ошибки: при критической оценке текста задачной ситуации постараться вспомнить о возможности возникновения такой проблемы и попытаться уточнить те термины, которые могут оказаться непонятыми определённой категорией учащихся, а если обращаться к помощи школьников, то предлагать ознакомиться с условием следует представителям обоих полов.

Ошибка 4. Неучтённость ограниченности физических возможностей человека и других биологических существ. Например, если 100 м человек пробежит за 11 с, то 1000 м более, чем за 110 с. Если максимальная скорость бега лошади достигает 60 км/ч, то при движении на дальние расстояния, при многодневных переходах, натренированный пеший человек оказывается быстрее всадников [3].

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: 1) перепроверять справедливость используемых в задаче фактов и чисел, обращаться к коллегам-специалистам по данным вопросам или к специализированной литературе; 2) переводить рассказ в область сказок или мультиков, там всё можно.

Ошибка 5. Неучтённость различий в строении подвидов биологических организмов одного вида. Например, появление пузырьков на поверхности воды может свидетельствовать о последующем всплытии стайки рыбёшек одного типа или о дополнительном погружении стайки рыбёшек с другим типом строения плавательного пузыря [11].

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: те же, что и в предыдущем случае.

Ошибка 6. Использование цветных фотографий при составлении фотозадач [6], если имеется вероятность, что при последующем распространении для школьников они преобразуются в черно-белые, из-за чего исчезают те важные детали, которые заметны на цветной фотографии.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: если существует вероятность перевода цветной фотографии в черно-белый формат, то рекомендуется проверить возможность обнаружения школьниками на черно-белой фотографии тех деталей, которые важны для решения этой задачи, и в случае необходимости воспользоваться фотошопом или просто ретушью.

Ошибка 7. При составлении квазиэкспериментальных фотозадач, на которых изображены средства измерения с дисплеями и (или) измерительными шкалами, не обеспечивается хорошая наглядность этих изображений.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: внимательно рассмотреть фотографию и в случае необходимости приложить увеличенную фотографию шкалы прибора или его экрана. Например, так, как это делается в заданиях ЕГЭ или так, как показано на рисунке 1, где увеличенные показания секундомера приведены в верхней части каждого фотоснимка.

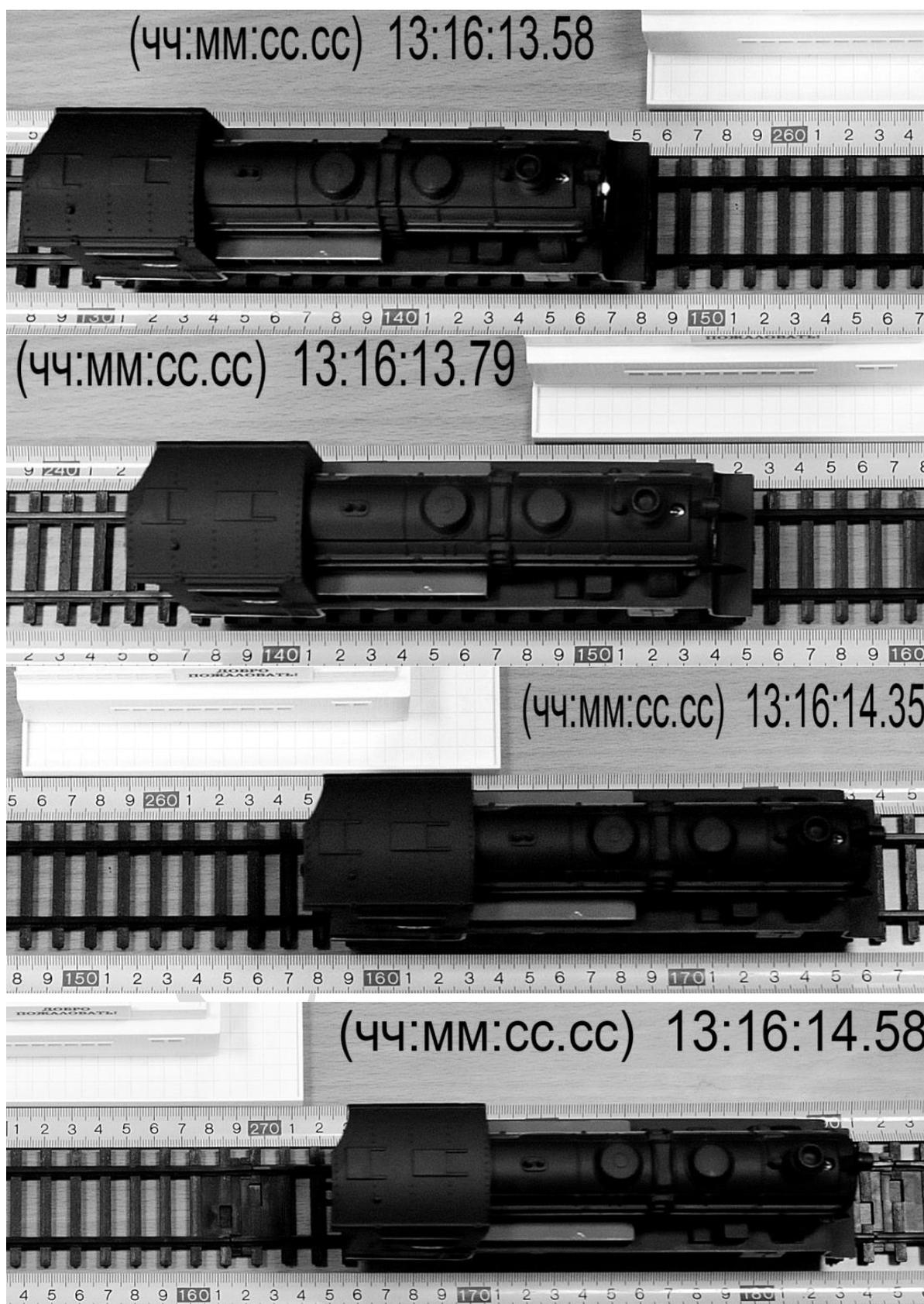


Рисунок 1 — Приложение к задаче о движении игрушечного паровозика

Ошибка 8. При составлении квазиэкспериментальных фотозадач [7] не учитывается эффект параллакса при проецировании объёмных фигур на шкалы средств измерения.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки:

1) если необходимо обеспечить точное определение по фотографии результата одного измерения, то можно расположить фотоаппарат под таким углом, чтобы исключить ошибку параллакса; если необходимо по фотографии снять показания с двух сторон от объёмного предмета, то можно расположить фотоаппарат на большом удалении от этого предмета, чтобы уменьшить эффект параллакса;

2) если требуется сделать несколько последовательных фотографий движущегося объёмного предмета, то можно обеспечить синхронное перемещение фотоаппарата (смотреть рисунок 1).

Ошибка 9. При составлении задач важно учитывать уровень подготовленности учащихся, для которых предназначена задача. Если задача оказывается элементарной для них, то это потеря учебного времени. Если задача оказывается непосильной для всех, то эта ситуация может породить у школьников чувство неуверенности своих способностях и способностях одноклассников или чувство отрицания такого стиля обучения, при котором всем непонятно.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки: составитель задачи должен иметь опыт работы с учащимися такого уровня обученности, для которых он составляет задачу, и помнить о возможности указанной ошибки.

Ошибка 10. Включение в условия задачи терминов или физических явлений неизвестных большинству учащихся. При составлении задач межпредметного содержания или требующих учёта современных открытий в науке и (или) технике, важно включать в условия задачи сведения, позволяющие школьникам, впервые узнавших об этом явлении, найти решение этой задачи. Например, в 2003 году на зональном (окружном) этапе ВсОШ по физике учащимся 9 класса была предложена задача с необходимостью учёта эффекта отрицательного преломления света (предсказанного советским физиком В. Г. Веселаго в 1967 г. и обнаруженного экспериментально в 2000 г., всего за три года до появления задачи на олимпиаде). Описание задачи была составлена настолько понятно, что каждый четвёртый участник этого этапа смог её решить.

Способы обнаружения и предупреждения составителем ошибки:

- 1) помнить о дидактическом принципе доступности обучения,
- 2) по возможности проверять на знакомых школьниках, увлечённых физикой.

Ошибка 11. Краткость приводимых решений или даже отсутствие таковых с приложением только итогового ответа. Учебные задачи по физике призваны решать две взаимосвязанные образовательные задачи: формирование умения решать любые проблемы, моделями которых выступают учебные задачи, и углубить предметные и методологические знания учащихся. К сожалению, довольно часто можно встретить сборники задач, в которых приводятся лишь краткие решения или просто ответы. Этот подход оправдан для сборников с простыми задачами, решение которых соответствует решениям, проведённым в школьных учебниках. Но в случае качественных задач, которые почти всегда оказываются нестандартными для решающего [9], или в случае расчётных задач уровня муниципального, регионального и заключительного этапов ВсОШ важно приводить подробное решение, чтобы те, кто не смог самостоятельно найти решение, могли научиться умению учитывать особенности рассматриваемых в задачах физических объектов и используемым для специальным приёмам решения, знание которых позволит существенно обогащает методологическую культуру обучающихся. А если в описании самой сложной части решения составители ограничиваются фразой: *применяя метод виртуальных перемещений, получим...*, то познавательное любопытство умных школьников, пришедших на региональный этап ВсОШ, не решивших эту задачу, но желающих его узнать остаётся неудовлетворённым.

Способы предупреждения составителем ошибки:

- 1) приводить подробные описания решения каждой оригинальной задачи.

Ошибка 12. Приведение только одного способа решения сложной задачи. Из-за этого снижается образовательный эффект, а у пользователей, решивших данную задачу способом, отличным от авторского, остаются сомнения в правильности придуманного решения.

Способы предупреждения составителем ошибки: приводить по возможности несколько разных способов решения одной задачи [2,5,10].

В заключение авторы выражают надежду, что отмеченные в данной статье ошибки позволят творческим людям, составителям учебных задач по физике их избежать или уменьшить.

Список литературы

1. Беликов Б. С. Решение задач по физике / Б. С. Беликов. – М.: Высшая Школа, 1986. – 256 с.
2. Бубликов С. В. Развитие толерантного мышления на уроке физики. / С. В. Бубликов, М. С. Красин // Сибирский педагогический журнал. – 2013 – №2 – С. 172-177
3. Историография истории Древнего Востока. Иран, Средняя, Индия, Китай: Учеб. пособие / Под ред. В. И. Кузицина. – СПб.: Алетейя, – 2002. – 303 с.
4. Калейдоскоп «Кванта». А так ли вам знакомы явления переноса? // Квант. – 2002. – № 3. – С. 32-33, 60-61
5. Кондратьев А. С. Методы решения задач по физике / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, А. В. Ляпцев. — М.: Физматлит, 2012. — 310 с.
6. Красин М. С. Дидактические возможности задач, составленных с использованием фотографий и методика их применения / М. С. Красин, П. А. Кузин, О. А. Москвина // Физика в школе и вузе: Международный сборник научных статей: Выпуск 9. – Санкт-Петербург: РПГУ им. А. И. Герцена, Изд-во библиотеки РАН, 2008. – С. 72-75.
7. Красин М. С. Квазидинамические фотозадачи по физике: разработка, подготовка, применение / М. С. Красин. А. И. Осипов, Е. А. Осипова В сборнике: Научные труды Калужского государственного университета имени К. Э. Циолковского. Серия «Естественные и технические науки». Калуга, 2022. – С.177-181
8. Красин М. С. Личный пример учителя как фактор развития методологической культуры учащихся / М. С. Красин // Сборник трудов докладов Всероссийского съезда учителей физики. Научно-методическое издание. Всероссийский съезд учителей физики в МГУ 28-30 июня 2011, – М.: МГУ. 2011, – С. 107-109.
9. Красин М. С. Тематические уроки решения качественных задач // Физика в школе. – 2003. – № 1. – С. 18–25.
10. Красин М. С. Некоторые приемы решения задач по физике. / М. С. Красин, А. Н. Куликов – Калуга: Гриф, 2000. –186 с.
11. Сухаренко Е. В., Физиология рыб / Е. В Сухаренко, В. И. Максимов. – М.: изд. ООО НПО «Сельскохозяйственные технологии», 2021. – 156 с.

References

1. Belikov B. S. Reshenie zadach po fizike / B. S. Belikov. – М.: Vy`sshaya Shkola, 1986. – 256 s.
2. Bublikov S. V., Krasin M. S. Razvitie tolerantnogo my`shleniya na uroke fiziki. / S. V. Bublikov, M. S Krasin // Sibirskij pedagogicheskij zhurnal. – 2013 – №2 – S. 172-177
3. Istoriografiya istorii Drevnogo Vostoka. Iran, Srednyaya, Indiya, Kitaj: Ucheb. posobie / Pod red. V. I. Kuzishhina. – SPb.: Aletejya, – 2002. – 303 s.
4. Kalejdoskop «Kvanta». A tak li vam znakomy` yavleniya perenosa? // Kvant. – 2002. – № 3. – S. 32-33, 60-61
5. Kondrat`ev A. S. Metody` resheniya zadach po fizike / A. S. Kondrat`ev, L. A. Larchenkova, A. V. Lyapcev. — М.: Fizmatlit, 2012. — 310 s.
6. Krasin M. S. Didakticheskie vozmozhnosti zadach, sostavlenny`x s ispol`zovaniem fotografij i metodika ix primeneniya / M. S. Krasin, P. A. Kuzin, O. A. Moskvina // Fizika v shkole i vuze: Mezhdunarodny`j sbornik nauchny`x statej: Vy`pusk 9. – Sankt-Peterburg: RPGU im. A. I. Gercena, Izd-vo biblioteki RAN, 2008. – S. 72-75.
7. Krasin M. S. Kvazidinamicheskie fotozadachi po fizike: razrabotka, podgotovka, primeneniye / M. S. Krasin. A. I. Osipov, E. A. Osipova. V sbornike: Nauchny`e trudy` Kaluzhskogo gosudarstvennogo universiteta imeni K. E. Ciolkovskogo. Seriya «Estestvenny`e i texnicheskie nauki». Kaluga, 2022. – S. 177-181

8. Krasin M. S. Lichny`j primer uchitelya kak faktor razvitiya metodologicheskoy kul`tury` uhashhixsya / M. S. Krasin // Sbornik trudov dokladov Vserossijskogo s`ezda uchitelej fiziki. Nauchno-metodicheskoe izdanie. Vserossijskij s`ezd uchitelej fiziki v MGU 28-30 iyunya 2011, – M.: MGU. 2011, – S. 107-109.
9. Krasin M. S. Tematicheskie uroki resheniya kachestvenny`x zadach // Fizika v shkole. – 2003. – № 1. – S. 18–25.
10. Krasin M. S. Nekotory`e priemy` resheniya zadach po fizike. / M. S. Krasin, A. N. Kulikov – Kaluga: Grif, 2000. –186 s.
11. Suxarenko E. V. Fiziologiya ry`b / E. V. Suxarenko, V. I. Maksimov. – M.: izd. OOO NPO «Sel`skoxozyajstvenny`e texnologii», 2021. – 156 s.

ФССО-2025

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ-КОНСТРУКТОРОВ ДЛЯ ДВУМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МЕХАНИКЕ

Крушельницкий Артемий Николаевич¹

кандидат физико-математических наук, доцент, ak.spb.ru@gmail.com

Аленикова Виктория Евгеньевна¹

студент магистратуры, alenikova0610@gmail.com

Афанасьева Ольга Константиновна^{1,2}

студент магистратуры, учитель физики olispost@yandex.ru

Варфаламеева Светлана Анатольевна¹

кандидат педагогических наук, доцент, sunmoonstars2004@mail.ru

Егорова Анна Георгиевна¹

студент магистратуры, eanna1569@gmail.com

Михайлюк Полина Алексеевна¹

студент бакалавриата, m.polina.alek@gmail.com

Тюканов Алексей Станиславович¹

кандидат физико-математических наук, доцент, tiukanov@mail.ru

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

² Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия №271 Красносельского района Санкт-Петербурга имени П. И. Федулова, пр. Кузнецова, 25к2, Санкт-Петербург, 198328

Аннотация

В данной работе рассматривается роль двухмерных программ-конструкторов, таких как Algodoo, 1С: Физический конструктор и др., в процессе обучения механике в школе. Основное внимание уделяется потенциалу этих программ для решения физических задач и развития исследовательских навыков у учащихся. В статье представлены четыре методических подхода к использованию программ-конструкторов: демонстрация готовых моделей учителем, комбинация аналитических решений с моделированием, создание моделей учащимися под руководством педагога и самостоятельная работа учеников. Приводятся примеры заданий, включая моделирование баллистического движения, колебаний маятника и блочных систем. Обсуждаются преимущества использования программ-конструкторов: доступность интерфейса, интерактивность и возможность адаптации под разный уровень подготовки учеников. Вместе с тем выделяются ограничения их применения, такие как риск упрощения физических моделей, зависимость от технических возможностей и необходимость баланса с натурными экспериментами.

Ключевые слова

компьютерное моделирование, программы-конструкторы, обучение механике, интерактивные симуляции.

USING PHYSICS-BASED 2D-SANDBOX MODELING PROGRAMS WHILE TEACHING MECHANICS

Krushelnitskii Artemii N.¹

Ph.D. in physics and mathematics, associate professor, ak.spb.ru@gmail.com

Alenikova Victoria E.¹

master student, alenikova0610@gmail.com

Afanaseva Olga K.^{1,2}

master student, physics teacher, olispost@yandex.ru

Varfalameeva Svetlana A.¹

Ph.D. in pedagogy, associate professor, sunmoonstars2004@mail.ru

Egorova Anna G.¹

master student, eanna1569@gmail.com

Mikhailuk Polina A.¹

bachelor student, m.polina.alek@gmail.com

Tiukanov Alexey S.¹

Ph.D. in physics and mathematics, associate professor, tiukanov@mail.ru

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

² State budgetary educational institution gymnasium No. 271 of the Krasnoselsky district of St. Petersburg named after P. I. Fedulov, Kuznetsova Ave., 25k2, St. Petersburg, 198328

Abstract

This work examines the role of two-dimensional design programs such as Algodoo, 1C: Physical Constructor and others in teaching mechanics at school. The main focus is on the potential of these programs for solving physical problems and developing research skills among students. The article presents four methodological approaches to using design programs: demonstration of ready-made models by the teacher, combination of analytical solutions with modeling, creation of models by students under the guidance of a teacher, and independent work of students. Examples of tasks are given, including modeling ballistic motion, pendulum oscillations, and block systems. The advantages of using design programs are discussed: the accessibility of the interface, interactivity, and the ability to adapt to different levels of student preparation. At the same time, the limitations of their use are highlighted, such as the risk of simplifying physical models, dependence on technical capabilities, and the need for balance with natural experiments.

Keywords

computer modeling, physics-based 2D-sandbox, teaching mechanics, interactive simulations.

Основные определения

Компьютерное моделирование — один из методов научного познания. Тесно связанное нынче со всеми науками, оно зародилось, в том числе, как инструмент работы с физическими моделями. Однако, поскольку в научной литературе до сих встречается различная терминология по обсуждаемой проблеме, мы предлагаем следующие определения.

Компьютерное моделирование — реализация на компьютере численных методов решения уравнений, связанных с математическими моделями изучаемых объектов.

Вычислительный эксперимент — эксперимент, проводимый средствами компьютерного моделирования, по изучению поведения модели [физического] явления с неизвестным заранее, обычно, результатом. Выполняется средствами языков программирования или специальных программ. Модель изучаемого явления создается экспериментатором.

Имитационный или виртуальный эксперимент (интерактивные демонстрации, компьютерные симуляции) — изучение готовой компьютерной модели с помощью специально разработанной программы (обычно с интерактивным графическим интерфейсом). Такая программа может имитировать какой-либо реальный, натуральный, эксперимент, например, демонстрационный (или лабораторную работу) или работу некоторого физического прибора.

Введение

Появление на рынке компьютерных программ (в том числе бесплатных), содержащих интерактивные модели экспериментов, инициировало повышенный интерес учителей физики к их использованию. Этот интерес обусловлен не только стремлением заменить сложные формы компьютерного моделирования, требующие написания программного кода учителем или учащимися, но и необходимостью адаптации образовательного процесса к современным технологиям.

Вместе с тем сегодня виртуальный эксперимент предлагается применять не только в традиционном, очном, обучении и проектной деятельности, но и во время онлайн-уроков и даже при организации олимпиад. Однако столь расширенное использование компьютерных моделей в школе может приводить и к негативным последствиям. Во-первых, многие готовые модели оказываются упрощёнными с точки зрения заложенных в них уравнений, что создаёт риск формирования у учащихся поверхностных знаний. Во-вторых, частая замена натуральных экспериментов компьютерными моделями способна исказить представление школьников об окружающем мире, вызывая у них иллюзию абсолютной предсказуемости физических явлений посредством использования компьютерных моделей.

Кроме того, несмотря на значительное количество публикаций, посвящённых применению программ-конструкторов в обучении физике, педагогам по-прежнему не хватает двух ключевых компонентов:

- 1) методических рекомендаций по интеграции виртуальных экспериментов в учебный процесс с сохранением баланса между цифровыми и традиционными методами [6];
- 2) удобных в использовании программ, сочетающих доступность интерфейса с физической корректностью моделей.

Актуальность данного исследования заключается в необходимости систематизации методических подходов к применению 2D-конструкторов (например, Algodoo, SimPhy) при обучении механике школьников.

Программы для компьютерного моделирования

Все программы для компьютерного моделирования можно условно разделить на три группы.

Первая группа включает классические компиляторы языков программирования и математические пакеты (например, Excel, COMSOL Multiphysics, LabView, MATLAB). Эти специализированные инструменты ориентированы преимущественно на научную и инженерную сферы. Несмотря на попытки ряда авторов внедрить их в школьное образование, их применение сдерживается высокой сложностью и необходимостью владения программированием (см., например, работу [1]).

Вторая группа — интерактивные симуляции и виртуальные демонстрации [3]. К таким программам относятся, например, сайты all-fizika.com, mediadidaktika.ru, phet.colorado.edu, VirtuLab Класс!ная физика; программы Виртуальная лаборатория по физике для школьников, Открытая физика, Физика в картинках; разработки компании Физикон; различные мультимедийные приложения к учебникам и другие решения. Эти программы, впрочем, зачастую представляют собой некий «чёрный ящик» [4] —

пользователь взаимодействует с готовой моделью, не имея доступа к её математическим основам. Такие программы ограничены в настройке параметров и редко позволяют проверить адекватность модели экспериментально. Как отмечают исследователи, школьники часто воспринимают их как «красивые мультики» [2], что снижает образовательную ценность.

Третья группа — программы-конструкторы (например, Algodoo, SimPhy, Step, 1С: Физический конструктор). Они сочетают сравнительную простоту рабочего интерфейса (сцены) с его высокой интерактивностью: пользователи собирают модели из готовых примитивов (блоки, пружины, заряды), не прибегая к программированию [5]. Однако и эти программы не лишены некоторых недостатков:

- 1) отсутствие перевода на русский язык в некоторых программах (например, SimPhy);
- 2) прекращение поддержки разработчиками (например, Physion);
- 3) неясность математических алгоритмов, лежащих в основе расчётов.

Вместе с этим можно выделить два несомненных преимущества использования таких программ. Во-первых, их использование возможно учащимися без навыков программирования. Во-вторых, преподаватели имеют возможность создавать собственные, авторские, модели, адаптированные к уровню учеников.

В настоящей работе мы предлагаем следующие подходы к использованию таких программ в обучении механике.

1. Демонстрация готовых моделей учителем.
 2. Комбинирование моделирования с аналитическими методами решения задач и проведением натурального эксперимента для проверки гипотез.
 3. Создание моделей учащимися под тщательным руководством педагога.
 4. Самостоятельная творческая работа учащихся с моделями.
- Рассмотрим далее их подробнее.

1. Демонстрация готовых моделей учителем

Данный подход предполагает, что педагог самостоятельно создаёт цифровые модели для демонстрации ключевых физических явлений в классе. Например, при изучении баллистического движения можно смоделировать полёт тела под углом к горизонту, визуализируя траекторию и зависимость дальности полёта от начальной скорости и угла броска. Для темы «Механические колебания» можно создать модель пружинного маятника, где учащиеся пронаблюдает за преобразованием механической энергии и «проверяют» зависимость периода колебаний от массы груза и жёсткости пружины.

Создание таких моделей требует тщательной подготовки. Учитель должен не только выбрать задачу, но и убедиться, что её реализация в программе корректна с точки зрения физики. Например, важно проверить, совпадает ли траектория тела с аналитическими расчётами, правильно ли отображаются векторы скоростей и сил и т.п. Не менее важно учитывать технические ограничения: не все конструкторы позволяют сохранять сцены без лицензии (например, SimPhy или Physion), что может потребовать альтернативных решений — скриншотов или видеозаписей.

В целом, при подготовке моделей для демонстрации на уроке и при работе с ними могут возникнуть следующие сложности.

1. Отсутствие четких рекомендаций по интеграции моделей в учебный процесс затрудняет выбор подходящих задач и сценариев использования. Например, не все темы школьной программы одинаково хорошо визуализируются через 2D-моделирование.
2. Отсутствие русификации в некоторых конструкторах может быть серьезным барьером как для ученика так и для учителя. Ситуацию спасает, впрочем,

общепринятое обозначение физических величин и их единиц измерения (хотя плотность тел в таких программах измеряется в $\text{кг}/\text{м}^2$ — учитывается специфика «двумерности»).

3. Существует также риск «перекоса» в сторону визуальных эффектов вместо анализа фундаментальных законов. Например, учащиеся могут воспринимать модель как «мультик», «анимацию», не связывая её с уравнениями, лежащими в её основе.

4. Не всегда возможно сравнить виртуальный эксперимент с реальным из-за идеализации условий в программе (например, игнорирование сопротивления воздуха).

Эти сложности требуют от учителя тщательного предварительного тестирования моделей, а их интеграция в урок требует сочетания с другими методами. Например, после демонстрации виртуального маятника учащимся можно предложить провести натурный эксперимент с реальным маятником и сравнить результаты, обсуждая источники погрешностей. Также учителю полезно заранее продумать вопросы для обсуждения, например: «Почему в математической модели период колебаний не зависит от амплитуды?».

Однако данный подход имеет ограничения. Не все типовые задачи удаётся реализовать из-за особенностей интерфейса или математических алгоритмов, заложенных в программы. Кроме того, чрезмерное увлечение виртуальными демонстрациями может отвлечь учащихся от фундаментальных принципов, превращая урок в некое «мультипликационное шоу». Ключевой задачей учителя остаётся баланс между наглядностью и глубиной теоретического анализа моделируемого материала.

2. Комбинирование аналитического решения и компьютерного моделирования задач

Данный подход предполагает последовательное решение задачи вначале аналитически, а затем — компьютерным моделированием. Он особенно эффективен при изучении кинематики, где результаты моделирования легко сопоставляются с теоретическими выводами. Например, при изучении баллистических задач учащиеся сначала рассчитывают время полёта тела, а затем наблюдают за движением объекта в программе, сравнивая полученный результат с расчётным значением.

Напротив, использование компьютерных моделей при изучении динамики сопряжено с определёнными сложностями. При моделировании, например, вращательного движения твёрдого тела или полиспада часто возникают расхождения между аналитическими и экспериментальными данными. Это связано с:

1) идеализацией аналитической модели по сравнению с моделью компьютерной — программы-конструкторы по умолчанию не игнорируют трение в блоках, упругость и массу нитей, что приводит к расхождению в расчётах;

2) чувствительностью программ-конструкторов к начальным условиям — даже незначительные изменения первоначальных параметров (связанные, например, с неточностью в установке примитива модели) приводят к существенным отклонениям в конечных результатах;

3) ограничениями самих численных методов расчёта — алгоритмы интегрирования уравнений в программах накапливают ошибки.

Мы рекомендуем всегда обсуждать с учащимися возможные причины расхождений между аналитической и компьютерной моделями.

3. Создание моделей учащимися под руководством педагога

В отличие от предыдущих подходов, здесь учащиеся самостоятельно конструируют модели, что позволяет глубже погрузиться в физические закономерности. Например, при изучении законов Ньютона школьники могут создать модель движения связанных тел, варьируя массы и коэффициент трения. Такая работа формирует понимание взаимосвязи параметров системы, а также развивает навыки

экспериментирования. Однако реализация этого подхода требует тщательной методической подготовки педагога к сопровождению работы учащихся.

Процесс создания модели часто сопровождается пробными попытками и ошибками. Учащиеся 7-го класса, впервые работающие с программами-конструкторами, могут испытывать затруднения при настройке параметров простейших моделей, тогда как старшеклассники способны решать более сложные задачи. Важно подбирать задачи, которые соответствуют уровню класса (например, для начинающих — движение «прямоугольника» по наклонной плоскости, для продвинутых — движение «круга» по наклонной плоскости) и позволяют наблюдать «явные» закономерности (используя встроенные в программы средства построения графиков).

На практике даже простые модели могут вызывать сложности из-за неверных настроек параметров моделей, что приводит к расхождению результатов с теоретическими расчётами. Это требует от учителя постоянной обратной связи: объяснения причин ошибок, помощи в корректировке параметров. Кроме того, временные затраты на создание моделей значительны: далеко не всегда модель получается с первого раза — одна задача может потребовать 2–3 попытки, что затрудняет использование подхода в условиях урока с 30 учениками.

Оптимально внедрять этот метод в рамках факультативов или проектной деятельности, где есть время на индивидуальную работу. Учитель может:

- 1) разделить класс на группы с разными уровнями сложности заданий;
- 2) использовать готовые шаблоны для экономии времени (например, предварительно настроенную сцену с блоком и нитью);
- 3) акцентировать внимание на анализе результатов: «Почему расчёт по компьютерной модели не совпадает с аналитическим решением?», «Какие факторы мы не учли?»

Таким образом, подход формирует не только предметные умения и навыки, но и исследовательское мышление, однако его эффективность зависит от методической гибкости педагога.

4. Самостоятельная творческая работа учащихся с моделями

В этом подходе учащимся предоставляется полная свобода в проектировании и анализе моделей. Такой подход можно реализовать в двух форматах.

1) Домашние задания с элементами моделирования

Учитель предлагает задачу (например, «Исследуйте зависимость периода колебаний маятника от длины нити») и предоставляет шаблон сцены для моделирования. Учащиеся самостоятельно настраивают параметры, проводят виртуальный эксперимент и сопоставляют результаты с аналитическими расчётами. Таким образом, школьники могут выбрать удобный для себя способ решения задач домашней работы — от «ручных» вычислений и построения графиков до компьютерного моделирования.

2) Проектная и исследовательская деятельность учащихся

Учащиеся решают открытые задачи, например: «Спроектируйте модель подъёмного механизма с использованием блоков и шестерёнок, рассчитайте его КПД». Здесь ключевую роль играет творчество: ученики сами определяют методы, подбирают инструменты (например, они могут использовать вначале компьютерное моделирование, а затем конструктор LEGO для моделирования натурального) и анализируют свои ошибки. Такой подход требует тщательного контроля со стороны педагога.

Однако, как и в других сценариях использования компьютерного моделирования, оказываются велики риски поверхностного понимания учениками физических процессов из-за автоматизации расчётов в программах. По-прежнему остается актуальной проблема сложности контроля за прогрессом каждого ученика в условиях массового обучения.

Заключение

Использование программ-конструкторов для двумерного моделирования в обучении механике существенно расширяет инструментарий педагога. Эти инструменты позволяют не только решать аналитически сравнительно простые задачи (например, движение тела по наклонной плоскости), но и исследовать вместе с учениками сложные системы, такие как гидродинамические процессы или вращательное движение твёрдого тела, которые традиционно считаются уделом физико-математических школ или даже университетов. Например, учащиеся могут моделировать колебания маятника с учётом трения о воздух, анализируя превращения энергии из одного вида в другой.

Впрочем, при всех достоинствах такого рода программ остаётся проблема «чёрного ящика» — уравнения, заложенные в программу-конструктор разработчиками, зачастую недоступны для корректировки. Это создаёт риски формирования у учащихся упрощённых представлений о компьютерном моделировании. Тем не менее, практика показывает, что для широкого круга задач (например, баллистическое движение, системы блоков и т. п.) результаты моделирования корректны, хорошо согласуются с аналитическими расчётами и экспериментами.

Мы рекомендуем использовать программы-конструкторы для двумерного моделирования на уроках, в домашних заданиях и в проектной деятельности.

Таким образом, программы-конструкторы — перспективный инструмент, но их эффективность зависит от методической грамотности педагога. Ключевым остаётся сочетание компьютерного моделирования с аналитическими методами и натурными экспериментами для формирования системного понимания физики.

Список литературы

1. Абдулгалимов Г. Л. Моделирование физического маятника в системе COMSOL Multiphysics / Г. Л. Абдулгалимов, А. И. Калугин, О. А. Косино // Физика в школе. - 2019. - № 2. - С. 53-57.
2. Гафуров А. Ш. Демонстрационный эксперимент или компьютерная симуляция: что эффективнее в учебном процессе? / А. Ш. Гафуров // Современные инновации. - 2018. - № 5(27). - С. 55-58.
3. Исхакова Л. Ю. Натурный физический и компьютерный эксперимент в преподавании физики в школе / Л. Ю. Исхакова, Х. Х. Абушкин // Учебный эксперимент в образовании. - 2016. - №4 (80). - С. 37-45.
4. Комарова М. Ю. Организация школьного физического эксперимента с использованием цифровых платформ / М. Ю. Комарова, Е. В. Хламов // Современное педагогическое образование. - 2021. - № 4. - С. 118-123.
5. Марко А. А. Визуализация задачных ситуаций по физике средствами "1С: физического конструктора" / А. А. Марко, И. Г. Марко // Информатика и образование. - 2014. - № 7(256). - С. 69-71.
6. Микушев В. М. Использование компьютерного моделирования для организации активного изучения студентами курса физики / В. М. Микушев, А. С. Чирцов // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. - 2015. - № 7. - С. 127-132.

References

1. Abdulkhalimov G. L. Modelirovanie fizicheskogo mayatnika v sisteme COMSOL Multiphysics / G. L. Abdulkhalimov, A. I. Kalugin, O. A. Kosino // Fizika v shkole. — 2019. — № 2. — S. 53-57.
2. Gafurov A. Sh. Demonstratsionnyy eksperiment ili kompyuternaya simulyatsiya: chto effektivnee v uchebnom protsesse? / A. Sh. Gafurov // Sovremennye innovatsii. — 2018. — № 5(27). — S. 55-58.
3. Iskhakova L. Yu. Naturnyy fizicheskiy i kompyuternyy eksperiment v prepodavanii fiziki v shkole / L. Yu. Iskhakova, Kh. Kh. Abushkin // Uchebnyy eksperiment v obrazovanii. — 2016. — №4 (80). — S. 37-45.
4. Komarova M. Yu. Organizatsiya shkolnogo fizicheskogo eksperimentalnogo s ispolzovaniem tsifrovyykh platform / M. Yu. Komarova, E. V. Khlamov // Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye. — 2021. — № 4. — S. 118-123.
5. Marko A. A. Vizualizatsiya zadachnykh situatsiy po fizike sredstvami «1S:fizicheskogo konstruktora» / A. A. Marko, I. G. Marko // Informatika i obrazovanie. — 2014. — № 7(256). — S. 69-71.

6. Mikushev V. M. Ispolzovanie kompyuternogo modelirovaniya dlya organizatsii aktivnogo izucheniya studentami kursa fiziki / V. M. Mikushev, A. S. Chirtsov // Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennye i fiziko-matematicheskie nauki. — 2015. — № 7. — S. 127-132.

ФССО-2025

ПРИМЕНЕНИЕ ИГР «ТРИМИНО» И «ДУБЛЬ» В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

Ларионова Наталья Валентиновна¹

кандидат педагогических наук, учитель физики, nvlarionova@yandex.ru

Ларионов Вадим Сергеевич¹

учитель физики, larionvadim@yandex.ru

¹ Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 15 имени академика Юлия Борисовича Харитона» города Сарова, 607186, Российская Федерация, Нижегородская обл., г. Саров, ул. Куйбышева, д. 25

Аннотация

В статье раскрываются возможности применения игр «Тримино» и «Дубль» на различных этапах урока физики и во внеурочной деятельности. Приводятся примеры конкретных игр по различным темам школьного курса, даются ссылки на сервисы для создания тримино разной формы.

Ключевые слова

Игровые технологии, игра, тримино, «Дубль», обучение физике.

APPLICATION OF THE "TRIMINO" AND "DOUBLE" GAMES IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS AT SCHOOL

Larionova Natalia V.

Candidate of pedagogic sciences, physics teacher, nvlarionova@yandex.ru

Larionov Vadim S.

Physics teacher, larionvadim@yandex.ru

Municipal budgetary educational institution "Lyceum No.15 named after Academician Yuli Borisovich Khariton" of Sarov, 607186, Russian Federation, Sarov, Kuibysheva st., 25

Abstract

The article reveals the possibilities of using the "Trimino" and "Double" games at various stages of the lesson and in extracurricular activities. Examples of specific games on various school course topics are given. The article gives some examples of sources for creating triminos of various shapes.

Keywords

Game technology, game, trimino, "Double", teaching physics.

Применение различных обучающих игр в образовательном процессе способствует повышению мотивации учащихся к изучению предмета и активизации их учебной деятельности, что, как следствие, ведёт к повышению эффективности процесса обучения. В своей практике учителя физики активно применяют такие настольные игры, как физическое лото, домино, физические кубики и т.п. [1]-[4]. В последние годы появились и новые игры, популярные у школьников, такие, как «Тримино» и «Дубль». Представляется целесообразным привлечение данных игр в процесс обучения физике.

Тримино – это игра, фишки которой представляют собой треугольники (см. рис.1). Добавив на стороны фишек предметный материал, образовательный потенциал игры значительно повышается. Вариантов тримино с предметным содержанием достаточно много опубликовано на сайтах педагогических сообществ. Однако, как

показывает проведённый анализ представленных в Internet материалов, тримино с физическим содержанием отсутствует. Авторами статьи была разработана серия игр «Тримино» с физическим содержанием для различных параллелей, а также методические рекомендации для их применения как на различных этапах урока, так и во внеурочной деятельности. Каждый вариант игры представлен в двух версиях: для настольной игры и для магнитной доски (см. рис.2). Тримино также имеют различную форму при сборке: треугольник, правильный шестиугольник, кристалл, «подсолнух», кольцо, в форме постоянной Планка и т.д.



Рисунок 1 — Классическое тримино



Рисунок 2 — Различные варианты тримино: для настольной игры и магнитной доски

Остановимся подробнее на некоторых вариантах игры.

Пример 1. Физическое тримино «Единицы скорости» (см. рис.3.) предназначено для учащихся 7-х классов и позволяет отработать навыки перевода единиц измерения скорости в игровой форме.

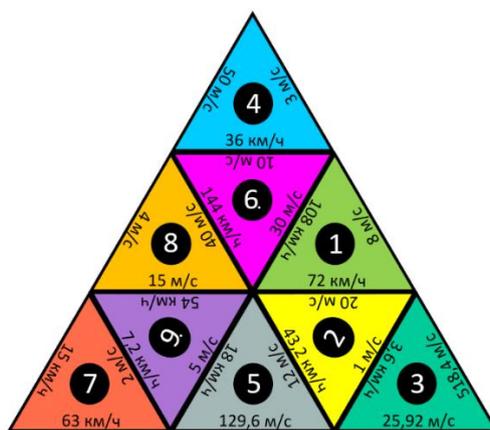


Рисунок 3 — Настольный вариант тримино «Единицы скорости»

Карточки игры представляют собой треугольники, у которых вдоль сторон написаны значения скорости с единицами измерения. Задача ученика – соединить стороны различных треугольников, чтобы получились верные соотношения. Например, сторону, вдоль которой написано 36 км/ч, необходимо соединить со стороной с надписью 10 м/с (см. рис.3). Каждый вариант содержит девять карточек, из которых в итоге собирается большой треугольник. Предусмотрены два уровня игры: уровень А - включены задания на перевод единиц скорости из км/ч в м/с и обратно, уровень В - включены различные задания на перевод единиц скорости (км/ч, м/с, м/ч, км/мин, см/с, мм/ч, мм/с, м/сут).

Наиболее удобно работать с игрой в парах, но возможно и индивидуальное выполнение задания. Можно предложить следующие варианты использования тримино в урочной деятельности.

1. *Для контроля по теме.* Ученикам выдаётся набор тримино и рабочий лист в виде собранного большого треугольника (см. рис.4). Учащиеся собирают тримино, подписывают рабочий лист, вписывают в него цифры из кружочков и сдают учителю на проверку.

ФИ: _____

Класс: _____

Задание: соберите тримино.
Соедините стороны треугольников, чтобы получились верные соотношения между единицами скорости. Запишите цифры из кружков в треугольник.

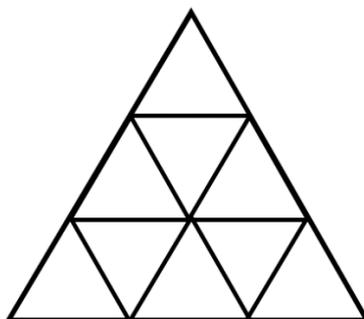


Рисунок 4 — Рабочий лист к тримино «Единицы скорости»

2. *Для тренировки по теме.* Ученики работают в парах, выполняют задание, затем выполняют самопроверку по выданным учителем ключам, исправляют ошибки (если они есть) и задают при необходимости вопросы учителю. После этого на следующем

уроке может быть выполнена индивидуальная проверочная работа по аналогичным заданиям (см. рис.5).

ФИ: _____ Класс: _____ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «ЕДИНИЦЫ СКОРОСТИ» Вариант 1 1. 36 км/ч =м/с 2. 10 мм/с =м/с 3. 30 м/мин =м/с 4. 180 м/ч =м/с 5. 8640 м/сут =м/с 6. 5 км/с =км/ч 7. 15 км/мин =км/ч 8. 1 км/с =км/ч 9. 6 м/ч =мм/мин 10. 600 м/мин =м/с	ФИ: _____ Класс: _____ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «ЕДИНИЦЫ СКОРОСТИ» Вариант 2 1. 72 км/ч =м/с 2. 20 мм/с =м/с 3. 60 м/мин =м/с 4. 360 м/ч =м/с 5. 17280 м/сут =м/с 6. 0,5 км/с =км/ч 7. 1 км/мин =км/ч 8. 2 км/с =км/ч 9. 12 м/ч =мм/мин 10. 60 м/мин =м/с
---	---

Рисунок 5 — Проверочная работа к тримино «Единицы скорости»

При применении модели смешанного обучения «ротация станций» игра может быть использована на проектной станции. При этом ученикам можно предложить дополнительное задание: перевести в м/с (км/ч) значения, оказавшиеся на боковых сторонах собранного большого треугольника.

Вариант игры для магнитной доски может быть использован учениками во время перемены для тренировки в переводе единиц измерения скорости. Он может стать также заданием одной из станций физического квеста. С помощью тримино для магнитной доски можно украсить стены и стенды класса или школьной рекреации во время декады физики. В этом случае игра выступает в роли функционального декора.

Пример 2. Физическое тримино «Постоянный электрический ток: основные законы и формулы» (см.рис.6) состоит из шести карточек и предназначено для учащихся 8-х классов. Тримино можно также использовать в 10 классе для актуализации знаний по теме.

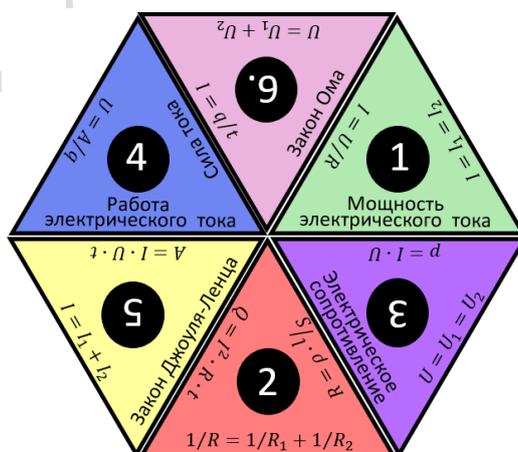


Рисунок 6 — Тримино «Постоянный электрический ток: основные законы и формулы»

После того, как тримино собрано, можно задать дополнительные вопросы о формулах, записанных на сторонах получившегося большого шестиугольника. Можно сделать это фронтально и устно, а можно распечатать пустые треугольники и попросить

учащихся приложить их к сторонам шестиугольника и написать в этих треугольниках названия законов или их словесные формулировки. В итоге правильный шестиугольник превращается в шестиугольную звезду (см.рис.7).

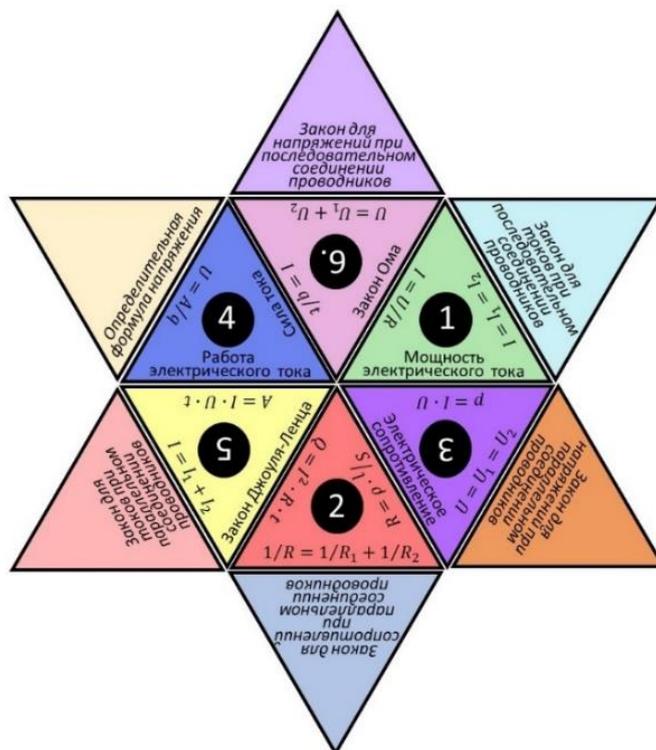


Рисунок 7 — Тримино «Постоянный электрический ток: основные законы и формулы» с дополнительными карточками

Тримино «Постоянный электрический ток: основные законы и формулы» и рекомендации по использованию можно скачать по ссылке, зашифрованной с помощью QR кода (см. рис.8).



Рисунок 8 — Ссылка на скачивание тримино «Постоянный электрический ток: основные законы и формулы»

Пример 3. Физическое тримино «Подсолнух» (см.рис.9) предназначено для учащихся, окончивших 7 класс. Игра может быть проведена в 7 классе в конце года для систематизации и обобщения учебного материала по физике, а может быть использована в начале курса физики 8 класса для повторения и актуализации знаний.

ЦИФРОВАЯ ПЕДАГОГИКА В ОБУЧЕНИИ: ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПО ФИЗИКЕ

Лоза Алексей Анатольевич

начальник управления информатизации РГПУ им. А. И. Герцена, a.loza@list.ru

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

В данной статье рассматриваются проблемы методов применения ИИ в обучении, а также необходимые техники формирования запросов к ИИ (промт-инжиниринг). В статье обобщаются результаты анализа научных публикаций, касающихся ИИ в образовании. Акцентируется внимание на корректной постановке запросов к нейронным сетям при обучении физике, что является важным навыком для студентов и преподавателей, так как большую часть существующих научных работ в данной области занимают лишь общие аспекты использования ИИ.

Важнейшим аспектом развития опыта взаимодействия с системами ИИ является инициализация анализа ответов, которые выдает ИИ. Проведение верификации ответов на задачи, полученных от систем ИИ, для обучающихся является инновационным подходом в учебной деятельности. Не менее важна такая работа и для преподавателя, так как повышает его компетенции по применению ИИ в учебных целях.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, чат-бот, ChatGPT, Yandex GPT 5 Pro, GigaChat, образование, методика формирования запросов, промт-инжиниринг, обучение физике, решение задач по физике, верификация ответов, факт-чекинг.

DIGITAL PEDAGOGY IN EDUCATION: THE EXPERIENCE OF INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE LEARNING PROCESS IN PHYSICS

Loza Alexey Anatolyevich

head of the Informatization Department of the A. I. Herzen Russian State Pedagogical
University, a.loza@list.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

This article examines the problems of methods for applying AI in education, as well as the necessary techniques for forming requests to AI (prompt engineering). The article summarizes the results of analyzing scientific publications related to AI in education. Special attention is paid to the correct formulation of requests to neural networks, which is an important skill for both students and teachers, since most existing scientific works in this area only cover general aspects of AI use.

A crucial aspect of developing experience in interacting with AI systems is the initialization of analyzing the responses that AI generates. Conducting verification of task responses obtained from AI systems for learners represents an innovative approach in educational activities. This work is equally important for teachers, as it enhances their competencies in using AI for educational purposes.

Keywords

Artificial intelligence, chatbot, ChatGPT, Yandex GP T5 Pro, Giga Chat, education, query generation methodology, industrial engineering, physics education, physics problem solving, response verification, fact-checking.

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) в настоящее время уже пронизывают практически все сферы деятельности человека. Культурно-массовые мероприятия, медицина, искусство и архитектура, строительство, военно-промышленный комплекс, финансово-экономическая деятельность, работа правоохранительных органов и других сфер уже не мыслимы без использования и анализа больших объемов данных. Особый интерес для научного сообщества и потребителей представляет развитие и использование технологий ИИ в системе образования.

Мы проанализировали большое количество научных работ, которые относятся к этой области. Для анализа были отобраны публикации, содержащие в своем названии словосочетание ChatGPT. Так, в статье «Инновационный метод повышения эффективности образовательного процесса с применением технологии LLM» [1] приводится исследование методов языкового моделирования эффективности образовательного процесса. Авторы делают вывод о том, что ChatGPT является полезным для использования в образовательном процессе, однако существует значительные трудности, среди которых предвзятость, дискриминация, конфиденциальность, безопасность и др.

Авторы статьи «ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс?» [3] подчеркивают, что использование чат-ботов может привести к значительным изменениям в образовательной практике. Случай, приведенный в статье о дипломной работе, написанной с помощью чата GPT, заставляет задуматься о необходимости открытой академической дискуссии о роли ИИ в образовании. Ставится вопрос о корректности использования ИИ в образовании, о способах экспертизы научных исследований.

В научном докладе П. В. Сысоева «Этика и ИИ-плагиат в академической среде: понимание студентами вопросов соблюдения авторской этики и проблемы плагиата в процессе взаимодействия с генеративным искусственным интеллектом» [4] поднимается вопрос о том, что ИИ может выступать как соавтор работы. Главным требованием при выборе ИИ в качестве соавтора является честное указание об этом в списке использованных источников.

подавляющая часть научных публикаций, посвященных ИИ в образовании, содержит историю возникновения ИИ, описание видов ИИ, этические и правовые нормы использования ИИ в образовании, способы облегчения подготовительной и административной деятельности учителей и преподавателей. Особенности отражения предметного содержания представлены в основном иностранными языками и некоторыми гуманитарными предметами. Значительно меньше отражены возможности использования ИИ в обучении точным наукам – математике и физике.

В статье «ChatGPT как цифровой помощник в обучении математическим дисциплинам» [2] выделены 11 направлений, в которых эта программа может быть полезна преподавателю математики. Среди них: помощь в пояснении, проверка решений, содействие в составлении сложных задач, помощь студентам в подготовке расчетно-графических работ по математике, проверка плагиата, разработка учебных планов и др. В статье даются примеры математических заданий, которые может помочь решить ИИ. Авторы также отмечают, что зачастую, чтобы получить необходимый ответ, необходимо вступать в длительный диалог с системой, на каждом шаге уточняя свои запросы. При ответе на вопросы программа может ошибаться, но опытный

преподаватель может указать на эти ошибки и система их исправит. Однако студенты могут их и не заметить.

Уже этот пример совершенно четко показывает важность правильной постановки запроса (промта) системе ИИ. В статье «ChatGPT и промпт-инжиниринг: о перспективах внедрения генеративных нейросетей в науке» [5] автор поднимает вопрос о перспективной профессии промт-инженера¹ и описывает его функционал: настраивать, управлять и генерировать запросы в ChatGPT. Однако в целом внимание научного сообщества к изучению и генерации промтов пока недостаточно, хотя для образовательных целей это крайне важно.

Для определения возможностей разных систем ИИ и корректности его работы мы провели исследование возможностей ИИ на примере решения школьных задач по физике. Задача нашего эксперимента – понять, как верифицировать ответы ИИ и как правильно генерировать промты, чтобы получить адекватные ответы.

Экспериментальная часть

Цель исследования — изучить особенности формирования ответов ИИ при решении задач по физике и определить возможности их использования в процессе подготовки учителя к уроку. Для проведения исследования был использован источник «Задачи по физике для основной школы с примерами решений. 7–9 классы» [6]. В эксперименте предлагалось решить задачи по физике с помощью разных систем ИИ. Среди них были телеграм чат-боты, которые обращают свои запросы к ИИ ChatGPT (OpenAI), а также отечественным разработкам в области ИИ - GigaChat² и Яндекс GPT 5 PRO³.

Стоит отметить, что каждая из представленных систем ИИ предлагала достаточно подробные объяснения, описывая ход решения и показывая формулы, которые, по моему мнению, должны способствовать решению задачи. Ни один из ИИ не смог визуализировать ход решения и ответа в виде графиков и схем. Однако наиболее рациональные решения были предложены Яндекс GPT 5 PRO (далее YaGPT). Приведем результаты анализа проведенной работы.

Пример 1.

ИИ YaGPT был задан вопрос: *Реши задачу так, чтобы ответ был рассчитан на школьника 7–9 классов.*

Пуля пробивает навывлет полый цилиндр, который вращается вокруг своей оси, делая 500 оборотов в секунду. При этом в цилиндре оказывается только одно отверстие. С какой скоростью летела пуля, если траектория пули пересекла ось цилиндра под прямым углом? Радиус цилиндра 15 см.

Решение, приведенное YaGPT (вид ответа, стилистика, содержание и обозначения, выданные ИИ, сохранены):

Дано:

- Частота вращения цилиндра $\nu = 500$ об/с
- Радиус цилиндра $R = 15$ см = 0,15 м
- В цилиндре образуется одно отверстие
- Траектория пули перпендикулярна оси цилиндра

Найти: скорость пули V

Решение:

¹ Статья «Prompt-инженер как новый тренд. Требования и зарплаты у специалистов» https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/745038/

²Нейросетевая модель, разработанная Сбером. 10 октября 2023 г.

³Текущая версия YandexGPT 5 Pro была представлена 25 февраля 2025 года.

1. Поскольку в цилиндре образуется только одно отверстие, это означает, что пуля пролетает через то же самое отверстие, через которое вошла.

2. За время полёта пули цилиндр должен повернуться ровно на половину оборота (180°), чтобы пуля вылетела через то же отверстие.

3. Время полёта пули можно найти двумя способами:

- По формуле $t = VS$, где $S = 2R$ (путь пули равен диаметру цилиндра)

(Запись формулы скопирована из ответа ИИ. Ошибка в записи, вероятно, связана с отсутствием в ИИ или особенностями редактора формул. Должно быть: $t = \frac{S}{V} = \frac{2R}{V}$)

- По формуле $t = \omega\phi$, где $\phi = \pi$ радиан (180°), а $\omega = 2\pi\nu$ (угловая скорость)

(Запись формулы скопирована из ответа ИИ. Ошибка в записи, вероятно, связана с отсутствием в ИИ или особенностями редактора формул. Должно быть: $t = \frac{\phi}{\omega}$)

4. Приравняем эти выражения:

$$V2R = 2\pi\nu\pi = 2\nu\pi^2$$

(Запись формулы скопирована из ответа ИИ. Ошибка в записи, вероятно, связана с отсутствием в ИИ или особенностями редактора формул. Должно быть: $\frac{2R}{V} = \frac{\pi}{2\pi\nu}$)

5. Выразим скорость пули:

$$V = 4\nu R$$

6. Подставим числовые значения:

$$V = 4 \cdot 500 \cdot 0,15 = 300 \text{ м/с}$$

Ответ: скорость пули была 300 м/с

Пояснение: такой большой скорости достаточно, чтобы пуля пролетела через цилиндр за время, пока он поворачивается всего на половину оборота, что позволяет пуле выйти через то же отверстие, через которое она вошла.

Приведенный выше результат показывает, что изучаемая система ИИ в принципе дает достаточно детальное объяснение и правильный ответ на поставленный вопрос. Однако, обозначения в формулах и сами записи формул выглядят довольно экзотично, т.к. «съезжают» индексы в обозначениях и знаки математических действий. Чтобы составить правильные записи, нужно разобраться в этой теме. Учитель сразу поймет, что ученик скопировал решение, приведенное ИИ, и не провел никакой аналитической работы. Кроме того, эта система привела только один результат, хотя на самом деле их может быть несколько: в течение времени, пока пуля пролетает путь, равный $2R$, цилиндр может успеть обернуться вокруг оси несколько раз, т.е. угловое перемещение может быть

$\phi = \pi(1 + 2k)$, где $k = 0, 1, 2, 3, \dots$, а $(1 + 2k)$ – ряд нечетных чисел.

Для этого скорость пули должна удовлетворять условию:

$$v = \frac{4R\nu}{2k + 1}$$

Таким образом, согласно числовым данным условия задачи скорость может быть равна 300 м/с, 100 м/с, 60 м/с и др., что побуждает задуматься, в каких числовых значениях может приниматься скорость пули на практике.

Всего этого на первичный запрос к ИИ получено не было, поэтому при его использовании необходимо выработать навык анализировать и верифицировать полученный результат.

В связи с этим, далее мы инициировали этот процесс, направив ИИ уточняющий запрос.

Проанализируй только что полученный ответ, задай наводящие вопросы, предложи логику решения задачи, опиши ход решения, сформулируй вопросы, позволяющие проверить ответ, а также задай дополнительные вопросы.

Ответ, полученный от ИИ, приведен ниже.

Наводящие вопросы:

1. Необходимо задать себе вопросы:
 - «Понимаю ли я, почему в цилиндре оказалось только одно отверстие?».
 - «Почему траектория пули должна быть перпендикулярна оси цилиндра?».
2. Необходимо убедиться, что мы понимаем значение каждого данного параметра (500 об/с, 15 см).
3. Необходимо нарисовать схематичный рисунок цилиндра, отметить траекторию полета пули. Изобразить положение цилиндра в начале и в конце полета пули.

Определение логики решения задачи:

- Почему за время полета пули цилиндр должен повернуться на 180° ?
- Как это связано с тем, что получается только одно отверстие?

Математический анализ:

- Как из скорости вращения (500 об/с) получить время на 180° ?
- Почему используется диаметр цилиндра, а не радиус?

Проверка усвоения:

- Попробуйте объяснить решение другому человеку.
- Составьте обратную задачу (зная скорость пули, найти частоту вращения).
- Подумайте, как бы изменилось бы решение, если бы пуля влетала под другим углом.

Дополнительные вопросы для размышления:

- Почему именно 180° является ключевым углом?
- Как бы изменился ответ при другом размере цилиндра?
- Какие реальные ограничения есть у такой задачи?

Помните: главное не просто запомнить решение, а понять логику и физические принципы, которые лежат в его основе. Это позволит вам решать подобные задачи в будущем, даже если они будут немного другими.

Практическое задание для закрепления:

Попробуйте решить аналогичную задачу с другими параметрами:

- Радиус цилиндра: 20 см.
- Скорость вращения: 400 об/с.
- На какой угол должен повернуться цилиндр, чтобы пуля вылетела в то же отверстие, что и вошла?

Это поможет закрепить понимание материала и научиться применять полученные знания в новых условиях.

Как можно заметить, ответ довольно структурирован, поставленные вопросы действительно ориентируют на понимание рассматриваемой ситуации. Однако в ответе присутствуют методические небрежности, которые для обучающегося, который хорошо разбирается в материале, могут и не иметь значения, но в общем случае будут являться причиной познавательных затруднений. Так, например, используется термин «скорость вращения», под которым понимается «частота вращения», кроме того сам вопрос «Как из скорости вращения (500 об/с) получить время на 180° ?» сформулирован некорректно, поскольку приходится догадываться, что имеется в виду.

Пример 2.

YaGPT был задан вопрос в следующей формулировке: *Реши следующую задачу, чтобы ответ был рассчитан на школьника 7–9 классов –*

Мальчик массой 4 кг прыгнул на берег со скоростью 1,5 м/с с неподвижного плота массой 1 т. Какую скорость приобрел плот?

Решение, предложенное YaGPT (вид ответа, стилистика, содержание и обозначения, выданные ИИ, сохранены):

Дано:

- Масса мальчика $m_1 = 46$ кг
- Скорость мальчика $v_1 = 1,5$ м/с
- Масса плота $m_2 = 1\text{т} = 1000\text{кг}$
- Начальная скорость плота $v_{2\text{нач}} = 0$ м/с

Найти: скорость плота v_2 после прыжка мальчика

Решение:

1. Воспользуемся законом сохранения импульса. До прыжка система (мальчик + плот) покоилась, поэтому суммарный импульс был равен нулю.

2. После прыжка:

- мальчик движется со скоростью v_1
- плот движется в противоположном направлении со скоростью v_2

3. По закону сохранения импульса:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$$

(Запись формул здесь и далее скопирована из ответа ИИ. Должно быть: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$)

Или в проекции на горизонтальную ось: $m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = 0$).

4. Выразим скорость плота:

$$v_{2x} = -m_2 m_1 v_1 = 0$$

(Запись формул здесь и далее скопирована из ответа ИИ. Должно быть: $v_{2x} = -\frac{m_1 v_{1x}}{m_2}$)

5. Подставим значения:

$$v_{2x} = -100046 \cdot 1,5 = -100069 = -0,069 \text{ м/с}$$

Знак минус показывает, что плот движется в противоположном направлении от прыжка мальчика.

Ответ: плот приобрел скорость 0,069 м/с в направлении, противоположном прыжку мальчика.

Приведенное решение, помимо методических небрежностей, связанных с обозначениями физических величин и знаками математических действий, обладает рядом существенных недостатков, имеющих принципиальное значение для правильного понимания физических законов. Во-первых, нет никаких указаний на то, относительно какой системы отсчета будет рассматриваться процесс. Во-вторых, игнорирование векторного характера импульса как физической величины и, соответственно, закона сохранения импульса.

Для снятия этих недостатков мы инициировали более детальный анализ решения задачи, направив следующий запрос к YaGPT:

Проанализируй полученный ответ, задай наводящие вопросы, сформулируй вопросы, позволяющие проверить ответ, а также задай дополнительные вопросы:

Ответ, полученный от ИИ, приведен ниже.

Анализ решения задачи

Наводящие вопросы для понимания:

- Что такое импульс тела?
- В каком случае можно применять закон сохранения импульса?
- Почему плот движется в противоположном направлении?
- Как связаны массы мальчика и плота со скоростями?

Логика решения задачи:

- Определить, что это задача на закон сохранения импульса.
- Записать начальные условия.
- Применить формулу закона сохранения импульса.
- Выразить искомую величину.
- Подставить числовые значения.

Дополнительные вопросы:

- Как изменится ответ, если масса плота будет 2 т?
- Что произойдет, если мальчик прыгнет с меньшей скоростью?
- Как изменится решение, если плот изначально двигался?
- Почему плот не движется с той же скоростью, что и мальчик?
- Как можно экспериментально проверить полученный результат?

Важные выводы:

- Чем больше масса тела, тем меньше его скорость при одинаковом импульсе.
- Направление движения тел после взаимодействия всегда противоположно.
- Закон сохранения импульса - фундаментальный закон физики.
- Масса и скорость взаимосвязаны обратно пропорционально.

Практическое применение:

- Понимание работы реактивного двигателя.
- Объяснение движения лодки при прыжке человека.
- Расчет столкновений тел.
- Решение задач на взаимодействие тел.

Как видно, ИИ справился с поставленным запросом лишь частично: в приведенном ответе есть указание на необходимость формулировки условий применения закона сохранения импульса и на четкое выделение начальных условий. Но по-прежнему нет ни слова про выбор системы отсчета, в которой рассматривается движение. Но это принципиально важно для ответа на другой сгенерированный вопрос – как изменится решение, если плот первоначально двигался. Совершенно неграмотно сформулированы выводы: «направление движения тел после взаимодействия всегда противоположно» – это не всегда так, потому что зависит от ряда условий (направления и величины импульсов тел до взаимодействия, вида взаимодействия). Кроме того, присутствуют логические ошибки: вывод о фундаментальности закона сохранения импульса не следует из этой задачи, наоборот, решение основано на этом законе.

Заключение

Технологии ИИ развиваются быстрыми темпами. Растёт количество исследований, касающихся развития и внедрения ИИ в образовательный процесс, в том числе и по физике. В настоящий момент фокус исследований в большей степени находится в области общих вопросов применения ИИ, тогда как заметно не хватает конкретных методик формирования эффективных запросов к ИИ.

Особенно остро ощущается недостаток исследований в области промт-инжиниринга, который является ключевым навыком для эффективного взаимодействия с современными ИИ-системами.

Исследования возможностей некоторых систем ИИ для решения задач по физике показали, что ИИ может предлагать более или менее правильные решения и верные ответы. Однако, зачастую эти решения являются формальными и неполными, что может приводить к заблуждениям и ошибкам, если относиться к ним некритично. Для адекватного использования ИИ в обучении физике необходимо не только правильно сформулировать исходный запрос, но и проанализировать и проверить полученные ответы.

Для инициирования анализа решения задачи по физике запрос к ИИ должен удовлетворять следующим требованиям:

- а) запрос должен содержать полное условия задачи,
- в) должен быть задан соответствующий контекст, например, как в экспериментальной части нашей статьи, когда решение должно соответствовать уровню знаний школьников 7–9 классов.
- г) команды к ИИ должны подаваться четко, без использования общих фраз,
- д) если полученный ответ вызывает сомнения, необходимо задать уточняющие вопросы.

В современных условиях невозможно и нецелесообразно противодействовать активному использованию ИИ обучающимися. Гораздо эффективнее формировать критическое отношение обучающихся к материалам, которые генерирует ИИ. Ключевым аспектом такого подхода является инициализация деятельности по анализу и оценке генерируемых ИИ ответов. Это позволит обучающимся и преподавателям, не только эффективно использовать современные технологии ИИ, но и позволит формировать навыки верификации информации, которые включают в себя проверку логики рассуждений, причинно-следственных связей и корректность применения правил и законов в данной ситуации.

Можно предложить несколько методических приемов, направленных на формирование таких навыков у обучающихся:

- а) регулярно проводить факт-чекинг ответов ИИ и предлагать обучающимся проверять несколько ключевых фактов, изученных на уроке, с помощью разных систем ИИ. Проводить анализ полученных данных и обсуждать расхождения в ответах,
- б) развивать у обучающихся навыки составления запросов к ИИ. Для этого можно предложить учащимся базовый промт по теме занятия, обсудить возможности его уточнения, сравнить ответы, полученные от ИИ с помощью базового и с помощью совершенствованного промта.
- в) при подготовке к уроку запросить у ИИ решить физическую задачу с намеренно сделанными ошибками и предложить учащимся найти эти ошибки и обосновать ход правильного решения,
- г) внедрить в практику обучения систему «ИИ-декларации», согласно которой обучающиеся должны указать части работы, выполненные самостоятельно и с помощью систем ИИ.

Это будет способствовать формированию комплексного понимания возможностей и ограничений ИИ, что является необходимым условием их эффективного применения в учебной и профессиональной деятельности.

Полученные результаты планируется использовать для разработки методической поддержки, направленной на повышение эффективности работы преподавателей с обучающимися.

1. Список литературы

1. Волков А. А. Инновационный метод повышения эффективности образовательного процесса с применением технологии LLM (на примере ChatGPT)/А. А. Волков, Т. А. Отбеткина, А. Н. Видманова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики.

- Серия:Естественные и технические науки. – 2023. – № 9. – С. 58-64. – DOI 10.37882/2223-2982.2023.09.04. – EDN OTUKCI.
2. Логачева О. М. ChatGPT как цифровой помощник в обучении математическим дисциплинам / О. М. Логачева, А. В. Логачев // Актуальные вопросы образования. – 2023. – № 1. – С. 88-94. – DOI 10.33764/2618-8031-2023-1-88-94. – EDN VLQZHU.
 3. Ивахненко Е. Н. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? / Е. Н. Ивахненко, В. С. Никольский // Высшее образование в России. – 2023. – Т. 32, № 4. – С. 9-22. – DOI 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22. – EDN TZHIHU.
 4. Сысоев П. В. Этика и ИИ-плагиат в академической среде: понимание студентами вопросов соблюдения авторской этики и проблемы плагиата в процессе взаимодействия с генеративным искусственным интеллектом / П. В. Сысоев // Высшее образование в России. – 2024. – Т. 33, № 2. – С. 31-53. – DOI 10.31992/0869-3617-2024-33-2-31-53. – EDN VTAIUO
 5. Соколова М. Е. ChatGPT и промпт-инжиниринг: о перспективах внедрения генеративных нейросетей в науке / М. Е. Соколова // Наукоедческие исследования. – 2024. – № 1. – С. 92-109. – DOI 10.31249/scis/2024.01.07. – EDN PRANUV.
 6. Генденштейн Л. Э., Кирик Л. А., Гельфгат И. М. Задачи по физике для основной школы с примерами решений. 7—9 классы. Под ред. В. А. Орлова. — М.: Илекса, 2017. — 416 с. ISBN 978-5-89237-153-7.

References

1. Volkov A. A. Innovacionnyj metod povysheniya effektivnosti obrazovatel'nogo processa s primeneniem tekhnologii LLM (na primere ChatGPT)/A. A. Volkov, T. A. Otbetkina, A. N. Vidmanova // Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya:Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2023. – № 9. – С. 58-64. – DOI 10.37882/2223-2982.2023.09.04. – EDN OTUKCI.
2. Logacheva O. M. ChatGPT kak cifrovoj pomoshchnik v obuchenii matematicheskim disciplinam / O. M. Logacheva, A. V. Logachev // Aktual'nye voprosy obrazovaniya. – 2023. – № 1. – С. 88-94. – DOI 10.33764/2618-8031-2023-1-88-94. – EDN VLQZHU.
3. Ivahnenko E. N. ChatGPT v vysshem obrazovanii i nauke: ugroza ili cennyj resurs? / E. N. Ivahnenko, V. S. Nikol'skij // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2023. – Т. 32, № 4. – С. 9-22. – DOI 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22. – EDN TZHIHU.
4. Sysoev P. V. Etika i II-plagiat v akademicheskoy srede: ponimanie studentami voprosov soblyudeniya avtorskoj etiki i problemy plagiata v processe vzaimodejstviya s generativnym iskusstvennym intellektom / P. V. Sysoev // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2024. – Т. 33, № 2. – С. 31-53. – DOI 10.31992/0869-3617-2024-33-2-31-53. – EDN VTAIUO
5. Sokolova M. E. ChatGPT i prompt-inzhiniring: o perspektivah vnedreniya generativnyh nejrosetej v nauke / M. E. Sokolova // Naukovedcheskie issledovaniya. – 2024. – № 1. – С. 92-109. – DOI 10.31249/scis/2024.01.07. – EDN PRANUV.
6. Gendenshtejn L. E., Kirik L. A., Gel'fgat I. M. Zadachi po fizike dlya osnovnoj shkoly s primerami reshenij. 7—9 klassy. Pod red. V. A. Orlova. — М.: Илекса, 2017. — 416 с. ISBN 978-5-89237-153-7.

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ ГОСПИТАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Лоскутов Александр Федорович

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории междисциплинарных исследований в области госпитальной педагогики, руководитель службы развития кадрового потенциала, loskutov.af@uchimznaem.ru

ФГБНУ «ИРЗАР», Проект госпитальных школ «УчимЗнаем», 117198, Российская Федерация, г. Москва, улица Саморы Машела, дом 1

Аннотация

В статье рассматриваются особенности построения образовательного процесса в госпитальной школе, влияющие на подготовку специалистов для работы в данных условиях. Анализируется актуальное состояние кадрового обеспечения госпитальных школ в Российской Федерации и отмечаются типовые проблемы, с которыми может столкнуться учитель физики при работе с длительно и тяжело болеющими детьми в условиях медицинских организаций. Рассматривается выстроенная система внутрикорпоративного многопланового обучения специалистов в рамках работы флагманской площадки Проекта «УчимЗнаем», нацеленная на решение проблем кадрового обеспечения госпитальных школ. Выделено два ключевых направления в научно-методической поддержке учителя физики. Отмечается важная роль наставничества в процессе профессионального становления молодого и опытного специалиста. Особая роль отводится деятельности учителя по подготовке рабочих программ по физике. Подчеркивается важность разработки и создания адаптированного учебно-методического комплекта по физике для госпитальной школы, адресованного как обучающемуся, так и госпитальному педагогу, который позволит осуществить дифференциацию, индивидуализацию и персонализацию и сформировать образовательный маршрут при обучении детей в условиях длительной госпитализации.

Ключевые слова

Госпитальная педагогика, госпитальный педагог, профессиональные компетенции, обучение физике, длительно и тяжело болеющий ребенок, госпитальная школа.

ACTUALIZATION OF PROBLEMS IN TRAINING TEACHER OF PHYSICS IN HOSPITAL SCHOOL

Loskutov Alexander F.

Candidate of Pedagogical Sciences, "We Teach/They Learn" Project of Hospital School of Russia, Laboratory of Interdisciplinary Research in the field of Hospital Pedagogy FGBNU "IRZAR", Senior Researcher, Head of Human Resources Development Service, loskutov.af@uchimznaem.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution "IRZAR", «We Teach/They Learn» Project of Hospital Schools of Russia, 117198, Russian Federation, Moscow, Samory Mashela Street, house 1

Abstract

The article considers the features of the educational process in a hospital school that affect the training of specialists to work in these conditions. The current state of staffing hospital schools in the Russian Federation is analyzed and special problems that a physics teacher may face when working with long-term and seriously ill children in medical organizations

are noted. The built system of internal corporate multi-faceted training of specialists within the framework of the flagship site of the «We Teach/They Learn» Project of hospital school, aimed to solve the problems of staffing hospital schools, is considered. Two key areas in the scientific and methodological support of a physics teacher are identified. The important role of mentoring in the process of professional development of a young and experienced specialist is noted. A special role is given to the teacher's activities in preparing physics programs. The importance of developing and creating an adapted teaching and methodological kit on physics for a hospital school, addressed to student and hospital teacher, is emphasized, which will allow for differentiation, individualization and personalization and the formation of an educational route for children, undergoing long-term treatment.

Keywords

Hospital pedagogy, hospital teacher, professional competencies, teaching physics, a long-term and seriously ill child, hospital school.

С 2014 года на базе флагманской площадки Проекта «УчимЗнаем» в НМИЦ ДГОИ имени Дмитрия Рогачева ведется разработка, апробация и внедрение российской модели госпитальной школы для детей, нуждающихся в длительном лечении, как особого типа образовательного учреждения, обеспечивающего конституционное право на образование детям, которые не могут посещать общеобразовательную школу вследствие длительной болезни. Научное осмысление данной деятельности осуществляется специалистами лаборатории междисциплинарных исследований в области госпитальной педагогики ФГБНУ ИРЗАР. Современная госпитальная школа нацелена на обеспечение непрерывного, доступного и качественного образования детей, страдающих от хронических и соматических заболеваний. Обучение в госпитальной школе является неотъемлемой частью процесса восстановления физического и психического состояния здоровья и личностного развития детей в период длительной госпитализации с учетом медицинских потребностей и индивидуальных возможностей ребенка.

В настоящее время идет активный процесс внедрения российской модели госпитальной школы. В большинстве регионов в крупных медицинских центрах уже созданы госпитальные школы, в которых обучаются дети, нуждающиеся в длительном лечении, по основным общеобразовательным и дополнительным общеразвивающим программам. Только в Москве флагманская площадка Проекта «УчимЗнаем» объединяет 12 госпитальных школ в больницах и реабилитационных центрах. Количество учащихся на площадках Проекта в 2023-2024 учебном году составило более 25 тысяч, основную группу образуют дети, обучавшиеся по программам основного и среднего общего образования. Педагогические коллективы российских госпитальных школ представляют сообщество, объединяющее более чем 6000 специалистов.

Образовательная среда современной госпитальной школы – это прежде всего междисциплинарная команда единомышленников, осуществляющих обучение, воспитание, развитие и психологическую поддержку длительно болеющих детей. Изучение актуального состояния организационной деятельности госпитальных школ показало, что на работу в госпитальную школу приходят специалисты разных возрастов, однако, они не имеют практики обучения детей в условиях больницы. Основную часть коллектива госпитальной школы составляют педагоги-предметники, причем большинство из них – это учителя, уже имеющие опыт работы в обычной общеобразовательной школе до 10 лет и высшую квалификационную категорию. При подборе педагогов руководство госпитальной школы стремиться опираться на выпускников профильных вузов, прошедших целевое обучение. Тем не менее, анализ кадрового состава региональных госпитальных школ выявил существенную текучку

кадров более чем в 40% школ и потребность в специальной подготовке и профессиональном сопровождении учителей, особенно молодых специалистов, чья деятельность осуществляется в больницах [12, 2, 3, 9].

Госпитальный педагог работает в состоянии отсутствия стабильности, т.е. в постоянной стрессовой ситуации, адаптации к каждодневным новым условиям самочувствия ученика, которое зависит от развития болезни и протокола лечения [4]. Исследование, представленное в работе [11], показало, что длительно болеющие дети имеют разные когнитивные, эмоциональные и поведенческие особенности, что обосновывает основные категории требований к госпитальному педагогу, а именно: особые профессиональные компетенции, личностные качества и поведенческие нормы.

Госпитальная педагогика задействует эмоциональные ресурсы учителя значительно больше, чем в обыкновенной школе, поскольку учитель работает с детьми, которые столкнулись с угрозой их жизни [1]. Изучая проблему профессионального выгорания у госпитальных педагогов, авторы работы [7] установили, что наблюдается прямая зависимость профессионального выгорания от особенностей личности педагога: «таких как спонтанная и реактивная агрессивность, депрессивность, застенчивость, открытость, раздражительность, эмоциональная лабильность и обратную зависимость с такими чертами как общительность, экстравертированность, маскулинность, уравновешенность» [7]. Причем уровень профессионального выгорания у госпитального педагога характеризует насколько быстро он может реагировать на изменение ситуации с ребенком и установить взаимопонимание с учащимся и его семьей (законными представителями). Адаптивные свойства личности и коммуникативные способности, уравновешенность и эмоциональная устойчивость противодействуют выгоранию у госпитальных педагогов.

Флагманской площадкой Проекта «УчимЗнаем» для решения проблемы кадрового обеспечения госпитальных школ выстроена система внутрикорпоративного многопланового обучения специалистов [6], а именно: создание условий для профессионального роста педагога и приобретения ключевых междисциплинарных компетенций, овладение квалификацией тьютор, освоение разработанных дополнительных профессиональных программ подготовки и переподготовки учителей госпитальных школ, а также участие в стажировочных сессиях, педагогических чтениях и научно-практических конференциях по госпитальной педагогике, расширение научного взаимодействия с профильными вузами, институтами и Российской академии образования путем организация лекций и семинаров ведущих ученых, проведение психолого-педагогической практики студентов непосредственно в пространстве медицинского учреждения [5], обучение в магистратуре и аспирантуре по специальности госпитальная педагогика. Аспирантура позволит подготовить преподавателей высшей школы, имеющих квалификацию по госпитальной педагогике. В основном, такая деятельность организована и координируется в рамках созданного флагманской площадкой Проекта «УчимЗнаем» Центра знаний, профессиональных компетенций и наставничества по госпитальной педагогике [10].

В то же время осмысление опыта практической деятельности госпитального педагога показало, что, несмотря на широкий спектр деятельности Проекта по подготовке и переподготовке кадров для работы в госпитальной школе, наблюдается трудности при выстраивании учебного процесса с длительно болеющими школьниками, причем эти трудности особенно характерны для учителя - предметника со сравнительно небольшим педагогическим стажем. В первую очередь, эти трудности обусловлены особенностями образовательной среды в условиях больницы и необходимостью учета текущего состояния учащегося и индивидуальных образовательных возможностей. Следует заметить, что дети, борющиеся с жизнеугрожающими заболеваниями – это дети с сохранным развитием, до болезни они учились в общеобразовательной школе, многие

имели высокий уровень познавательного интереса, планировали продолжить обучение после окончания средней школы, но тяжелые жизненные обстоятельства изменили привычный уклад их жизни, на длительный период лишили возможности продолжить обучение в родной школе, понизили уровень мотивации к учебе.

Это актуализирует использование в образовательном процессе в госпитальной школе методологических подходов, дидактических принципов, методов, форм и средств обучения, отличительной особенностью которых является приоритет вариативности, обусловленный гибкой структурой построения учебного процесса и разнообразием видов образовательной деятельности, необходимостью оказания всесторонней индивидуальной помощи в обучении и проведения медико-психолого-педагогической коррекции с целью эффективной реабилитации.

По нашему пониманию, определяющее значение имеет специфика содержания и методика преподавания конкретной учебной дисциплины. Покажем это на примере обучения физике школьников, находящихся на длительном и тяжелом лечении в медицинской организации [8]. Физика, как школьная дисциплина, играет основную роль в формировании естественно-научной грамотности, однако, изучение физики вызывает наибольшие трудности у современных школьников. Учитель, уже имеющий педагогический опыт работы, и выпускник педагогического вуза, получивший квалификацию учитель физики в средней школе, придя на работу в госпитальную школу, оказываются в схожей ситуации. Многие, из того, что является основой методики преподавания физики в школе и было ими освоено во время учебы в вузе и в практической деятельности, требует переосмысления, так как не может быть, в полном объеме, применимо в госпитальной школе из-за особенностей организации учебного процесса.

Каждый раздел курса физики в средней школе имеет особенности структуры, содержания и методики изучения. Для усвоения обучающимся учебного материала раздела учителю физики важно последовательно вводить основные понятия и законы, опираясь на демонстрационный эксперимент; обобщать, систематизировать, укреплять и проверять знания учащихся при решении задач, формировать экспериментальные умения при выполнении лабораторных работ. Такая этапное изучение каждого раздела программы по физике трудно осуществимо в госпитальной школе вследствие, прежде всего, отсутствия школьного физического кабинета, ограничения учебного времени согласно индивидуальному плану, часто возникающим прерываниям занятий по медицинским показаниям, трудности усвоения темы тяжело болеющим ребенком, например, из-за проблем с математикой. Значительные сложности возникают при организации проверочных и контрольных работ, обсуждении прикладных вопросов темы из-за невозможности экскурсий в политехнические музеи, посещения различных производств, сложности организации участия в творческих и исследовательских проектах и т.д. Следует отметить, что непосредственно воспользоваться методиками обучения, разработанными коррекционной педагогикой нельзя, так как такие дети обучаются по другим стандартам.

Наличие дефицита учителей физики, приходящих на работу в госпитальную школу и уже имеющих особую методическую подготовку для работы с длительно болеющими школьниками в условиях медицинского стационара, потребовало в рамках Проекта создать условия для профессионального роста госпитальных педагогов. Однако, по нашему пониманию, это является необходимым, но не достаточным условием для построения полноценного учебного процесса и получения обучающимися необходимого уровня образовательных результатов по каждой школьной дисциплине. Необходимо выстроить систему научно-методической поддержки учителя – предметника, привлечь к этой деятельности научные кадры профильных вузов.

На настоящий момент мы выделяем два ключевых направления в научно-методической поддержке учителя физики госпитальной школы. Важную роль играет инструмент наставничества, позволяющий в режиме реального времени оказать помощь учителю в подготовке и проведении уроков физики, ответить на возникающие вопросы. Особенность наставничества состоит в том, что помощь носит авторский, адресный и многоплановый характер, помогает преодолеть психологический и профессиональный барьер новому учителю, так как опирается на личный опыт наставника. Наставник осуществляет перманентный мониторинг потребностей, трудностей и достижений, возникающих у вновь прибывшего учителя физики, что, в конечном счете, будет способствовать определению направлений научно-исследовательской деятельности по теории и методике обучения в госпитальной школе. Особую роль мы отводим деятельности по подготовке рабочих программ по физике. Важной задачей является разработка и создание адаптированного учебно-методического комплекта по физике для госпитальной школы, адресованного как обучающемуся, так и госпитальному педагогу – физику. В такой комплект должны входить адаптированное учебное пособие по физике для госпитальной школы, рабочие тетради для учащихся, сборник адаптированных лабораторных работ, а также методические рекомендации и набор цифровых образовательных ресурсов для учителя физики, которые позволят осуществить дифференциацию, индивидуализацию и персонализацию, сформировать образовательный маршрут при обучении детей в условиях длительной госпитализации.

В заключение отметим, что значение имеет не только привлечение и подготовка учителей предметников для госпитальной школы, но и устойчивость кадрового состава, поэтому важно организовать оценку работы педагога в конце учебного года как со стороны руководства школы и коллег, так и со стороны детей и их родителей: возникшие потребности, дефициты и трудности, усталость и выгорание, победы, успех, творческий подход и многое другое.

Список литературы

1. Вагарина В. В. Профессионально-личностные позиции педагогов госпитальных школ / В. В. Вагарина, А. С. Обухов, А. А. Филатов, С. В. Шариков // Педагогика, 2020. – Т. 84. – №. 10. – С. 76-87
2. Гусев И. А. Управление развитием кадрового потенциала госпитальной школы: флагманская площадка проекта госпитальных школ России «УчимЗнаем» / И. А. Гусев // Преподаватель XXI век, 2021. – № 3-1. – С. 153-170.
3. Долуев И. Ю. Госпитальная школа: подходы к решению проблемы кадрового обеспечения (из опыта реализации проекта госпитальных школ России «УчимЗнаем») / И. Ю. Долуев, Н. Ю. Зенич // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития, 2022. – № 7. – С. 12–19.
4. Долуев И. Ю. Особенности профессиональной деятельности тьютора в госпитальной школе / И. Ю. Долуев, А. А. Большаков // Педагогические исследования. – Вып. 3. – 2021. – С. 58–79.
5. Зорина Е. С. Психолого-педагогическая практика в госпитальной школе: от первого знакомства до формирования дидактического портфеля / Е. С. Зорина // Педагогическое образование: история становления и векторы развития. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия педагогического факультета при 2-м МГУ. – Москва, 2022. – С. 1419-1423.
6. Иванова О. А. Подготовка педагогических кадров для госпитальных школ / О. А. Иванова, М. М. Шалашова С. В. Шариков, И.Ю. Долуев // Мир науки, культуры, образования, 2022. – Вып. 2. – С. 260-263.
7. Катцова А. П. Преодоление профессионального выгорания у педагогов госпитальных школ / А. П. Катцова, Е. С. Зорина // Ананьевские чтения — 2020. Психология служебной деятельности: достижения и перспективы развития (в честь 75-летия Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.). материалы международной научной конференции. Санкт-петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 764-765.
8. Лоскутов А. Ф. Обучение физике школьников, находящихся на длительном лечении в стационарах медицинских учреждений: специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по

- областям и уровням образования)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Лоскутов Александр Федорович, 2021. – 218
9. Лоскутов А. Ф. Опыт сопровождения профессиональной деятельности молодых специалистов Проекта госпитальных школ «УчимЗнаем» / А. Ф. Лоскутов, И. Ю. Долуев, И. А. Гусев, Н. М. Курикалова // Школа будущего, 2023. – № 3. – С. 28-37.
 10. Сайт Центра знаний, профессиональных компетенций и наставничества по госпитальной педагогике «УчимЗнаем» – Заботливая школа. – URL: <https://caringschool.ru/czentr-znaniy-i-professionalnyh-kompetencij-po-gospitalnoj-pedagogike-2/> (дата обращения: 24.01.2025).
 11. Суханова Г. Н. Разработка инструментов рекрутинга госпитальных педагогов для сети госпитальных школ «УчимЗнаем» / Г. Н. Суханова, С. В. Шариков // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России, 2020. – № 6 (51). – С. 70-77.
 12. Шариков С. В. Госпитальная педагогика как мотивация развития прогрессивного сознания общества и социальной инклюзии / С. В. Шариков, Т. В. Волкова // Современное дошкольное образование: теория и практика. Электронный журнал, 2023. – № 10. – С. 2–23.

References

1. Vagarina V. V. Professional'no-lichnostnye pozicii pedagogov gospital'nyh shkol / V. V. Vagarina, A. S. Obuhov, A. A. Filatov, S. V. Sharikov // Pedagogika, 2020. – Т. 84. – № 10. – С. 76-87
2. Gusev I. A. Upravlenie razvitiem kadrovogo potentsiala gospital'noj shkoly: flagmanskaya ploshchadka proekta gospital'nyh shkol Rossii «UchimZnaem» / I. A. Gusev // Prepodavatel' XXI vek, 2021. – № 3-1. – С. 153-170.
3. Doluev I. Yu. Gospital'naya shkola: podhody k resheniyu problemy kadrovogo obespecheniya (iz opyta realizacii proekta gospital'nyh shkol Rossii «UchimZnaem») / I. Yu. Doluev, N. Yu. Zenich // Vospitanie i obuchenie detej s narusheniyami razvitiya, 2022. – № 7. – С. 12–19.
4. Doluev I. Yu. Osobennosti professional'noj deyatel'nosti t'yutora v gospital'noj shkole / I. Yu. Doluev, A. A. Bol'shakov // Pedagogicheskie issledovaniya. – Vyp. 3. – 2021. – С. 58–79.
5. Zorina E. S. Psihologo-pedagogicheskaya praktika v gospital'noj shkole: ot pervogo znakomstva do formirovaniya didakticheskogo portfelya / E. S. Zorina // Pedagogicheskoe obrazovanie: istoriya stanovleniya i vektory razvitiya. materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu otkrytiya pedagogicheskogo fakul'teta pri 2-m MGU. – Moskva, 2022. – С. 1419-1423.
6. Ivanova O. A. Podgotovka pedagogicheskikh kadrov dlya gospital'nyh shkol / O. A. Ivanova, M. M. Shalashova, S. V. Sharikov, I. Yu. Doluev // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya, 2022. – Vyp. 2. – С. 260-263.
7. Katcova A. P. Preodolenie professional'nogo vygoraniya u pedagogov gospital'nyh shkol / A. P. Katcova, E. S. Zorina // Anan'evskie chteniya — 2020. Psihologiya sluzhebnoj deyatel'nosti: dostizheniya i perspektivy razvitiya (v chest' 75-letiya Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne 1941-1945 gg.). materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Sankt-peterburgskij gosudarstvennyj universitet. Sankt-Peterburg, 2020. S. 764-765.
8. Loskutov A. F. Obuchenie fizike shkol'nikov, nahodyashchihsya na dlitel'nom lechenii v stacionarah medicinskih uchrezhdenij: special'nost' 13.00.02 «Teoriya i metodika obucheniya i vospitaniya (po oblastyam i urovnym obrazovaniya)»: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk / Loskutov Aleksandr Fedorovich, 2021. – 218
9. Loskutov A. F. Opyt soprovozhdeniya professional'noj deyatel'nosti molodyh specialistov Proekta gospital'nyh shkol «UchimZnaem» / A. F. Loskutov, I. Yu. Doluev, I. A. Gusev, N. M. Kurikalova // Shkola budushchego, 2023. – № 3. – С. 28-37.
10. Sajt Centra znaniy, professional'nyh kompetencij i nastavnichestva po gospital'noj pedagogike «UchimZnaem» – Zabotlivaya shkola. – URL: <https://caringschool.ru/czentr-znaniy-i-professionalnyh-kompetencij-po-gospitalnoj-pedagogike-2/> (data obrashcheniya: 24.01.2025).
11. Suhanova G. N. Razrabotka instrumentov rekrutinga gospital'nyh pedagogov dlya seti gospital'nyh shkol «UchimZnaem» / G. N. Suhanova, S. V. Sharikov // Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii, 2020. – № 6 (51). – С. 70-77.

12. Sharikov S. V. Gospital'naya pedagogika kak motivaciya razvitiya progressivnogo soznaniya obshchestva i social'noj inklyuzii / S. V. Sharikov, T. V. Volkova // *Sovremennoe doskol'noe obrazovanie: teoriya i praktika. Elektronnyj zhurnal*, 2023. – № 10. – S. 2–23.

ФССО-2025

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ШКОЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Ляпцев Александр Викторович

доктор физико-математических наук, профессор, lav@herzen.spb.ru

Рожков Степан Александрович

аспирант, stepankung@yandex.ru

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

Статья посвящена актуальной проблеме внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в школьный учебно-исследовательский эксперимент. В условиях стремительного развития цифровых технологий использование ИИ становится важным инструментом для модернизации образовательного процесса. В данной работе рассматриваются основные направления, в которых ИИ может значительно упростить и улучшить процесс проведения учебно-исследовательского эксперимента по физике. Пять основных направлений, которые можно выделить: планирование эксперимента, сбор данных, анализ данных, интерпретация результатов, документирование и презентация.

В статье представлены практические примеры использования ИИ в физике. Обращается особое внимание на то, что интеграция ИИ в учебный процесс способствует не только повышению качества образования, но и развитию у школьников навыков критического мышления, аналитического подхода и цифровой грамотности.

Кроме того, в статье рассматриваются вызовы, связанные с внедрением ИИ в школьное образование, такие как необходимость подготовки педагогов, обеспечение доступности технологий и этические аспекты их использования. Авторы приходят к выводу, что при грамотной реализации технологии ИИ могут стать мощным инструментом для повышения мотивации учащихся, их вовлеченности в исследовательскую деятельность и подготовки к будущим профессиям в условиях цифровизации. Статья будет полезна учителям, методистам, разработчикам образовательных технологий и всем, кто интересуется инновациями в сфере образования.

Ключевые слова

Искусственный интеллект (ИИ) в образовании, учебно-исследовательский эксперимент.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN A SCHOOL EDUCATIONAL RESEARCH EXPERIMENT

Liaptsev Alexander V.

Dr.hab. physical and mathematical sciences, professor, lav@herzen.spb.ru

Rozhkov Stepan A.

postgraduate, stepankung@yandex.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

The article is devoted to the current problems of the development of artificial intelligence (AI) technologies in a school educational and research experiment. In the context of the rapid development of digital technologies, the use of AI becomes necessary for a progressive progressive process. In this paper, the main direction in which AI can significantly simplify and improve the process of conducting an educational and research experiment in physics. Five main areas that can be identified: experiment planning, data collection, data analysis, interpretation of results, documentation and presentation. The article practically presents examples of the use of AI in physics. Particular attention is paid to the fact that the integration of AI into the educational process contributes not only to improving the quality of education, but also to the development of critical thinking skills, analytical typing and digital literacy in schoolchildren. In addition, the article analyzes the challenges associated with the introduction of AI in school education, such as the need to train teachers, ensure the availability of technologies and the ethical aspects of their use. The authors conclude that, if implemented correctly, AI can become a powerful factor in increasing students' motivation, their informativeness in research activities, and preparation for future professions in the context of digitalization. The article will be useful for teachers, methodologists, developers of educational technologies, and anyone interested in innovations in the field of education.

Keywords

Artificial Intelligence (AI) in Education, Educational Research Experiment.

Двадцать первый век — это время глобализации и стремительного технологического прогресса. Развитие различных отраслей промышленности уже существенно изменило структуру спроса на рынке труда по всему миру, включая Россию. По оценкам, до 50 % современных профессий могут исчезнуть в ближайшие десять лет из-за активной роботизации и цифровизации, которые охватывают все сферы человеческой деятельности. [1] На этом фоне значительно возросла потребность в специалистах, способных работать с высокими технологиями и инновационными производствами, особенно на стыке с естественными науками. Сегодня подготовка высококвалифицированных кадров становится одной из ключевых задач. Усилия направлены на то, чтобы новое поколение было технически подкованным и проявляло интерес к науке, технологиям, инженерному делу и математике, особенно в условиях растущей глобальной экономической конкуренции. [2]

Очевидно, что изменения в образовательных потребностях общества требуют соответствующих преобразований в системе образования. Необходимо пересматривать как структуру, так и содержание образовательных программ, чтобы повысить их эффективность. Одним из перспективных подходов, способных заменить традиционные методы, может стать использование искусственного интеллекта.

Уже сейчас наблюдается стремительный рост использования ИИ в образовательном процессе как учителями, так и учащимися. [3], [4]. Например, учителя начальных и средних классов в ряде российских школ начали использовать платформу "SberClass". Это образовательная система с элементами ИИ, разработанная при участии Сбера. Платформа помогает в персонализации обучения, автоматической оценке домашних заданий, а также предлагает индивидуальные траектории обучения для каждого ученика. Еще одним примером использования ИИ в обучении будет платформа «Яндекс Учебник + ЯндексGPT», которая была запущена еще в 2017 году. [5]

Таким образом, используя эти платформы, преподаватели смогли более эффективно и результативно выполнять проверку и оценку заданий учащихся. С другой

стороны, благодаря использованию машинного обучения и адаптивности, учебные программы и контент были настроены и персонализированы в соответствии с потребностями учащихся, что способствовало повышению вовлеченности и удержания внимания.

Под термином "ИИ" (искусственный интеллект) в контексте учебно-исследовательского проекта по физике мы подразумеваем совокупность базовых (системообразующих) технологий ИИ: компьютерного зрения; распознавания и синтеза речи; обработки и интеллектуального анализа естественных языков; поддержки принятия решений. К базовым также можно отнести технологии: машинного и глубокого обучения; интеллектуального анализа больших данных и знаний; инженерии знаний (прежде всего на динамических графах знаний); планирования и управления целенаправленным поведением в неструктурированных средах; мультиагентного управления. [6]

Особенности базовых технологий ИИ заключаются в следующем:

- ориентированы на воспроизведение отдельных базовых когнитивных функций (компьютерное зрение, распознавание и синтез речи, обработка естественного (языка, вывод на априорных знаниях конкретной предметной области и пр.);

- направлены на фрагментарную автоматизацию локальных задач и процессов (например, структурирование данных, анализ временных рядов параметров и изображений, анализ зрительных сцен, диагностика и прогнозирование процессов и состояний объектов (систем) и др.);

- отражают отдельные интеллектуальные свойства реализуемых ими методов / моделей:

- естественно-языковое представление компонентов и взаимосвязей;
- возможность обработки разнокачественной информации, измеряемой и оцениваемой с использованием различных шкал;
- возможность учета неполноты и неопределенности различного типа;
- адаптивность (возможности структурно-параметрической настройки и обучения) к изменениям системных и внешних факторов;
- удобство и гибкость использования;
- интерпретируемость и объяснимость процессов и результатов.

Важно отметить, что ИИ в учебном проекте: что это НЕ "волшебная палочка", которая сама по себе решает все задачи. Он требует корректной настройки, качественных данных и понимания со стороны пользователя.

ИИ не заменяет критическое мышление и творческий подход, а лишь дополняет их, упрощая рутинные задачи.

Если разделить работу учащегося над учебно-исследовательским экспериментом, то условно ее можно поделить на 5 частей:

- Планирование эксперимента
- Сбор данных
- Анализ данных
- Интерпретация результатов
- Документирование и презентация

Разберем на примерах как может помочь ИИ на каждом из этапов выполнения учебно-исследовательского эксперимента.

1. Планирование эксперимента

Искусственный интеллект может помочь на разных этапах подготовки научной работы. Например, когда сложно выбрать тему, ИИ может подсказать интересные направления, основываясь на современных исследованиях, программе курса или личных предпочтениях (интересах) учащегося. При планировании эксперимента он тоже может пригодиться — поможет определить, какие параметры лучше использовать, какой

диапазон измерений выбрать или как часто собирать данные, учитывая доступное оборудование.

2. Сбор данных

Искусственный интеллект может сильно упростить процесс работы с измерениями. Он может сам управлять датчиками и приборами, собирая данные точно и с нужной частотой (например, включать и выключать секундомер с высокой точностью). Кроме того, ИИ способен в реальном времени фильтровать шумы, благодаря чему данные получаются более чистыми и надёжными. А ещё он может сразу распознавать странные или ошибочные значения в измерениях и выделять их, чтобы на них можно было сразу обратить внимание.

3. Анализ данных

ИИ отлично справляется с обработкой больших объёмов данных — он быстро выполняет сложные вычисления, например, такие как статистический анализ или аппроксимация. Помимо этого, он может строить графики, диаграммы и другие визуальные элементы, чтобы результаты было проще понять и проанализировать. А ещё ИИ с помощью машинного обучения способен выявлять скрытые закономерности в данных, которые сложно заметить при обычном ручном анализе. [7]

4. Интерпретация результатов

ИИ может сравнивать полученные в эксперименте данные с теоретическими моделями, чтобы проверить, насколько они совпадают. Он также помогает формулировать выводы на основе анализа этих данных и даже может предложить логичные объяснения тому, что наблюдается. Кроме того, ИИ способен прогнозировать, как изменятся результаты, если изменить параметры эксперимента, что может быть полезно для планирования следующих этапов исследования.

5. Документирование и презентация

ИИ может помочь с написанием отчёта — он подскажет, как лучше его структурировать, предложит формулировки и даже может автоматически сгенерировать текст на основе полученных данных. Также ИИ умеет создавать презентации: подбирает слайды с графиками, основными выводами и ключевыми моментами исследования. А ещё он может составить список возможных вопросов и ответов, чтобы было легче подготовиться к защите проекта.

Пример проекта с использованием ИИ

Тема: Исследование зависимости периода колебаний маятника от его длины.

Планирование: ИИ помогает выбрать диапазон длин маятника и частоту измерений.

Сбор данных: ИИ управляет датчиком, фиксирующим колебания, и фильтрует шумы.

Анализ: ИИ строит график зависимости периода от длины и аппроксимирует его.

Интерпретация: ИИ сравнивает результаты с формулой для математического маятника и объясняет отклонения.

Презентация: ИИ готовит отчет и слайды с выводами.

Инструменты для использования ИИ:

Программные платформы: Python (библиотеки NumPy, SciPy, TensorFlow, Matplotlib), MATLAB, Wolfram Alpha.

Онлайн-сервисы: ChatGPT для генерации идей и текста, Google Colab для анализа данных.

Оборудование: Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry Pi) с ИИ-алгоритмами для автоматизации измерений.

Таким образом, использование ИИ в учебно-исследовательских проектах по физике не только упрощает процесс, но и позволяет учащимся сосредоточиться на

творческой и аналитической части работы, развивая навыки работы с современными технологиями.

Список литературы

1. Екимова Н. А. Глобальные мегатренды и новые технологии: вызовы и угрозы постиндустриальной экономике // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2021. – Т. 14. – №. 5. – С. 116-134.
2. Волков А. Е. и др. Российское образование–2020: модель образования для инновационной экономики. Материал для обсуждения // Вопросы образования. – 2008. – №. 1. – С. 32-65.
3. Новиков А. Н. Постиндустриальное образование. – М.: Издательство «Эгвес», 2008. – 136 с
4. Karniadakis G. E., Kevrekidis I.G., Lu L. et al. Physics-informed machine learning // Nature Reviews Physics. 2021. № 3. P. 422–440.
5. URL: <https://miloff.ru/kto-sozdal-yandeks-uchebnik/#:~:text=Первые%20шаги%20по%20созданию%20Яндекс,был%20под%20брендом%20Яндекс%20Просвещение> (дата обращения: 20.04.2024). - Режим доступа: открытый доступ.
6. Забейхайло М. И., Борисов В. В. Об интерпретациях понятия «искусственный интеллект» // Речевые технологии/Speech Technologies. – 2022. – №. 1. – С. 5-18.
7. Кирюхина Н. В. Система учебно-исследовательских заданий с элементами интеллектуального анализа данных в практикуме по компьютерному моделированию физических процессов // Современные проблемы профессионального образования: тенденции и перспективы развития. – 2022. – С. 145

References

1. Ekimova N. A. Global megatrends and new technologies: challenges and threats to the post-industrial economy // Economic and social changes: facts, changes, forecast. - 2021. - Vol. 14. - No. 5. - P. 116-134.
2. Volkov A. E. et al. Russian education - 2020: an education model for an innovative economy. Discussion material // Education issues. - 2008. - No. 1. - P. 32-65.
3. Novikov A. N. Post-industrial education. - Moscow: Egves Publishing House, 2008. - 136 p.
4. Karniadakis G. E., Kevrekidis I. G., Lu L. et al. Machine learning based on physics // Nature Reviews Physics. 2021. No. 3. P. 422–440.
5. URL: <https://miloff.ru/kto-sozdal-yandeks-uchebnik/#:~:text=Первые%20шаги%20по%20созданию%20Яндекс,был%20под%20брендом%20Яндекс%20Просвещение> (date of access: 20.04.2024). - Access mode: open access.
6. Zabezhajlo M. I., Borisov V. V. Ob interpretaciyah ponyatiya «iskusstvennyj intellekt» // Rechevye tekhnologii/Speech Technologies. – 2022. – №. 1. – S. 5-18.
7. Kiryuhina N. V. Sistema uchebno-issledovatel'skih zadanih s elementami intellektual'nogo analiza dannyh v praktikume po komp'yuternomu modelirovaniyu fizicheskikh processov //Sovremennye problemy professional'nogo obrazovaniya: tendencii i perspektivy razvitiya. – 2022. – S. 145

**ТЕМА «СИЛА СУХОГО ТРЕНИЯ» В КУРСАХ ФИЗИКИ НА РАЗНЫХ
УРОВНЯХ ОБРАЗОВАНИЯ. МИСКОНЦЕПЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ И
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, НОВЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ОПИСАНИЯ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ВЫХОДЕ ЗА РАМКИ ПРОСТЕЙШИХ
МОДЕЛЕЙ**

Ляпцев Александр Викторович

доктор физико-математических наук, профессор, lav@herzrn.spb.ru

Колесников Антон Игоревич

старший преподаватель, tosha.colesnikov2013@yandex.ru

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

В статье обсуждаются проблемы, связанные с изучением силы сухого трения на разных уровнях образования. Рассмотрены ограничения, обычно используемого закона Кулона-Амонтона, и примеры явлений, обусловленных выходом за рамки этого закона. Обсуждаются мiskonцепции, возникающие у учащихся при изучении трения, связанные с влиянием силы сухого трения на импульс и энергию тела и системы тел. Рассматривается влияние силы сухого трения на вращательное движение тела и сила трения, действующая при качении колеса. Предлагаются примеры математических моделей явлений, связанных с силой сухого трения.

Ключевые слова

Сила сухого трения, влияние силы трения на движения тел, мiskonцепции при изучении физики.

**THE TOPIC OF "DRY FRICTION FORCE" IN PHYSICS COURSES AT
DIFFERENT LEVELS OF EDUCATION. MISCONCEPTIONS OF STUDENTS
AND TEACHERS, NEW QUALITATIVE FEATURES OF DESCRIBING
PHENOMENA WHEN GOING BEYOND THE SIMPLEST MODELS**

Ljaptsev Fkexander V.

Dr.hab. physical and mathematical sciences, professor, lav@herzrn.spb.ru

Kolesnikov Anton I.

engineer, tosha.colesnikov2013@yandex.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

The article discusses the problems related to the study of the dry friction force at different levels of education. The limitations of the commonly used Coulomb-Amonton law and examples of phenomena caused by going beyond this law are considered. The misconceptions that arise in students when studying friction related to the influence of dry friction force on the momentum and energy of the body and body systems are discussed. The influence of the dry friction force on the rotational motion of the body and the friction force acting during the rolling of the wheel is considered. Examples of mathematical models of phenomena related to the dry friction force are offered.

Keywords

Dry friction force, the effect of friction force on body movements, concepts in the study of physics.

Введение

Актуальность данной темы обусловлена, с одной стороны практической значимостью данного вопроса, и, с другой стороны, как показывает опыт, с трудностями изучения и ошибочными представлениями (мисконцепциями) у учащихся, сохраняющимися, к сожалению, и после окончания обучения. По данным из Интернета 53 % граждан России имеют водительские права, и ещё 5 % граждан (по-видимому, молодых, недавно окончивших школу) собираются получить права в течение ближайшего года. Вместе с тем, на вопрос – какая сила движет автомобиль по той, или иной траектории, большинство не осознает, что это сила трения, в лучшем случае ссылаются на мифическую «силу тяги». Это, в частности является причиной появления в СМИ типичного словосочетания «...водитель не справился с управлением».

Мисконцепции, возникающие при изучении силы трения

1. Сила трения замедляет движение.
2. Действие силы трения уменьшает импульс тела.
3. Действие силы трения уменьшает энергию системы.
4. Сила трения скольжения направлена против скорости тела.
5. Сила трения покоя компенсирует действие остальных сил, действующих на тело.

При разборе ошибочных представлений следует, во-первых, что само понятие движения относительно, так что при переходе от одной системы отсчета к другой утверждение может изменяться от верного до противоположного и обратно. Во-вторых, для эффективности разбора следует использовать наглядные и конкретные примеры. Большинство из вышеприведенных мисконцепций удобно обсуждать на примере движения тела на ленте транспортера (рис. 1 и 2).

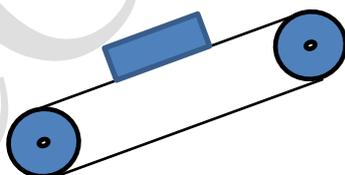


Рисунок 1 — Тело на равномерно движущейся ленте транспортера, неподвижное относительно ленты

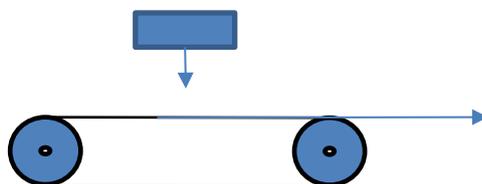


Рисунок 2 — Тело падает на равномерно движущуюся ленту транспортера

Ещё одна, более серьёзная мисконцепция связана с независимостью действия силы трения скольжения на тело от формы и размеров поверхности тела, соприкасающегося с поверхностью, по которой тело движется. Если для поступательного движения по поверхности подобная модель для тела, которое можно назвать твердым, достаточно хорошо описывает большинство процессов, то в случае, когда одновременно с

поступательным движением имеет место вращение, подобное утверждение оказывается ошибочным. Примеры изображены на рис. 3 и 4.

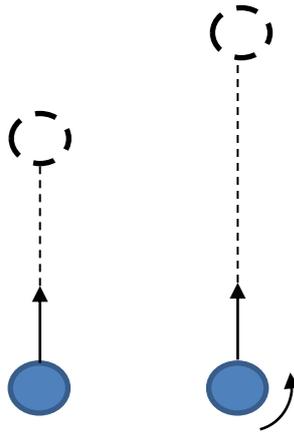


Рисунок 3 — Вращающаяся шайба движется дальше не вращающейся, и результат зависит от размеров шайбы [1, 2]



Рисунок 4 — Фуэте - виртуозное движение классического танца, исполняющегося как ряд последовательно повторяющихся туров в быстром темпе и на одном месте. Момент силы трения изменяется при подъеме на пальцы и обратном опускании на стопу

Зависимость момента силы трения при вращении от площади поверхности тела следует уже из простейших соображений размерности.

До сих пор речь шла о мiskonцепциях, возникающих у обучающихся. Однако, можно привести пример мiskonцепции более общего порядка, возникающей, как можно сказать, у преподавателей. Речь идет о силе трения, действующей на колесо при качении по поверхности. Как в школьных, так и в вузовских учебниках физики полагается, что при управляемом движении автомобиля сила трения, действующая на колеса автомобиля со стороны дороги – есть сила трения покоя. Если взять за основу модель Кулона-Амонтона для силы трения, то при устойчивом движении автомобиля должно выполняться соотношение: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$. Типовая задача, встречающаяся как в школьных [3], так и вузовских [4] задачниках рассматривает равномерное движение автомобиля на повороте. Несложные выкладки приводят к неравенству:

$$\mu g \leq \frac{v^2}{R} \quad 1$$

так что в разных вариантах по заданным трем параметрам предлагается определить четвертый.

На вопрос, почему мы говорим о силе трения покоя в процессе, где «покой только снится», возможный ответ – потому что проскальзывания колес нет. Вопрос, из каких опытов следует, что при движении автомобиля на повороте следует отсутствие

проскальзывания шин, нигде не обсуждается, это, по-видимому, считается очевидным фактом.

Между тем, в специальной литературе, посвященной детальному рассмотрению движения автомобиля (см., например, [5 - 7]) говорится, что сила, действующая на катящееся колесо в направлении перпендикулярном плоскости колеса, может возникать только в случае, когда скорость центра колеса не лежит в плоскости колеса (рис. 5).

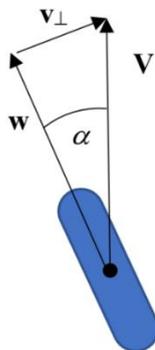


Рисунок 5 — Схема движения колеса при наличии боковой силы трения. Скорость центра колеса V является суммой скорости w , лежащей в плоскости колеса и скорости бокового смещения v_{\perp} , направленной перпендикулярно плоскости колеса

Существует даже специальная терминология – угол α называется *угол бокового увода* колеса. С точки зрения физики достаточно очевидно, что подобное движение невозможно описать моделью, в которой колесо рассматривается как абсолютно твердое тело, и проскальзывание колеса по поверхности отсутствует.

Фактически в данном процессе сила сухого трения не является ни силой трения покоя, ни силой трения скольжения. Её появление объясняется частично упругими свойствами колеса, а частично – проскальзыванием элементов колеса по поверхности. Модель Кулона – Амонтона для описания такой силы трения оказывается не применимой. По сути, речь идет о новом виде силы сухого трения, отличающейся как от силы трения покоя, так и от силы трения скольжения. Что касается справедливости формулы (1), то она при качении колеса может быть использована для оценки по порядку величины, то есть заменена формулой:

$$\mu g \ll v^2/R.$$

К сожалению, даже в учебниках по техническим специальностям, связанным с движением автомобилей [8], ограниченность моделью Кулона – Амонтона приводит к мiskonцепциям. На рис. 6 проиллюстрировано условие одной из типовых задач: возможность «сползания» автомобиля при прямолинейном движении по косоугору.



Рисунок 6 — Движение автомобиля по косоугору

Применение простейшей модели, основанной на законе Кулона – Амонтона легко позволяет получить ответ, который приводится в этом учебном пособии: сползания автомобиля при движении по дороге с поперечным уклоном не будет, если коэффициент сцепления колес в боковом направлении больше тангенса угла уклона полотна дороги [8

с.133]. Простой опыт, который может быть поставлен в школьной лаборатории, легко и просто опровергает предлагаемый выше вывод (рис. 7).



Рисунок 7 — Опыт по изучению движения автомобиля на косогоре

Автомобиль покоится на наклонной плоскости в отсутствие движения и сползает с наклонной плоскости, как только движение начинается.

Изучение особенностей силы сухого трения на основе учебных математических моделей

В настоящее время в образовательные программы включаются дисциплины по математическому моделированию с использованием вычислительных средств. Доступность программ, содержащих различные вычислительные процедуры, например, решение систем дифференциальных уравнений, позволяют поставить ряд задач, связанных с моделированием процессов с участием силы сухого трения, на уровне доступном даже углубленного обучения физике в школе. Примеры некоторых подобных задач приведены в учебном пособии [2]. Следует отметить, что, с одной стороны подобные задания позволяют поставить достаточно интересный вычислительный эксперимент, и, с другой стороны, демонстрируют новые качественные особенности процессов, связанных с силой сухого трения.

Примером может служить задача о движении тела по наклонной плоскости при наличии силы сухого трения. в предельном случае отсутствия силы трения подобное движение происходит по параболической траектории (см, например, задачник [3]). Наличие силы трения качественно изменяет вид траектории (рис. 8).

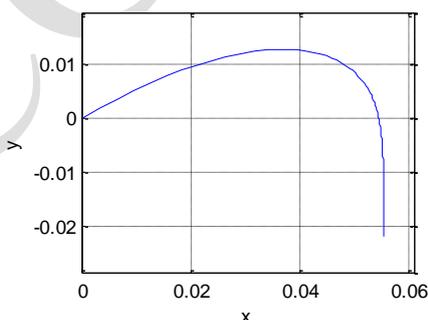


Рисунок 8 — Траектория движения тела по наклонной плоскости с учетом силы сухого трения

Ещё одна модель связана с изучением движения автомобиля на повороте при использовании модельных представлений, выходящих за рамки закона Кулона – Амонтона. Движение автомобиля может иметь различный характер в зависимости от параметров задачи. Пример траектории движения в случае, когда автомобиль на повороте неожиданно попадает на скользкую поверхность, приведен на рис. 9.

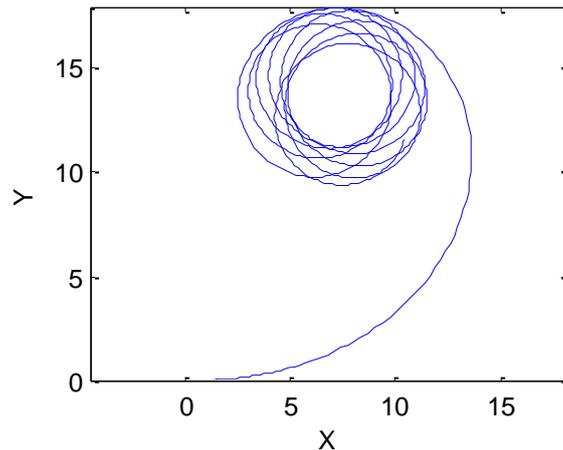


Рисунок 9 — Траектория движения переднеприводного автомобиля при неожиданном попадании на повороте на скользкую поверхность

Заключение

Изучения движения тел при наличии силы сухого трения является важной темой в курсах физики на разных уровнях образования. К сожалению, в настоящее время методическое обеспечение, касающееся данной темы, не является достаточно адекватным, что приводит к появлению ряда ошибочных представлений у обучаемых. Более того, подобные мiskonцепции иногда фактически закладываются в учебные пособия.

Список литературы

1. Бутиков Е. И., Быков А. А. Кондратьев А. С. Физика в примерах и задачах. М.: Наука, 1979, 1983, 1989.
2. Кондратьев А. С., Ляпцев А. В. Физика. Задачи на компьютере. М.: Физматлит, 2008.
3. Задачи по физике. Под ред. О. Я. Савченко. СПб.,: Лань, 2001.
4. Сборник задач по общему курсу физики. Механика. Под ред. И. А. Яковлева. М.: Наука, 1977.
5. Рокар И. Неустойчивость в механике. М.: Иностранная литература, 1959.
6. Левин М. А., Фуфаев Н. А. Теория качения деформируемого колеса. М.: Наука, 1989.
7. Rajesh Rajamani. Vehicle Dynamics and Control. Springer. 2011,
8. Теория автомобиля: учеб. пособие / И. С. Сазонов, В. А. Ким, Ки Йонг Чой. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – 164 с.

References

1. Butikov E. I., Bykov A. A. Kondrat'ev A. S. Fizika v primerakh i zadachakh. Moscow: Nauka, 1979, 1983, 1989. (In Russian)
2. Kondrat'ev A. S., Lyaptsev A. V. Fizika. Zadachi na komp'yutere. Moscow: Fizmatlit, 2008. (In Russian)
3. Zadachi po fizike. Pod red. O. Ya. Savchenko. Saint Petersburg.: Lan', 2001. (In Russian)
4. Sbornik zadach po obshchemu kursu fiziki. Mekhanika. Pod red. I. A. Yakovleva. Moscow: Nauka, 1977. (In Russian)
5. Rokar I. Neustoychivost' v mekhanike. Moscow: Inostrannaya literatura, 1959. (In Russian)
6. Levin M. A., Fufaev N. A. Teoriya kacheniya deformiruemogo kola. Moscow: Nauka, 1989. (In Russian)
7. Rajesh Rajamani. Vehicle Dynamics and Control. Springer. 2011.
8. Teoriya avtomobilya: ucheb. posobie I. S. Sazonov, V. A. Kim, Ki Yong Choy. – Mogilev: Belorus.-Ros. un-t, 2017. – 164 p. (In Russian)

90 ЛЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ АСТРОНОМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Прокина Галина Михайловна

учитель физики и астрономии, pro2gal@yandex.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (ФГАОУ ВО УрФУ), **специализированный учебно-научный центр (СУНЦ)**, 620066, Российская федерация, Екатеринбург, ул. Данилы Зверева, 30

Аннотация

Дополнительное астрономическое образование на Среднем Урале существует с 1935 года. Собраны и проанализированы сведения о содержании и результатах по состоянию на 2024 год, описано современное состояние, выявлены некоторые проблемы и тенденции.

Ключевые слова

Астрономия, дополнительное образование, Средний Урал, Всероссийская олимпиада школьников.

90 YEARS OF ADDITIONAL ASTRONOMICAL EDUCATION IN THE MIDDLE URALS

Prokina Galina M.

teacher of physics and astronomy, pro2gal@yandex.ru

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Specialized Educational and Scientific Center (SESC), Danila Zvereva str., 30, Yekaterinburg, 620066, Russian Federation

Abstract

Additional astronomical education in the Middle Urals has been in existence since 1935. Information on the content and results as of 2024 has been collected and analyzed, the current state has been described, and some problems and trends have been identified.

Keywords

Astronomy, additional education, Middle Urals, All-Russian School Olympiad.

Точка на карте, с которой началось астрономическое образование в Свердловской области, называется Метеогорка. Здесь, на г. Плешка высотой менее трехсот метров, еще в 1836 году была основана метеорологическая обсерватория, которую посещали В. А. Жуковский, Д. И. Менделеев, Фритъоф Нансен, Александр II, а во время I Мировой войны три месяца работал А. А. Фридман. Дополнительное астрономическое образование в его историческом понимании - внешкольное образование и воспитание - берет начало в Свердловске – Екатеринбурге с 1935 года, когда в Уральском госуниверситете, на Метеогорке, появился первый астрономический кружок студентов и старшеклассников. Таким образом, в 2025 году исполняется ровно 90 лет возможности внеурочно изучать и наблюдать Вселенную на Среднем Урале.

В 1934 году в Свердловск был переведен из Сыктывкара и начал работу в Уральском университете Сергей Владимирович Муратов - горный инженер, оптик, блестяще образованный и увлеченный астрономией уроженец Санкт-Петербурга. С

этого времени и до 1937 года Муратов являлся первым заведующим кафедрой астрономии УрГУ. [1,6] Вокруг замечательного преподавателя, создателя астрономических приборов, строителя первой на Урале научной обсерватории на Метеогорке, собрался кружок талантливой молодежи - студентов и старшеклассников. Содержанием деятельности астрокружка С. В. Муратова было создание астрономических инструментов, строительство учебной обсерватории и наблюдения на ней. Одним из участников этого объединения была юная Клавдия Александровна Бархатова, в будущем «звездный профессор», усилиями которой в 1960 году в университете была восстановлена кафедра астрономии, а в 1965 году построена Коуровская астрономическая обсерватория. [4, 8]

В шестидесятые годы 20-го века на Метеогорке был воссоздан и астрономический кружок. В отличие от студенческого коллектива во времена С. В. Муратова, основными участниками нового места притяжения увлеченных астрономией молодых людей стали школьники, а руководили кружком в разные годы студенты и преподаватели кафедры, сотрудники Коуровской обсерватории, в т.ч., например, А. Соловьев – будущий ректор Элистинского университета и заведомо Пулковской обсерватории. Основными направлениями работы астрокружка были теоретические занятия и учебные наблюдения с использованием оборудования учебной университетской обсерватории [2]. Кроме этого, кружковцы на Метеогорке занимались созданием собственных небольших любительских телескопов и наблюдениями с ними. Школьницей в начале 80-х годов небольшую практику телескопостроения прошла в этом кружке и автор под руководством сотрудника Коуровской АО В. Безбородова. В дальнейшем телескопостроение на станции юных техников (СЮТ) Кировского района г. Екатеринбурга продолжил В. В. Крушинский, ныне ведущий инженер Коуровской АО. С разрушением структуры СЮТ постройка школьниками телескопов в Екатеринбурге прекратилась.

В середине 70-х годов в Свердловске под руководством городского, а затем и областного комитетов ВЛКСМ на базе нескольких факультетов УрГУ была создана Малая Академия Наук. В ней по вечерам старшеклассники свердловских школ занимались и астрономией – с 1978 года. В 1985 году секция астрономии МАН под руководством Зинаиды Николаевны Шукстовой и Эльвиры Федоровны Кузнецовой была прикреплена к областной станции юных техников. [7,10].

Набор в секцию осуществлялся через объявления в газетах «Уральский рабочий» и «Вечерний Свердловск» без каких-либо приемных испытаний. В сентябре на первых занятиях секции астрономии МАН собиралось до 50 человек, к маю оставалось 10-15 слушателей. Занятия на безвозмездной основе вели сотрудники университета. Лекции по разным разделам астрономии читали К. А. Бархатова, З. Н. Шукстова, В. В. Сыровой, Г. С. Ромашин, А. М. Соболев, другие сотрудники кафедры астрономии УрГУ, И. И. Бондаренко из СГПИ. В 1988 году кафедра теоретической физики Свердловского государственного педагогического института среди других пособий для школьников выпустила Задания к самостоятельной работе по астрономии, используемые и на занятиях астрономической секции МАН [5]. Выполняемые школьниками под руководством ученых-астрономов наблюдения и моделирования, реферативно-практические работы представлялись на научно-практических конференциях школьников и неизменно высоко оценивались жюри.

В секции астрономии МАН были представлены астрономические кружки некоторых городов Свердловской области: Ирбита, Краснотурьинска, Лесного, Сухого Лога, Режа, Новоуральска. Занятия в кружках вели педагоги-энтузиасты, такие, как Л. А. Макушина во Дворце пионеров г. Краснотурьинска, А. Голендухин на СЮТ г. Режа. Наиболее активные и результативные учащиеся два раза в год приглашались на сборы МАН. На этих сборах, проводимых на базе отдыха или в загородном лагере,

ребята из секций математики, физики и астрономии МАН слушали лекции известных ученых, например, академиков Н. Н. Красовского по математике, С. В. Вонсовского - по физике. Часть времени занимали предметные соревнования, общение и отдых. Секция астрономии МАН была одной из самых активных: обычными были поездки на наблюдения в Коуровскую АО, свердловские школьники участвовали в экспедициях ВАГО, в частности, в Красноярский край на наблюдения полного солнечного затмения 31 июля 1981 года. Сведения о юношеских коллективах любителей астрономии из Краснотурьинска, Сухого Лога и Свердловской МАН содержатся в Циркуляре ВАГО № 41 среди 110 астрономических кружков СССР по данным на середину 1986 года. [10]

Астрономия как учебный предмет, появившись в 1932 году, в 1997 году исчезла на двадцать лет из повсеместной школьной практики и лишь ненадолго вернулась с 2017 по 2022 только для выпускных классов. В Екатеринбурге уроки астрономии велись сотрудниками кафедры УрГУ-УрФУ в качестве учителей гимназий № 9, 13, 70 и других учебных заведений среднего образования. В некоторых из них внеурочно работали и астрономические кружки под руководством тех же преподавателей. Так более 20 лет руководили дополнительным астрономическим образованием в школах города Т. С. Полушина, Г. С. Ромашин, Т. П. Ермакова, Т. П. Никифорова. После создания в 1990 году при УрГУ специализированного учебно-научного центра (СУНЦ) предмет астрономия непрерывно преподается в 10 - 11 классах физико-математического и физико-технического профилей. Ведущую роль в становлении уроков астрономии и дополнительного астрономического образования в СУНЦ сыграла к.ф.-м. н., доцент кафедры астрономии Наталья Борисовна Фролова. Именно она стала инициатором и идеологом нового содержания в дополнительном астрономическом образовании - проведения в Свердловской области астрономических олимпиад на школьном, районном, городском и областном уровнях, составляла олимпиадные задачи, в дальнейшем организовывала внеурочную подготовку самых успешных учеников ко Всероссийским астрономическим олимпиадам и конкурсам.

В это же время начала оформляться как массовое движение Всероссийская олимпиада школьников. В список предметов ВсОШ вошла и астрономия. Первый Заключительный этап ВсОШ по астрономии проходил в Ярославле в 1994 году, и первые несколько лет средне - уральским школьникам не удавалось добраться до побед в нем. Начав в 1997 году с третьего места и поощрительных призов, практически ежегодно из разных городов России, где проводился Заключительный этап, учащиеся Свердловской области привозили призы высшего достоинства. Некоторым это удавалось несколько раз. Данные о результатах представлены в Таблице 1.

Таблица 1

**Результаты выступлений школьников Свердловской области
на Заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по астрономии**

Год	Результат	ФИО	Класс	Территория
1997	Диплом III степени	Белов А.А.	11	Свердловская область
	Поощрительный приз	Курзаев Д.А.	10	
		Гуляев А.С.	11	
		Шароватов И.С.	11	
1998	Диплом I степени	Самарин П.В.	9	
	Диплом II степени	Головин Д.В.	11	
	Диплом III степени	Кротов Д.А.	9	
	Поощрительный приз	Украинцев Е.В.	11	
		Косачев С.Л.	11	
1999	Диплом I степени	Самарин П.В.	10	
	Диплом II степени	Бадьин Д.А.	9	
	Поощрительный приз	Сисьмеков А.Ю.	11	
2000	Диплом I степени	Бадьин Д.А.	10	г. Лесной
	Диплом II степени	Сафонов Б.С.	8	г.Екатеринбург, шк.82
		Васильев С.А.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ

		Велижанин Д.И.	11	г. Полевской
	Диплом IV степени	Бастриков А.В.	7	г.Новоуральск
		Блинов Д.А.	8	г. Лесной
		Самарин П.В.	11	г.Екатеринбург
		Спицин Е.С.	11	Свердловская область
2002	Диплом I степени	Сафонов Б.С.	10	г.Екатеринбург
		Касимов Р.	11	г.Каменск-Уральский
	Диплом II степени	Бастриков А.	9	г.Новоуральск
	Диплом III степени	Блинов Д.А.	10	г. Лесной
2003	Диплом I степени	Сафонов Б.С.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
	Диплом II степени	Блинов Д.А.	11	г. Лесной
		Зайцев Р.	11	г. Лесной
	Диплом IV степени	Бастриков А.В.	10	г.Новоуральск
2004	Диплом II степени	Савченко С.С.	10	г. Лесной
	Диплом III степени	Краснослободцев Е.В.	9	Свердловская область
2005	Диплом II степени	Савченко С.С.	11	г. Лесной
	Диплом III степени	Недокушев А.П.	9	г. Ирбит, шк.13
		Скрипниченко П.В.	9	г.Екатеринбург, СУНЦ
2006	Диплом III степени	Бойко А.И.	10	Свердловская область
2007	Диплом II степени	Чекасин В.В.	10	Свердловская область
	Диплом III степени	Недокушев А.П.	11	г. Ирбит, шк.13
		Скрипниченко П.В.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
2010	Призер	Климов А.П.	9	Свердловская область
		Сажаев А.Д.	9	
		Попков А.В.	10	
2011	Призер	Попков А.В.	11	Свердловская область
		Чикунова Г.П.	9	
2012	Призер	Чикунова Г.П.	10	Свердловская область
2013	Победитель	Елсуков В.М.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ
2014	Призер	Елсуков В.М.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Ярославцев К.В.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
2015	Призер	Кац Л.Е.	9	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Хохрякова А.Д.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ
2016	Призер	Лисицин Д.Д.	9	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Кац Л.Е.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Хохрякова А.Д.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
2018	Призер	Лисицин Д.Д.	11	г.Екатеринбург, СУНЦ
2019	Призер	Анищенко Н.В.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Кормильцев Л.С.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ
		Луговых С.В.	11	г.Полевской
2020	Заключительный этап не проводился			
2021	Победитель	Симонов Е.Е.	9	г.Екатеринбург, СУНЦ
	Призер	Пяткевич Э.Я.	10	г.Екатеринбург, СУНЦ

Данные таблицы и архив заданий Региональных и Заключительных этапов ВсОШ [3] позволяют сделать несколько выводов о современном положении дополнительного астрономического образования в Свердловской области. Первое. Постепенно в силу различных обстоятельств астрономические кружки в городах Свердловской области и Малая Академия Наук ослабили, а затем и совсем прекратили свою работу. На это указывает постепенное исчезновение к 2013 году городов Свердловской области, кроме областного центра, из списка территорий. Это можно объяснить, если учесть, что с 2022 года в Свердловской области астрономия на ступени основного общего образования осталась только в форме подготовки и участия в различных этапах ВсОШ по астрономии, локализуясь в специализированных учебных заведениях (СУНЦ УрФУ) или на элементарном уровне исключительно в дополнительном образовании – в домах творчества учащихся, планетариях. Второе. Достижение высоких результатов становится все более сложным. Об этом свидетельствует уменьшение числа

победителей и призеров Заключительного этапа ВсОШ. С одной стороны, если не учитывать общее увеличение конкуренции после введения в отдельных регионах страны премий за призерство во ВсОШ, это связано с усложнением заданий туров и программы подготовки к олимпиаде, которая теперь требует от учеников самостоятельной работы, часто достаточно длительной. Такую подготовку теперь нужно начинать с 5-6 класса и обращать особое внимание на умение считать, знание и уверенное применение математических и физических законов. Кроме того, и сам ученик, и учитель астрономии, и педагог дополнительного образования сталкивается с дефицитом учебных пособий и источников для подбора тренировочных задач. [9] С другой стороны, квалификация педагогов часто недостаточна для качественной работы, а число преподавателей, заинтересованных в работе по программам дополнительного образования, исчезающе мало. Современные сотрудники кафедры астрономии ИЕНиМ УрФУ, в отличие от своих предшественников, работают со школьниками очень редко и фрагментарно. Примечательно, что такие учреждения, как планетарии, даже имеющие в своем штате лекторов, позволяют удовлетворить образовательные потребности в астрономической области лишь на начальном уровне. На Среднем Урале известные планетарии расположены в Музее радио г. Екатеринбурга и на территории музейного комплекса в г. Верхняя Пышма. Первый планетарий является скорее раритетом, чем рабочим инструментом из-за малости и ветхости, программа деятельности второго – нового и прекрасно оборудованного – в основном освещает вопросы космонавтики. Небольшой стационарный планетарий имеется в СУНЦ УрФУ. Оборудование активно используется на уроках астрономии и для показа полнокупольных программ Ассоциации Планетариев России, членство в которой оформлено в 2023 году.

Дополнительное астрономическое образование в СУНЦ УрФУ за последние десять лет изменилось. Вместо каркасного надувного планетария, требующего установки в спортивном зале, появился уже упомянутый стационарный планетарий в учебном классе с постоянно пополняемой библиотекой фильмов и программ. В лаборатории астрономии, первоначально имевшей только малый школьный рефрактор на азимутальной монтировке, освоена работа с астрокамерами на четырех рефлекторах Максудова и Шмидта-Кассегрена диаметрами от 75 до 203 мм, используется солнечный телескоп Коронадо, другое современное любительское астрономическое оборудование. После наблюдательной практики с ним в Крымской астрофизической обсерватории (2019) пятеро школьников из Екатеринбурга блестяще выступили на международной Азиатско-Тихоокеанской астрономической олимпиаде. В 2022 году на выездных наблюдениях в Коуровской обсерватории с использованием данного оборудования учениками 10-11 классов были сделаны учебно-исследовательские работы, одна из которых удостоилась Диплома I степени на Всероссийском конкурсе ученических и студенческих работ национального фонда «Интеграция», а ее автор Алексей Михасенко был награжден медалью «Обретенное поколение». Таким образом, в содержание дополнительного астрономического образования, помимо теоретических занятий и олимпиадной подготовки, возвращается практическая приборная составляющая, заложенная в Свердловске С. В. Муратовым 90 лет назад.

Подводя промежуточные итоги существования и развития дополнительного астрономического образования на Среднем Урале, необходимо отметить, что в настоящее время появились и активно используются новые формы деятельности, не существовавшие ранее. Так, преемник областной станции юных техников, фонд поддержки талантливых детей и молодежи «Золотое сечение» организует дистанционные курсы обучения физике и астрономии, направленные на углубление физико-математической подготовки участников олимпиад. Есть уверенность, что в совокупности с методической поддержкой центральной предметно-методической комиссии ВсОШ по астрономии совместные усилия кафедры физики и астрономии

СУНЦ УрФУ, фонда «Золотое сечение» и сообщества учителей физики и астрономии Свердловской области позволят дополнительному астрономическому образованию брать новые рубежи.

Список литературы

1. "ИТМО: годы и люди". Часть первая / Сост. М. И. Потеев. - СПб., 2000. — С. 50-51.
2. XX век. После полудня. Обычная жизнь обычных студентов. Воспоминания. – Екатеринбург: Сред.-Урал. книжное издательство, 2018 – 352 с.
3. Всероссийская олимпиада Астрономия: Материалы. История.[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.astroolymp.ru/>, свободный, - (дата обращения 15.02.2025).
4. Давыдов И. К. А. Бархатова. — Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1985.-208 с., 8 с. ил.
5. Задания к самостоятельной работе по астрономии /Сост. Бондаренко И. И. Братолобова Л. С. Попова А.П.- Свердловск: Свердл. пед. ин-т, 1988, - 29 с.
6. Известные выпускники Университета ИТМО. Серия книг "Университет ИТМО: Годы и люди", выпуск 9 - СПб: 2015 - 390 с. - С. 221
7. Кузнецов Э. Д. История астрономического образования в Уральском университете / Кузнецов Э. Д. Левицкая Т. И. // Первая Всероссийская конференция по космическому образованию «Дорога в космос», 1 - 4 октября 2019, ИКИ РАН. Москва, 2019. С. 226-230.
8. Левицкая Т. И. К столетию со дня рождения Клавдии Александровны Бархатовой, «звездного профессора». Физика космоса: Тр. 46-й Международ. студ. научн. конф., Екатеринбург, 30 янв.-3 февр.2017г. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. С.253-261.
9. Прокина Г. М. Обзор источников задач для решения в курсах астрономии физико-математических, гуманитарных классов и на факультативных занятиях при подготовке к олимпиадам // Проблемы современного физического образования. Сборник материалов VII Всероссийской научно-методической конференции, 10-11 ноября 2023, Уфимский университет науки и технологий. Уфа, 2023. С.208-210
10. Циркуляр ВАГО № 41 Юношеские коллективы любителей астрономии в СССР. – Москва, Всесоюзное астрономо-геодезическое общество, 1987. – 46 с.

References

1. "ITMO: gody` i lyudi". Chast` pervaya / Sost. M.I. Poteev. - SPb., 2000. — S. 50-51.
2. XX vek. Posle poludnya. Oby`chnaya zhizn` oby`chny`x studentov. Vospominaniya. – Ekaterinburg: Sred.-Ural. knizhnoe izdatel`stvo, 2018 – 352 s.
3. Vserossijskaya olimpiada Astronomiya: Materialy`. Istoriya.[E`lektronny`j resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.astroolymp.ru/>, svobodny`j, - (data obrashheniya 15.02.2025).
4. Davy`dov I. K. A. Barxatova. — Sverdlovsk: Sred.-Ural. kn. izd-vo, 1985.-208 s., 8 s. il.
5. Zadaniya k samostoyatel`noj rabote po astronomii /Sost. Bondarenko I. I. Bratolyubova L. S. Popova A. P.- Sverdlovsk: Sverdl. ped. in-t, 1988, - 29 s.
6. Izvestny`e vy`puskniki Universiteta ITMO. Seriya knig "Universitet ITMO: Gody` i lyudi", vy`pusk 9 - SPb: 2015 - 390 s. - S. 221
7. Kuznecov E`. D. Istoriya astronomicheskogo obrazovaniya v Ural`skom universitete / Kuznecov E`. D. Leviczskaya T. I. // Pervaya Vserossijskaya konferenciya po kosmicheskomu obrazovaniyu «Doroga v kosmos», 1 - 4 oktyabrya 2019, IKI RAN. Moskva, 2019. S. 226-230.
8. Leviczskaya T. I. K stoletiyu so dnya rozhdeniya Klavdii Aleksandrovny` Barxatovoj, «zvezdnogo professora». Fizika kosmosa: Tr. 46-j Mezhdunarod. stud. nauchn. konf., Ekaterinburg, 30 yanv.-3 fevr.2017g. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2017. S.253-261.
9. Prokina G. M. Obzor istochnikov zadach dlya resheniya v kursax astronomii fiziko-matematicheskix, gumanitarny`x klassov i na fakul`tativny`x zanyatiyax pri podgotovke k olimpiadam // Problemy` sovremennogo fizicheskogo obrazovaniya. Sbornik materialov VII Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii, 10-11 noyabrya 2023, Ufimskij universitet nauki i texnologij. Ufa, 2023. S.208-210
10. Cirkulyar VAGO № 41 Yunosheskie kollektivy` lyubitelej astronomii v SSSR. – Moskva, Vsesoyuznoe astronomo-geodezicheskoe obshhestvo, 1987. – 46 s.

ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Рыжиков Сергей Борисович

доктор педагогических наук, доцент, sbr@physics.msu.ru

Рыжикова Юлия Владимировна¹

кандидат физико-математических наук, внс, sbr@physics.msu.ru

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 199991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, МГУ, физический ф-т.

Аннотация

Рассматривается методика изучения явления интерференции со школьниками 8-10 классов, включая проведения с ними исследовательских работ. Для наблюдения интерференции используется лазер и линза от очков. Обсуждается проблема объяснения явления интерференции школьникам 8-10 классов. Предлагается простой способ расчёта наблюдаемой картины интерференции. Приводятся типичные результаты экспериментов, обсуждается согласование эксперимента и расчётов.

Ключевые слова

Исследовательские работы школьников, интерференция, лазер, кольца равного наклона.

STUDYING THE INTERFERENCE PHENOMENON IN HIGH SCHOOL

Ryzhikov Sergey B.

Doctor of Pedagogical sciences, Docent, sbr@physics.msu.ru

Ryzhikova Yulia V.

Ph.D. (Phys.-Math.), Leading Researcher, sbr@physics.msu.ru

Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation, MSU, Faculty of Physics

Abstract

The article discusses the methodology for studying interference phenomena with schoolchildren of grades 8-10, including conducting research work with them. A laser and glasses lenses are used to observe interference. The problem of explaining interference phenomena to schoolchildren of grades 8-10 is discussed. A simple method for calculating the observation of interference patterns is proposed. After obtaining typical experimental results, the coordination of the experiment and calculations is discussed.

Keywords

Research work by schoolchildren, interference, laser, rings of equal inclination.

Явление интерференции изучается обычно в 11 классе средней школы. К сожалению, имеется не так много возможностей для проведения лабораторных или проектно-исследовательских работ с использованием интерференции. В тоже время интерференция – это очень красивое явления и его изучение всегда вызывает интерес у школьников. Школьники могут наблюдать интерференцию в виде радужных переливов на мыльных пузырях, перьях птиц и панцирях насекомых, тонких плёнках на поверхности воды. Однако эти интерференционные картины чисто качественные и не позволяют провести даже грубые количественные измерения, поскольку не существует простого способа измерить толщину этих пленок. Существует возможность изучать

кольца Ньютона – интерференционные полосы в тонком воздушном зазоре между сферической линзой и плоской отражающей поверхностью. Однако обычно наблюдаемые кольца очень малы и измерение их размеров без микроскопа затруднено.

Авторы предлагают методику изучения явления интерференции на основе простого красивого опыта с линзами от очков [1]. На усмотрение учителя часть предлагаемой ниже теории можно опустить, и привести формулы без вывода. Возможно также проведение по данной теме исследовательской работы, что способствует развитию творческих способностей школьников и росту их интереса к физике. Для успешного проведения исследовательских работ необходимо, чтобы они повторяли основные этапы профессиональных исследований [2]:

- видение проблемы;
- определение целей и задачи работы;
- планирование и проведение натурального или вычислительного эксперимента;
- обработка результатов и подведение итогов;
- публикация.

Цель работы состоит в разработке методики изучения явления интерференции со школьниками 8 – 10 классов. При этом возможно проведение исследовательских работ.

Вовлечение школьников может происходить в несколько этапов.

1 этап. Видение проблемы. На уроке оптики или на кружке по физике демонстрируются красивые эксперименты или фотоматериалы с мыльными пузырями, различными тонкими плёнками, фото радужной окраски насекомых. Это может быть сделано без относительно к темам уроков, просто красивое природное явление. Возможно, учеников оно заинтересует, тогда об этом можно подробнее поговорить во внеурочное время.

2 этап. Определение целей и задачи работы. Ранее мы описывали методику объяснения явления интерференции школьникам 7 – 10 классов [3]. Школьникам качественно объясняется явление интерференции, даётся понятие о когерентных источниках. Приводятся схемы интерференции лучей в мыльных пузырях и др. объектах.

3 этап. Подготовка и проведение эксперимента.

Схема эксперимента

Лазер, линза от очков без просветляющего покрытия, рассеивающая или собирающая, оптимально от 0,5 до 2 Дптр, экран с отверстием. Луч от указки может быть направлен как на выпуклую, так и на вогнутую поверхность линзы (рис. 1).

Мы использовали *He-Ne* лазер с длиной волны 632,8 нм. Если использовать лазерную указку, её длину волны можно определить с помощью дифракционной решетки [4]. Полученные интерференционные картины фотографировали, затем измеряли размеры колец на фотографиях. Радиусы кривизны линз измеряли по фотографиям линз, сделанным «в профиль», и с помощью сферометра. Основную погрешность в результаты эксперимента вносила неточность измерения радиусов кривизны линз.

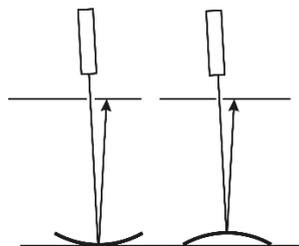


Рисунок 1 — Схема эксперимента

Школьникам объясняется, что кольца получаются в результате интерференции двух точечных источников S_1 и S_2 , образующихся при отражениях лазерного луча от

передней и задней поверхностей линзы (рис. 2). В зависимости от наличия времени и желания школьников можно вывести следующие формулы или дать их без вывода.

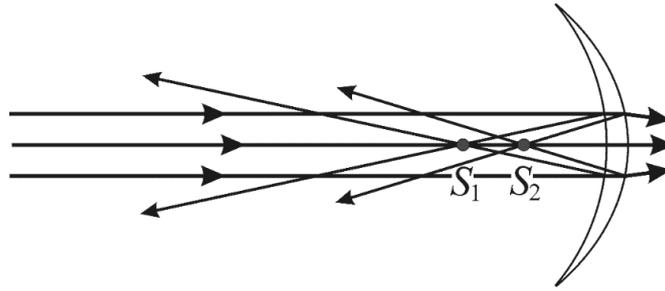


Рисунок 2 — Два точечных когерентных источника света

Найдем расстояние l между точечными источниками S_1 и S_2 , формирующимися у тонкой выпукло-вогнутой собирающей линзы с радиусами кривизны R_1 и R_2 . Фокусное расстояние сферического зеркала равно $R_1/2$ [4]. Второй луч испытывает два преломления и отражение. Первое преломление рассмотрено на рис. 3.

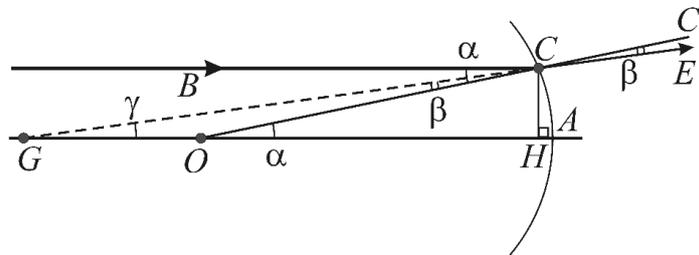


Рисунок 3 — Первое преломление лазерного луча

Углы падения BCO и преломления C_1CE обозначим α и β . Закон преломления (Снеллиуса) в приближении малых углов:

$$\alpha = n\beta, \quad (1)$$

где n – показатель преломления линзы.

Угол γ является внешним углом треугольника GCO . Тогда $\alpha = \beta + \gamma$ или:

$$\gamma = \alpha - \beta. \quad (2)$$

Далее преломленный луч CE , достигает второй поверхности линзы в точке K как показано на рис. 4. В точке K луч частично отражается и движется по направлению KM , а частично преломляется и движется по направлению KF . Пусть O_1 – центр сферы, образующей выпуклую поверхность линзы: $|O_1K| = R_2$.

Угол ε – внешний угол треугольника GKO_1 . Тогда $\varepsilon = \alpha_1 + \gamma$. С учётом (2):

$$\alpha_1 = \varepsilon - \gamma = \varepsilon - \alpha + \beta. \quad (3)$$

Угол падения GKO_1 равен углу отражения O_1KM . Отсюда: $O_1KM = \alpha_1$. Угол γ_1 является внешним углом треугольника MKO_1 . Тогда $\gamma_1 = \alpha_1 + \varepsilon$. Используя (3):

$$\gamma_1 = 2\varepsilon - \alpha + \beta. \quad (4)$$

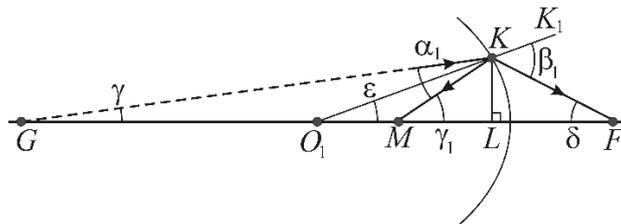


Рисунок 4 — Отражение лазерного луча

Отраженный в точке K луч, не достигнет точки M , поскольку на его пути будет вогнутая поверхность линзы, которую он достигнет в точке P как показано на рис. 5. В точке P луч преломится.

Угол OPM равен α_2 . Угол γ_1 является внешним углом треугольника MPO . Тогда:

$$\gamma_1 = \alpha_2 + \varepsilon_1.$$

Применяя (4):

$$\alpha_2 = \gamma_1 - \varepsilon_1 = 2\varepsilon - \alpha + \beta - \varepsilon_1.$$

Угол γ_2 является внешним углом треугольника PS_2O :

$$\gamma_2 = \beta_2 + \varepsilon_1 = n\alpha_2 + \varepsilon_1.$$

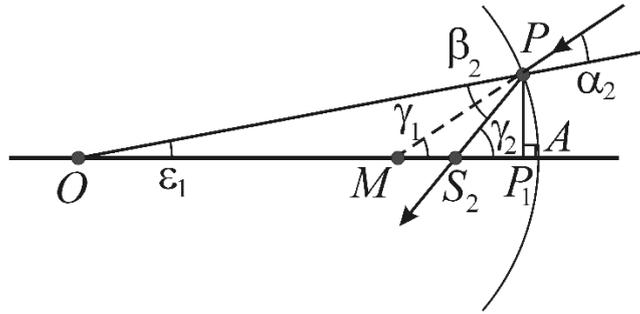


Рисунок 5 — Второе преломление лазерного луча

В приближении тонкой линзы точки C , K и P совпадают. Тогда:

$$\gamma_2 = n\alpha_2 + \alpha = n(2\varepsilon - 2\alpha + \beta) + \alpha = 2n\varepsilon - 2n\alpha + n\beta + \alpha = 2n\varepsilon - 2n\alpha + 2\alpha. \quad (5)$$

В приближении малых углов:

$$\alpha = \sin \alpha = \frac{|CH|}{R_1} = \frac{d}{R_1}, \quad (6)$$

$$\varepsilon = \sin \varepsilon = \frac{|KL|}{R_2} = \frac{d}{R_2}, \quad (7)$$

$$\gamma_2 = \operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{|PP_1|}{|S_2P_1|} = \frac{d}{|S_2P_1|} \cong \frac{d}{|S_2A|}. \quad (8)$$

Подставим формулы (6), (7) и (8) в (5):

$$\frac{d}{|S_2A|} = 2n \frac{d}{R_2} - 2n \frac{d}{R_1} + 2 \frac{d}{R_1}.$$

Преобразуем:

$$|S_2A| = \frac{R_1 R_2}{2nR_1 - 2nR_2 + 2R_2}.$$

Заметим, что этот же результат можно получить, используя инвариант Аббе [4], если школьники его уже изучали.

Окончательно, расстояние между точками S_1 и S_2 :

$$l = |S_1 S_2| = \left| |AS_1| - |AS_2| \right| = \left| \frac{R_1}{2} - \frac{R_1 R_2}{2nR_1 - 2nR_2 + 2R_2} \right| = \frac{nR_1}{2} \left| \frac{R_1 - R_2}{nR_1 - nR_2 + R_2} \right|.$$

Аналогичным образом вычисляется расстояние между источниками, когда луч от лазера вначале падает на выпуклую поверхность.

Определение радиуса интерференционных колец равного наклона

Получаемая на экране интерференционная картина может быть описана как интерференционные кольца равного наклона от двух точечных когерентных источников S_1 и S_2 , как показано на рис. 6. Вычислим разность хода лучей:

$$\Delta l = \left| |WS_2| - |WS_1| \right| = |VS_2| = l \cos \phi = l(1 - \phi^2/2).$$

С учётом потери полдлины волны при первом отражении луча интерференционный минимум будет при $\Delta l = m\lambda$.

Разность квадратов радиусов двух соседних колец:

$$r_{k+1}^2 - r_k^2 = \frac{2h^2\lambda}{l}. \quad (9)$$

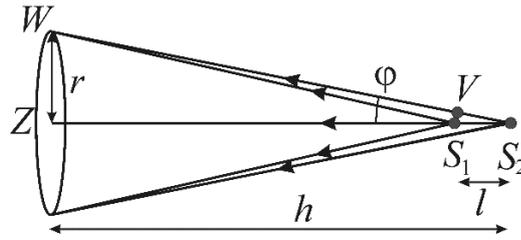


Рисунок 8 — К вычислению разности хода лучей

Замечание. Если школьники 8-го класса ещё не знают тригонометрических функций, то закон преломления можно дать только для малых углов (приближение Птолемея), а формулы (6)-(8) дать без упоминания тригонометрии.

Результаты экспериментов

Представлены данные наблюдения интерференции на стеклянной ($n = 1,523$) линзе от очков (+1,5 Дптр). Параметры установки указаны в таблице №1. Вид картинки показан на рис. 9. Результаты измерения колец на рис. 10.

Таблица №1

Радиусы кривизны, мм		Параметры установки			
R_1	R_2	S_1S_2 , мм	h , мм	λ , нм	$r_2^2 - r_1^2$, мм
91 ± 9	123 ± 12	29 ± 4	1050 ± 5	632,8	48 ± 6

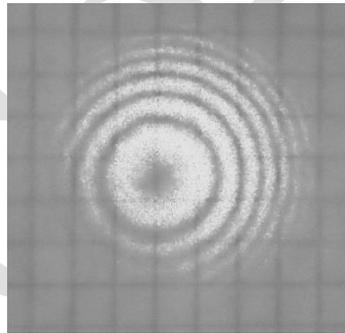


Рисунок 9 — Вид интерференционных колец

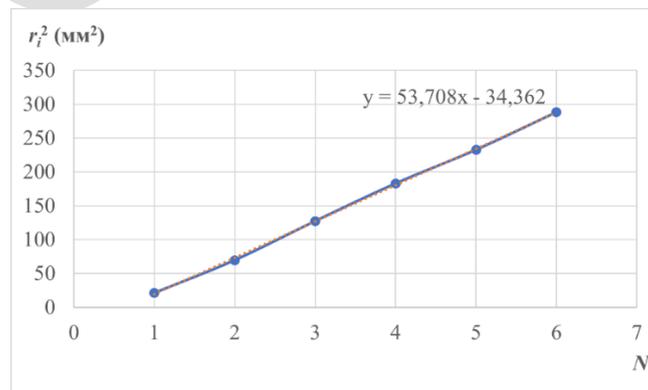


Рисунок 10 — Зависимость квадрата радиуса колец от их номера

Видно, что зависимость квадрата радиуса колец от их номера является практически прямой линией, как и предсказывает теория. Измеренные значения разности квадратов радиусов колец $54 \pm 3 \text{ мм}^2$ хорошо согласуются с расчётами по формуле (9).

Апробация методики

По указанной методике были проведены исследовательские работы с учениками 8-10 классов Вечерней школы «Факториал» при физическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова. В 2025 году работа была доложена на конкурсе «Потенциал», проводимый МЭИ.

Заключение

Проведённое исследование показало, что школьники 8-10 классов прекрасно осваивают как теорию расчёта интерференции в линзах, так и проведение эксперимента.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ им. М. В. Ломоносова.

Список литературы

1. Рыжиков С. Б., Рыжикова Ю. В. Простой эксперимент, демонстрирующий интерференционные кольца равного наклона // Материалы II Международной научно-методической конференции «Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития.» Ч.1. – М.: МПГУ, 2016. – С. 221-224.
2. Рыжиков С. Б. Развитие исследовательских способностей одаренных школьников при обучении физике: дисс. ... доктора педагогических наук. 13.00.02 / С. Б. Рыжиков; МПГУ. – М., 2014. – 470 л.
3. Рыжиков С. Б. Исследовательские работы одаренных школьников по волновой оптике – первый шаг к знакомству с нанотехнологиями // Наука и школа. – 2013. – № 2. – С. 104–108.
4. Элементарный учебник физики. В 3 т. / Под ред. Г. С. Ландсберга. – М.: Наука. – Физматлит. – 1995.

References

1. Ryzhikov S. B., Ryzhikova Yu. V. Prostoj experiment, demonstrirujushij interferencionnye koltca ravnogo naklona // Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii “Fiziko-matematicheskoe i tekhnologicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitija.” Ch.1. – М.: MPGU, 2016. – S. 221-224.
2. Ryzhikov S. B. Razvitie issledovatel'skix sposobnostej odarenyh shkolnikov pri obychnenii fizike: diss. ... doktora pedagogicheskix nauk. 13.00.02 / S. B. Ryzhikov, MPGU. M., 2014 – 470 l.
3. Ryzhikov S. B. Issledovatel'skie raboty odarenyh shkolnikov po volnovoju optike – pervyj shag k znakomstvu s nanotehnologijami. // Nauka i shkola. 2013. No 2. – S. 104–108.
4. Elementarnyj uchebnik fiziki. V 3 t. / Pod red. G. S. Landsberga. – М.: Nauka. – Fizmatlit. – 1995.

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ 7-8 КЛАССА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ ГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Савин Алексей Владимирович

кандидат физико-математических наук, зав. кафедрой, AVSavin@rambler.ru

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 410012, Российская Федерация, г.Саратов, ул. Астраханская, д.83

Аннотация

В работе описан опыт подготовки учащихся 7-8 класса к выполнению олимпиадных заданий, требующих графической обработки данных. Обсуждаются типы заданий такого рода, выбор доступных учащимся физических моделей и методы генерации используемых в задачах данных. Приводятся примеры заданий.

Ключевые слова

Олимпиады по физике, графическая обработка данных, внеурочная деятельность, физические задачи.

ON THE TRAINING OF HIGH SCHOOL STUDENTS FOR PROBLEMS WITH GRAPHIC DATA PROCESSING

Savin Alexey V.

Cand. of physical and mathematical sciences, head of chair, AVSavin@rambler.ru

Saratov State University, 410012, Russian Federation, Saratov, Astrakhanskaya str., 83

Abstract

We show the experience of training high school students which study physics for 1st and 2nd years for methods of graphic data procession. This methods are useful for problems usual for physics olympiads. We duscuss the types of this problems, the possible physic models and the method for data generation. The examples of problems are shown.

Keywords

Physics olympiads, graphic data processing, extracurricular activities, physics problems.

Введение. В настоящее время в заданиях экспериментальных туров Всероссийской олимпиады школьников по физике значительное внимание уделяется не только планированию и проведению эксперимента, но и обработке полученных данных (см., например, задания экспериментальных туров олимпиады им. Дж. К. Максвелла [1]). Весьма часто для корректной обработки данных необходимо применять графические методы, что требует от участвующих в олимпиаде школьников соответствующих навыков. Заметим, что, к примеру, в задании экспериментального тура регионального этапа олимпиады им. Дж. К. Максвелла 2023/24 уч. года для 7 класса даже результаты определения размера зерна пшена методом рядов рекомендовалось обрабатывать графически [2].

С другой стороны, школьная программа по физике, даже профильного уровня, обучение таким методам не предусматривает. В связи с этим возникает необходимость проведения отдельного курса занятий, направленного на тренировку соответствующих навыков. В настоящей работе описан опыт подбора заданий для таких занятий, реализованных автором в рамках профильных смен по физике для учащихся 7-х и 8-х классов, проводимых в 2024 году на базе Регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодежи на территории Саратовской области

"Галактика 64". Смены проводились во втором полугодии 7 класса и первом полугодии 8 класса, общий объем времени, выделенного на освоение этого материала, составил 12 часов аудиторных занятий. Кроме того, соответствующие задачи предлагались учащимся для решения в рамках самостоятельной работы между сменами и на рейтинговых олимпиадах, проводимых по итогам смен.

Хотя целью обучения таким методам является их использование при анализе данных, полученных в ходе решения экспериментальных задач, получение этих данных в ходе реального эксперимента требует значительного времени. Поэтому первоначальное обучение целесообразно проводить на так называемых "псевдоэкспериментальных" задачах, в которых учащемуся предлагаются готовые результаты эксперимента. Такого рода задачи получили широкое распространение в период проведения части олимпиад в дистанционном режиме (2021–22 год) и в настоящее время активно используются, например, при проведении муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике, на котором выполнение реального эксперимента затруднительно вследствие значительного количества участников. В настоящей работе будут описаны именно такие задачи.

Общие замечания. Прежде, чем перейти к описанию конкретных задач, необходимо сделать два общих замечания. *Во-первых*, при оценивании заданий Всероссийской олимпиады школьников по физике уделяется внимание в том числе и качественному оформлению построенных в работе графиков. Эти требования формализованы и доступны в сети Интернет [3]. В целом они соответствуют общепринятым в научной среде правилам, однако некоторые их аспекты вызывают у школьников затруднения в связи с тем, что несколько противоречат требованиям школьного курса математики, в котором школьники и обучаются построению графиков. Наиболее ярким примером этого служит требование нанесения равномерного масштаба по осям (в курсе математики достаточно указать единичный отрезок), а также отсутствие подписей поставленных на графике экспериментальных точек. В связи с этим представляется целесообразным проведение в начале курса 1-2 занятий (с соответствующей самостоятельной работой), посвященных обучению корректному оформлению графиков. Опыт показывает, что наибольшие затруднения школьников вызывает корректный выбор масштаба – который был бы, с одной стороны, удобен для построения, а с другой стороны, позволял использовать большую часть предоставленного для построения графиков листа.

Во-вторых, наиболее частым способом графического определения параметров зависимости является построение прямой и определение ее углового коэффициента (реже – свободного члена). Хотя к середине 7 класса школьники, как правило, освоили уравнение прямой на уроках математики, стоит отдельно остановиться на определении параметров прямой по двум точкам (возможно, выведя соответствующие формулы "под запись"), обратив отдельно внимание на то, что используемые точки не обязаны являться полученными в эксперименте, а могут быть любыми точками прямой, и обсудив рекомендации по их выбору: следует выбирать точки, лежащие на возможно большем расстоянии друг от друга и, по возможности, в узлах сетки. Также следует обратить внимание школьников на тот факт, что в физических задачах угловой коэффициент прямой является, как правило, размерной величиной, и контролировать наличие размерности при его записи. Это особенно важно в связи с тем, что в экспериментальных задачах данные часто удобно представлять не в единицах системы СИ, а в дольных или кратных единицах. Отсутствие записи размерности в промежуточных вычислениях в таких случаях часто приводит к ошибкам при определении десятичного множителя.

Далее рассмотрим основные типы задач в порядке возрастания сложности.

Задачи с линейными либо кусочно-линейными зависимостями. Это наиболее простой тип задач, в котором представленная экспериментальная зависимость уже

является линейной либо кусочно-линейной. С учетом освоенных учащимися к моменту прохождения курса тем выбор моделей оказывается невелик – в основном, это либо кинематические модели (зависимость координаты от времени при равномерном движении), либо гидростатические (зависимость силы Архимеда от глубины погружения цилиндрического тела). Возможно использование и моделей из статики, а также использующих понятие плотности (например, зависимость массы стакана с жидкостью от ее объема).

При конструировании таких задач следует учитывать количество параметров, которые могут быть определены из данной зависимости. Так, линейная зависимость позволяет, очевидно, определить только два параметра. При этом целесообразно предлагать учащимся как возрастающие (например, зависимость силы Архимеда от глубины погружения), так и убывающие (например, зависимость показаний динамометра, к которому подвешен груз, от глубины его погружения) зависимости.

Использование же кусочно-линейной зависимости существенно расширяет количество определяемых параметров за счет добавления точки стыка. Ниже приведены два примера задач такого рода

Задача 1 (с простой линейной зависимостью). Цилиндр медленно опускают в воду, снимая зависимость действующей на него силы Архимеда от глубины погружения. Определите площадь поперечного сечения цилиндра.

h , см	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
F_A , Н	0,11	0,33	0,57	0,85	1,10	1,33	1,50	1,82	2,11	2,26

Задача 2 (с кусочно-линейной зависимостью с двумя наклонными и двумя горизонтальными участками). Тело, представляющее собой два склеенных основаниями цилиндра, подвешено к безмену, проградуированному в единицах массы. В таблице приведена зависимость показаний безмена от глубины погружения. Определите высоты и площади основания цилиндров.

h , см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
m , г	106,1	105,1	104,5	103,9	103,0	101,6	101,2	100,4	99,3	98,1	98,1	93,5
h , см	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25
m , г	90,5	88,0	85,4	82,3	79,4	76,8	71,8	68,6	66,3	63,2	60,8	60,4

Следует отметить, что для уверенной идентификации участков зависимости необходимо предварительно построить ее "теоретический" вариант – вид, который она имела бы при отсутствии погрешности в данных.

Задачи с нелинейными зависимостями степенного вида. На уровне технологий, доступных участнику олимпиад (напомним, пользоваться на олимпиадах вычислительной техникой, более сложной, чем калькулятор, запрещено) графическое определение параметров возможно только для линейной зависимости. Если же представленная зависимость является нелинейной, необходимо найти координаты, в которых зависимость будет линейной, и строить ее в этих координатах. Эта традиционная для физики идея часто вызывает заметные затруднения школьников, поэтому решение таких задач целесообразно начинать с наиболее простых – в которых нелинейность является степенной с заранее известной степенью. При этом необходимо настоятельно рекомендовать школьникам до построения линеаризованной зависимости сделать таблицу данных в линеаризованных переменных. Это, в частности, позволяет корректно определить масштаб. Для школьников 7 и 8 классов крайне сложно найти модель с соответствующей нелинейностью, описывающую которую зависимость

школьник может получить самостоятельно, поэтому следует задавать зависимости в явном виде. Хорошим примером могут служить колебательные системы.

Задача 3 (заранее заданная степенная зависимость). Период колебания грузика массы m , подвешенного на пружинке жесткости k , определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{m/k}$$

В таблице приведены значения периода колебаний для грузов различной массы, подвешенных к одной пружине. Определите ее жесткость.

$m, \text{г}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450
$T, \text{с}$	0,13	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,38
$m, \text{г}$	550	600	650	700	750	800	850	900	950
$T, \text{с}$	0,43	0,44	0,46	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54	0,57

Однако часто на олимпиадах встречаются задачи, в которых показатель степени зависимости заранее не известен и подлежит определению в ходе выполнения задания. Традиционно применяемый в таких задачах метод построения зависимости в логарифмических координатах для школьников (во всяком случае, до 10 класса) недоступен. Поэтому в условиях таких задач, как правило, формулируются ограничения на возможные варианты показателя степени ("целый", "полуцелый" и т.п.). Предполагается, что путем разумного перебора возможных вариантов учащийся определяет показатель степени, при котором соответствующая зависимость оказывается линейной, после чего строит график в соответствующих координатах и определяет необходимые параметры. С целью уменьшения трудозатрат можно рекомендовать учащимся на первой стадии (при переборе вариантов показателя степени) выбрать 2-3 пары точек из представленных и оценивать линейность зависимости по ним. Физические модели, используемые в таких задачах, могут, на наш взгляд, быть как реалистичными (задача 4), так и в достаточной степени умозрительными (задача 5).

Задача 4 (нелинейная зависимость с показателем, подлежащим определению). Экспериментатор Глюк сбрасывал шарики разного диаметра в вязкую жидкость и измерял время, за которое они погружаются на одну и ту же глубину (см. таблицу). Он предполагает, что зависимость этого времени от радиуса шарика описывается формулой:

$$t = Ar^n,$$

где A – неизвестная константа, а n – целое число. Определите n и A .

$r, \text{мм}$	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
$t, \text{с}$	21,87	16,55	12,47	10,09	8,02	6,55	5,63	4,61	4,17	3,59	3,14	2,77
$r, \text{мм}$	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
$t, \text{с}$	2,24	2,04	1,85	1,67	1,50	1,42	1,29	1,19	1,07	1,02	0,94	0,88

Задача 5 (нелинейная зависимость с нецелым показателем, подлежащим определению). Турист на маршруте устает, поэтому со временем его скорость падает. В таблице приведена зависимость расстояния, пройденного туристом, от времени. Предполагая, что эта зависимость описывается формулой

$$S \sim t^\alpha,$$

где α – рациональное число, определите его.

$t, \text{ч}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S, \text{км}$	8,02	12,64	16,59	20,08	23,45	26,44	29,13	32,05	34,52	37,31

Задачи с нелинейными зависимостями, вид которых не задан. Наиболее сложным, на наш взгляд, типом задач являются задачи, в которых вид зависимости, описывающей экспериментальную кривую, подлежит определению самим школьником и при этом не является линейным. В этом случае отдельную сложность представляет выбор координат, в которых зависимость будет линейной. На материале, доступном учащимся 7 и 8 класса, такие зависимости могут получаться при решении задач статики – для этого следует в качестве переменных выбирать величины, участвующие в определении одного момента силы (например, массу груза и расстояние от него до оси вращения). Задачи статики важны еще и тем, что допускают и проведение реального эксперимента (см., например, [4]). Другой возможной физической моделью является определение средней плотности при смешивании двух разнородных жидких или сыпучих тел, однако такого рода задачи практически невозможно реализовать в натурном эксперименте, поэтому они активно используются в качестве псевдоэкспериментальных.

Задача 6 (с не заданной заранее нелинейной зависимостью). Однажды экспериментатор Глюк нашел у себя в сарае метровую линейку с ценой деления 0,5 см. Он положил ее на стол перпендикулярно его краю так, что конец с отметкой "0" находится дальше всего от края, стал подвешивать к концу с отметкой "100" грузы различной массы m , и измерять наибольшую длину x , на которую этот конец можно выдвинуть за край стола (см. рис.). Используя заполненную им таблицу, определите массу линейки, а также на каком делении линейки расположен ее центр масс.

m , г	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
x , см	63,5	58,5	54,0	50,0	46,1	43,5	41,1	39,0	37,0	35,0

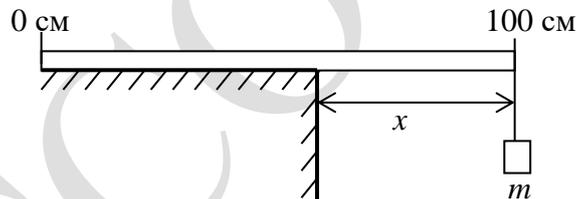


Рисунок 1 — Иллюстрация к задаче 6

Рекомендации по подбору псевдоэкспериментальных данных. Очевидно, что получать данные из реальных экспериментов в количествах, необходимых для создания нужного числа задач, нереально, поэтому данные целесообразно генерировать программным способом. При этом важным представляется следующий момент. Как показывает практика общения с учащимися, идея определения параметров задачи графическим образом весьма часто вызывает отторжение: учащимся представляется, что таким образом они совершают лишнюю работу, ведь можно тот же угловой коэффициент прямой определять по двум точкам заданной зависимости. Поэтому данные должны содержать существенные отличия от "идеальной" зависимости, чтобы неграфические методы определения давали существенную ошибку. С другой стороны, погрешности в данных должны все же позволять определить требуемые параметры с удовлетворительной точностью. Заметим, что в приведенных примерах данные намеренно приведены со значительной (порядка 10 %) погрешностью – именно с целью иллюстрации лучшей работоспособности графических методов. В реальном эксперименте погрешность, скорее всего, будет меньше.

Не вполне очевидным представляется и вопрос о том, как следует вводить погрешность при численной генерации зависимости. Естественным представляется

установить некоторый фиксированный уровень относительной погрешности (т.е. умножать полученный по формуле результат на выражение вида $(1 + \varepsilon\xi)$, где ξ – некоторая случайная величина, например, равномерно распределенная по единичному отрезку (статистические свойства ее в таких задачах, очевидно, не играют роли в связи с малым объемом данных). Вместе с тем такой способ не лишен недостатков – при малых значениях самой величины погрешность окажется меньше точности, с которой указываются данные. Поэтому представляется целесообразным вводить и аддитивную погрешность, в 2-3 раза превышающую точность указания данных.

В заключение рассмотрим вопрос об оценке погрешности результата, полученного графическими методами. Поскольку провести ее корректную оценку доступными школьнику на олимпиаде методами нереально, традиционно оценивать погрешность, к примеру, определения углового коэффициента прямой не требуется. Если же сделать это все же необходимо, наиболее разумным представляется применение метода границ – проведение прямых с наибольшим и наименьшим угловым коэффициентами, проходящих через экспериментальные точки с учетом погрешности их измерения.

Благодарности. Автор благодарит администрацию Регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодежи на территории Саратовской области "Галактика 64" за предоставленную возможность апробации разработок.

Список литературы

1. Олимпиада по физике им. Дж. Кл. Максвелла [Электронный ресурс]. – URL: <https://maxwell.mipt.ru/> (дата обращения: 15.01.2025).
2. Региональный этап Всероссийской олимпиады по физике 28 января 2023 г. // Московский физико-технический институт. – 2023. – URL: <https://maxwell.mipt.ru/public/tasks/RE23.pdf> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Графики на практических турах: методическое пособие / Всероссийская олимпиада школьников. – URL: <https://vso.edsoo.ru/index.php/s/PEepgx27YHC2qXJ/download/Графики%20на%20практических%20турах-1.pdf> (дата обращения: 20.01.2025).
4. Региональный этап Всероссийской олимпиады по физике 29 января 2024 г. / Московский физико-технический институт. – URL: <https://os.mipt.ru/upload/files/Qa0VKzl2oTDnqZQZa2pD.pdf> (дата обращения: 15.01.2025).

References

1. Olimpiada po fizike im. Dzh. Kl. Maksvella [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://maxwell.mipt.ru/> (data obrashcheniya: 15.01.2025).
2. Regional'nyj etap Vserossijskoj olimpiady po fizike 28 yanvarya 2023 g. // Moskovskij fiziko-tehnicheskij institut. – 2023. – URL: <https://maxwell.mipt.ru/public/tasks/RE23.pdf> (data obrashcheniya: 15.03.2025).
3. Grafiki na prakticheskikh turah: metodicheskoe posobie / Vserossijskaya olimpiada shkol'nikov. – URL: <https://vso.edsoo.ru/index.php/s/PEepgx27YHC2qXJ/download/Grafiki%20na%20prakticheskikh%20oturah-1.pdf> (data obrashcheniya: 20.01.2025).
4. Regional'nyj etap Vserossijskoj olimpiady po fizike 29 yanvarya 2024 g. / Moskovskij fiziko-tehnicheskij institut. – URL: <https://os.mipt.ru/upload/files/Qa0VKzl2oTDnqZQZa2pD.pdf> (data obrashcheniya: 15.01.2025).

ИННОВАЦИИ В СОДЕРЖАНИИ ФИЗИКИ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Санчаа Татьяна Оюновна

кандидат педагогических наук, доцент, sanchaato@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»,
930126, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Вилуйская, д. 28

Аннотация

В статье представляется авторская Образовательная технология интеллектуально одарённых обучающихся, применимую в специализированных, профильных технологических классах среднего общего образования. Содержательная часть учебного предмета физика дополнена современными достижениями физики, имеющими прикладной характер. Процессуальная часть Образовательной технологии содержит описание организации проектной деятельности обучающихся. Специальными условиями обучения являются: единая Рабочая программа «Физика. Информатика. Математика» и научная лаборатория «Конструкторское бюро».

Ключевые слова

Рабочая программа «ФИМ», Цифровая электроника, конструирование цифровых устройств, инженерно-технологическое образование.

INNOVATIONS IN THE CONTENT OF PHYSICS OF SECONDARY GENERAL EDUCATION

Sanchaa Tatyana Oyu.

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, sanchaato@yandex.ru

FSBEI HE "Novosibirsk State Pedagogical University", 930126, Russian Federation,
Novosibirsk, ul. Vilyuiskaya, 28

Abstract

The article presents the author's Educational Technology of Intellectually Gifted Students, applicable in specialized, specialized technological classes of secondary general education. The content of the subject of physics is supplemented by modern achievements of physics of an applied nature. The procedural part of the Educational Technology contains a description of the organization of project activities of students. Special conditions for training are: a single work program "Physics. Informatics. Mathematics" and the "Design Bureau" scientific laboratory.

Keywords

FIM Work Program, Digital electronics, design of digital devices, Engineering and technology education.

Современные достижения физики, обеспечивающие технологическое развитие Российской Федерации, необходимо внедрять в содержание среднего общего образования. Задачи, поставленные президентом России, по подготовке будущих инженерно-технологических кадров, конструкторов, ученых-физиков, требуют новый подход при обучении в школе.

При исследовании инновационных подходов к обучению интеллектуально одарённых учащихся открытых источников информации, автором не найдено описание всех деталей процесса обучения, изменений в содержании обучения и условий обучения, в соответствии с принципами обучения таких учащихся.

Опыт многолетней педагогической работы автора показал, что, разработанная Образовательная технология [4], решает поставленные задачи. Предлагаемый вариант содержания учебного предмета физика, не противоречит ФГОС нового поколения, соответствует Федеральной рабочей программе среднего общего образования (ФРП СОО) углублённого уровня, но имеет дополнительные темы, связанные с современными достижениями физики. Порядок изучения содержания физики, представленный в тематическом планировании ФРП СОО, автором изменён с учетом предлагаемой логики, эта возможность записана в пояснительной записке ФРП СОО как «рекомендуемая последовательность изучения тем и разделов учебного предмета».

Представляемая Образовательная технология имеет концептуальную, содержательную, процессуальную части, в соответствии с предложением В. М. Монахова [2].

В концептуальной части заложены принципы обучения интеллектуально одарённых учащихся [1, 3, 11].

Содержательная часть, в соответствии с этими принципами, представлена Рабочими программами по учебным предметам физика, информатика и математика («ФИМ»). Необходимость согласования программ требует содержание физики. Это влечёт за собой междисциплинарный подход. Анализ временного фактора при проектировании Рабочих программ, показал необходимость учета его в учебном плане. Предлагаемый вариант структурно-логической модели учебного плана «ФИМ» представлен на рисунке 1, обязательный при подготовке учащихся к получению инженерно-технических специальностей в вузе.

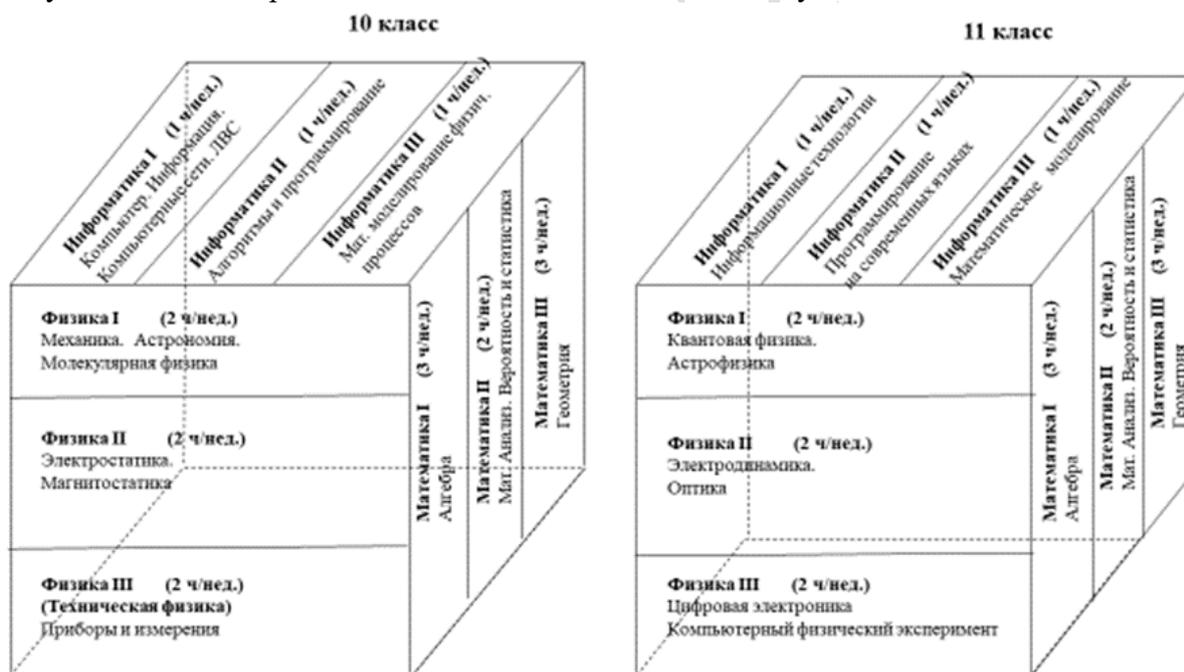


Рисунок 1 — Структурно-логическая модель учебного плана «ФИМ».

Проектирование программ по физике, информатике и математике единообразно и подчинено логике по которой построена программа по физике. Содержание физики разделено на 4 раздела: Механика, Электродинамика, Молекулярная физика, Квантовая физика. Рабочая программа по каждому разделу физики разделена на две части: 1) Теоретический аппарат, содержит ядро теории (Понятия. Научные модели. Физические величины. Общие законы.); 2) Физические объекты и явления с ними происходящие. Полное содержание физики разделено на части: Физика I (содержит разделы Механика, Молекулярная физика, Квантовая физика); Физика II (содержит раздел Электродинамика, включая Оптику); Физика III (Цифровая электроника),

изучаемые параллельными курсами, в пределах часов, выделяемых на углублённом уровне СОО. Дополнение в содержание Физики I следующее. При изучении Механики, современные достижения в частности Военной науки, внесены в виде учебных задач, в том числе экспериментальных, описания современных артиллерийских орудий, снарядов, в том числе кумулятивных, полёт сверхзвуковых самолетов, космических ракет, изучения их движения. В качестве задачи предлагается матмоделирование таких явлений как образование цунами, последствия разрушения ГЭС, плавание в неньютоновских жидкостях. Из этого следует увеличение объема Теоретического аппарата Механики дополнением перечня, для усвоения, характеристик взаимодействия физических объектов. В Теоретический аппарат раздела Молекулярная физика включены основы теорий: Термодинамика, Молекулярно-кинетическая теория, Основы статфизики, содержащие: понятия, научные модели, общие законы. Объектами изучения являются вещества в агрегатных состояниях и явления с ними происходящие. Содержание этого раздела увеличено элементами Статфизики, которые позволят ввести такие физические величины как энтропия, температура, а также функцию распределения Гиббса. Раздел Квантовая физика имеет самые существенные изменения. Первая часть программы содержит дополнительные научные модели: Современная модель атома, Квантовое поле; характеристики квантовых объектов: волновая функция, плотность вероятности состояния, орбитальный момент импульса, спин, лептонный заряд, барионный заряд, странность, а также дополнением к перечню общих законов относятся: законы симметрии и законы фундаментальных взаимодействий, уравнение Шредингера. В качестве физических объектов рассматриваются: атом, ядро атома, элементарные частицы. В Теоретическом аппарате Физики II перечень для изучения общих законов дополнен уравнениями Максвелла. Физика III – это часть раздела Электродинамика, выделенная в раздел Цифровая электроника, который реализуется параллельно Физики II и Физике I, в рамках основного (не дополнительного) образования. Таким образом обеспечивается *изменение и обогащение содержания* учебного предмета физика.

В процессуальной части Образовательной технологии описана «Творческая образовательная среда» [12], приведены формы проведения занятий, учебной деятельности учащихся, а также в ней содержатся Программа воспитания исследователя, реализуемая в рамках внеклассных занятий, Программа воспитания лидера, реализуемая в рамках основного и дополнительного школьного образования с использованием специально созданной Цифровой образовательной среды, с использованием физического оборудования кабинета физики, а также образовательных центров нового формата «Точка роста», «Кванториум», «Детский технопарк». Логика учебного процесса в соответствии которой обучение физике начинается с усвоения учащимися знаний всего Теоретического аппарата раздела физики под руководством учителя, который на лекционных занятиях демонстрирует справедливость общих законов, обеспечивает *ускорение обучения, высокую интенсивность*. Далее, на занятиях в форме семинара, учащиеся изучают физические объекты, выступают, с заранее подготовленными ими, докладами об интересных объектах их применении, экспериментально измеряют его физические характеристики и изучают явления с ними происходящие. Это обеспечивает принцип *учащийся – активный субъект образовательного процесса и своего образования*. Подбор учебных задач имеет большое значение повышения *мотивации на изучение конкретного материала*. Поэтому, автором разработан алгоритм решения задач в котором акцент сделан на обоснование использования научной модели для материального объекта, возможности использования нескольких характеристик и общих законов, часто нескольких, для получения ответа на вопрос задачи. Это обеспечивает

развитие логического мышления, практическую значимость полученных знаний в виде Теоретического аппарата. Курс Физика III, называемый Технической физикой, является практико-ориентированным, в рамках которого учащиеся занимаются исследовательской деятельностью, конструируют цифровые приборы и устройства, занимаются индивидуальной проектной деятельностью. Условием обучения этому курсу физики является наличие «Рабочего места» (рис. 2) в «Конструкторском бюро» каждому учащемуся, содержащее комплект оборудования, одинаковое для всех «Рабочих мест»: ПК, цифровой осциллограф, генератор сигналов, блок питания устройств, плата Arduino UNO, учебной платы-шилда ЦТ-1, персональные комплекты электронных компонентов. Количество «Рабочих мест» рассчитано на подгруппу класса и зависит от возможностей Кабинета физики и образовательной организации. Тем самым, принцип индивидуализации обучения тоже соблюдается. Таким образом организованный учебный процесс учитывает потребности учащихся в техническом творчестве.



Рисунок 2 — Оборудование «Рабочего места» «Конструкторского бюро».

Принцип создания *атмосферы успеха* заложен в «Многобалльной накопительной системе» оценки учебной деятельности учащегося, основанной на идеях академика РАО А. В. Усовой [10], достоинством которой является: отсутствие отрицательных оценочных суждений; наличие только положительных баллов, накопление баллов, соответствующее повышению степени обученности; дает право на повторное выполнение задания, на переделку, доработку заданий, дает право на ошибку, которая не будет оценена отрицательными суждениями, на получение дополнительных баллов при повторном выполнении задания; дает право на выполнение дополнительных заданий и получение за них дополнительных баллов; ставит всех учащихся в одинаковые условия при оценке обученности, так как оценочные задания для всех одинаковы; дает возможность по-разному оценивать задания разного уровня; позволяет оценивать все многообразие учебного труда учащегося; позволяет оценивать предметные и метапредметные достижения и позволяет оценивать личностные достижения учащегося, позволяет объективно оценивать учащегося, исключает «человеческий фактор» при оценке труда учащегося.

Методические пособия автора для учителя в виде «Кейса учителя» [6] физики, информатики и математики, а также учебные пособия [7, 8] для учащихся изданы. Представленная в статье «Дидактическая система обучения интеллектуально одарённых старшеклассников в цифровой образовательной среде» в сборнике научно-методических материалов РАО, является комплексом мер для решения новых задач образования на уровне среднего общего образования, которые соответствуют новым идеям, представленные в ФРП (углублённый уровень) по учебным предметам физика, информатика и математика [4].

Результатом применения Образовательной технологии автора являются успехи учащихся, их высокое качество образования, дающее возможность получения высшего профессионального инженерного образования. Образовательная технология реализуется с 1991 года в ГАНОО «Государственный лицей Республики Тыва» (ГЛРТ), созданном по разработанной модели образовательной организации «Специализированный учебно-научный центр субъекта Российской Федерации» [9]. Поставленные образовательные цели достигаются. Все выпускники ГЛРТ всех 32 выпусков 100 % поступили в вузы на выбранную специальность, в том числе на

технические специальности. 40 % выпускников посвятили себя науке физика, 10 % - входят в руководящий состав специалистов разных областей экономики страны. Всё это результат применения авторской Образовательной технологии, благодаря которому учащимся получено высокое качество образования. Данная технология была применена не только в специализированных образовательных организациях, классах и профильных классах, но и, во время пандемии, в малокомплектных и больших, по численности учащихся, школах Республики Тыва, обеспечив прорыв в повышении качества образования в период с 2015 по 2020 год.

В заключении, Образовательная технология автора воспроизводима с помощью методического и учебного обеспечения. Результатом обучения, является высокое качество образования, обеспечивающее возможность получения высшего профессионального образования по техническим и другим специальностям. Это позволит полноценно и не формально обучать в рамках базового и дополнительного образования работе учащихся на современных цифровых устройствах, модернизировать их и конструировать новые, в том числе, в Образовательных центрах нового формата.

Список литературы

1. Guilford J. P. The Nature of Human Intelligence. N.Y., 1997.
2. Монахов В. М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. Волгоград: Перемена (ВГПУ), 1995. 152 с.
3. Прохоров А. О. Психические состояния и их функции. Казань, 1994.
4. Санчаа Т. О. Дидактическая система обучения интеллектуально одарённых старшеклассников в цифровой образовательной среде. / Т.О. Санчаа // Сборник научно-методических материалов РАО. – 2024. – С. 130-141с.
5. Санчаа Т. О. «Инновации в обучении интеллектуально одарённых учащихся» / Т. О. Санчаа. – К: Эскадо, 2018. – 180 с.
6. Санчаа Т. О. Инновации в обучении интеллектуально одарённых учащихся. Кейс учителя. Физика. Учебно-методическое пособие / Т. О. Санчаа. – К: Издательство ГБНУ Министерства образования и науки Республики Тыва «Институт развития национальной школы», 2020. – 205 с.
7. Санчаа Т. О. Квантовая физика. Учебное пособие для учащихся школ, лицеев и гимназий. / Т. О. Санчаа. – Кызыл: Издательство «Билиг», 2007. 171 с.
8. Санчаа Т. О. Механика. Учебное пособие для учащихся школ, лицеев и гимназий. / Т. О. Санчаа. – Кызыл: Издательство государственного комитета по печати и информации, 2002. – 361 с.
9. Санчаа Т. О. Модель «Специализированный учебно-методический центр субъекта Российской Федерации» / Т. О. Санчаа // Вестник. Информационно-методический центр Петроградского района Санкт-Петербурга. – 2022. – С. 21-27.
10. Усова А. В. Анализ усвоения учащимися научных понятий. Пооперационный и поэтапный метод анализа // Новые исследования в педагогических науках, 1974. С. 117–122.
11. Шадриков В. Д. Способности человека // Основные современные концепции творчества и одаренности. М.: Молодая гвардия» 1997. 401 с. Библиотека «Одаренные дети».
12. Ясвин В. А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М., 1997.

References

1. Guilford J. P. The Nature of Human Intelligence. N.Y., 1997.
2. Monakhov V. M. Tekhnologicheskie osnovy proektirovaniya i konstruirovaniya uchebnogo protsesssa [Technological foundations of design and construction of the educational process]. Volgograd: Peremena (VSPU), 1995. 152 p. (In Russian)
3. Prokhorov A. O. Psikhicheskie sostoyaniya i ikh funktsii [Mental states and their functions]. Kazan, 1994.
4. Sanchaa T. O. Didactic system of teaching intellectually gifted high school students in the digital educational environment. / T. O. Sanchaa // Collection of Scientific and Methodological Materials of the Russian Academy of Education. – 2024. – P. 130-141 p.
5. Sanchaa T. O. "Innovations in Teaching Intellectually Gifted Students" / T. O. Sanchaa. – Kyiv: Eskado, 2018. – 180 p.
6. Sanchaa T. O. Innovations in teaching intellectually gifted students. Teacher's case. Physics. Textbook / T. O. Sanchaa. – Kyiv: Publishing House of the State Budgetary Scientific University of the Ministry of

- Education and Science of the Republic of Tuva "Institute for the Development of the National School", 2020. – 205 p.
7. Sanchaa T. O. Quantum Physics. Textbook for students of schools, lyceums and gymnasiums. / T. O. Sanchaa. Kyzyl: Bilig Publishing House, 2007. 171 p. (In Russian)
 8. Sanchaa T. O. Mechanics. Textbook for students of schools, lyceums and gymnasiums. / T. O. Sanchaa. – Kyzyl: Publishing House of the State Committee for Press and Information, 2002. – 361 p.
 9. Sanchaa T. O. Model "Specialized Educational and Methodological Examination of the Subject of the Russian Federation" / T. O. Sanchaa // Bulletin. Information and Methodological Center of the Petrogradsky District of St. Petersburg. – 2022. – P. 21-27.
 10. Usova A. V. Analysis of the assimilation of scientific concepts by students. Operational and Step-by-Step Method of Analysis // New Studies in Pedagogical Sciences, 1974. Pp. 117–122.
 11. Shadrikov V. D. Sposobnosti cheloveka [Human abilities]. Moscow: Molodaya gvardiya, 1997. 401 p. Library "Gifted Children".
 12. Yasvin V. A. Obrazovatel'naya sreda: ot modelirovaniya k proektirovaniyu [Educational environment: from modeling to designing]. Moscow, 1997.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ

Саранцев Андрей Владимирович
учитель физики, annasara0@yandex.ru

Манин Константин Владимирович
кандидат биологических наук, учитель химии, kmanin@internet.ru

ГАНОУ СО «Губернаторский Лицей», Российская Федерация, УФО, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Лучистая 10

Аннотация

На основе анализа результатов методических разработок цифровых лабораторий по теме «Тепловые явления» была установлена целесообразность её применения на уроках естественнонаучной направленности. Выполнение фронтальных лабораторных работ с использованием цифровых лабораторий расширяет круг возможных измерений, а также способствует увеличению интереса к изучению предметов естественнонаучной направленности.

Ключевые слова

Новые обучающие технологии; цифровая лаборатория Releon; уроки физики; цифровые датчики, физика.

EFFECTIVENESS OF DIGITAL LABORATORIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF NATURAL SCIENCES

Sarantsev Andrei Vladimirovich
physics teacher, annasara0@yandex.ru

Manin Konstantin Vladimirovich
PhD, chemistry teacher, kmanin@internet.ru

GANOUSO "Governor's Lyceum", Russian Federation, Ural Federal District, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Luchistaya St. 10

Abstract

Based on the analysis of the results of methodological developments of digital laboratories on the topic "Thermal phenomena", the expediency of its application in natural science lessons was established. Performing front-end laboratory work using digital laboratories expands the range of possible measurements, and also increases interest in the study of natural science subjects.

Keywords

New learning technologies; Releon digital laboratory; physics lessons; digital sensors, physics.

Установлено, что высокая степень погружения в изучаемые процессы и вовлеченность учащихся в познание позволяет повысить мотивацию к обучению, а детальная визуализация процессов повысит эффективность запоминания изучаемых элементов [1]. Улучшение качества образования через обеспечение образовательных учреждений информационно-коммуникативными технологиями, создание

дополнительных электронных учебных программ и практикумов, а также повышение уровня знаний и навыков учителей и учеников по использованию этих технологий является актуальной задачей для многих стран мира [3]. Необходимость применения различных подходов для формирования ключевых компетенций обучающихся через дидактические игры, игровые технологии, проектно-исследовательскую деятельность рассматривается многими современными дидактами. В рамках реализации международного проекта INOVEST была создана Лаборатория Интеллектуальных Систем и Технологий «ЛИСТ» на базе Минского городского института развития образования, которая позволяет создать условия для непрерывного повышения квалификации педагогических работников г. Минска в сфере использования современных технических средств обучения и способствует освоению оборудования новых цифровых лабораторий и знакомству с основами образовательной робототехники. Кроме того, цифровые лаборатории от RHYWE (Германия) включают в себя **специально подобранные и адаптированные наборы** с мобильным устройством для измерений и обработки данных, с беспроводными датчиками и программным обеспечением для проведения лабораторных работ и экспериментов как в классе, так и на улице. Необходимо отметить, что за время использования цифровых лабораторий RHYWE в России не было зафиксировано ни одного отказа продукции по причине технической неисправности [9].

Поэтому в данной работе будет продолжено применение цифровых лабораторий фирм «Releon» и «Научные развлечения» в процессе обучения физики и химии по теме «Тепловые явления».

Цель исследований состояла в изучении эффективности применения цифровых лабораторий фирм «Releon» и «Научные развлечения» в процессе обучения физики и химии по теме «Тепловые явления».

Материалы и методы

Цифровые лаборатории «Releon» подходят как для базового уровня изучения естественных наук, так и для профильного обучения. Могут применяться для любых типов занятий и возрастных групп: от начальной школы (к примеру, использование датчика расстояния при знакомстве с линейкой) и заканчивая старшей школой (работая с осциллографом из комплекта для регистрации и изучения электрических сигналов).

Датчики из комплектов позволят заменить или не использовать часть устаревшего оборудования. Или, наоборот, задействовать старое для построения новых экспериментов. В нашем случае мы использовали датчик высоких температур и калориметр для наших экспериментов.

Перед началом работы необходимо установить программное обеспечение Releon Lite для своей операционной системы с сайта производителя из раздела «Поддержка» [4]. Методики экспериментов и детальное описание датчиков прилагается к набору цифровой лаборатории.

В данном исследовании применялись датчики высокой температуры для регистрации изменений температурного режима в процессе реакции нейтрализации [5].

В опыте на «установление термодинамического равновесия» показывают процесс установления термодинамического равновесия между порциями воды в пробирке и стакане. Один датчик температуры помещается в пробирку, второй датчик температуры горячей водой. В пробирку с помощью шприца наливают порцию 10 мл холодной воды, вставляют пробку с датчиком и укрепляют датчик на стальном листе. Глубина погружения датчика в воду должна быть 1-2 см. В стакан наливают горячую воду из электрического чайника из-под крана и устанавливают стакан. Устанавливают второй датчик над стаканом. В меню программы выбирают сценарий «Установление теплового

равновесия и количество теплоты, переданное от одного тела к другому» и запускают регистрацию данных. Опускают корпуса датчиков температуры вдоль стального листа так, чтобы пробирка с одним датчиком и второй датчик оказались в стакане с горячей водой. Не вынимая пробирки из горячей воды, в течение 1-2 мин наблюдают выравнивание температур на графике [7].

В 2022-2023 учебном году с помощью данного цифрового оборудования было проведено более шестнадцати уроков в параллели 9-х классов. Дети получили наглядные представления о кинематике, электричестве и магнетизме; научились структурировать и анализировать результаты физических экспериментов; с удовольствием поработали в команде, улучшая навыки коммуникации [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На уроке по физики применялась цифровая лаборатория «Научные развлечения», где использовался датчик температур 0-120 градусов Цельсия при изучении температурных изменений в ходе установление термодинамического равновесия. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

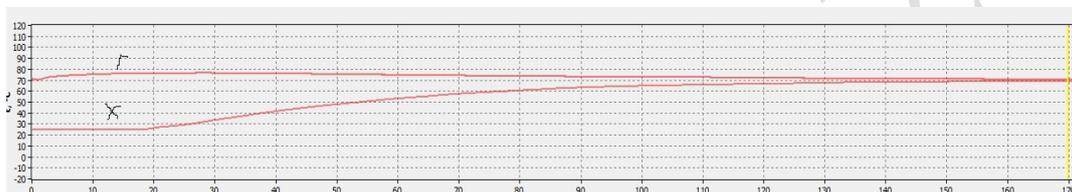


Рисунок 1 — Использование датчика температур 0-120 градусов Цельсия при изучении темы «Установление термодинамического равновесия»

В данном демонстрационном эксперименте исследовался процесс установление термодинамического равновесие между холодной и горячей водой. Термодинамическое равновесие описывает ситуацию, при которой система сохраняет свои характеристики постоянными на протяжении времени. В этом состоянии отсутствуют необратимые процессы, такие как теплопередача, диффузия или химические реакции, которые могут приводить к рассеиванию энергии. Таким образом, в термодинамическом равновесии система обладает стабильностью, где все её параметры, включая температуру, остаются неизменными. Методика проведения данного эксперимента описана в методических разработках фирмы Научные развлечения [6].

В данном эксперименте использовались две пробирки и два температурных датчика для контроля температуры в каждой из них. Одна пробирка содержала холодную воду, температура которой фиксировалась первым датчиком и отображалась на графике *x*, а вторая пробирка содержала горячую воду, температура которой отображалась на графике *r*. На рисунке 2 видно, что в течение первых 20 секунд температура холодной воды была значительно ниже, чем температура горячей воды. После того как пробирка с холодной водой была помещена в сосуд с горячей водой, мы наблюдали резкое повышение температуры холодной воды, в то время как температура горячей воды оставалась стабильной. Период, в течение которого температура холодной воды изменялась с 25 до 68 градусов, иллюстрирует принцип теплопередачи, при котором теплота передается от горячей воды к холодной, что в конечном итоге приводит к изменению температур обеих пробирок. Начиная с 150-й секунды, температурные кривые обеих пробирок выравниваются и образуют единую линию. С этого момента можно сделать вывод о достижении термодинамического равновесия, поскольку температура перестает изменяться.

На уроке химии применялся датчик высоких температур цифровой лаборатории Releon при изучении температурных изменений в ходе реакции нейтрализации. Полученные результаты представлены на рисунке 2.



Как видно на рисунке 2 величина фиксированной температуры зависит от стадии и времени прохождения химической реакции. Почти все химические реакции сопровождаются либо выделением, либо поглощением тепла. Реакции, протекающие с выделением тепла, называются экзотермическими реакциями. Продукты экзотермической реакции содержат меньший запас энергии, чем реагенты. В результате экзотермической реакции вещества нагреваются. Выделившееся тепло передается в окружающую среду до тех пор, пока не происходит выравнивание температур. Так, например, реакция кислоты с основанием – экзотермический процесс: на каждый моль образующейся воды выделяется 57,22 кДж тепла. Методика проведения данного опыта описана в методических разработках фирмы Releon .

Из приведённых на диаграмме данных видно, что величина температуры изменялась в диапазоне приведённых интервалов времени. С 4 по 22 минуту эксперимента наблюдалась первая стадия химической реакции, связанная с затратой внутренней энергии системы, что связано с добавлением кислоты к исходному раствору гидроксида натрия (рис. 2). С 22 по 31 минуту эксперимента наблюдалась вторая стадия химической реакции, связанная с выделением энергии в систему, что связано с образованием продукта реакции нитрата натрия (рис. 2). Наличие соли в растворе тоже можно подтвердить, при помощи датчика, регистрирующего нитрат-анионы в растворе спустя некоторое время. [2]

Следовательно, преимущества использования педагогом цифровой лаборатории в ходе урочной и внеурочной деятельности очевидны: эксперимент становится информационно более насыщенным, наглядным и понятным ученикам, так как получаемые в процессе проведения эксперимента результаты измерений в виде графиков и таблиц отображаются на экране. Выполнение фронтальных лабораторных работ с использованием цифровых лабораторий расширяет круг возможных измерений, а также возрастает интерес к изучению химии. Кроме того, применение датчика температуры позволяет наглядно увидеть на графике по изменению температур даже незначительные выделения тепла, что в обычном эксперименте показать очень проблематично.

Выводы

Таким образом, применение данной цифровой лаборатории Releon действительно способствует развитию творческого потенциала учащихся и позволяет наглядно продемонстрировать некоторые тепловые явления. А использование цифровой лаборатории «Научные развлечения» позволяют адаптировать учебный материал под индивидуальные потребности и уровень подготовки каждого ученика, что способствует более эффективному обучению. По графику процесса «Установление термодинамического равновесия» можно утверждать мы можем заключить, что процесс теплопередачи не только выравнивает температуры, но и приводит к значительным изменениям во внутренней энергии холодной воды.

Список литературы

1. Герасимова И. В., Курганова Н. А. «Электронное строение атома в виртуальной реальности: интегрированный урок химии и информатики». // «Информатика в школе», 2023, №2. URL: http://infojournal.ru/journals/school_02-2023/.
2. Выскребенцева С. В. «Использование цифровых лабораторий на уроках химии и во внеурочное время». URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/488676-ispolzovanie-cifrovyyh-laboratorij-na-urokah-h>.
3. Касперский И. В., Парамонов А. И. «Применение технологии дополненной реальности на уроках химии для развития индивидуального подхода в образовании». // «Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Минск, 14 декабря 2023. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/54082>.
4. Методические разработки лаборатории «Releon»: Лабораторная работа №6 «Экзотермические реакции» [Электронный ресурс]. URL: <https://rl.ru/support>.
5. Петрова М. А. «Многообразие датчиковых систем для компьютеризированного физического эксперимента». // Вестник Пермского Государственного Гуманитарно-Педагогического Университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании, 2009, №5, с. 146-158. – URL: eLIBRARY ID: 21681314; EDN: SGLTMX.
6. Поваляев О. А., Ханнанов Н. К., Хоменко С. В. Механические явления. Руководство по выполнению демонстрационного эксперимента – М.: ООО «МАКССПЕЙС», 2013. – 72 с.
7. Потоскуев С. Э. «Учебные цифровые лаборатории в практике общеобразовательной школы». // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука, Образование, Общество: Тенденции и Перспективы развития». - Чебоксары, 03 декабря, 2017. – URL: eLIBRARY ID: 32261816; EDN: YLKBFR.
8. Саранцев А. В. Современный лабораторный практикум по физике на основе цифровой лаборатории как основа внедрения ФГОС. // Современные тренды развития математики, физики, информатики в условиях реализации ФГОС: Материалы форума, Екатеринбург, 23 марта 2023 года. – Екатеринбург: Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Свердловской области "Институт развития образования", 2023. – 136 с. – URL: eLIBRARY ID: 54370429; EDN: BCVWWG.
9. Цифровая лаборатория. Методическое руководство по работе с комплектом оборудования и с программным обеспечением фирмы "Научные развлечения" / [А. Н. Болгар, О. А. Поваляев, Н. К. Ханнанов, С. В. Хоменко]. - Москва, 2011, с. 89.

References

1. Gerasimova I. V., Kurganova N.A. "Elektronnoe stroenie atoma v virtual'noi real'nosti: integrirovannyi urok khimii i informatiki". // "Informatika v shkole", 2023, No. 2. URL: http://infojournal.ru/journals/school_02-2023/.
2. Vyskrebentseva S. V. "Ispol'zovanie tsifrovyykh laboratoriy na urokakh khimii i vo vneurochnoe vremya". URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/488676-ispolzovanie-cifrovyyh-laboratorij-na-urokah-h>.
3. Kasperskii I. V., Paramonov A. I. "Primenenie tekhnologii dopolnenoj real'nosti na urokakh khimii dlya razvitiya individual'nogo podkhoda v obrazovanii". // "Nepreryvnoe professional'noe obrazovanie lits s osobymi potrebnyami: sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, 14 dekabrya 2023. URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/54082>.
4. Metodicheskie razrabotki laboratorii «Releon»: Laboratornaya rabota №6 «Ekzotermicheskie reaktsii» [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rl.ru/support>.
5. Petrova M. A. "Mnogobrazie datchikovyykh sistem dlya komp'yuterizirovannogo fizicheskogo eksperimenta". // Vestnik Permskogo Gosudarstvennogo Gumanitarno-Pedagogicheskogo Universiteta. Seriya: Informatsionnye komp'yuternye tekhnologii v obrazovanii, 2009, No. 5, s. 146-158. – URL: eLIBRARY ID: 21681314; EDN: SGLTMX.
6. Povalyaev O. A., Khannanov N. K., Khomenko S. V. Mekhanicheskie yavleniya. Rukovodstvo po vypolneniyu demonstratsionnogo eksperimenta – М.: ООО "МАКССПЕЙС", 2013. – 72 с.
7. Potoskuev S. E. "Uchebnye tsifrovyye laboratorii v praktike obshcheobrazovatel'noy shkoly". // Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferentsii "Nauka, Obrazovanie, Obshchestvo: Tendentsii i Perspektivy razvitiya". - Cheboksary, 03 dekabrya, 2017. – URL: eLIBRARY ID: 32261816; EDN: YLKBFR.
8. Sarantsev A. V. Sovremennyyi laboratornyi praktikum po fizike na osnove tsifrovoy laboratorii kak osnova vnedreniya FGOS. // Sovremennyye trendy razvitiya matematiki, fiziki, informatiki v usloviyakh realizatsii FGOS: Materialy foruma, Ekaterinburg, 23 marta 2023 goda. – Ekaterinburg: Gosudarstvennoe

avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya Sverdlovskoi oblasti "Institut razvitiya obrazovaniya", 2023. – 136 s. – URL: eLIBRARY ID: 54370429; EDN: BCVWWG.

9. Tsifrovaya laboratoriya. Metodicheskoe rukovodstvo po rabote s komplektom oborudovaniya i s programmym obespecheniem firmy "Nauchnye razvlecheniya" / [A. N. Bolgar, O. A. Povalyaev, N. K. Khannanov, S. V. Khomenko]. - Moskva, 2011, s. 89.

ФССКО-2025

МЕТОДИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ДИДАКТИЧЕСКОГО АТТРАКТОРА «ПЛУТОНИЯ» ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ФИЗИКЕ

Свиридова Елена Игоревна

кандидат педагогических наук, доцент, sei_19@mail.ru

Свиридов Владимир Владимирович

доктор физико-математических наук, профессор, prof.Sviridov@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, 394043, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Ленина, д. 86

Аннотация

В ходе практической разработки дидактического аттрактора (нового типа структурной единицы содержания образования) «Плутония» установлено, что его создание и освоение требуют обращения к знаниям и навыкам вне рамок стандартного школьного курса. Мы считаем это неизбежным для любых аттракторов и обусловленным принципиальным отличием пути формирования их содержания от традиционных методов составления учебных планов и программ. Описаны методические приемы, позволяющие эффективно использовать дидактические аттракторы, в частности, «Плутонию», для обучения школьников. Особое внимание уделено концепции метаподсказки, понимаемой как результат, к которому школьники сами прийти не могут, но который, будучи принят за истину, позволяет им самостоятельно решать широкий спектр проблем, возникающих при освоении аттрактора, без непосредственного обращения к методам, которыми была получена метаподсказка.

Ключевые слова

Перспективная образовательная система, общее образование, обучение физике, дидактический аттрактор, метаподсказка.

METHODOLOGICAL EVALUATION OF THE EXPERIENCE OF DEVELOPING A DIDACTIC ATTRACTOR "PLUTONIA" FOR TEACHING SCHOOLCHILDREN PHYSICS

Sviridova Elena I.

Dr. pedagogical sciences, associated professor, sei_19@mail.ru

Sviridov Vladimir V.

Dr.hab. physical and mathematical sciences, professor, prof.Sviridov@mail.ru

Voronezh State Pedagogical University, 394043, Russian Federation, Voronezh, Lenin str., 86

Abstract

We established, in the course of practical development of a didactic attractor (a new type of structural unit of educational content) "Plutonia", that creating and mastering the attractor require appealing to knowledge and skills beyond the standard school curriculum. We believe that this is inevitable for any attractors and is due to the fundamental difference in the way their content is formed to traditional methods of drawing up curricula and syllabi. Methodological techniques are described that allow the effective use of didactic attractors, in particular "Plutonia", for teaching schoolchildren. Particular attention is paid to the concept of a metahint, understood as a result that schoolchildren cannot come to on their own, but which, being accepted as the truth, allows them to solve independently a

wide range of problems that arise at familiarizing the attractor without directly using the methods the metahint was obtained.

Keywords

Perspective educational system, high-school education, teaching physics, didactic attractor, metahint.

Перспективная образовательная система будет выстраиваться как сильно связанная, но при этом гибкая сеть структурных элементов нового типа — дидактических аттракторов. Подробное обоснование этого тезиса, выбора термина «дидактический аттрактор», сути и свойств последнего, примеры потенциальных и существующих дидактических аттракторов даны ранее [6, 11], в русле общего интереса к применению идей и концепций современной теории самоорганизации в педагогике [1, 3].

В роли дидактического аттрактора может выступать любая проблемная область культуры (включая науку), выбираемая для освоения учащимися и обладающая следующими тремя обязательными атрибутами.

1. **Субъективная привлекательность**, важная, поскольку в таком подходе образовательный процесс понимается как последовательное и/или параллельное освоение учащимся достаточно свободно выбираемых им аттракторов и своей роли в сетевом сообществе, формирующемся для освоения аттрактора.

2. **Объективная притягательность**, то есть разветвленная система взаимосвязей любого дидактического аттрактора с различными областями науки и, шире, культуры вообще. Это условие обеспечивает покрытие образовательным процессом всего общественно необходимого культурного пространства при любом выборе индивидуальной образовательной траектории, включающей ограниченное число аттракторов.

3. **Внутренняя интегрированность**, означающая, что дидактический аттрактор сам по себе есть богатая, разнообразная и при этом сильно связанная сетевая структура. Элементы аттрактора обретают ценность, в том числе дидактическую, только в контексте их взаимосвязей, так что попытки разложить его на какие-то «первоэлементы», определяемые *per se*, оказываются бессмысленными и бесплодными.

Несмотря на кажущиеся абстрактность понятия дидактического аттрактора и умозрительность идеи построения образовательной системы на его основе, разработки дидактических аттракторов для общего образования по факту начались в 70-х – 80-х гг. — по крайней мере, в части образования естественнонаучного, с которым мы знакомы профессионально. Естественно, авторам этих разработок приходилось вписывать их в номенклатуру существовавших или возникавших школьных предметов — астрономия, экология, естествознание (см. [6, 11] и ссылки там). Отметим, что движущими мотивами разработчиков были, в основном, не какие-то отвлеченные теоретические соображения, а неудовлетворенность конкретными моментами содержания преподаваемых дисциплин и слишком узкими и жесткими рамками их традиционной организации.

В течение ряда лет мы разрабатывали дидактический аттрактор «Плутония» (далее — ДАП) для активизации познавательной деятельности школьников в предметной области физики, благо она достаточно обширна для погружения в нее заметной части даже такой принципиально неограниченной структуры, как дидактический аттрактор. Сугубо физическое содержание ДАП представлено в [7–10]. Данная работа посвящена методическому осмыслению и обобщению опыта, полученного в ходе разработки ДАП.

*

Субстратом ДАП служит научно-фантастический роман «Плутония» выдающегося российского и советского геолога и путешественника академика В. А. Обручева. По

сюжету романа, научная экспедиция, имевшая целью открыть новые острова в Арктике, обнаруживает там отверстие, ведущее внутрь Земли, которая оказывается поллой. Роман повествует о приключениях экспедиции на внутриземной поверхности, названной в романе Плутонией, которая оказывается заселена организмами, давно вымершими на поверхности внешней (в нашей разработке именуемой для краткости Олимпией). При этом Обручев в предисловии декларирует стремление придать всей истории максимальное правдоподобие и в полной мере использует личный экспедиционный опыт и свои энциклопедические научные познания для достижения этой цели. Роман насыщен деталями и подробностями, благодаря чему местами приобретает сходство с записями в полевом дневнике или лабораторном журнале. Члены экспедиции — в большинстве своем, ученые-естественники — обсуждают в рамках научных представлений обнаруживаемые ими странные явления и находки. Благодаря этому «Плутония», так сказать, от рождения обладает вторым и третьим атрибутами дидактического аттрактора. В ходе нашей разработки внешние и внутренние взаимосвязи, ведущие за пределы собственно физики, оставались, большей частью, без развития, но при снятии такого волевого ограничения ДАП легко распространяется на области географии, геологии, биологии, экологии и других естественных наук. Что же касается первого атрибута, субъективной привлекательности, то при всей своей серьезности и почтенном возрасте роман академика Обручева и сейчас воспринимается как захватывающее приключенческое повествование, не отпускающее внимание читателя с первой страницы до последней.

На первом этапе разработки ДАП основным направлением был выбран анализ того, насколько описание Плутонии Обручевым соответствует законам физики. В ходе анализа из текста романа вычленились утверждения, допускающие физическую интерпретацию, и на их основе формулировались физические задачи об оценке тех или иных параметров или особенностях строения (функционирования) Плутонии. Этап анализа плавно перетекает в этап синтеза, на котором строится по возможности физически непротиворечивая модель поллой планеты (как должна выглядеть «реальная Плутония»). На следующем, более прикладном этапе можно перейти к задачам уже конструкторского характера — например, о проектировании планеты-звездолета, обеспечивающей относительно комфортное перемещение целой цивилизации на галактические расстояния. Впрочем, работа над этим этапом — дело будущего, так что обсуждать ее еще рано.

В начале разработки ДАП не было уверенности, что описанная Обручевым ситуация окажется достаточно плодородной почвой для выращивания столь масштабной и разнообразной структуры, как дидактический аттрактор. Как выяснилось, эти опасения были напрасны. ДАП оказался чрезвычайно богат содержательно и буквально набит разнообразными физическими вопросами, возникающими едва ли не к каждой странице романа. Основные методические трудности обнаружились в иной плоскости.

Поскольку ДАП предназначен для обучения физике *в школе*, изначально предполагалось ставить и решать входящие в него проблемы штатными средствами школьной физики в рамках ее штатного содержания. Возникновение потребности в средствах нештатных допускалось, но с небольшой вероятностью. Планировалось, что в ходе построения ДАП придется обрабатывать ситуации трех следующих типов.

Тип 1. Стандартная ситуация, допускающая стандартное решение (рутинный уровень).

Тип 2. Нестандартная ситуация, тем не менее допускающая решение штатными средствами школьной физики (олимпиадный уровень).

Тип 3. Ситуация, неразрешимая штатными средствами школьной физики и требующая дополнительных знаний (исследовательский уровень).

При этом представлялось, что чаще всего придется иметь дело с ситуациями типа 1, а ситуации типа 3 будут редкими исключениями — в том числе и за счет стремления разработчиков избегать их. В действительности вышло с точностью до наоборот.

По состоянию на сегодняшний день, задач, описывающих ситуации типа 1, в ДАП очень мало. Ситуации же типа 3 возникали столь регулярно, что пришлось внутри него выделить два подтипа, требующих разного методического подхода.

Подтип 3а. Нештатная ситуация, для анализа и понимания которой требуются знания, хотя и не входящие в стандартное содержание школьного курса физики, но общеизвестные, доступные пониманию школьников и не требующие для своего использования сложных техник (например, интегрального и дифференциального исчисления).

Примером ситуации типа 3а может служить группа задач, касающихся оценки температуры Плутона (по Обручеву — внутреннего светила Земли, висящего в ее центре), его светимости, обеспечивающих ее источников энергии [8], а также теплового режима Плутонии, который должен установиться в присутствии Плутона или без него [9]. Для их решения не обойтись без понятий теплового излучения и абсолютно черного тела, закона смещения Вина, закона Стефана—Больцмана и, возможно, закона Кирхгофа (пропорциональность излучательной способности тела его поглотительной способности). С той же проблемой давно столкнулись авторы школьных учебников по астрономии. Из положения они чаще всего выходят, сообщая скороговоркой в нескольких абзацах необходимые сведения и формулы, отсутствующие в учебниках физики, — и этого оказывается, в общем, достаточно.

Подтип 3б. Нештатная ситуация, для анализа и понимания которой требуются знания не общеизвестные или вообще принципиально новые, требующие для своего получения методов, недоступных школьникам.

Примером такой ситуации оказывается проблема атмосферы Плутонии [10]. Вся существующая аэрономия базируется на представлении о том, что атмосфера — это относительно *тонкая* газовая оболочка, которая находится в *заданном* гравитационном поле конденсированного тела планеты. Атмосфера же Плутонии имеет толщину, практически равную радиусу планеты, находясь внутри нее и испытывая *только свое собственное* тяготение (если не рассматривать Плутон, нарушающий слишком много физических законов [4, 9]). Готовых результатов для такой системы не существует, а описание ее состояния исходя из фундаментальных законов физики даже при максимальном упрощении (стационарность, химическая и термическая однородность атмосферы, газ идеальный) приводит к нелинейным дифференциальным уравнениям, решить которые не так просто даже с университетским физическим образованием. Ситуация усугубляется необходимостью согласования свойств атмосферы Плутонии и внешней атмосферы, сообщающихся через отверстие, которое в романе обнаруживает экспедиция.

Итак, *большую* часть ДАП составляют задачи, для которых штатная школьная физика недостаточна, а если даже достаточна, то должна применяться в нештатной ситуации. То, что этот результат не является отражением каких-то уникальных свойств субстрата ДАП или индивидуального стиля разработчиков, подтверждается опытом авторов аналогичных (по крайней мере, по духу) произведений [4, 12].

Теперь, задним числом, нам понятно, что данный результат был неизбежен и обусловлен принципиальным различием в том, как формируется содержание дидактических аттракторов и традиционных учебных курсов (не только школьных). Гротескно, но по сути правильно это различие иллюстрируется шуткой из научного фольклора советской эпохи о разнице между американской и советской монографиями: в американской описывается проблема и дается десять методов ее решения, а в советской описывается метод и перечисляется десять проблем, которые можно решить с его

помощью. Содержание традиционных учебных курсов (например, физики в школе) определяется общими, довольно абстрактными соображениями: воспроизведение исторически сложившихся структуры и границ соответствующей научной дисциплины, соблюдение принципов дидактики, последовательность и замкнутость развертывания материала... Дидактический же аттрактор растет от проблемы, а проблему не волнует выход за границы дисциплины или отсутствие в арсенале того, кто ее решает, какого-то инструмента. Она ставит вопрос просто: не знаешь того, что нужно, — узнай; не умеешь чего-то — найди подходящий инструмент и научись им пользоваться.

Такая постановка вопроса выглядит слишком жесткой, и это действительно так. Если бы освоение ДАП требовало исключительно знаний и умений, выходящих за пределы школьных физики и математики, то его ценность для обучения физике на уровне общего образования была бы нулевой. Именно поэтому разработка ДАП требует решения не столько физических проблем, сколько проблем методических. При освоении ДАП (и, видимо, дидактических аттракторов вообще) особенно вырастает в цене помощь учителя, методиста, который подскажет, что именно надо узнать и как это выглядит, где найти недостающий инструмент, а в особо сложных случаях предоставит инструмент, изготовленный собственноручно, и научит им пользоваться. Опишем некоторые примеры и общие приемы такого методического сопровождения, облегчающего освоение учащимися дидактического аттрактора, для конкретного случая ДАП.

Чаще всего приходится иметь дело с необходимостью свести ситуацию типа 2 к ситуации типа 1, то есть приземлить ее с олимпиадного уровня на рутинный. Этого обычно удается достичь с помощью известных методических приемов, доработав их под конкретику ДАП. Например, большая группа вопросов относительно описываемых в романе обстоятельств проникновения экспедиции внутрь Земли и ее пребывания там касается сил тяготения, создаваемых протяженными телами сложной формы [7]. В учебниках физики для 9 класса дается формула закона всемирного тяготения и указывается, что она справедлива для взаимодействия материальных точек и однородных шаров. А если нас интересует тяготение полой сферы или плоскости, причем вблизи имеющегося в них отверстия? На помощь приходит тесное соответствие законов Кулона и всемирного тяготения, на которое также указывают школьные учебники [5]. Только теперь ему придается конкретная форма словаря для перевода с языка электростатики на язык теории тяготения: напряженность электрического поля превращается в ускорение свободного падения (т.е. в напряженность поля гравитационного), электрический заряд — в гравитационный (массу), постоянная ϵ_0 — в константу $(4\pi G)^{-1}$... А уж в электростатике-то, даже школьной, рассматривают тела с самой разной геометрией. С использованием этого словаря сразу становится очевидно, что описания Обручева на самом деле соответствуют путешествию не внутрь полой круглой Земли, а на обратную сторону бесконечной плоской Земли, масса которой на единицу поверхности должна составлять $g/(2\pi G) = 2,4 \cdot 10^{10} \text{ кг/м}^2$, чтобы обеспечить привычное ускорение свободного падения $g \approx 10 \text{ м/с}^2$. Влияние отверстия в Земле на гравитационное поле вокруг отверстия анализируется с привлечением еще одного известного в электростатике приема: сферическую или плоскую Землю с дырой заменяем на Землю без дыры плюс внедренную по месту дыры пробку с зарядом противоположного знака. Таким путем, вполне доступным школьнику, получается множество важных для физического анализа Плутона и порою весьма удивительных выводов — например, о том, что жидкие потоки (воды, лавы) в Плутонах должны течь не по долинам, а по взгорьям [7].

Меньше всего хлопот, как ни странно, доставляет обработка ситуаций типа 3а. Находясь в проблемной ситуации аттрактора, учащиеся легко воспринимают и эффективно применяют и закон Стефана—Больцмана, и основное соотношение

теплопроводности (плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры), и даже хокинговскую формулу для температуры черной дыры (в связи с обсуждением различных гипотез о природе светимости Плутона). Кстати, что такое черная дыра, в школьных учебниках физики тоже не рассказывается, но сама тема черных дыр фактически представляет собой дидактический аттрактор [2], который авторам учебников астрономии так или иначе разрабатывать приходится — и небезуспешно.

Сложнее всего, естественно, справляться с ситуациями типа 3б. Для этого нам пришлось разработать концепцию *метаподсказки*. Под метаподсказкой понимается результат, к которому школьники самостоятельно прийти не могут, но знание которого позволяет получать широкий спектр верных выводов без прямого обращения к методам, которыми получена сама подсказка. Самые известные метаподсказки, широко используемые как в ДАП, так и в школьных курсах физики и астрономии, — это две теоремы, доказанные еще Ньютоном в «Математических началах натуральной философии». Первая из них утверждает, что вне однородной сферы ее тяготение такое же, как если бы вся ее масса была сосредоточена в ее центре, а вторая — что внутри такой сферы сила тяготения отсутствует. Не владея техникой интегрального исчисления доказать эти теоремы (особенно первую) сложно, но, если их принять как данность, школьнику, уже безо всякого интегрального исчисления, становятся доступны многочисленные и важные результаты — например, о том, почему силу притяжения Землей стоящего на ней человека можно вычислять по формуле, описывающей взаимодействие двух материальных точек, или о том, что внутри проводящей сферы электрическое поле отсутствует, даже если сфера заряжена. В школьных учебниках и задачниках теоремы Ньютона чаще всего используются втихую, неявно; в ДАП мы их четко формулируем, явно декларируем как метаподсказки и широко применяем. Примером тоже давно известной, но почти не используемой в школьной физике метаподсказки служит барометрическая формула. Действительно, применять ее «в лоб», для обсуждения строения атмосферы, невозможно, поскольку формула справедлива *при условии* постоянства температуры, а оно в реальной атмосфере сильно нарушается. Для возникновения же стимула приспособить ее к реальности (пусть даже научно-фантастической) в штатной школьной физике нет проблемных ситуаций. В ДАП таких проблемных ситуаций хватает, и мы разработали методические приемы использования барометрической формулы, когда не только температура, но и сила тяжести сильно изменяется по мере спуска/подъема.

Примером *оригинальной* метаподсказки, созданной в ходе разработки ДАП, служит результат исследования упоминавшихся выше дифференциальных уравнений, которые описывают максимально упрощенную модель атмосферы Плутона. Согласно этому результату, плотность ρ воздуха в Плутонах зависит от расстояния r от центра Земли следующим образом:

$$\rho(r) = \frac{RT}{2\pi\mu G} \frac{y\left(\frac{r}{r_0}\right)}{r^2},$$

где R — универсальная газовая постоянная, T — температура атмосферы, μ — молярная масса воздуха, G — гравитационная постоянная, r_0 — радиус ядра атмосферы, в пределах которого плотность воздуха практически постоянна, а функция $y(z)$, рассчитываемая численно (учащимся предоставляется ее подробный график), ведет себя как $z^2/2$ при $z \ll 1$, достигает максимального значения $y_{max} = 5/3$ при $z = 4$, после чего совершает затухающие колебания вокруг значения 1.

Предыдущая фраза и есть *метаподсказка*, своего рода *deus ex machina*. Самостоятельно получить ее школьники не могут, так как не владеют нужной математикой. Но если принять ее — как принимается в школе, скажем, формула Эйнштейна $E = mc^2$, — то уже средствами, доступными школьнику, из нее можно

извлечь множество выводов, в том числе весьма нетривиальных. Например, при заданных температуре и радиусе Плутона (то есть, внутривоздушной полости) существует некоторая максимально возможная масса ее равновесной атмосферы и, соответственно, максимально возможная плотность у поверхности полости. При правдоподобных значениях параметров Плутона гидростатическое равновесие ее атмосферы с атмосферой Олимпа на привычном нам уровне (давление 10^5 Па на уровне моря) оказывается невозможным: более 90 % внешней атмосферы стекло бы внутри Земли через отверстие в земной оболочке, и т.д.

Список литературы

1. Гейхман Л. К. Синергетическая педагогика / Л. К. Гейхман, Л. В. Кушнина, А. В. Кушнин — Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. — 176 с.
2. Глушенко Н. В. Методические особенности представления темы «Черные дыры» в школьном (базовом) курсе астрономии: вып. квал. работа бакалавра: 44.03.05 / Н. В. Глушенко; науч. рук. В. В. Свиридов; Воронежский гос. пед. университет. — Воронеж, 2018. — 57 л.: табл., ил.
3. Система семинаров в курсе общей физики как простейший аттрактор / С. С. Муравьев-Смирнов, Н. П. Калашников, М. А. Симановский, Д. С. Калашников // Физика в системе современного образования (ФССО-2023). Материалы XVII Международной конференции. — СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. — 2023. — С.129–134.
4. Мусин Ю. Р. Научная фантастика и физика: Насколько фантастичны фантастические произведения? Анализ физика / Ю. Р. Мусин. — М.: ЛЕНАНД, 2024. — 208 с.
5. Пурешева Н. С. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н. С. Пурешева, Н. Е. Вазеевская. — М.: Дрофа, 2013. — 287 с.
6. Свиридов В. В. Перспективная образовательная система как сеть аттракторов / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова // Педагогика. Вопросы теории и практики. — 2021. — № 5. — С.760-768.
7. Свиридов В. В. Физическое путешествие на обратную сторону Земли (Тяготение) / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова // Физика в школе. — 2024. — № 2. — С.55-64.
8. Свиридов В. В. Физическое путешествие на обратную сторону Земли (Энергетика) / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова // Физика в школе. — 2024. — № 3. — С.55-64.
9. Свиридов В. В. Физическое путешествие на обратную сторону Земли (Тепловой режим) / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова // Физика в школе. — 2024. — № 6. — С.56-64.
10. Свиридов В. В. Физическое путешествие на обратную сторону Земли (Атмосфера) / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова // Физика в школе. — 2024. — № 7. — С.50-60.
11. Свиридов В. В. Проблема внеземной жизни как дидактический аттрактор в преподавании астрономии и естествознания / В. В. Свиридов, Е. И. Свиридова, Е. С. Степанова // Физика в школе. — 2022. — № 8. — С. 50-58.
12. Clement H. Whirligig World // Hal Clement. Heavy Planet: The Classic Mesklin Stories. — N.Y.: A Tom Doherty Associates Book, 2002. — P.401-412.

References

1. Geihman L. K. Sinergeticheskaya pedagogika / L. K. Geihman, L. V. Kushnina, A. V. Kushnin. — Perm': Izd-vo Perm. gos. tehn. un-ta, 2011. — 176 p.
2. Gluschenko N. V. Metodicheskie osobennosti predstavleniya temy “Chyornnyye dyry” v shkol'nom (bazovom) kurse astronomii: vyp. kvalif. rabota bakalavra: 44.03.05 / N. V. Gluschenko; nauch. ruk. V. V. Sviridov; Voronezhskii gos. ped. universitet. — Voronezh, 2018. — 57 s.: tabl., il.
3. The system of seminars in the general physics course as a simple attractor / S.S. Muravev-Smirnov, N. P. Kalashnikov, M. A. Simanovskiy, D. S. Kalashnikov // Physics in the system of modern education (PSME-2023). Proc. of XVII International conf. — Saint-Petersburg: Gertzen Russian Pedagogical University. — 2023. — P.129–134.
4. Musin Yu. R. Nauchnaya fantastika I fizika: naskol'ko fantastichny fantasticheskie proizvedeniya? Analiz fizika / Yu. R. Musin. — M.: LENAND, 2024. — 208 p.
5. Purysheva N. S. Fizika. 8 kl.: ucheb. dlya obsheobrazovatel. uchrezhdenij / N. S. Purysheva, N. E. Vazheevskaya. — M.: Drofa, 2013. — 287 p.
6. Sviridov V. V. Advanced Educational System as a Network of Attractors / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova // Pedagogy. Theory & Practice. — 2021. — No. 5. — P.760-768.
7. Sviridov V. V. Physical Journey to the Other Side of the Earth (Gravity) / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova // Physics at School. — 2024. — No. 2. — P.55-64.

8. Sviridov V. V. Physical Journey to the Other Side of the Earth (Energy) / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova // Physics at School. — 2024. — No. 3. — P.55-64.
9. Sviridov V. V. Physical Journey to the Other Side of the Earth (Thermal Conditions) / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova // Physics at School. — 2024. — No. 6. — P.56-64.
10. Sviridov V. V. Physical Journey to the Other Side of the Earth (Atmosphere) / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova // Physics at School. — 2024. — No. 7. — P.50-60.
11. Sviridov V. V. The Problem of Extraterrestrial Life as a Didactic Attractor in Teaching Astronomy and Natural Science / V. V. Sviridov, E. I. Sviridova, E. S. Stepanova // Physics at School. — 2022. — No. 8. — P.50-58.
12. Clement H. Whirligig World // Hal Clement. Heavy Planet: The Classic Mesklin Stories. — N.Y.: A Tom Doherty Associates Book, 2002. — P.401-412.

ФЦКО-2025

**АНАЛИЗ ИТОГОВ ПРАКТИЧЕСКОГО ТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В 2024/25 УЧЕБНОМ
ГОДУ ПО ФИЗИКЕ (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ И ЛЕНИНГРАДСКАЯ
ОБЛАСТЬ)**

Фараджева Мислимат Пиралиевна

кандидат технических наук, доцент, faradzheva_mp@spbstu.ru

Мизина Виктория Валерьевна

кандидат физико-математических наук, доцент, mizina_vv@spbstu.ru

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251,
Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29Б

Аннотация

В работе анализируются итоги практического тура регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году по физике в 11 классе. Рассмотрены характерные ошибки, допускаемые школьниками при выполнении задач практического тура. Обращается внимание на разницу в подготовке к решению экспериментальных задач школьников Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга. Предложены мероприятия, направленные на совершенствование подготовки школьников к практическому туру олимпиады.

Ключевые слова

Олимпиада школьников, физика, практический тур, экспериментальные задачи, физическое образование, ВСОШ.

**REGIONAL LEVEL OF THE ALL-RUSSIAN OLYMPIAD OF
SCHOOLCHILDREN IN PHYSICS IN THE 2024/25 ACADEMIC YEAR.
ANALYSING THE RESULTS OF THE PRACTICAL PART (ST.PETERSBURG
AND LENINGRADSKAYA OBLAST)**

Faradzheva Mislimat P.

Ph.D. of Engineering Sciences, Assoc. Prof., faradzheva_mp@spbstu.ru

Mizina Victoria V.

Ph.D. of Physics and Mathematics Sciences, Assoc. Prof., mizina_vv@spbstu.ru

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, 195251,
St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29 B

Abstract

The paper analyzes the results of the practical part of the regional level of the All-Russian Olympiad of schoolchildren in Physics for 11th grade students in the 2024/25 academic year. It considers the typical mistakes made by students in completing the tasks of the practical part. The difference in the approach to solving experimental problems of students from Leningradskaya Oblast and St. Petersburg is noted. Measures are proposed to improve students' preparation for the practical part of the competition and to improve skills of the experiments.

Keywords

Schoolchildren's Olympiad, physics, experimental round, experimental problems, public education, All-Russian Olympiad.

Всероссийская олимпиада школьников по физике (ВсОШ) – это самая высокорейтинговая олимпиада в РФ, победители и призеры заключительного этапа которой могут поступить в любой ВУЗ страны без вступительных испытаний (БВИ). Сама олимпиада включает четыре этапа: школьный, муниципальный, региональный и заключительный. Некоторые ВУЗы (МФТИ, ВШЭ) устанавливают дополнительные баллы и для победителей и призеров регионального этапа этой олимпиады [1,2].

Олимпиада позволяет выявить наиболее талантливых школьников, готовых к решению сложных нестандартных задач. Участие в олимпиадах для школьников – это не только преимущества при поступлении, но и возможность проверить себя, оценить свои силы, определиться в выборе будущей профессии, развить практические навыки. Олимпиады играют и важную обучающую роль. Интересные оригинальные задачи, предъявляемые школьникам, позволяют глубже разобраться в тех темах, которые недостаточно освещаются в школьных учебниках. Анализ типичных ошибок, допускаемых школьниками, ориентирует как самих участников олимпиады, так и их наставников.

Задания школьного и муниципального этапов олимпиады разрабатываются муниципальными и региональными предметными комиссиями соответственно. В комплект заданий для учащихся 9-11 классов входит 5 теоретических задач. Причём в задачи школьного этапа рекомендовано включение хотя бы одной задачи, выявляющей склонности к научной деятельности. А в комплект задач муниципального этапа рекомендовано включение одной, так называемой, псевдоэкспериментальной задачи, где приводятся таблицы с имеющимися экспериментальными данными и описанием эксперимента, или экспериментальной задачи с простейшим оборудованием [3].

Только начиная с регионального этапа, олимпиада проходит в 2 тура: теоретический и практический. Школьники должны показать не только глубокое знание законов физики, умение решать теоретические задачи, но и продемонстрировать навыки решения экспериментальных задач, связанных с организацией и проведением эксперимента, обработкой результатов экспериментальных исследований. Поэтому анализ результатов экспериментального тура регионального этапа ВсОШ способен продемонстрировать готовность школьников к решению экспериментальных задач, уровень сформированности навыков экспериментальных исследований.

Вот уже на протяжении ряда лет региональный этап ВсОШ по физике проводится в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, проверка олимпиадных работ проходит с участием преподавателей кафедры физики. В 2024/25 учебном году в региональном этапе ВсОШ по физике приняло участие 68 учащихся 11 класса из школ Санкт-Петербурга (СПб) и 33 – из школ Ленинградской области (ЛО).

В соответствии с «Требованиями к организации и проведению регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году по физике» (далее – Требования) [4] комплект заданий для учеников 9-11 классов состоял из 5 задач теоретического тура (с максимальной оценкой 60 баллов) и 2 задач практического тура (с максимальной оценкой 40 баллов), разработанных центральной предметной методической комиссией. Таким образом, общее количество баллов за 2 тура не должно превышать 100 баллов.

На рисунке 1 представлена карта распределения участников по итоговому баллу за два тура. Карта изолиний распределения плотности участников (рис.1) показывает «густоту» участников в пределах изодемы – линии, вдоль которой одинаковый балл у участников с разными порядковыми номерами. Черной точкой обозначен «гипотетический» участник с максимальным баллом в выборке, в Санкт-Петербурге этот участник имел бы 100 баллов, а в Ленинградской области – 30. Как видно из рисунка, чем дальше от центра скопления, т.е. с увеличением балла, тем меньше становится плотность распределения участников. Показательным оказался колоссальный разрыв

между баллами, полученными учащимися из Санкт-Петербурга, и учениками Ленинградской области. Максимальный балл учащегося из СПб – 93,5, а из ЛО – 25,5.

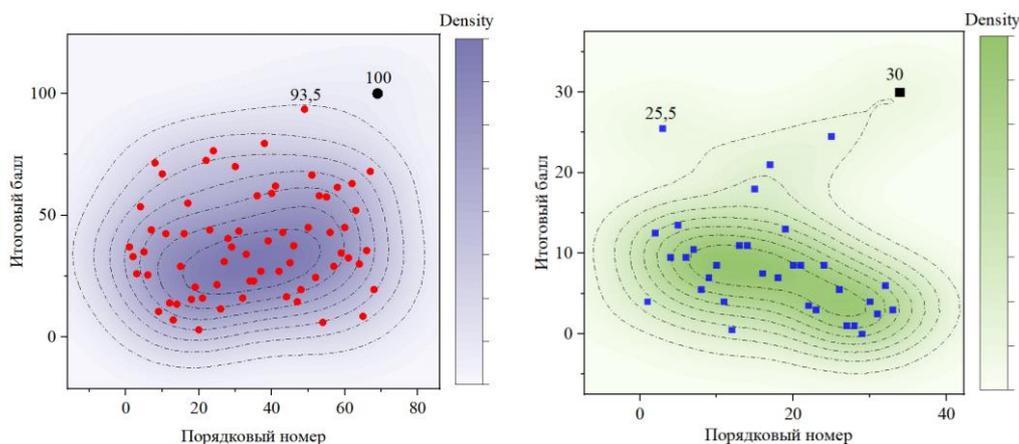


Рисунок 1 — Карта изолиний распределения плотности участников: слева (синий цвет) по Санкт-Петербургу, справа (зеленый цвет) по Ленинградской области.

Проверка работ участников регионального этапа олимпиады показала резкую неоднородность в подготовке школьников к решению олимпиадных задач, особенно задач экспериментального тура. Даже учащиеся 11 класса, которые завершают обучение в школе, на протяжении всего изучения курса физики в школе выполняют лабораторные работы, участвуют в олимпиадах по физике различного уровня, испытывают трудности при решении экспериментальных задач. Некоторые школьники вообще не приступают к решению задач экспериментального тура или приступают к решению только одной задачи из двух предложенных.

Ежегодно центральная предметная методическая комиссия публикует «Методические рекомендации по оцениванию оформления графиков на практических турах всероссийской олимпиады школьников по физике» и «Методические рекомендации по оценке погрешностей в практических заданиях всероссийской олимпиады школьников по физике и критериях их оценивания» [4], которые доступны всем школьникам и преподавателям, занимающимся подготовкой к олимпиадам. Методические рекомендации призваны обратить внимание участников олимпиады на основные требования, предъявляемые к решению экспериментальных задач, к оформлению графиков и методам оценки погрешности. Тем не менее, как показывает опыт проверки олимпиадных работ практического тура, основные ошибки, допускаемые участниками, связаны именно с неумением правильно оформить результаты эксперимента.

Выполнение заданий практического тура предполагает использование специального оборудования, указанного в условии задания, и не допускается применение никаких других дополнительных подручных средств. На выполнение одной задачи практического тура школьникам предоставляется 140 минут. В 2024/25 учебном году на региональном этапе ВсОШ по физике первая экспериментальная задача «Крупа в шприце» была одинаковой в 10 и 11 классе. Вторая задача «Лампочка гори!» – на исследование характеристик лампочки накаливания в предложенной схеме, отличалась в 10 и 11 классе только некоторыми из поставленных вопросов [5].

В первой задаче «Крупа в шприце» предполагалось использование учащимися двух «знакомых» измерительных приборов – мерной ленты и шприца с делениями, работа с которыми не вызвала затруднений. Однако решение задачи требовало от школьников творчества, разработки плана действия, учёта многих дополнительных факторов в ходе проведения эксперимента. Так, удержание шприца в руке и связанное с этим нагревание

воздуха в шприце, приводило к искажению результатов и, как следствие, снижению баллов за проведение эксперимента.

Результаты решения задачи №1 учащимися 11 класса представлено на рисунке 2. В соответствии с полученным баллом участники распределены в группы с интервалом в 4 балла. Чуть меньше половины школьников из Санкт-Петербурга (48 %), набрали 8 и более баллов, максимальный балл за решение этой задачи – 17,5 – получили 2 школьника. Среди школьников Ленинградской области максимальный балл (14) оказался только у одного участника, причём 8 и более баллов набрали всего 9 % участников олимпиады.

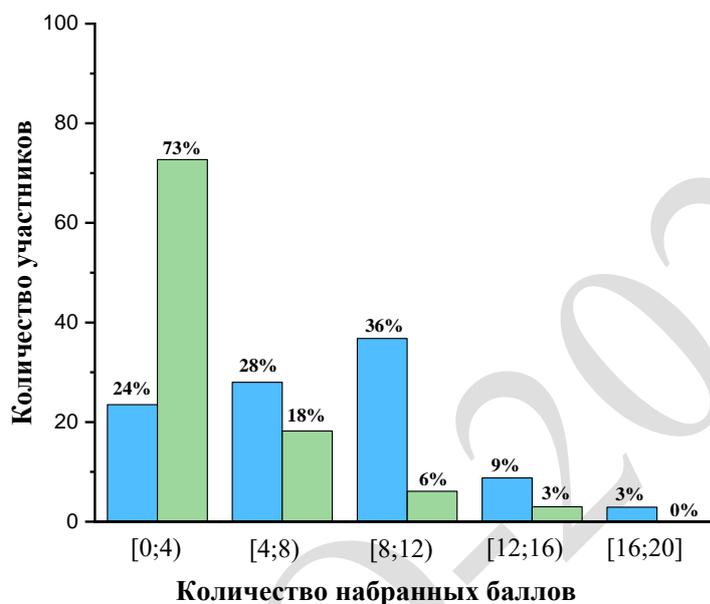


Рисунок 2 — Гистограмма распределения участников по баллам за решение первой экспериментальной задаче: слева (синий цвет) по Санкт-Петербургу, справа (зеленый цвет) по Ленинградской области.

Вторая экспериментальная задача «Лампочка гори!» была по сути, в большей степени, количественным экспериментом. В соответствии с заданием, первоначально школьникам необходимо было построить зависимость относительного удельного сопротивления ρ/ρ_0 от температуры T по исходным данным, приведённым в условии, без каких-либо измерений. Критерии оценивания определяли 2,5 балла за этот этап работы. От школьников требовалось правильно посчитать ρ/ρ_0 по имеющимся данным, правильно построить график, включая выбор масштаба, оформление осей, нанесение точек и т.д. Казалось бы, все участники олимпиады должны были справиться с этим простым этапом задания. Но, в соответствии с критериями, полное количество баллов выставлялось лишь при соблюдении всех требований, описанных в [4], поэтому полные 2,5 балла, к сожалению, получили далеко не все.

Далее решение этой экспериментальной задачи предполагало выполнение действий по алгоритму «подключите – измерьте – вычислите – постройте зависимость – запишите результат». Как оказалось, главной трудностью этого этапа, было неумение работать с мультиметром. Даже указания к работе, приведённые в условии, не предотвратили ошибок, связанных с измерением сопротивления. Измерения в режиме омметра без отсоединения от цепи батарейки приводило к неправильному определению сопротивления «холодной нити» R_0 . Это, в свою очередь, влекло за собой потерю, как минимум, 1 балла за сопротивление, а иногда и более – за неправильное значение других величин, использующих R_0 .

Для исследования зависимости мощности, выделяемой на лампе, от температуры вольфрамовой нити, необходимо было придумать способ нахождения температуры.

Участники должны были определить сопротивление лампы и воспользоваться графиком, построенным в первой части работы. В некоторых работах отсутствовали какие-либо методы определения температуры, участники определяли температуру интуитивно, наугад записывая температурные интервалы.

Сложности были и с вопросами, связанными с расчётом погрешности определяемых величин, определением и учётом приборной погрешности.

Результаты решения второй экспериментальной задачи представлены на рисунке 3.

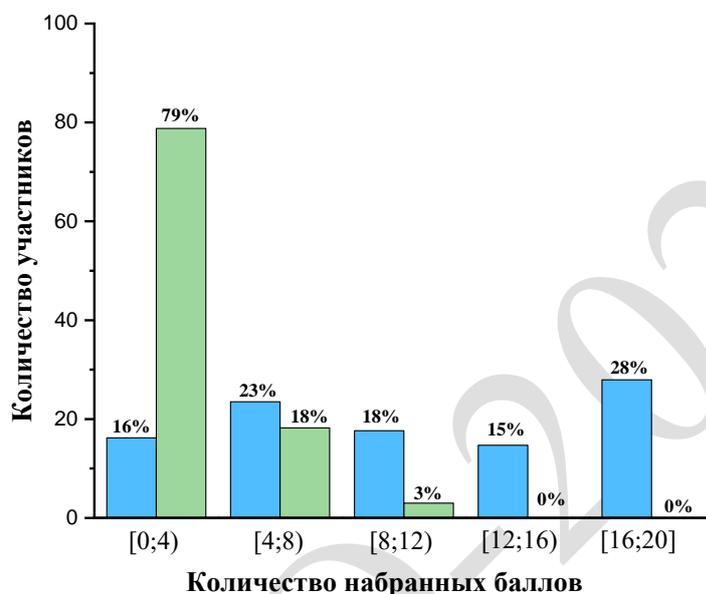


Рисунок 3 — Гистограмма распределения участников по баллам за решение второй экспериментальной задаче: слева (синий цвет) по Санкт-Петербургу, справа (зеленый цвет) по Ленинградской области.

Больше 50 % участников из Санкт-Петербурга набрали 8 и более баллов за решение этой задачи. Один из школьников решил эту задачу полностью с учётом всех требований критериев оценивания, он же получил максимальный балл по итогам решения двух экспериментальных задач. Участники из Ленинградской области с этой экспериментальной задачей не справились. Максимальный полученный балл за эту задачу 9,5. Большинство участников олимпиады не продвинулись в решении дальше первого пункта. В результате 79 % учащихся Ленинградской области получили не более 4 баллов за решение этой задачи. В таблице 1 приведены некоторые данные по результатам решения задач экспериментального тура

Таблица 1
Результаты участников регионального этапа ВсОШ по физике 2024/25 за экспериментальный тур

	Экспериментальный тур	
	Максимальный балл – 40 баллов	
	СПБ	ЛО
<i>Общее количество участников</i>	68	33
<i>Получили 0 баллов за 2 задачи</i>	0	10
<i>Получили 0 баллов за 1 задачу</i>	1	11
<i>Получили максимальный балл за тур</i>	0	0
<i>Получили максимальный балл за 1 задачу</i>	1	0
<i>Получили ≥ 20 баллов за 2 задачи</i>	32	1

Таким образом, анализ итогов практического тура регионального этапа ВсОШ по физике показал, что решение экспериментальных задач вызывают существенные затруднения. Неоднородная подготовка школьников особенно ощущается на региональном этапе олимпиады, где, в отличие от школьного и муниципального этапов, решение экспериментальных задач проводится в рамках отдельного тура. Несмотря на большое количество литературы на тему экспериментальных задач по физике [6-8], у учащихся даже 11 классов наблюдается слабая культура проведения эксперимента, не выработаны устойчивые навыки построения графиков, расчёта погрешностей измеряемых величин. Особенно бросается в глаза резкое отличие результатов олимпиады, в том числе и практического тура, у школьников Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Физика – наука экспериментальная, умение проводить эксперимент и анализировать полученные результаты является важной составляющей физического образования. Недостаточная подготовленность школьников к решению экспериментальных задач наблюдается и у студентов СПбПУ, осваивающих лабораторный практикум в рамках изучения физики на 1 курсе.

Решение этой проблемы авторам видится в увеличении часов на лабораторные занятия по физике в школах; открытие дополнительных олимпиадных сборов на базе региональных вузов с целенаправленным выполнением лабораторных работ; передача комплектов оборудования после проведения ВсОШ в школы для проведения факультативных занятий по экспериментальным задачам; организация курсов повышения квалификации учителей по решению экспериментальных задач.

Список литературы

1. Правила приёма в МФТИ на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата в 2024 году: Утверждено Приказом МФТИ от 31 октября 2023 года № 4246-1(в ред. приказа МФТИ от 25 декабря 2023 г. № 5330-1) //ФГАОУ ВО «МФТИ»: офиц.сайт. URL: https://pk.mipt.ru/bachelor/2024_rules/
2. Правила приема в Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета: Утверждено Приказом НИУ ВШЭ от 17.01.2025 № 6.18-01/170125-10 с изменениями от: 06.02.2025 № 6.18-01/060225-18// НИУ ВШЭ: офиц.сайт. URL: <https://ba.hse.ru/mirror/pubs/share/1016618364>
3. Методические рекомендации по проведению школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по физике в 2024/25 учебном году: в соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников: Утверждено Приказом Министерства просвещения РФ от 27 ноября 2020 г. № 678 «Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников»//Академия талантов: офиц.сайт. URL: <https://olymp.academtalant.ru/vseroschooldocs>
4. Требования к организации и проведению регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в 2024/25 учебном году: в соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников: Утверждено Приказом Министерства просвещения РФ от 27 ноября 2020 г. № 678 «Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников»// Академия талантов: офиц.сайт. URL: <https://olymp.academtalant.ru/regionvseros>
5. Региональный этап Всероссийской олимпиады по физике 27 января 2025г. Задания экспериментального тура: Этапы всероссийской олимпиады школьников в г.Москве: офиц.сайт. URL: https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2024-25/reg/phys/tasks-phys-11-prak-reg-24-25.pdf
6. Замятин М. Ю. Культура построения графиков / М. Ю. Замятин // Потенциал МФИ. — 2018. — № 11. — С.21-30
7. Вергунов А. Ю. Действия с приближенными величинами. Погрешность: учебное издание/ А. Ю. Вергунов, М. Ю. Замятнин — Физтех лицей им. С. П. Капицы: 2021. — 37 с.
8. Лукьянов А. А. Экспериментальная физика. 8 класс/ А. А. Лукьянов — М.: МФТИ, 2019. — 126 с.

References

1. Pravila priema v MFTI na obuchenie po obrazovatel'nym programmam vysshego obrazovaniia – programmam bakalavriata v 2024 godu: Utverzhdeno Prikazom MFTI ot 31 oktiabria 2023 goda № 4246-1 (v red. prikaza MFTI ot 25 dekabria 2023 g. № 5330-1) //FGAOU VO «MFTI»: ofits.sait. URL: https://pk.mipt.ru/bachelor/2024_rules/
2. Pravila priema v Natsional'nyi issledovatel'skii universitet «Vysshiaia shkola ekonomiki» dlia postupaiushchikh na obuchenie po obrazovatel'nym programmam vysshego obrazovaniia –programmam bakalavriata, programmam spetsialiteta: Utverzhdeno Prikazom NIU VSHE ot 17.01.2025 № 6.18-01/170125-10 s izmeneniami ot: 06.02.2025 № 6.18-01/060225-18// NIU VSHE: ofits.sait. URL: <https://ba.hse.ru/mirror/pubs/share/1016618364>
3. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniiu shkol'nogo i munitsipal'nogo etapov vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov po fizike v 2024/25 uchebnom godu: v sootvetstvii s Poriadkom provedeniia vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov: Utverzhdeno Prikazom Ministerstva prosveshcheniia RF ot 27 noiabria 2020 g. № 678 «Ob utverzhdenii Poriadka provedeniia vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov»//Akademiia talantov: ofits.sait. URL: <https://olymp.academtalant.ru/vserosschooldocs>
4. Trebovaniia k organizatsii i provedeniiu regional'nogo etapa vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov v 2024/25 uchebnom godu: v sootvetstvii s Poriadkom provedeniia vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov: Utverzhdeno Prikazom Ministerstva prosveshcheniia RF ot 27 noiabria 2020 g. № 678 «Ob utverzhdenii Poriadka provedeniia vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov»// Akademiia talantov: ofits.sait. URL: <https://olymp.academtalant.ru/regionvseros>
5. Regional'nyi etap Vserossiiskoi olimpiady po fizike 27 ianvaria 2025g. Zadaniia eksperimental'nogo tura: Etapy vserossiiskoi olimpiady shkol'nikov v g.Moskve: ofits.sait. URL: https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2024-25/reg/phys/tasks-phys-11-prak-reg-24-25.pdf
6. Zamiatin M. IU. Kul'tura postroeniia grafikov / M. IU. Zamiatin // Potentsial MFI. — 2018. — № 11. — S.21-30
7. Vergunov A. IU. Deistviia s priblizhennymi velichinami. Pogreshnost': uchebnoe izdanie/ A. IU. Vergunov, M. IU. Zamiatin — Fiztekh litsei im. S.P. Kapitsy: 2021. — 37 s.
8. Luk'ianov A. A. Eksperimental'naia fizika. 8 klass/ A. A. Luk'ianov — M.: MFTI, 2019. — 126 s.

**ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОЕКТОВ «СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ» И
«ГЕРЦЕНОВСКАЯ СРЕДА»**

Хинич Иосиф Исаакович

доктор педагогических наук, профессор, khinitch@gmail.com

Тимофеева Ирина Олеговна

кандидат физико-математических наук, доцент, timof-ira@yandex.ru

Пронин Владимир Петрович

доктор физико-математических наук, профессор, pronin.v.p@yandex.ru

Родионов Дмитрий Сергеевич

кандидат физико-математических наук, директор, dsrodionov@bk.ru

Провоторов Павел Сергеевич

инженер, p.provotorov95@yandex.ru

Яковлев Максим Юрьевич

аспирант, yakovlev.max2000@yandex.ru

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

Представлен опыт реализации институтом физики РГПУ им. А. И. Герцена двух профориентационно-образовательных проектов «Современные достижения науки и техники» и «Герценовская среда». Сопоставление проектов позволяет выявить и проанализировать как их общие моменты, так и их различия. Одним из завершающих этапов обоих проектов является организация итоговой конференции, на которой учащиеся защищают свои работы перед участниками конференции и компетентным жюри. Важным отличием проектов является то обстоятельство, что к выполнению проекта «Герценовская среда» не привлекаются школьные учителя. Приведены примеры ученических исследовательских работ, при выполнении которых учащиеся проходят через основные этапы, присущие реальным научным исследованиям.

Ключевые слова

Профориентация, популяризация науки, образовательный проект, ученическая исследовательская работа.

**EXPERIENCE IN IMPLEMENTING CAREER GUIDANCE AND
EDUCATIONAL PROJECTS “MODERN ACHIEVEMENTS OF SCIENCE AND
TECHNOLOGY” AND “HERZEN’S WEDNESDAY”**

Khinich Iosif I.

Dr. pedagogical sciences, professor, khinitch@gmail.com

Timofeeva Irina O.

Ph.D. physical and mathematical sciences, docent, timof-ira@yandex.ru

Pronin Vladimir P.

Dr. physical and mathematical sciences, professor, pronin.v.p@yandex.ru

Rodionov Dmitry S.

Ph.D. physical and mathematical sciences, director, dsrodionov@bk.ru

Provotorov Pavel P.

Engineer, p.provotorov95@yandex.ru

Yakovlev Maxim Yu.

PhD student, yakovlev.max2000@yandex.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

The article presents the experience of two career guidance and educational projects implemented by the Institute of Physics at the Herzen State Pedagogical University of Russia: "Modern Achievements of Science and Technology" and "Herzen's Wednesday". A comparison of the projects allows identifying and analyzing both their common features and differences. One of the final stages of both projects is the organization of a final conference where students defend their works in front of conference participants and a competent jury. An important difference between the projects is that school teachers are not involved in the implementation of the "Herzen's Wednesday" project. The article also provides examples of student research projects, where students go through the stages of real scientific research.

Keywords

Career guidance, popularization of science, educational project, school student research work.

Профориентационная работа с учащимися старших классов является одним из важных направлений деятельности любого вуза, стремящегося оставаться конкурентоспособным в современном мире. Грамотная организация работы со школьниками обеспечивает их предпрофильную и профильную подготовку и позволяет повысить мотивацию к продолжению образования в данном вузе.

В институте физики Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена уже в течение 14 лет реализуется научно-образовательный проект «Современные достижения науки и техники», который объединяет потенциал преподавателей университета, школьных учителей физики, других естественнонаучных дисциплин и учащихся старших классов [1-2]. Такое сотрудничество направлено на выполнение ученических исследовательских работ и способствует привлечению внимания к Герценовскому университету, вовлечению молодежи в науку через развитие интереса к исследовательской работе, изобретательству и техническому творчеству.

В течение каждого года проведения образовательного проекта в его мероприятиях участвовали десятки преподавателей и сотни учащихся старших классов различных образовательных учреждений Санкт-Петербурга и других регионов. Участвуя в данном проекте, школьники проживают все стадии реального экспериментального исследования: формулирование проблемы, ознакомление с литературой; обоснование актуальности выбранной темы; выдвижение гипотезы; постановка цели и конкретных задач исследования; выбор методов проведения исследования; выполнение эксперимента; обсуждение результатов исследования; формулирование выводов и оценка полученных результатов; представление работы на итоговой конференции; подготовка публикации. Таким образом, у них формируются универсальные знания, умения и навыки учебно-исследовательской и проектной деятельности, что в дальнейшем будет способствовать их профессионализации и самореализации. Важным аргументом для участия в проекте является возможность получения всеми призерами конференции-конкурса 10 дополнительных баллов к ЕГЭ при поступлении в РГПУ им. А. И. Герцена.

Другим направлением профориентационной работы, проводимой институтом физики РГПУ им. А. И. Герцена, является профориентационно-образовательный проект «Герценовская среда» для учащихся 10-ых и 11-ых психолого-педагогической классов. Проект реализуется уже второй учебный год, он организован университетским Центром по работе с талантливой молодежью и абитуриентами для всех направлений подготовки, в том числе и для института физики. С другой стороны, возможность организации проекта обуславливается договорами университета со всеми школами Санкт-Петербурга, имеющими психолого-педагогические классы.

Проект проходит 2 раза в год – осенью и весной, каждый раз он несколько модернизируется. Проект начинается с набора слушателей из разных школ города и реализуется в университете в 2 этапа (2 модуля), на каждый из которых отводится примерно равное число часов. Первый этап – психолого-педагогический с общей программой, одинаковой для всех слушателей. Последнее занятие первого этапа посвящено заочному знакомству слушателей с индивидуальными учебно-исследовательскими заданиями на базе всех факультетов и институтов Герценовского университета. Материалы для этого знакомства подразделения готовят самостоятельно. На основе этих материалов школьники и выбирают факультет, институт.

Второй этап проекта предусматривает 5 занятий по средам по 3 часа. В институте физики на первом занятии организаторы проекта знакомят школьников с предлагаемыми им направлениями исследовательской деятельности, с используемой при этом аппаратурой. Приведем для примера 4 направления исследований, предложенных два последних раза:

- микро- и нанобъекты (знакомство с возможностями электронной микроскопии для изучения рельефа поверхности и элементного состава поверхностных слоев);
- математическое моделирование физических явлений (знакомство с методами вычислительной физики для создания моделей физических явлений; проведение компьютерного эксперимента);
- исследование свойств материалов (знакомство с основными методами спектрального анализа)
- знакомство с методами дистанционного зондирования Земли.

По окончании первого занятия учащиеся должны определиться с направлением своего исследовательского проекта и получить от руководителей домашнее задание по подготовке к выполнению работы. Следующие три занятия посвящены собственно выполнению исследования, обсуждению его результатов и подготовке материалов для выступления о проделанной работе.

Итоговое мероприятие второго этапа профориентационно-образовательного проекта «Герценовская среда» проходит на пятом занятии в виде конференции, на которой школьники выступают с докладами перед компетентным жюри из ведущих сотрудников института физики. Во время докладов члены жюри оценивают их по широкому кругу критериев: выбор темы, полнота ее раскрытия, творческий подход, качество презентации, соблюдение регламента, правильность ответов на вопросы. Максимальный балл для оценки каждого докладчика любым членом жюри выбран равным 20.

После конференции подсчитывается средний балл, полученный каждым участником проекта. Количество дополнительных баллов к ЕГЭ при поступлении в РГПУ им. А. И. Герцена для этого проекта унифицировано Центром по работе с талантливой молодежью и абитуриентами – 50 % от максимальной оценки соответствует 5 дополнительным баллам, 75 % – 10 дополнительным баллам.

Сделаем небольшой обзор наиболее интересных работ, представленных учащимися на итоговой конференции. Первым направлением исследовательской деятельности учащихся является анализ электронно-микроскопических изображений

нанообъектов. Сначала учащиеся знакомятся с принципами исследований на сканирующем электронном микроскопе, позволяющем наблюдать поверхностную структуру нанообласти и ее элементный состав. Знакомятся и с основами получения высокого вакуума, необходимого для проведения таких исследований. Объекты, которые чаще всего выбираются для учащихся – биологические, обладающие наибольшей наглядностью. Увидеть то, что скрыто в повседневной жизни от глаз человека, интересно исследователю в любом возрасте. В качестве примера рассмотрим изучение строения глаз разных насекомых в зависимости от особенностей их жизнедеятельности. Учащиеся сталкиваются еще и с тем обстоятельством, что поверхности биологических объектов обычно непроводящие и при их исследовании в электронном микроскопе они должны покрываться очень тонким проводящим слоем толщиной десятки атомных слоев.

На рис. 1 представлено электронно-микроскопическое изображение глаза мухи. оно позволяет определить количество и площадь фасеток. При сравнении глаз мухи и таракана была высказана гипотеза, что у таракана, ведущего ночной образ жизни, должны быть лучше развиты органы зрения. Оказалось, что у таракана количество фасеток значительно меньше, чем у мухи, однако они крупнее и суммарная площадь глаза больше, чем у мухи.

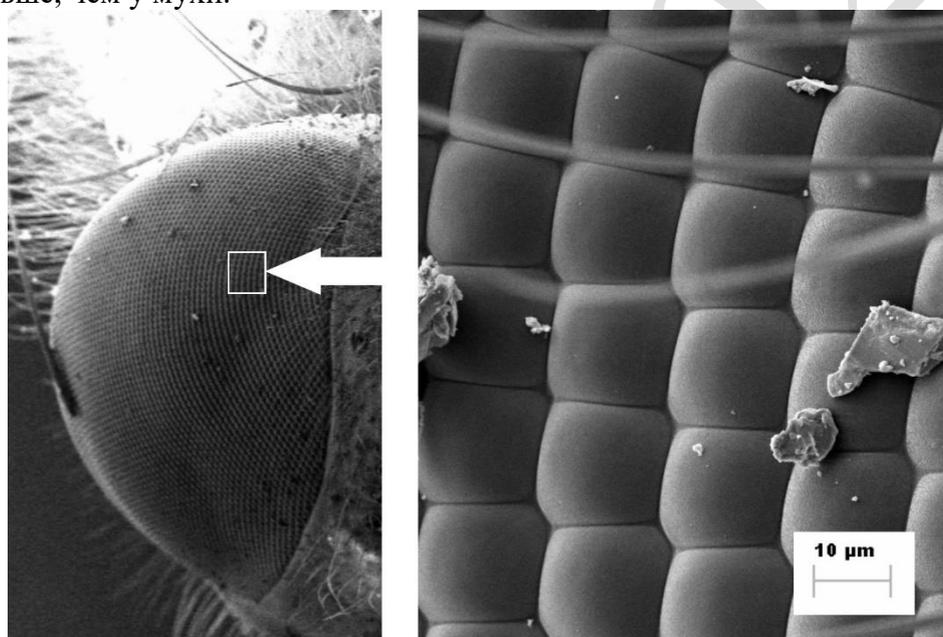


Рисунок 1 —Электронно-микроскопическое изображение глаза мухи

Другое направление исследований связано с методами дистанционного зондирования Земли, учащиеся знакомятся с принципами метода и его возможностями. Конкретным примером ученической исследовательской работы может быть изучение проблемы выращивания сельскохозяйственных культур в засушливых районах мира, например, в Саудовской Аравии. Удобно такие исследования проводить на основе распределения вегетационного индекса NDVI – количественного показателя состояния и плотности растительности, вычисляемого по разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазонах.

Для решения этой задачи учащиеся должны написать программу получения нужных изображений с сервера Google Earth Engine. Выбираются такие параметры, как локация, период наблюдения, разрешение, процент облачности и другие. Эта же программа выполняет нужную визуализацию изображений, в частности и в индексе NDVI, а также может отфильтровывать пиксели, соответствующие разным интервалам индекса, вычислять долю тех или иных пикселей в исследуемом кадре (рис. 2).

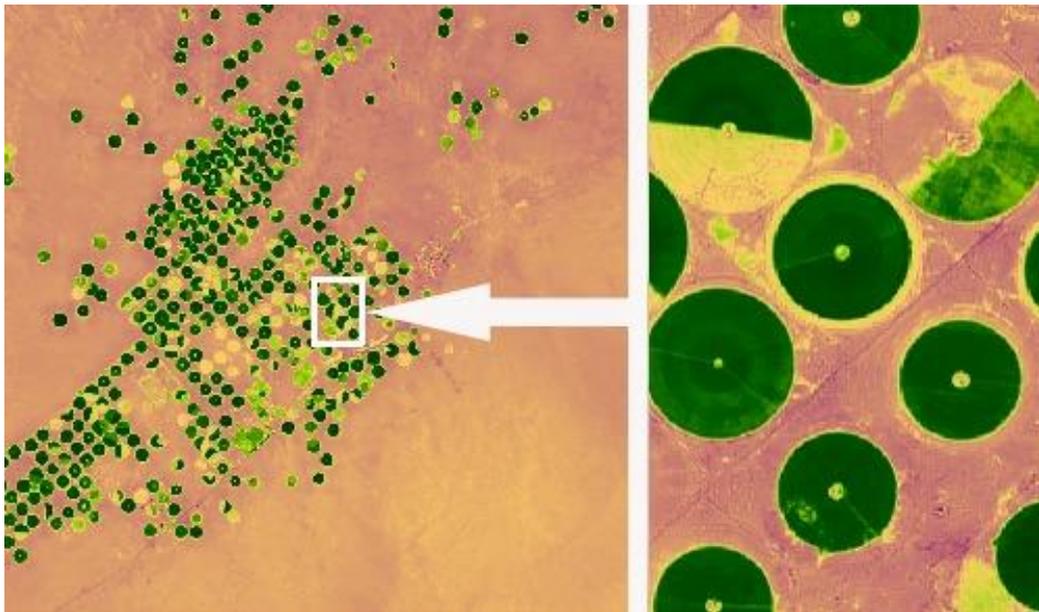


Рисунок 2 — Распределение индекса NDVI вблизи города Меегова в Саудовской Аравии

На приведенном снимке более темные области соответствуют значениям индекса, близким к 1 – здоровые растения. Круглая форма темных областей говорит об особенностях используемой ирригационной системы, размер этих областей порядка 100 м. В рамках выполняемой исследовательской работы школьникам может быть предложено рассчитать и долю площадей темных и серых участков, серым областям соответствует меньшая плотность растительности. Можно сравнить сельскохозяйственные площади в разных районах страны.

В качестве третьего примера расскажем о возможностях методов вычислительной физики для создания моделей физических явлений. Так, рассмотрим моделирование поведения поплавка, полностью погруженного в жидкость с момента его освобождения от удерживающей силы. Для решения этой задачи учащиеся должны построить математическую модель исследуемого явления, она основывается на известном школьникам втором законе Ньютона и предполагает учёт трех сил – силы тяжести, силы Архимеда и силы сопротивления среды, модуль которой можно считать пропорциональным скорости. Форму поплавка удобно выбирать такой, чтобы зависимость объёма погруженной части тела от глубины погружения была линейной, например, в виде цилиндра. Тогда уравнения имеют вид:

$$m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = -kv - \rho g S x - mg \quad \text{и} \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} = v,$$

где x – длина погруженной в жидкость части поплавка, m – масса поплавка; g – ускорение свободного падения; k – коэффициент сопротивления среды; ρ – плотность среды; S – площадь основания поплавка.

Важным аспектом моделирования является выбор параметров и определение начальных условий. Здесь учащимся предлагается самостоятельно найти информацию о характерных параметрах задачи, таких как масса и размеры поплавка, плотность жидкости, коэффициент сопротивления.

На следующем этапе участникам было необходимо составить алгоритм, позволяющий провести вычислительный эксперимент на компьютере. Для этого они знакомятся с методом разностной аппроксимации, а для численного решения – с математическим пакетом Octave, элементами программирования и составляют программу, реализующую полученный алгоритм решения уравнения.

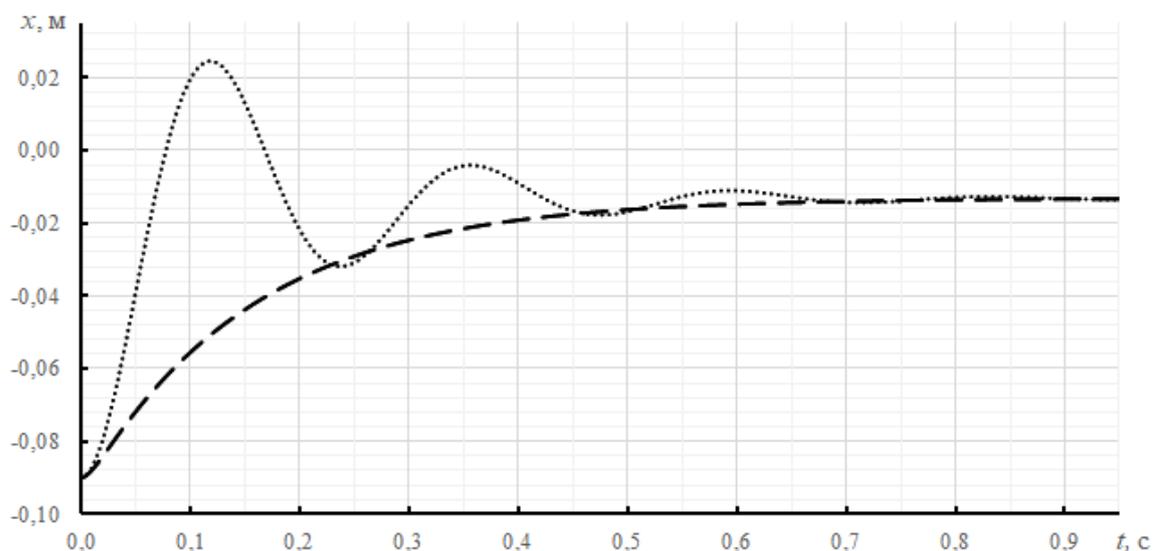


Рисунок 3 — Зависимости глубины погружения поплавок от времени для двух коэффициентов сопротивления среды: $k = 0,05$ кг/с – точки; $k = 0,5$ кг/с – пунктир

В заключение учащиеся анализируют полученные данные о поведении системы в зависимости от используемых параметров. При $k = 0$ поплавок совершает незатухающие колебания около положения равновесия, при $k = 0,05$ кг/с колебания быстро затухают, а в случае $k = 0,5$ кг/с поплавок плавно движется к своему положению равновесия. Таким образом, выполнив данное проектное задание, учащиеся проходят через основные этапы, присущие реальным научным исследованиям.

Как видно, оба реализуемых в институте физики профориентационно-образовательных проекта имеют и общие черты, и различия.

Существенным отличием проекта «Герценовская среда» является исключение участия учителя предметника из проводимого обучающимся исследованием. Нам представляется, что учитель мог бы быть консультантом наравне с преподавателями, сотрудниками и студентами университета, которые реализуют второй модуль (этап). Такое взаимодействие будет положительным не только для ученика, но и для учителя. Обучающийся обычно участвует только в одном проекте, в течение только одного полугодия, а учитель принимал бы участие периодически. Соответственно, он мог бы координировать более сложное и длительное исследование, результатом которого могло бы стать учебно-методическое пособие или справочный материал для уроков.

Другим отличием проекта «Герценовская среда» является то, что он ориентирован на психолого-педагогические классы; школьники, обучающиеся в них, в дальнейшем уже планируют продолжить обучение в стенах Герценовского университета по разным направлениям. Поэтому, по нашему мнению, на предметный (вариативный) модуль должно быть выделено несколько больше часов, чем на общий, что позволит школьникам глубже изучить проблему, расширить свои знания в выбранном направлении.

В заключение отметим, что основными задачами, которые решаются реализацией обоих обсуждаемых профориентационно-образовательных проектов «Современные достижения науки и техники» и «Герценовская среда», являются:

- популяризация современных научно-технических достижений;
- профориентация учащихся к изучению естественнонаучных дисциплин, в частности физики, и к поступлению на естественнонаучные факультеты;
- выявление в раннем возрасте способностей к научно-техническому творчеству;

•повышение количества обучающихся, вовлеченных в научно-техническую деятельность;

•ознакомление участников проектов с современными методами и средствами исследования, формирование у них практических навыков экспериментальной работы с современным наукоемким оборудованием;

•формирование навыков использования современных информационных и коммуникативных ресурсов для решения учебных и научно-исследовательских задач.

Список литературы

1. Технологии дистанционного зондирования Земли при выполнении ученических исследовательских проектов. / И. И. Хинич, Д. С. Родионов, В. П. Пронин, И. О. Попова // Физика в школе. – 2022. – № 2. – С. 30-35.
2. Хинич И. И. Образовательная практика: «Современные достижения науки и техники» / И. И. Хинич, И. О. Попова // Образовательные практики технологической направленности. Всероссийский конкурс образовательных практик для НТИ / Ассоциация участников технологических кружков. – Москва, 2019. – С. 92-101.

References

1. Technologies of remote sensing of the Earth in the implementation of student research projects. / I. I. Khinich, D. S. Rodionov, V. P. Pronin, I. O. Popova // Physics at school. – 2022. – № 2. – pp. 30-35.
2. Khinich I. I. Educational practice: "Modern achievements of science and technology" / I. I. Khinich, I. O. Popova // Educational practices of technological orientation. All-Russian competition of educational practices for STI / Association of participants of technological circles. – Moscow, 2019. – pp. 92-101.

ОБНОВЛЕНИЕ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА УРОВНЕ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Шалденков Никита Юрьевич
аспирант, nik.shaldenkov@yandex.ru

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки. Мойки, д. 48

Аннотация

В статье поднимается проблема исследования процесса обновления физического эксперимента на уровне основного общего образования как отдельного организационно-методического феномена. Делается вывод о том, что понятие обновления школьного физического эксперимента имеет множество возможных трактовок, что, в свою очередь, затрудняет обоснование выбора способа обновления эксперимента и может приводить к необоснованной трате ресурсов. Для решения этой проблемы предлагается сформировать общий подход к трактовке понятия обновления школьного физического эксперимента. Рассматривается возможная структура и методологические основы уточнения такого подхода, обозначается возможная сфера его практического применения.

Ключевые слова

Основное общее образование, физическое образование, обновление учебного физического эксперимента, способы обновления учебного физического эксперимента, субъект и объект обновления учебного эксперимента по физике, классификация способов обновления учебного физического эксперимента.

UPDATING THE SCHOOL PHYSICS EXPERIMENT AT THE PRIMARY SCHOOL LEVEL: THEORETICAL ASPECTS OF THE STUDY

Shaldenkov Nikita Y.
graduate student, nik.shaldenkov@yandex.ru

Herzen State Pedagogical University of Russia, 191186, Russian Federation, Saint-Petersburg, River Moika emb., 48

Abstract

The article raises the problem of studying the process of updating a physical experiment at the level of basic general education as a separate organizational and methodological phenomenon. It is concluded that the concept of updating a school physics experiment has many possible interpretations, which, in turn, makes it difficult to justify the choice of a method for updating an experiment and may lead to an unreasonable waste of resources. To solve this problem, it is proposed to form a general approach to understanding the concept of updating a school physics experiment. The possible structure of such an approach and the methodological basis for its refinement are considered, and the possible scope of its practical application is outlined.

Keywords

Basic education, physical education, updating of an educational physical experiment, ways of updating an educational physical experiment, the subject and object of updating an educational experiment in physics, classification of ways of updating an educational physical experiment.

Эксперимент традиционно считается важнейшей частью обучения физике в основной школе [1,3,7]. Однако периодически возникает необходимость его обновления, которое может подразумевать целый ряд совершенно разных аспектов (способов обновления), среди которых выделяются:

- замена выходящего из строя или устаревающего оборудования;
- внедрение новых приборов в школьный физический эксперимент;
- внедрение изменений в технику и технологию учебного физического эксперимента;
- изменение педагогических подходов к внедрению эксперимента в обучение физике;
- изменение образовательных результатов, планируемых к достижению посредством применения физического эксперимента;
- совершенствование методов оценки эффективности использования физического эксперимента в образовательном процессе, его влияния на успеваемость и мотивацию учащихся;
- внесение изменений в конструкцию учебных физических приборов;
- изменение содержания учебного физического эксперимента (внедрение новых опытов в обучение физике).

Вместе с тем, от целесообразности выбранного способа обновления эксперимента с точки зрения методики обучения физике, зависит то, как, в результате, будет меняться степень достижения учащимися планируемых образовательных результатов. Ввиду наличия широких межпредметных связей и значительного воспитательного потенциала школьного физического эксперимента, речь идет не только о предметных, но также о личностных и метапредметных результатах освоения образовательной программы, предусмотренной актуальными образовательными стандартами (ФГОС ООО).

С другой стороны, внесение изменений в определенные аспекты школьного физического эксперимента (ШФЭ), например, изменение сложности экспериментальной установки, может привести к изменению трудозатрат учителя. Причем они могут как уменьшиться, так и увеличиться.

Эти и другие наблюдения подчеркивают важность последовательного научного обоснования выбираемых способов обновления учебного физического эксперимента.

Вместе с тем осуществлять различные способы обновления учебного эксперимента на практике могут разные субъекты: от отдельного учителя или образовательной организации до определенной совокупности образовательных организаций, ученых или же научных институтов.

Отметим, что у учителя, как и у руководства образовательных организаций часто нет времени, чтобы провести полноценное исследование, позволяющее определить степень соответствия того или иного способа обновления школьного физического эксперимента поставленной цели. Последнее может привести и к напрасной трате ресурсов.

Множественность трактовок понятия «обновление» применительно к рассматриваемой проблематике, дополнительно затрудняет обоснование выбора того или иного способа обновления физического эксперимента в основной школе.

Таким образом, значительную актуальность приобретает формирование готовых решений, упрощающих определение степени соответствия того или иного способа обновления ШФЭ той цели цели, на достижение которой нацелено его обновление. К характеристикам таких решений правомерно отнести такие основные требования, как максимально возможные простота и универсальность.

Универсальный алгоритм действий здесь разработать затруднительно ввиду того, что выбирать способ обновления учебного физического эксперимента могут разные субъекты. Каждый при этом ставит перед собой разные цели и решает проблемы разного уровня сложности. Аналогичные рассуждения приводят к соображению, что и технологию здесь формировать нецелесообразно.

Наиболее простым и гибким решением обозначенной проблемы может стать *формирование теоретически обоснованного подхода к пониманию феномена обновления учебного физического эксперимента на уровне основной школы.*

Предлагаемый подход подразумевает введение ряда новых понятий и включает:

1. определение понятия обновления физического эксперимента на уровне основной школы, учитывающее многообразие его способов;
2. определение понятий «субъект обновления» и «объект обновления» применительно школьному физическому эксперименту;
3. классификацию способов обновления школьного физического эксперимента по субъекту обновления.

Прокомментируем перечисленные составляющие предлагаемого подхода.

Обновление физического эксперимента на уровне основной школы — это, осуществляемый на уровне основного общего образования, процесс внесения изменений в те или иные аспекты учебного физического эксперимента, среди которых основными являются:

- состав, количество и содержание учебных опытов по физике;
- оборудование физического кабинета, применяемое в ходе учебных экспериментов (опытов);
- методы и техники проведения учебного физического эксперимента;
- педагогические подходы к внедрению экспериментов в обучение физике;
- образовательные результаты, достижение которых планируется посредством применения школьного физического эксперимента;
- способы оценки влияния школьного физического эксперимента на достижение обучающимися планируемых образовательных результатов.

Субъект обновления школьного физического эксперимента (СО) — это лицо, группа лиц или организация, осуществляющая обновление школьного физического эксперимента.

Субъектами обновления школьного физического эксперимента могут являться учитель физики, школа, группа школ, научные институты, система образования в целом.

Объект обновления школьного физического эксперимента (ОО) — это аспект школьного физического эксперимента, в который вносятся изменения в процессе обновления.

Основные объекты обновления школьного физического эксперимента выделены нами выше в определении обновления физического эксперимента на уровне основной школы.

Основанием для классификации способов обновления физического эксперимента в основной школе предлагается считать именно субъект обновления, так как от него зависит объем изменений, которые могут быть внесены в те или иные аспекты ШФЭ и их охват. Таким образом *действующий субъект определяет возможный масштаб обновления школьного физического эксперимента.*

Такую классификацию мы планируем сформировать в следующих публикациях.

Однако, уже сейчас можно выделить некоторые направления, в которых может действовать учитель, как субъект обновления школьного физического эксперимента.

1. Изготовление некоторых демонстрационных приборов. В качестве примера можно привести изготовление шара Паскаля из подручных средств или сборку генератора и индикатора для учебных опытов с электромагнитным излучением, предложенных в трудах В. В. Майера, Е. И. Вараксиной, И. А. Васильева [8].

2. Совершенствование методов и техник проведения школьного физического эксперимента.

3. Изменение педагогических подходов к внедрению физического эксперимента в свои уроки: например, переход от применения эксперимента в качестве иллюстрации явления к использованию его в качестве основы для проблемного обучения.

4. Изменение содержания или специфики образовательных результатов, достижение которых планируется посредством применения школьного физического эксперимента. Например, смещение акцента в область формирования методологического компонента физического образования [4,5].

5. Изменение способов и критериев оценки учебного физического эксперимента, как деятельности школьников.

Помимо перечисленных направлений совершенствования физического эксперимента в рамках работы учителя возможны и другие, которые также предстоит соответствующим образом классифицировать. Важно также проводить и дополнительные, более глубокие исследования этих направлений [1,2]. В дальнейшем, следует создать похожее подробное описание способов обновления школьного физического эксперимента для всех основных субъектов обновления. Эти описания войдут в предлагаемую классификацию способов обновления школьного физического эксперимента по субъекту обновления.

Считаем также, что после завершения формирования предлагаемого подхода, на его основе следует сформировать наглядную модель обновления физического эксперимента в основной школе. На основе такой модели, в случаях, где предлагаемый подход не позволяет субъекту обновления напрямую определить степень соответствия того или иного способа обновления эксперимента поставленной цели, могут формироваться вспомогательные методические рекомендации.

Однако для формирования такой модели и создания методических рекомендаций на её основе требуется более подробное исследование специфики обновления физического эксперимента на уровне основного общего образования. Важно выбрать методологическую основу таких исследований. Предположительно, в качестве такой основы может выступать, выделенная и описанная Е. И. Вараксиной, последовательность основных этапов исследования учебного физического эксперимента: дидактический; физический; технический; методический; педагогический [1].

При этом следует отметить, что обозначенная последовательность этапов разрабатывалась для учебного физического эксперимента, который понимается как деятельность обучающихся по созданию условий и выполнению физического опыта, получению и анализу экспериментального результата [1,7].

Мы же рассматриваем физический эксперимент на уровне основной школы в несколько более общем смысле [2,3,6,9], включая в это понятие аспекты, в значительной степени перечисленные выше, в том числе, связанные с деятельностью учителя, изменением подходов к внедрению эксперимента в обучение физике и т.д.

В заключение приведем основные выводы.

1. Понятие обновления школьного физического эксперимента имеет множество возможных интерпретаций, что затрудняет обоснование выбора метода обновления эксперимента и может привести к необоснованной трате ресурсов.

2. Для решения этой проблемы предлагается сформировать общий подход к пониманию феномена обновления школьного физического эксперимента.
3. Выявлены основные структурные составляющие предлагаемого подхода (определения понятий обновления ШФЭ, субъекта и объекта обновления ШФЭ и классификация способов обновления ШФЭ по субъекту обновления).
4. Создание предложенной классификации требует дополнительного исследования специфики обновления ШФЭ на уровне основного общего образования.
5. На основе предлагаемого подхода предполагается формирование модели обновления физического эксперимента в основной школе. Такая модель позволит облегчить выбор наиболее целесообразных способов обновления эксперимента в ситуациях, возникающих на уровне основной школы.

Список литературы

1. Вараксина Е. И. Основные этапы научного исследования учебного физического эксперимента / Е. И. Вараксина // Учебная физика. — 2022. — № 3. — С. 61-67. — EDN GKFNGK.
2. Вараксина Е. И. Методология научного исследования учебного физического эксперимента: монография / Е. И. Вараксина. — Москва : ФЛИНТА, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-9765-5121-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292514> (дата обращения: 07.12.2024). — Режим доступа: для авторизованных пользователей.
3. Горячкин Е. Н. Методика преподавания физики в семилетней школе. Том 2. Методика и техника физического эксперимента: учебник / Е. Н. Горячкин; данные о редакторе и учреждении не указаны. — М.: Учпедгиз, 1948. — 528 с.: иллюстрации.
4. Комаров Б. А. Методологический компонент содержания физического образования. Реализация в современном образовательном процессе // Физика в школе. — 2021. — № 6. — С. 8—19. EDN: ХКВТКУ
5. Комаров Б. А. Формирование и использование методологического компонента школьного физического образования / Б. А. Комаров // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27—30 июня 2023 года. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. — С. 666-671. — EDN STOFKQ.
6. Лысова Н. Н. Урок физики в современной школе: физический эксперимент / Лысова Н. Н. // Научный лидер. — 2022. — №50 (95). URL: <https://scilead.ru/article/3502-urok-fiziki-v-sovremennoj-shkole-fizicheskij> (дата обращения: 25.02.2025)
7. Майер В. В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования: специальность 13.00.02 Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) : дис. ... д-ра пед. наук. / Майер В. В.. — Глазов, 2000. — 409 с. — EDN NLVCLL.
8. Майер В. В. Генератор и индикатор для учебных опытов с электромагнитным излучением / В. В. Майер, Е. И. Вараксина, И. А. Васильев // Учебная физика. — 2022. — № 3. — С. 34-40. — EDN TQYEII.
9. Никифоров Г. Г. Обновление методики изучения физики на основе научного метода и самостоятельных экспериментальных исследований учащихся / Г. Г. Никифоров, А. Ю. Пентин, Г. М. Попова // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций : Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции, Москва, 08–10 февраля 2018 года / Под ред. А. С. Обухова. Том 1. — Москва: Межрегиональное общественное движение творческих педагогов "Исследователь", 2018. — С. 173-184. — EDN YQULJB.

References

1. Varaksin E. I. The main stages of scientific research of educational physical experiment. [J. — 2022. — № 3. - With. 61-67. — EDN GKFNGK.
2. Varaksina E. I. Metodologiya nauchnogo issledovaniya uchebnogo fizicheskogo eksperimenta : monografiya [Methodology of scientific research of educational physical experiment: monograph]. - Moscow : FLINT, 2022. - 192 p. — ISBN 978-5-9765-5121-3. - Text : electronic // Lan: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/292514> (accessed: 07.12.2024). - Access mode: for authorized users.

3. Goryachkin E. N. Methods of teaching physics in a seven-year school. Volume 2. Metodika i tekhnika fizicheskogo eksperimenta: uchebnik [Methods and techniques of physical experiment: textbook]. - M.: Uchpedgiz, 1948\ — - 528 p.: illustrations.
4. Komarov B. A. Methodological component of the content of physical education. Realizatsiya v sovremennom obrazovatel'nom protsesse [Implementation in the modern educational process]. — 2021. — № 6. — From. 8—19. EDN: XKBTKU
5. Komarov B. A. Formirovanie i ispol'zovanie metodologicheskogo komponenta shkolnogo fizicheskogo obrazovaniya [Formation and use of the methodological component of school physical education]. Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya (FSSO-2023): Materials of the XVII International Conference, St. Petersburg, June 27-30, 2023. Saint-Petersburg: Russian State Pedagogical University named after V. I. Abramovich. A. I. of Herzen, 2023. — From. 666-671. — EDN STOFKQ.
6. Lysova N. N. Physics lesson in a modern school: a physical experiment / N. Lysova. // Scientific leader. — 2022. — №50 (95). URL: [https://scilead.ru/article/3502-urok-fiziki-v-sovremennoj-shkole-fizicheskij-\(data-obrasheniya:25.02.2025\)](https://scilead.ru/article/3502-urok-fiziki-v-sovremennoj-shkole-fizicheskij-(data-obrasheniya:25.02.2025))
7. Mayer V. V. Elements of educational physics as a basis for organizing the process of scientific knowledge in the modern system of physical education: specialty 13 .00 .02 Theory and methodology of teaching and upbringing (by areas and levels of education): dis. ... Dr. ped. sciences. / Mayer V. W.. - Glazov, 2000. — 409 s. — EDN NLVCLL.
8. Mayer V. V. Generator and indicator for educational experiments with electromagnetic radiation / Mayer, E. I. Varaksina, I. A. Vasiliev // Uchebnaya fizika. – 2022. — № 3. — From. 34-40. — EDN TQYEII.
9. Nikiforov G. G. Updating the methodology for studying physics based on the scientific method and independent experimental studies of students. Nikiforov, A. Y. Pentin, G. M. Popova // Scientific and practical education, research training, STEAM education: new types of educational situations: Collection of reports of the IX International Scientific and Practical Conference, Moscow, February 08-10, 2018 / Ed. by. A. S. Obukhov. Volume 1. Moscow: Inter-regional Public Movement of Creative Teachers "Researcher", 2018. - From. 173-184. — EDN YQULJB.