

Уважаемые читатели!

Подписка на электронные версии журналов не дает подписчику права на их дальнейшее распространение без письменного согласия правообладателя. Любое распространение подписчиками электронной версии запрещается. ООО «Школьная Пресса» является правообладателем всех редакционных материалов, опубликованных в печатных СМИ и (или) размещенных в интернет-проектах соответствующих СМИ, кроме материалов, в содержании которых имеется ссылка на другого правообладателя. Продолжив работу с электронной версией, вы тем самым соглашаетесь с вышеизложенным.



научно-методический журнал

ISSN 0130-5522

4 2023

ФИЗИКА В ШКОЛЕ

О методологической культуре учителя физики

**Экспериментальные задачи по курсу
«Геометрическая оптика»**

**Изучение законов механики с помощью
прибора на воздушной подушке**

**НЕ
ЗАБУДЬТЕ
ПОДПИСАТЬСЯ
НА ЖУРНАЛ
ПО КАТАЛОГУ
«ПОЧТА
РОССИИ»!**



Выдающиеся русские инженеры

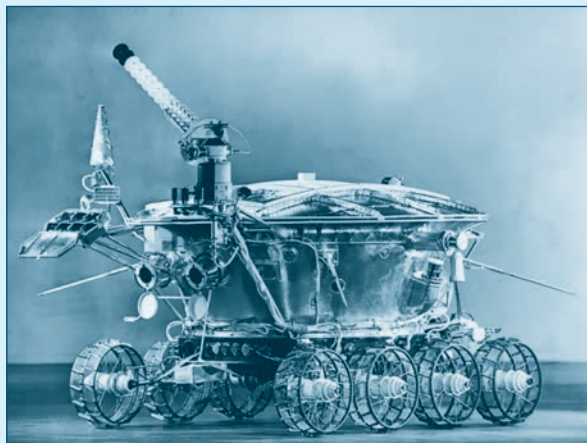
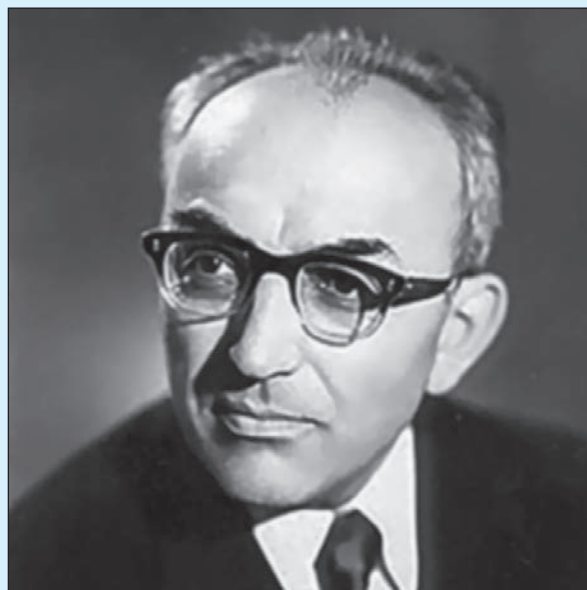
Освоение космоса требует от инженеров новых оригинальных решений. Первыми «исследователями» неизвестных еще нам планет будут не люди, а планетоходы. Ни для кого сейчас уже не удивительны сообщения о том, что марсоход доставляет ученым бесценную информацию о планете. Такие аппараты научились искать, классифицировать горные породы и минералы, фиксировать их распространение и состав. Но помним ли мы тех инженеров, которые стали первыми разработчиками планетоходов? Расскажем об одном из них.

Александр Леонович Кемурджиан — основатель научной школы космического транспортного машиностроения, создатель первых планетоходов.

Он родился в 1921 году во Владикавказе, в армянской семье. В 1940 поступил в МВТУ им. Н.Э. Баумана. В 1942 году добровольцем ушел на фронт и находился в действующей армии с 1943 года и до конца войны, прошел с боями путь от Курской дуги до Померании.

В 1951 году Александр Леонович с отличием закончил транспортный факультет и был направлен на работу в Ленинград во ВНИИ-100 (ВНИИТрансмаш). В 1959 году назначен начальником отдела новых принципов движения и занимался созданием транспортных средств на воздушной подушке, получивших название «ползолетов» (боевой дозорно-разведывательной машины на воздушной подушке, 1959–1963).

В 1963–1973 годах А.Л. Кемурджиан возглавлял работы по проектированию и созданию самоходного автоматического шасси луноходов и малого марсохода. Под его руководством были разработаны первые в мире планетоходы — луноходы, марсоходы, аппарат для прыжкового передвижения по спутнику Марса Фобосу. С помощью приборов, сконструированных под руководством Кемурджиана, получены данные о физико-механических свойствах грунта Луны и Венеры.





НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С МАЯ 1934 г.

ФИЗИКА В ШКОЛЕ

Образован в 1934 году Наркомпросом РСФСР. Учредитель — ООО «Школьная Пресса». Журнал выходит 8 раз в год

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ (METHODOLOGY. EXCHANGE OF EXPERIENCE)

- ▶ **Ю.А. Сауров, М.П. Уварова**
О методологической культуре учителя физики 3
- ▶ **И.В. Масленникова, М.А. Фаддеев, И.Ю. Зворыкин**
Экспериментальные задачи по курсу «Геометрическая оптика»
(на примере изучения закона отражения света) 11
- ▶ **Б.А. Мукушев**
Реализация единого научного подхода к изучению распространения волн
в воздухе 22
- ▶ **Н.А. Антонова**
Энциклопедия как источник дополнительной информации
при обучении физике 29

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ (PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES)

- ▶ **С.П. Коноваленко, А.А. Сыроватская, С.Н. Кихтенко, К.Ю. Сушкин**
Веб-квест технология для закрепления знаний по теме
«Первоначальные сведения о строении вещества» 33
- ▶ **Я.Н. Тамашина**
Полифункциональность учебных проектов и исследований
естественнонаучной направленности 38

ПРОФИЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ (PROFILE TRAINING)

- ▶ **Л.В. Кочедыкова**
Особенности компетентностно-ориентированных заданий
интегрированного курса «Естествознание» в системе
среднего профессионального образования 44

ШКОЛА—ВУЗ (SCHOOL—UNIVERSITY)

- ▶ **О.М. Дружинина**
Школа молодого исследователя. 49

ЭКСПЕРИМЕНТ (EXPERIMENT)

- **С.В. Пичугин, С.В. Степанов, П.С. Бугаков, С.В. Муренцов**
Изучение законов механики с помощью прибора на воздушной подушке 55

ПЕРСОНАЛИИ (PERSONALITIES)

- **Ю.А. Сауров, Е.Б. Петрова**
Диалог о физическом образовании
(к 80-му юбилею академика РАО, профессора В.Я. Синенко). 62

Журнал рекомендован Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
Журнал зарегистрирован в базе данных Российского индекса научного цитирования.
Распространяется в печатном и электронном виде.

Главный редактор **Е.Б. Петрова**, д.п.н., доцент / **Petrova, E.B.** DrSci in Education, Associate Professor
Зав. редакцией **Е.Б. Перская** / **Perskaya, E.B.**

Состав редколлегии

Демидова М.Ю. , д.п.н., доцент	Demidova M.Yu. , DrSci in Education, Associate Professor
Засов А.В. , д.ф.-м.н., академик МАН, профессор	Zasov A.V. , DrSci of Physics and Mathematics, Academician of the MAS, Professor
Королев М.Ю. , д.п.н., к.ф.-м.н., доцент	Korolev M.Yu. , DrSci in Education, PhD of Physics and Mathematics, Associate Professor
Майер В.В. , д.п.н., профессор	Mayer V.V. , DrSci in Education, Professor
Милинский А.Ю. , д.ф.-м.н., доцент	Milinskiy A.Yu. , DrSci of Physics and Mathematics, Associate Professor
Наумов А.В. , д.ф.-м.н., доцент, профессор РАН, член-корреспондент РАН	Naumov A.V. , DrSci of Physics and Mathematics, Professor Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Science
Пентин А.Ю. , к.ф.-м.н.	Pentin A.Yu. , PhD of Physics and Mathematics
Плахотник Т.В. , к.ф.-м.н., приват доцент, школа математики и физики университета Квинсленда, Австралия	Plakhotnik T.V. , PhD of Physics and Mathematics, privat-docent, school of mathematics and physics, University of Queensland, Australia
Сауров Ю.А. , д.п.н., профессор, член-корреспондент РАО	Saurov Yu.A. , DrSci in Education, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Education
Ханнанов Н.К. , к.х.н.	Khannanov N.K. , PhD in chemical Sciences
Царьков И.С. , к.т.н., зам. директора	Tsarkov I.S. , PhD in Technology, associate Director
Чулкова Г.М. , д.ф.-м.н., доцент	Chulkova G.M. , DrSci of Physics and Mathematics, Associate Professor

ООО «Школьная Пресса»

Корреспонденцию направлять по адресу: 127254, г. Москва, а/я 62

Тел.: 8 (495) 619-52-87, 619-52-89.

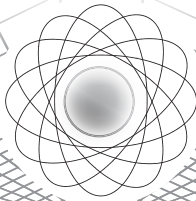
Интернет [http:// www.школьнаяпресса.рф](http://www.школьнаяпресса.рф) E-mail: fizika@schoolpress.ru

Формат 84×108/16. Усл. п. л. 4,0. Изд. № 3766. Заказ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-38550 от 21.12.09.

Издание охраняется Гражданским кодексом РФ (часть 4). Любое воспроизведение материалов, размещенных в журнале, как на бумажном носителе, так и в виде ксерокопирования, сканирования, записи в память ЭВМ, и размещение в Интернете запрещается.

Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия», 428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 13.



О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

ABOUT THE METHODOLOGICAL CULTURE OF A PHYSICS TEACHER

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_3

Ю.А. Сауров , д.п.н., член-корреспондент РАО, профессор кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет, г. Киров; saurov-ya@yandex.ru	Y.A. Saurov , DrSci (Pedagogy), corresponding member of RAO, professor of the Department physics and physics teaching, Vyatka State University, Kirov; saurov-ya@yandex.ru
М.П. Уварова , к.п.н., доцент кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет, г. Киров; mpozolotina@mail.ru	M.P. Uvarova , PhD (Pedagogy), Assistant professor of the Department of physics and methods of teaching physics, Vyatka State University; Kirov; mpozolotina@mail.ru
Ключевые слова: методология познания, научный метод познания, экспериментирование, моделирование, методическое творчество учителя	Keywords: methodology of cognition, scientific method of cognition, experimentation, modeling, methodical creativity of the teacher
Аннотация. В статье обращается внимание на формирование методологической культуры при изучении физики	Abstract. The article should pay attention to the formation of a methodological culture in the study of physics

© Сауров Ю.А., Уварова М.П., 2023

Тому, кто в этой области что-то открывает, плоды его воображения кажутся столь необходимыми и естественными, что он считает их не мысленными образами, а заданной реальностью, и ему хотелось бы, чтобы и другие считали их таковыми.

А. Эйнштейн [19]

Краткая теоретическая позиция. Мы уверены, что учитель — самый значимый ресурс учебного процесса. Но отсюда, во-первых, он должен быть твердым носителем классических норм физического образования, во-вторых, быть гибким в присвоении и использовании сравнительно новых методических знаний и умений.

Признано, что существует проблема научной грамотности студентов и учителей. По разным причинам она обострилась в последние двадцать лет. Приведем только один факт: в ВУЗе на специальность «учитель физики» принимают без экзамена по

физике (пусть хотя бы и в форме ЕГЭ)... Трудно перечислить, к какому шлейфу проблем в обучении в будущем это приводит. Но, прежде всего, это замедляет и усложняет процессы формирования методологической культуры, т.е. развития самого учителя физики.

Методологическая культура педагога — это сложное понятие. Оно включает в себя различные аспекты и, несомненно, формируется при освоении системы физических знаний, осуществлении деятельности преподавания (организации деятельности учения). На наш взгляд, одной из составляю-

ших методологической культуры является осознание и борьба с методологическими ошибками в обучении. При написании статьи мы ориентировались на доказательство актуальности и перспективности предположения, что выделение и обсуждение методологических ошибок, встречающихся в практике обучения физике. Оно

а) позволяет учителям переосмыслить знания предметного содержания науки, взглянуть на него под другим углом зрения, что приведет к совершенствованию методического мышления учителей;

б) способствует осмысленной и логической организации познавательных процессов у учащихся, следовательно, пониманию изучаемого материала и активной деятельности школьников по исследованию мира реальных объектов и знакомству с миром физических понятий;

в) позволяет учителям совершенствовать практику формирования миропонимания, повышать собственную квалификацию, в результате — развивать научную грамотность учащихся, их критическое мышление (в частности, умение различать реальные объекты окружающего мира и «описания» — идеальные объекты), что является важной социальной задачей в условиях развития современного мира науки и технологий, где зачастую реальность и вымысел переплетены.

Рассмотрение проблемы формирования методологической культуры учителя физики невозможно без обращения к вопросам методологии познания, познавательной деятельности. В последнее время внимание к ним в методике физики только усиливается [1, 6, 12–16]. Назовем две известные методические программы: освоение научного метода познания и формирование научной грамотности (В.Г. Разумовский и др.). В них ставится задача переосмысления методического мировоззрения учителей для совершенствования процессов и результатов учения, в том числе с помощью центрирования внимания на формирование деятельно-

сти экспериментирования и моделирования (см. подробнее публикации [3–5]).

Таким образом, в статье рассматривается тактический вопрос формирования методологической культуры современного учителя физики в форме осмысления проблемы и своеобразной борьбы с методологическими ошибками в обучении. Данный этап развития методики обучения необходим и уже достаточно обеспечен средствами [7–11]. Подчеркнем, специалисты утверждают, что новая трактовка понятий, которую можно назвать «перепредмечиванием», — типичный «момент в процессе развития любой науки» [18, с. 311]. Фактически ниже частично и представлена эта работа.

Итак, по нашему мнению, к методологическим ошибкам следует отнести ошибки при использовании идей, принципов, фундаментальных понятий-категорий, практики применения логики научного метода познания, таких весьма общих оснований научно-образовательной деятельности как парадигма и стиль мышления. Ведущим средством учебных предметов в школе является освоение фундаментальных понятий науки в форме умений. Например, способность анализировать и объяснять явления окружающей действительности, предвидеть новые явления и применять научные знания на практике... В итоге мы приходим к единой (и единственной) задаче освоения культуры и отсюда развития личных качеств субъекта образования. В человеческом мире это является фундаментальным явлением воспроизводства «опыта рода».

В физике к категориальным относят следующие **понятия**: пространство и время, материя в формах вещества и поля, физические системы, взаимодействия, движение, модели типичных объектов и явлений, фундаментальные характеристики свойств объектов, языки описания свойств, законы сохранения и инварианты, теории как системы знаний, границы применимости всех знаний... Они во всей сложной палитре обозначают нам физический мир. Часть из них

прямо задает реальность. В целом освоение этих понятий соответствует задаче формирования научной грамотности.

Поскольку вопрос о методологических ошибках затрагивает весьма принципиальные (и чувствительные) стороны содержания и процесса обучения, то должно быть согласие субъектов. В итоге оно фиксируется в нормах, например, в методологической культуре. И во многом определяет новый этап развития физического образования. Далее раскроем всю широту и глубину проблематики методологических ошибок на примере конкретных вопросов.

Первый блок (и содержательный, и процессуальный) вопросов о физической реальности в обучении физике. В физике к реальности относят пространство, время, материю, физические объекты и физические явления. В образовании (методике обучения физике) реальность представлена в основном деятельностью, отчасти материальными средствами освоения. Эти представления, как результат познания, выражены в системах понятий. Все понятия по своей природе — результат познавательной деятельности людей, результат их мышления и, значит, являются идеальными образованиями.

Итак, физическая реальность в физике представлена в форме физических объектов и физических явлений. Физические объекты предстают в формах вещества и полей, а физические явления — в форме движения объектов и взаимодействия объектов. В итоге разнообразие физических объектов и явлений с учетом начальных и граничных условий задает физический мир. Признано, что этот мир материальный, объективно существует и изменяется. Причины физических явлений — всегда материальные, это действия внешних объектов на изучаемый объект, это взаимодействие объектов в рассматриваемой системе. **Итак, обратимся к типичным вопросам и ответам.**

1. Известные методологи осознают фундаментальность различения реальности и

описаний для понимания мира. Академик РАО и РАН В.А. Лекторский утверждает: «С точки зрения реализма некоторые теоретические объекты, которым приписываются свойства пространственной и временной локализации (такие, например, как атомы, электроны, кварки и т.п.), существуют реально» [2, с. 158]. А академик РАН В.С. Степин пишет: «Так, все теоретические высказывания классической механики непосредственно характеризуют связи, свойства и отношения идеализированных конструктов, таких как «материальная точка», «сила», «инерциальная пространственно-временная система отсчета» и т.д., которые представляют собой идеализации и не могут существовать в качестве реальных материальных объектов» [17, с. 105]. Вопрос: «Надо ли такую позицию учитывать в школьной физике? И не сложно ли это?» **Решение.** Фактически для последовательного учета этих представлений необходима своеобразная революция в содержании физического образования. И процесс этот длительный, на поколение. Вот почему уже сейчас встает практический вопрос о методологической подготовке учителей физики. Словом, делать это надо уже сейчас, но мягко, аккуратно.

2. Как согласуются между собой понятия о пространстве-времени и система отсчета? **Решение.** Пространство-время понимается (в форме постулата!) как реальность физической природы, а система отсчета — лишь средство описания этой реальности, фактически модель.

3. Как определить смысл (статус) понятия «физическое тело»? Чем отличаются между собой понятия «тело», «объект», «твердое тело»? **Решение.** В учебной физике почти очевидно: понятия тело, физическое тело и объект обозначают реальность, причем объект — более общее понятие. Твердое тело, конечно, — модель тела. Но тогда надо ли вводить отрезок прямой, плоскую фигуру, объемную фигуру как модели твердого тела? Если нет, то как их интерпретировать?

Конечно, модели «модели» — излишне сложно, методологически не корректно. Отрезок прямой — несомненно только лишь модель тела, причем весьма ограниченная (нет учета инертных свойств, значит, такая модель грубее модели «твердое тело»).

4. В какой функции используются в учебной физике понятия: физическая система, система отсчета, материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, упругое тело, идеальный газ, кристаллическая решетка, термодинамическая система, электростатическое поле, однородное поле, точечный электрический заряд, гармоническая волна, световой луч, планетарная модель атома, нуклонная модель ядра атома, кварковая модель адронов? **Решение.** Все эти понятия обозначают модели объектов. А это значит, что этих образований в природе нет. Но каждое из этих понятий описывает какую-то реальность. Например, световой луч описывает световой поток, т.е. световой поток определяет реальность, явление, а не луч. Хотя по поводу физической системы согласия нет.

5. Можно ли газ — агрегатное состояние вещества! — называть идеальным (реальным) газом? Если «идеальный газ» понимать как модель газа, то можно ли определять его строение и состав через молекулы? Справедливо ли следующее определение газового термометра: «Газовый термометр — это закрытый сосуд, наполненный идеальным газом и снабженный манометром для измерения давления газа»? **Решение.** Назвать можно что угодно и чем угодно. Но в научной деятельности есть правила. В данном случае понятия «идеальный газ» и «реальный газ» обозначают модели газа. В этой своей функции они не могут играть роль обозначения реальности, в том числе не могут обозначать состояние вещества. Второй вопрос сложнее: модели бывают и материальные. Но в данном случае в функции модели «заложено» отсутствие взаимодействий (а значит, и их характеристики, потенциальной энергии), косвенно и отсут-

ствие размеров объектов. Словом, при построении модели «идеальный газ» логичнее ее элементы определять как материальные точки. При ответе на третий вопрос необходимо еще раз обратить внимание, что «идеальный газ» — это не реальное образование, а модель, следовательно, в прямом смысле им невозможно наполнить сосуд.

6. Что, на ваш взгляд, методологически не корректно в определении фундаментального явления электромагнитной индукции в современных учебниках: «В замкнутом проводящем контуре возникает ток при изменении числа линий магнитной индукции, пронизывающих поверхность, ограниченную этим контуром»? **Решение.** Вдумаемся: линии магнитной индукции, явно только знаковая модель, оказываются материальной причиной явления (?!). Вот так уравнивание понятий-онтологий и понятий-описаний приводит к методологической ошибке, затем к деформированной практике, к уравниванию реальности и описаний, что в жизни просто опасно. А как быть? Все сравнительно просто: материальной причиной индукционного тока в катушке является изменение внешнего магнитного поля около катушки. И так во всех подобных случаях.

7. Является ли «термодинамическая система» физическим объектом или это только модель физических объектов? Например, как трактовать утверждение, что стакан с водой — термодинамическая система? **Решение.** В учебной литературе нет ясности: термодинамическая система — это объект природы или модель. Если модель, то чего? Это может быть любая совокупность макроскопических тел с определенным взаимодействием, на макроуровне описываемым посредством передачи энергии и вещества. Замкнутая система оказывается более простым понятием, явно моделью. На модели равновесного состояния термодинамической системы, очевидно замкнутой системы, формулируют законы. Если по определению такой модели ясно, что, например, параметры

газа (давление, температура) постоянны во всех частях, то нет и сомнений, что это модель. В реальности никогда не бывает такого состояния материальных объектов. Важно, однако, понимать, что даже при определении явления мы используем идеализацию, т.е. уже моделируем.

8. В современном учебнике физики для 8 класса при введении понятия емкости конденсатора сначала дается следующее определение: «Величина, измеряемая (? — вопрос наш) отношением заряда одной из пластин конденсатора к напряжению между пластинами, называется электроемкостью конденсатора», и затем приводится формула: $C = q/U$. Это определение ярко выделено. А далее лишь на качественном уровне без записи соответствующей формулы обсуждается, от чего зависит емкость конденсатора. В чем проблемы методики введения данного понятия? **Решение.** На наш взгляд, при таком введении понятия электроемкости конденсатора у учащихся могут сформироваться неправильные представления. Зачастую «выделенное цветом» определение запоминается учащимися лучше, но и формальнее. Учащиеся будут думать, что емкость конденсатора определяется зарядом и напряжением между пластинами, а не параметрами самого конденсатора S, d, ε . При этом не приводится связь между этими параметрами в виде математического выражения, что также ухудшает усвоение этой зависимости. Поэтому лучше понятие электроемкости конденсатора вводить в другой последовательности: сначала обсуждаем, что это характеристика конденсатора зависит от таких-то параметров, и только потом сообщаем, что ее можно вычислить через отношение заряда пластины к напряжению между пластинами.

9. Что такое диполь: объект или модель? **Решение.** Диполь — это модель системы двух зарядов: два разноименно заряженных непротяженных тела, которые находятся на сравнительно большом расстоянии друг от друга. Да чаще всего она и определяется

так: два разноименных точечных заряда...

Второй блок (и содержательный, и процессуальный) вопросов об описаниях физических объектов и явлений в учебной деятельности. Очевидно, что все описания тоже логически выражены в системах понятий. Всегда возникает вопрос: «Описания чего?» И ответ всегда конкретен: физической реальности, т.е. физических объектов и явлений. Естественно, описания осуществляются и фиксируются в формах деятельности: не просто так выделить и назвать модель, но и работать с ней как с моделью, вплоть до границ применимости [8–11, 15–16].

Задача описания природы ставится в науке [1, 17, 18]. Первый шаг этапа количественного познания выражается в определении большого числа физических величин. По своей функции в познании — это характеристики свойств, т.е. выразители свойств объектов и явлений физического мира на языке понятий (абстракций как результатов мышления). Физические величины ближе всего в познании стоят к объектам, не случайно иногда они неосторожно отождествляются с ними. Но при построении теории физические величины должны приписываться идеальному объекту теории, т.е. фактически модели. Иначе функционирование науки невозможно и совершенно непонятно, зачем вводятся модели. Фактически в школьном курсе физики модели вводятся редко, во многом формально, например, законы не интерпретируются как модели явлений, воспринимаются метафизически. Не случайны многочисленные трудности на этот счет. Чем отличается тело от материальной точки? Можно ли дышать идеальным газом? Можно ли потрогать силовые линии?

Итак, типичные вопросы и ответы.

1. Что такое давление? **Решение.** Первый вариант: давление — это физическое явление, действие одного тела на другое при определенном условии (соприкосновение, конкретная площадь соприкосно-

вения). Второй вариант: давление — это физическая величина, есть определяющая ее формула, есть точка приложения силы. Формулируются границы применимости этой величины — быстрые (мгновенные) и случайные действия (силы), нет соприкосновения тел — нет возможности определить (измерить) силу и площадь...

2. Можно ли подержать в руках массу? Можно ли понюхать идеальный газ? Можно ли передать энергию от тела к телу? **Решение.** Масса — физическая величина, принципиально ее нельзя подержать; подержать в руках можно тело. Идеальный газ — модель газа, в этой модели не учитываются запахи газа, т.е. они в ней не описываются. Но принципиально важное иное: модель — идеальное образование, а эффект запаха — результат материального действия на человека. В прямом смысле энергия — физическая величина, она не может передаваться от тела к телу, она — характеристика, она приписывается объекту. Иное дело, что движение и взаимодействие как физические явления могут изменяться в физических системах, а эти изменения характеризуются кинетической (потенциальной, внутренней) энергией.

3. Что такое «однородное электростатическое поле»: физический объект или модель? **Решение.** В учебной физике нет достаточно устойчивого решения этого вопроса: в природе однородных электростатических полей покоящихся зарядов нет, тогда вывод — это модель электростатического поля. А значит, тогда надо электростатическое поле интерпретировать как реальный объект.

4. Какое физическое явление описывает закон Архимеда? **Решение.** Физическое явление — это действие жидкости на погруженное в нее тело; это действие и описывается силой в форме закона. Можно выделить следующие ограничения этой модели описания действия: в условиях действия Земли в ИСО, при отсутствии других действий; в невесомости; при сильных деформациях тела в жидкости и др.

5. Разве разумно говорить об энергии для материальной точки в механике, но зачем в молекулярной физике говорить, тем более в случае идеального газа, об энергии молекул? **Решение.** Энергия — характеристика движения или взаимодействия объектов. Но как физическая величина она приписывается модели, т.е. здесь в определении согласуется статус понятий — модели с физической величиной. И то, и другое — идеальные образования по статусу описания. В физике было, есть и долго будет много случаев, исторических по природе, использования жаргона. Надо учить пониманию этих случаев.

6. Можно ли отнести закон Гука к моделям? И моделям чего? Каковы границы применимости закона Гука? **Решение.** Закон Гука описывает явление деформации тела, причем только упругой. И справедлив закон только в пределах упругости тела. Чаще всего это довольно жесткое ограничение. Очевидно, что закон — только модель, в принципе устойчивая, того или иного явления. Сам вид явления — тоже идеализация, словом, в природе все сложнее. Понятно, что данный закон не применим для полей, газов и жидкостей, таких объектов как молекулы (у них нет деформаций!) и др.

7. К чему относят цикл Карно: к явлению природы или модели? И есть ли у явления природы границы применимости? **Решение.** Цикл Карно — несомненно модель (вид знания), которая описывает замкнутый тепловой процесс. На второй вопрос ответ труднее. Выделение явлений в познавательной деятельности, что всегда открытие, — несомненно результат деятельности; а отсюда оно всегда сопровождается схематизацией, моделированием, словом, теорией. Уже отсюда понятно, что границы применимости у этого знания есть. Например, явление прямолинейного равномерного движения тела в идеале вообще не наблюдаемо, т.е. в природе этот идеал не реализуется.

8. В учебнике физики написано: «Плот-

ность есть физическая величина, равная отношению массы тела к его объему». Каков статус этого знания: определение явления, формулировка гипотезы, экспериментальный факт или иное? **Решение.** В данном случае имеем определение физической величины через другие физические величины.

9. Знаете ли вы какую-либо модель явления испарения воды (жидкости)? **Решение.** В школе рассматривают молекулярно-кинетическую модель испарения жидкости в форме схематических рисунков.

10. Почему формула Эйнштейна

$$hv = A + \frac{mv^2}{2} \text{ —}$$

уравнение, а не закон? **Решение.** В физике законы принимают математическое выражение в форме уравнений. Но уравнение приобретает смысл закона при определенной физической интерпретации. При этом в любом случае надо учитывать смыслы физических величин. Так в курсах физики фундаментальное открытие Эйнштейна (Нобелевская премия!) называют формулой, что, несомненно, мешает пониманию ее смысла. Проблема в том, что не четко выделяется явление, т.е. реальность, нет обозначения этого явления (взаимодействия кванта света и электрона атома). Отсюда — уравнение, на практике, хуже того, — формула. А далее, решение задач «на формулу», а не на описание явления законом. Так на практике легко разрушаются смыслы, в частности, логика познания.

11. Чем модель атома по Бору отличалась от модели атома Резерфорда? Есть ли недостатки у модели атома по Бору? Были ли они преодолены? Почему волны де Бройля считают модельными образованиями (волнами вероятности)? **Решение.** Модель Резерфорда определяла состав и строение атома; модель Бора объясняла излучение света атомом. Модель атома Бора использовала понятие о траектории движения электрона, что в физике микромира не подтвердилось. И она была заменена квантово-

механической моделью. Волны де Бройля сначала понимались как свойство микрочастиц, потом — как средство описания микрочастиц; все попытки интерпретировать их как реальность потерпели неудачу; сейчас по смыслу — это модельное описание.

12. В учебнике физики дано следующее определение: «Зависимость показателя преломления вещества и скорости света в нем от частоты световой волны называется дисперсией света». Правильно ли это? **Решение.** Дисперсия света — это понятие, которое задает физическое явление разложения белого светового потока. Его определение через зависимости физических величин, т.е. фактически через описание-модель, возможно, но методически проблематично. Не случайно на практике оно плохо понимается.

Практическое заключение.

Так ли уж в реальности важно для школьника: иметь дело в учебнике с объектом или моделью? Но, с точки зрения методологии познания, а значит и для развития субъекта при усвоении иерархии знаний, это различие принципиально важно. Дело в конечном итоге в характере деятельности школьника. Мы исследуем (чаще всего говорят об эксперименте) объекты, строим их модели, используем для описания законы и т.п. Модели мы прежде всего изучаем, применяем, может быть, в редких случаях строим, изменяем, теоретически исследуем возможности той или иной модели.

Итак, советы для действий учителя.

1. Нет сомнения, что на каждом уроке надо изучать, исследовать физическую реальность (объекты и явления), а усваивать понятия, законы, теории, картины мира. И это различие физической реальности и описаний следует постоянно осмысливать при решении соответствующих заданий.

2. Для «правильного» современного физического мышления в обучении характерен акцент на применение научного метода познания в форме «факты, формулирование научной проблемы — выдвижение гипотез,

построение моделей — получение следствий при развертывании модели — проверка знаний «на прочность» в эксперименте» (см. подробнее [3–5, 12]). Это также будет способствовать уменьшению количества методологических ошибок, поскольку в ходе такого способа организации деятельности четко разделяются объекты и явления окружающего мира и средства их описания.

3. Сейчас для интереса к предмету, к научному познанию совершенно необходимо вовлечение школьников в исследования, проектирование, экспериментирование, моделирование, а в итоге — в предметное творчество. Без этого нет будущего, нет эффективного усвоения физических знаний.

Литература

1. Ахутин А.В. Эксперимент и природа. — СПб.: Наука, 2012. — 660 с.
2. Лекторский В.А. Эпистемология классическая и неклассическая. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 256 с.
3. Майер В.В., Сауров Ю.А. Экспериментирующее мышление в методике обучения физике // Физика в школе. 2018. № 7. С. 3–11.
4. Разумовский В.Г., Сауров Ю.А. Методология деятельности экспериментирования как стратегического ресурса физического образования // Сибирский учитель. 2012. № 2. С. 5–13.
5. Разумовский В.Г., Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность // Сибирский учитель. 2013. № 3. С. 5–16.
6. Сауров Ю.А. Программа формирования методологической культуры субъектов образования // Образование и саморазвитие. 2009. № 1. С. 3–11.
7. Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Типичные методологические ошибки при обучении физике // Сибирский учитель. 2017. № 3. С. 32–39.
8. Сауров Ю.А. О границах применимости принципов, понятий и законов при изучении механики // Физика в школе. 2018. № 3. С. 14–19.
9. Сауров Ю.А., Коханов К.А. Рассмотрение границ применимости знаний при изучении молекулярной физики // Физика в школе. 2018. № 5. С. 3–14.
10. Сауров Ю.А. Вопросы и примеры рассмотрения границ применимости знаний при изучении электродинамики // Физика в школе. 2019. № 4. С. 13–21.
11. Сауров Ю.А., Коханов К.А. Освоение границ применимости знаний при изучении квантовой физики // Физика в школе. 2019. № 6. С. 19–27.
12. Сауров Ю.А. Методика обучения физике для современного учителя (размышления об опыте освоения научного метода познания) // Физика в школе. 2020. № 1. С. 59–62.
13. Сауров Ю.А., Колупаев В.Ф. Проблемы методики изучения физических понятий на примере понятия «Электрический заряд» // Физика в школе. 2020. № 6. С. 10–18.
14. Сауров Ю.А. Вопросы содержания, методов и приемов формирования физического миропонимания // Физика в школе. 2021. № 5. С. 20–29.
15. Сорокин А.П. Освоение методологии познания при решении экспериментальной физической задачи // Физика в школе. 2020. № 3. С. 3–6.
16. Сорокин А.П., Сауров Ю.А. О границах применимости эмпирического метода познания // Физика в школе. 2019. № 2. С. 21–26.
17. Степин В.С. Теоретическое знание. — М.: «Прогресс-Традиция», 2000. — 744 с.
18. Щедровицкий Г.П. Проблемы логики научного исследования и анализ структуры науки. — М.: Путь, 2004. — 400 с.
19. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах. Т. IV. — М.: Наука, 1967. — С. 181.

Дата поступления рукописи (Received): 09.01.2023.
Опубликовано (Published): 18.05.2023.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ
ПО КУРСУ «ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА»
(НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНА ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА)

EXPERIMENTAL TASKS IN THE COURSE «GEOMETRIC OPTICS»
(ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE LAW OF LIGHT REFLECTION)

Научная статья
УДК 372.853

Scientific article
DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_11

Ю.В. Масленникова , к.п.н., доцент, зав. кафедрой педагогики и управления образовательными системами, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород; maslennikova.yuliya.61@mail.ru	Yu.V. Maslennikova , PhD (Pedagogy), associate Professor, head Department of pedagogy and management of educational systems, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; maslennikova.yuliya.61@mail.ru
М.А. Фаддеев , к.ф.-м.н., доцент, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород; faddeev@yandex.ru	M.A. Faddeev , PhD (Mathematics and Physics), associate Professor, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; faddeev@yandex.ru
И.Ю. Зворыкин , зав. лабораторией школьного физического эксперимента, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород; izinform@gmail.com	I.Yu. Zvorykin , head laboratory of school physical experiment, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; izinform@gmail.com
Ключевые слова: развитие познавательного интереса, исследовательская деятельность учащихся, экспериментальные задачи	Keywords: development of cognitive interest, research students, experimental tasks
Аннотация. В статье рассматриваются приемы, позволяющие расширять область применения основного закона геометрической оптики и формировать у учащихся познавательные универсальные учебные действия в ходе исследовательской деятельности	Abstract. The article discusses techniques that allow expanding the scope of application of the basic law of geometric optics and forming students' cognitive universal educational actions in the course of research activities

© Масленникова Ю.В., Фаддеев М.А., Зворыкин И.Ю., 2023

Закон отражения света был сформулирован Евклидом в III в. до н.э. на основе эмпирических данных. Первое доказательство закона приведено математиком Пьером Ферма в XVII в., второе получено позднее на основе принципа Гюйгенса–Френеля [1, с. 109]. Формулируя закон отражения света, «угол отражения равен углу падения», учащиеся, как правило, забывают, что это только часть формулировки. Вторая часть гласит: «Падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр к отражающей поверхности лежат в одной плоскости» (рис. 1).

Экспериментальное доказательство можно осуществить с помощью простейшей установки, показанной на рисунке 2.

Луч лазерной указки направляется на горизонтально лежащее плоское зеркало. Отраженный луч создает яркое пятно на вертикальном экране. Поворачивая указку, легко убедиться по смещению пятна на экране, что падающий и отраженный лучи всегда располагаются в одной плоскости.

Второй вариант доказательства данного положения реализуется в классическом опыте, когда луч света, полученный от ще-

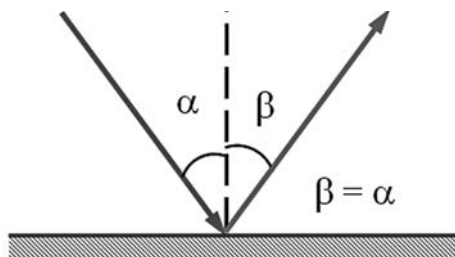


Рис. 1. Отражение светового луча от плоского зеркала.

α — угол падения,

β — угол отражения.

Штриховая линия — перпендикуляр к зеркалу в точке падения светового луча

ли на экране, направляется на вертикально стоящее плоское зеркало вдоль горизонтально расположенного листа белой бумаги. Если при этом приподнять один край зеркала от стола, можно убедиться, что отраженный луч уже не попадает на лист бумаги [2, с. 241] (рис. 3).

Для углубления знаний, касающихся закона отражения света, составители различных сборников [3, с. 35; 4, с. 371; 5, с. 417] приводят задачи, в которых осуществляется поворот зеркала на определенный угол относительно оси, перпендикуляр-

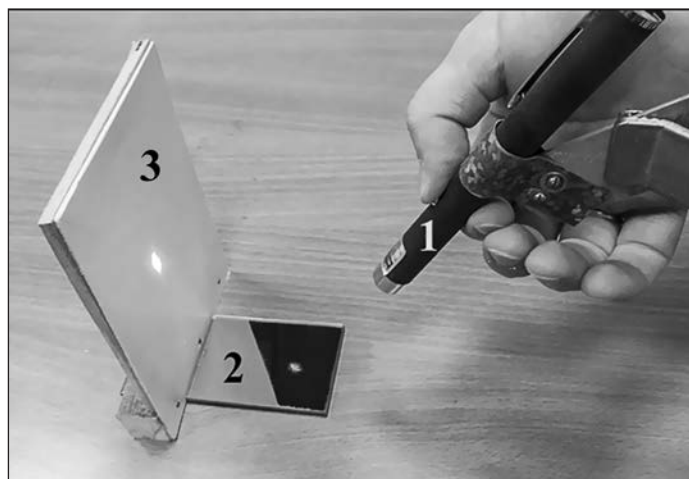


Рис. 2. Отражение лазерного луча от плоского зеркала.

1 — лазерная указка на штативе,

2 — плоское зеркало, 3 — экран.

Видно, что падающий и отраженный лучи расположены в одной плоскости

ной падающему лучу. Теоретические расчеты в задачах такого типа легко проверяются экспериментально.

Задача 1. Физическая система состоит из источника узкого пучка света и плоского зеркала. В исходном состоянии системы луч света направлен на плоское зеркало

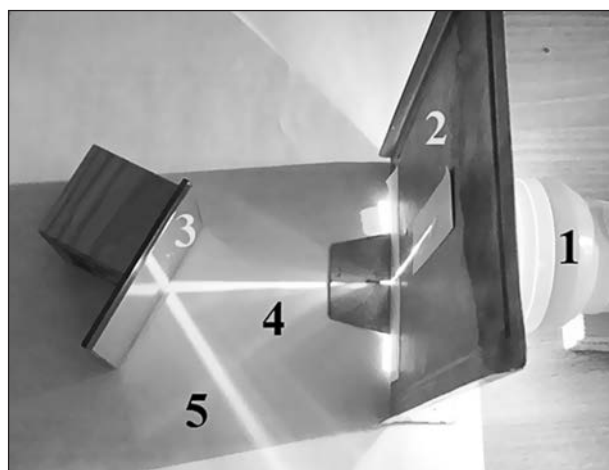


Рис. 3. Опыт с поворотом отраженного луча.

1 — фонарь, 2 — непрозрачный экран со щелью, 3 — плоское зеркало, 4 — падающий луч, 5 — отраженный луч.

а) исходное положение зеркала, б) повернутое зеркало

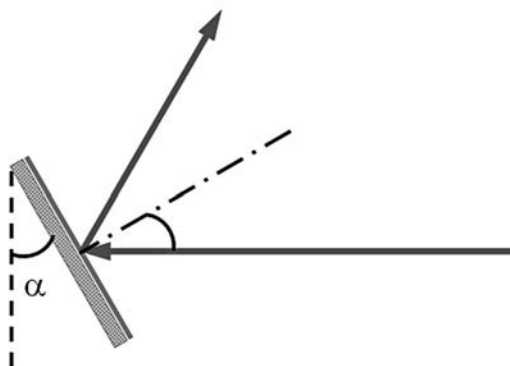


Рис. 4. Отражение луча света плоским зеркалом.

Штрих-пунктирная линия — перпендикуляр к плоскости зеркала, штриховая линия — исходное положение зеркала

перпендикулярно его плоскости. Затем зеркало поворачивается на угол α относительно оси, перпендикулярной падающему лучу (рис. 4).

Найти угол φ между падающим на зеркало лучом и отраженным лучом.

Решение. После поворота зеркала на угол α (относительно исходного положения) угол падения луча на зеркало станет равным углу α по теореме о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами. Так как угол отражения равен углу падения, то искомый угол φ (между падающим



Рис. 5. Экспериментальная установка

и отраженным лучами) равняется удвоенному углу α .

Эксперимент. Для демонстрации связи угла поворота луча света с углом поворота зеркала была собрана установка, показанная на рисунке 5. Источником света являлась лазерная указка, дающая узкий пучок красного цвета (длина волны 650 нм) и закрепленная с помощью держателя на массивной опоре (рис. 6).

Плоское зеркало размещалось верти-

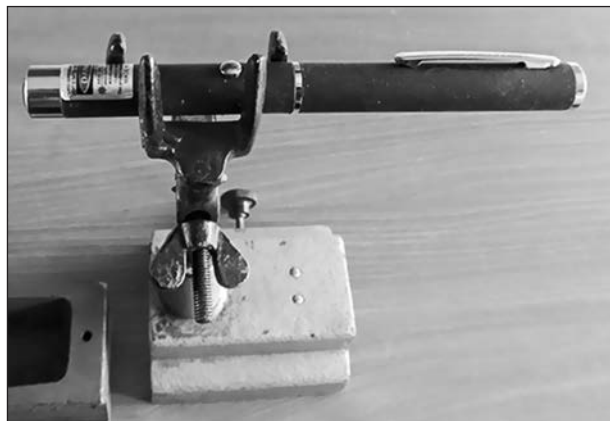


Рис. 6. Лазерная указка на держателе и массивной опоре



Рис. 7. Плоское зеркало на поворотном столике с угловой шкалой и указателем

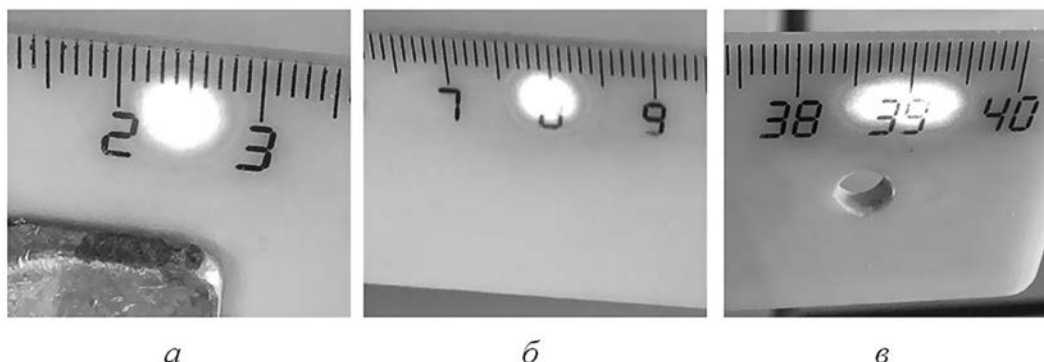


Рис. 8. Пятна от отраженного лазерного луча на измерительной линейке

кально на поворотном столике. В начальном положении плоскость зеркала устанавливалась перпендикулярно падающему лучу лазера, причем точка падения луча на зеркало должна находиться на оси вращения столика.

Угол поворота зеркала отсчитывался по градусной круговой шкале с помощью указателя (рис. 7). Столик с зеркалом размещался на второй массивной опоре.

Для определения угла рассеяния на отдельном штативе была горизонтально закреплена линейка с миллиметровыми делениями (рис. 5) параллельно лучу лазерной указки. При повороте столика с зеркалом на угол α отраженный луч попадал на линейку и создавал на ней яркое пятно (рис. 8).

Линейка была установлена так, что перпендикуляр к лучу источника света, восстановленный в точке падения луча на зеркало, пересекал ноль шкалы линейки. При повороте зеркала на угол α от начального положения отраженный луч попадал на линейку в точку с координатой x (см. схему на рис. 9).

Таким образом, легко вычисляется тангенс угла φ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{L}, \quad (1)$$

где L — расстояние от точки падения луча на зеркало до нулевой координаты на линейке.

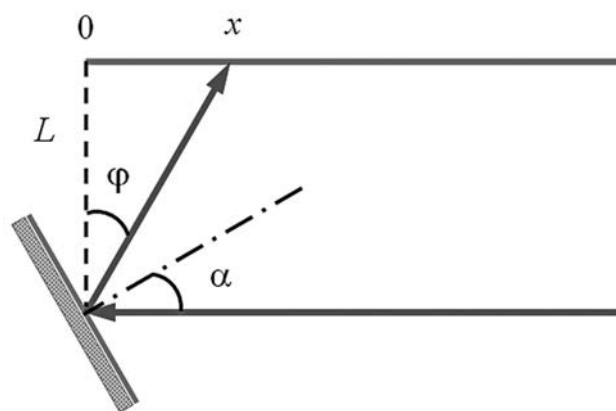


Рис. 9. Геометрическая схема связи углов и координаты луча, отраженного от плоского зеркала

Из схемы на рисунке 9 очевидно, что угол φ выражается из уравнения

$$\varphi + 2\alpha = 90^\circ. \quad (2)$$

В эксперименте целесообразно измерить угол φ для нескольких значений угла падения α и проверить справедливость равенства (2). Для вычисления угла φ достаточно взять арктангенс от выражения (1).

Можно проверить справедливость уравнения (2) иным способом. Так как углы 2α и φ являются дополнительными до 90° , то

$$\operatorname{tg}(2\alpha) = \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (3)$$

или, согласно (1),

$$\operatorname{tg}(2\alpha) = \frac{L}{x}. \quad (4)$$

Следовательно, координата x пятна отраженного луча на линейке связана с углом падения α выражением:

$$x = \frac{L}{\operatorname{tg}(2\alpha)}. \quad (5)$$

Легко вычислить координату x по формуле (5) и сравнить с измеренными значениями в эксперименте. В таблице 1 приведены результаты измерений и расчетов для опыта, где длина L составляла 14 см.

Таблица 1

Результаты эксперимента задачи 1

Угол падения α (градусы)	Координата x в см (расчет)	Координата x в см (эксперимент)
10	38,5	39
15	24,2	24,6
20	16,7	16,6
25	11,7	11,8
30	8,1	8
35	5,1	5
40	2,5	2,4

Видно, что результаты измерений и расчетов совпадают в пределах погрешностей, которые, в основном, определяются размерами пятна лазерного луча (рис. 8).

Таким образом, экспериментально доказано, что поворот зеркала на угол α приводит к повороту отраженного луча на удвоенный угол (2α).

Примечания. Для успешного выполнения описанного эксперимента требуется параллельность падающего на зеркало луча и измерительной линейки. Также важны перпендикулярность падающего луча плоскости зеркала и совпадение точки падения (и отражение) луча с осью поворота столика с зеркалом.

В сборнике задач для подготовки к олимпиадам по физике [6] приводится интересная серия комбинированных задач на закон отражения и закон прямолинейного распространения света, где учащимся предлагается определить область полной тени для системы, состоящей из плоского зеркала и точечного и (или) протяженного источника. В другом варианте постановки задачи требуется, зная область тени и положение плоского зеркала, найти положение точечного источника света. Результаты экспериментов, разработанных на основе данных задач, также дают хорошее совпадение с теоретическими расчетами.

Задача 2. Физическая система состоит из изотропного источника света, двух

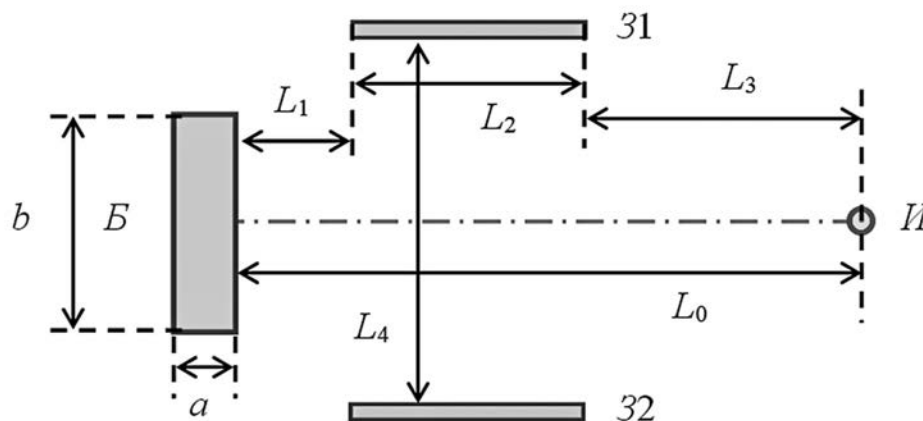


Рис. 10. Геометрическая схема физической системы. Вид сверху. И — источник света, 31 и 32 — плоские зеркала, Б — непрозрачный барьер. Штрих-пунктирная линия обозначает плоскость симметрии системы. L_0 — расстояние от источника до барьера, L_2 — длина зеркал, L_4 — расстояние между зеркалами, a и b — размеры основания барьера

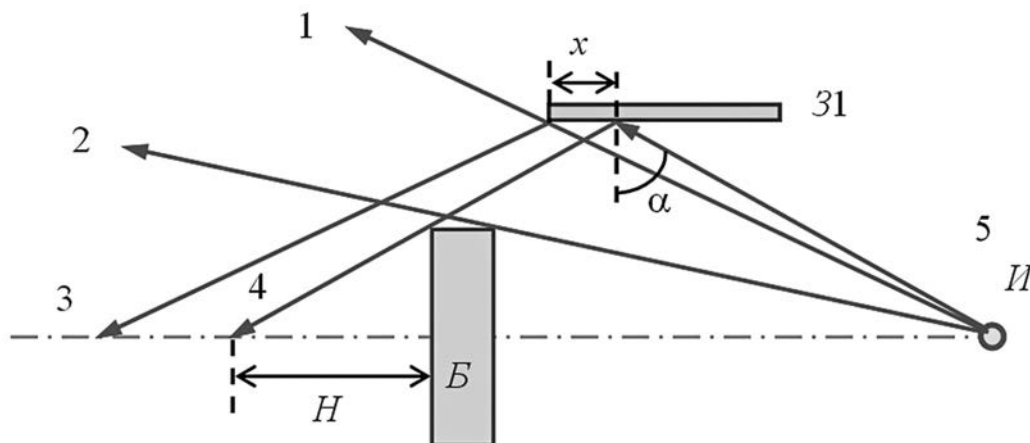


Рис. 11. Лучи, ограничивающие области различной освещенности

параллельно расположенных одинаковых плоских зеркал и непрозрачного барьера. Геометрическая схема физической системы изображена на рисунке 10. Зеркала расположены симметрично относительно перпендикуляра, опущенного из источника света на плоскость барьера. Перпендикуляр падает в центр основания барьера.

Требуется рассчитать форму и размеры зоны освещенности и зоны полной тени.

Решение. Целесообразно прочертить некоторые лучи света: исходящие непосредственно от источника и отраженные от зеркал. Из-за симметрии системы достаточно рассмотреть только лучи, показанные на рисунке 11.

Очевидно, что область, ограниченная лучами 1 и 2, является зоной освещенности прямым излучением источника I .

Зеркало считаем идеальным плоским. Следовательно, угол отражения для любого луча равен углу падения. Лучи 3 и 4 ограничивают область сзади барьера, которая освещается излучением, отраженным от зеркала 31. Луч 3 отражается от левого края зеркала 31. Отраженный луч 3 проходит вплотную к краю барьера B .

Лучи источника I , падающие на зеркало 31 правее луча 5, дают отраженные лучи, которые задерживаются барьером B .

Область между лучом 4 и задней (относи-

тельно источника I) поверхностью барьера является зоной полной тени.

Понятно, что существует система лучей зеркально симметричная данной относительно плоскости, изображенной штрихпунктирной линией на рисунке 11.

Таким образом, полная тень представляет собой равнобедренный треугольник, основанием которого является ширина барьера b , а высота H равна расстоянию от задней поверхности барьера до точки пересечения лучом 4 плоскости симметрии физической системы (рис. 11).

Так как высота барьера b дана в условиях задачи, то требуется найти величину H . Пользуясь законом отражения, выразим искомую величину через угол α , показанный на рисунке 11:

$$H = \frac{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2}. \quad (6)$$

Угол связан с величиной x , которая определяет положение точки, в которой луч 5 отражается от зеркала 31 и дает отраженный луч 4 (рис. 11). Для вычисления тангенса угла α используем чертеж на рисунке 12.

Выразим тангенс угла α из прямоугольных треугольников Ifc и dfe , где f — точка отражения луча от зеркала 31:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L_2 + L_3 - x}{L_4/2}, \quad (7)$$

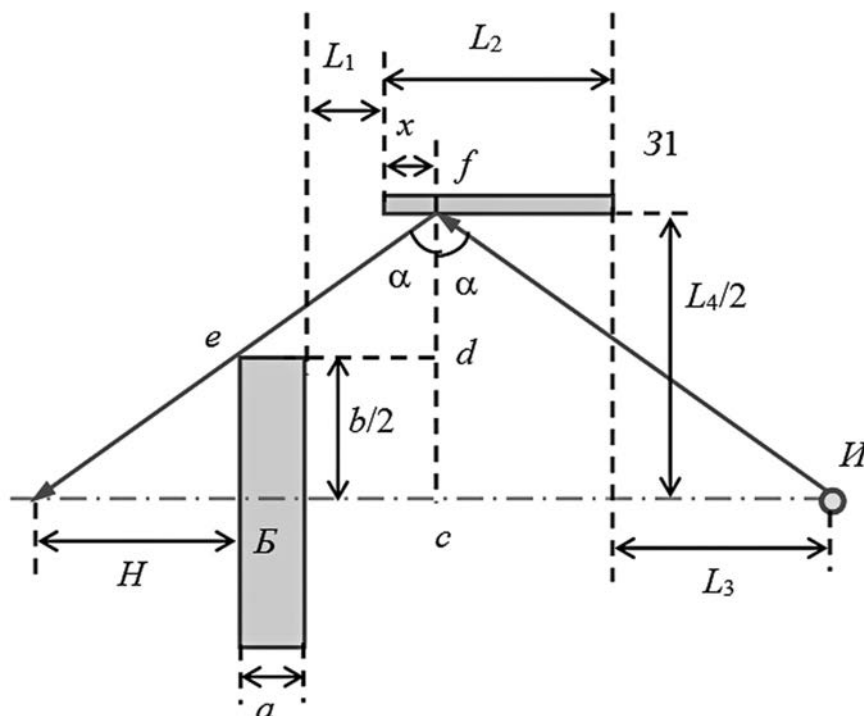


Рис. 12. Буквой f обозначена точка отражения луча, падающего от источника I на зеркало 31

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x + L_1 + a}{(L_4 - b)/2}. \quad (8)$$

Приравнивая правые части двух последних равенств, получим уравнение для вычисления расстояния x .

Решение получается в виде:

$$x = \frac{(L_2 + L_3)(L_4 - b) - (L_1 + a)L_4}{2L_4 - b}. \quad (9)$$

Громоздкий вид выражения не должен смущать учащихся, так как все величины даны в условиях задачи, и расстояние x легко вычисляется. Полученное число можно подставить в любое выражение из (7) и (8), а затем вычислить искомую величину H по формуле (6).

Эксперимент. Установка для эксперимента данной задачи собрана на лабораторном столе (рис. 13). В качестве источника света использовался фонарик, дающий широкий пучок света. Зеркала были закреплены вертикально на деревянных кубиках. Непрозрачным барьером служил картонный

спичечный коробок, поставленный на торец. Размеры коробка a и b измерялись миллиметровой линейкой до эксперимента.

Элементы установки располагались на листе миллиметровой бумаги для удобства измерения размеров L_1 — L_4 . При определении длины L_3 необходимо учитывать расстояние от стекла фонаря до светодиода — непосредственного источника потока света.

Эксперимент проводится в затемненной лаборатории. На поверхности стола четко наблюдаются (рис. 14) рассчитанные ранее пучки света, изображенные на рисунке 11.

Длина полной тени H за барьером измеряется по миллиметровым делениям (рис. 15). В эксперименте, показанном на рисунках 13–15, линейные размеры имели следующие значения: $L_1 = 20$ мм, $L_2 = 70$ мм, $L_3 = 35$ мм, $L_4 = 80$ мм, $a = 19$ мм и $b = 39$ мм. Расчет по формулам (6)–(9) дает величину $H \approx 46$ мм. По фото на рисунке 15 видно, экспериментальное значение длины тени H совпадает с расчетным с точностью до 1 мм.

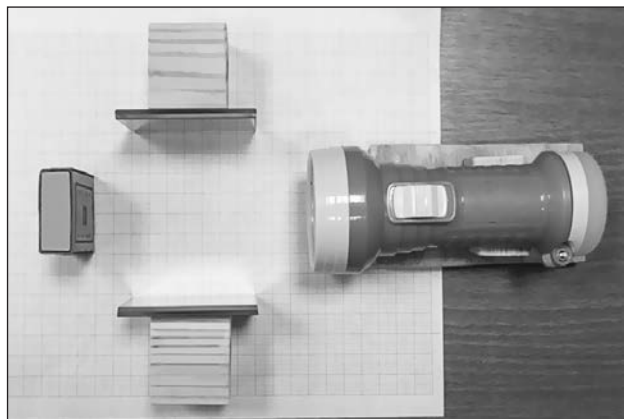


Рис. 13. Экспериментальная установка

Традиционно большой интерес у учащихся вызывают задачи на построение хода лучей и изображений в системе плоских зеркал. Они описаны в пособии для учителя [7]. Построением хода лучей и прямым экспериментом легко проверяется вариант с раствором угла 120° и 90° . Гораздо сложнее выглядят построения хода лучей при значении угла между зеркалами в 60° и меньше. Они вновь демонстрируют четкую связь лучевой оптики и евклидовой геометрии, но в данном случае мы чаще всего имеем обратную ситуацию, количество полученных в эксперименте изображений объекта проверяется с помощью известной эмпирической формулы и аккуратными, четко выверенными построениями.

Задача 3. Точечный источник света расположен на биссектрисе угла, образованного двумя плоскими зеркалами. Угол между зеркалами равен α (рис. 16). Сколько мнимых изображений сформируется в данной системе зеркал?

Решение. Построение лучей света в приближении геометрической оптики доказывает, что отражение источника в плоском зеркале дает мнимое изображение, расположенное зеркально симметрично (рис. 17). Иными словами, мнимое изображение находится на перпендикуляре, опущенном из источника света на зеркало, на том же расстоянии, что и расстояние от источника до

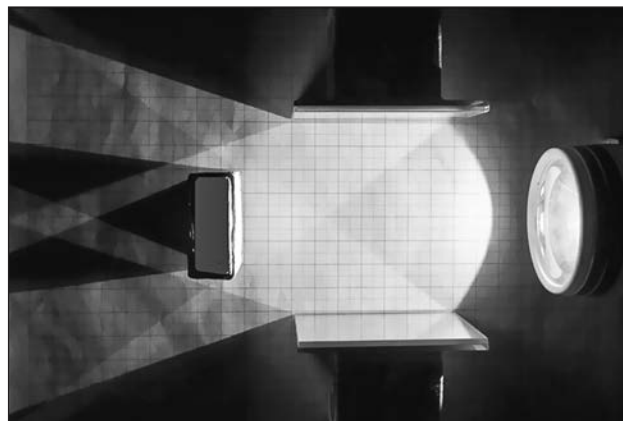


Рис. 14. Эксперимент в затемненной лаборатории

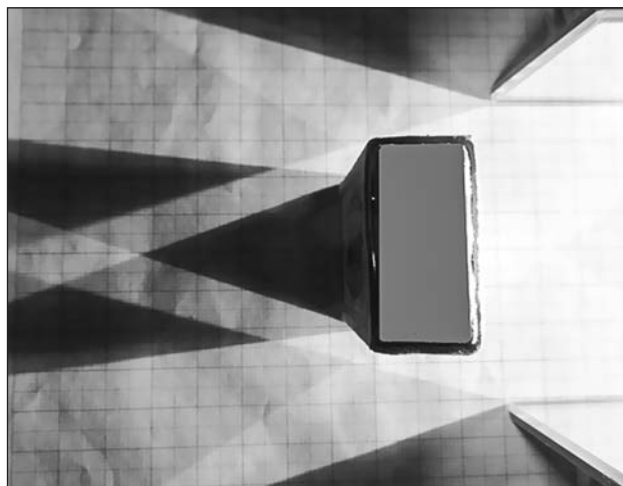


Рис. 15. Полная тень за барьером

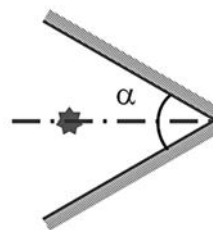


Рис. 16. Точечный источник между двумя плоскими зеркалами. Штрих-пунктирная линия — биссектриса угла, образованного зеркалами

зеркала. В системе зеркал (приведенной на рис. 16) лучи света отражаются от них многократно, образуя мнимые изображения источника.



Рис. 17. Мнимое изображение точечного источника в плоском зеркале

Известно, что положение мнимого изображения определяется точкой пересечения продолжений реальных лучей. Следовательно, вместо громоздкого построения множества лучей можно строить мнимые изображения, пользуясь геометрическим методом, изображенным на рисунке 17.

Во-первых, источник света в каждом из зеркал порождает мнимое изображение. Кроме того, в каждом зеркале отражается другое и образуется его мнимое изображение. Затем следует строить изображения ранее построенных мнимых изображений в мнимых изображениях зеркал. Справедливость такого метода можно доказать тщательным построением нескольких реальных лучей и их продолжений.

Для доказательства рассмотрим простой пример для угла $\alpha = 90^\circ$ (рис. 18).

Реальный точечный источник света «0», отражаясь в зеркалах A и B , даст мнимые изображения «1» и «2». Зеркало A , отразившись в зеркале B , формирует мнимое изображение A' . Аналогично образуется мнимое изображение B' другого зеркала. Теперь достаточно построить изображения точек «1» и «2» в зеркалах A' и B' . Полученные точки совпадут и дадут еще одно мнимое изображение «3».

Правильность использованной методики легко проверить непосредственным построением реальных лучей, исходящих из источника света, лучей, отраженных от зеркал, и продолжений лучей для нахождения точек мнимых изображений. На рисунке 19 показано построение изображений с помощью только закона отражения. Видно, что это довольно скрупулезная работа.

Сравнение рисунков 18 и 19 свидетельствует о справедливости простой методики

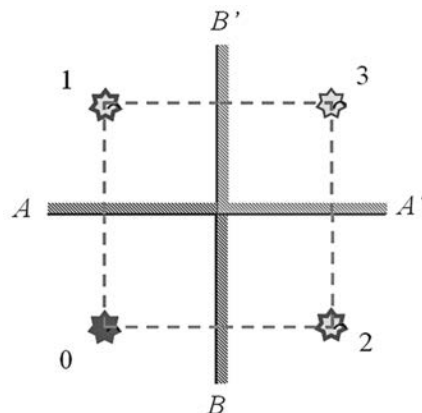


Рис. 18. Построение мнимых изображений точечного источника в системе двух плоских зеркал, расположенных под углом 90° .

0 — источник света; A, B — зеркала;
 A', B' — мнимые изображения зеркал;
 1, 2, 3 — мнимые изображения источника света

нахождения мнимых изображений без построения отражения реальных лучей.

В качестве примера на рисунке 20 изображен случай для угла $\alpha = 45^\circ$.

Мнимые изображения зеркал располагаются относительно друг друга под углом α (в данном случае 45°). Изображения источников находятся на биссектрисах углов, образованных зеркалами и их изображениями. Построенная система объектов и изображений обладает поворотной симметрией с элементарным углом поворота $\alpha = 45^\circ$.

Полезно вернуться к рисунку 18 и убедиться, что картина также характерна поворотной симметрией с элементарным углом поворота $\alpha = 90^\circ$.

Используя симметрию системы отражений, легко увидеть, что количество мнимых изображений N вычисляется по формуле:

$$N = (360^\circ/\alpha) - 1. \quad (10)$$

Проиллюстрируем изложенную методику примерами, приведенными на следующих рисунках. Практическая демонстрация затрудняется рядом обстоятельств.

Во-первых, для наблюдения множества изображений зеркала должны быть доста-

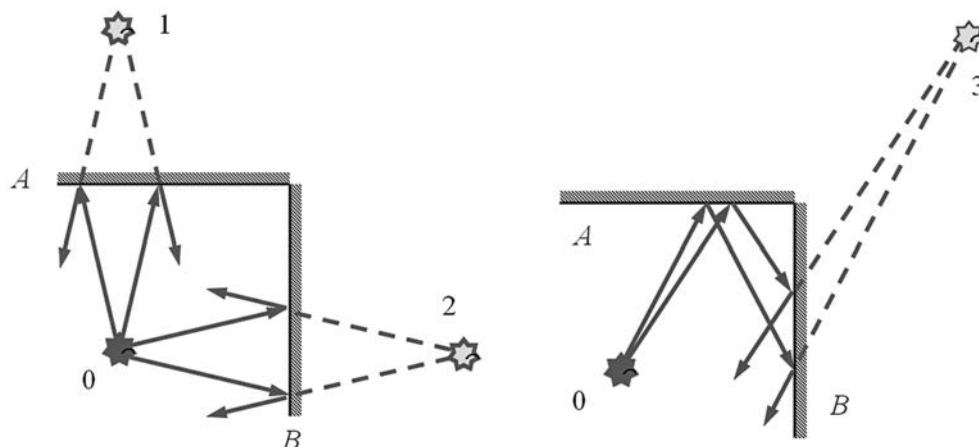


Рис. 19. Построение изображений точечного источника в системе двух плоских зеркал, расположенных под углом 90° , с помощью закона отражения.

0 — источник света; A, B — зеркала; 1, 2, 3 — мнимые изображения источника

точно большими. Во-вторых, приходится тщательно выбирать точку наблюдения, чтобы в поле зрения мнимые изображения не сливались. Кроме того, при каждом отражении часть энергии теряется на поглощение. В следствие этого, изображения, полученные многократными отражениями, имеют меньшую яркость.

На рисунке 21 показано отражение предмета в двух зеркалах, расположенных под углом 90° . Видно, что система отражений совпадает с рассчитанной на рисунках 18 и 19. Изображение второе слева, полученное двукратным отражением, (изображение 3 на схеме рисунка 19), является самым тусклым.

На рисунке 22 приведен случай отражение предмета в зеркалах, расположенных под углом 45° . Согласно схеме на рисунке 20 кроме самого предмета должно наблюдаться 7 отражений (мнимых изображений). Характерно, что самое дальнее на фото (4-е справа) не только самое тусклое, но и слегка искаженное. Дело в том, что используемые зеркала не идеальны, и с каждым отражением лучей света погрешности накапливаются. Обсуждаемое мнимое изображение сформировалось в результате четырех последовательных отражений. Можно сделать вывод, что в данной системе зеркал не удастся наблюдать большее количество четких изобра-

жений при уменьшении угла α .

Наконец, приведем фотографию отражения предмета в двух зеркалах, установленных параллельно (рис. 23). Угол α при этом равен нулю. Согласно вышеприведенной формуле должно формироваться бесконечное количество мнимых изображений.

Для наблюдения изображений в этом случае использовались зеркала разных размеров. Точка наблюдения (и фотографирования) была выбрана поверх зеркала меньшего размера. На рисунке 23 видно пять мнимых изображений, у которых постепенно уменьшаются размеры и яркость, а искажения возрастают.

Простота и наглядность экспериментов дает возможность учащимся увидеть новые стороны явлений, которые часто наблюдаются в повседневной жизни. Хорошее совпадение теоретических расчетов с результатами эксперимента убеждает учащихся в объективности простого физического закона и создает позитивный настрой для проведения дальнейших исследований.

Литература

1. Храмов Ю.А. Физики. Биографический справочник / Под ред. А.И. Ахиезера. — М.: Наука, 1973.
2. Знаменский П.А. Лабораторные занятия по

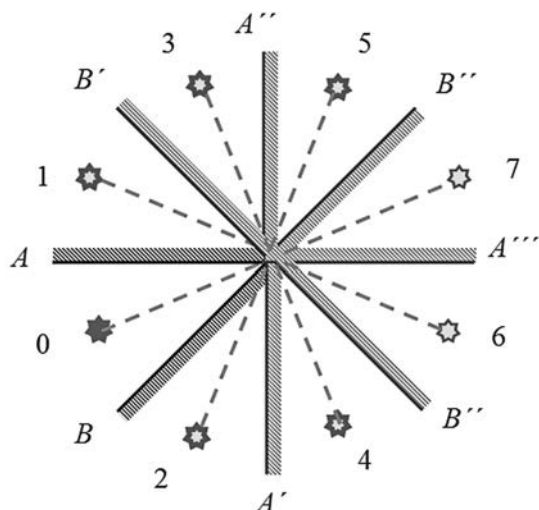


Рис. 20. Построение мнимых изображений точечного источника в системе двух плоских зеркал, расположенных под углом 45° .

0 — источник света; A, B — зеркала; A', B', A'', B'' — мнимые изображения зеркал; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — мнимые изображения источника

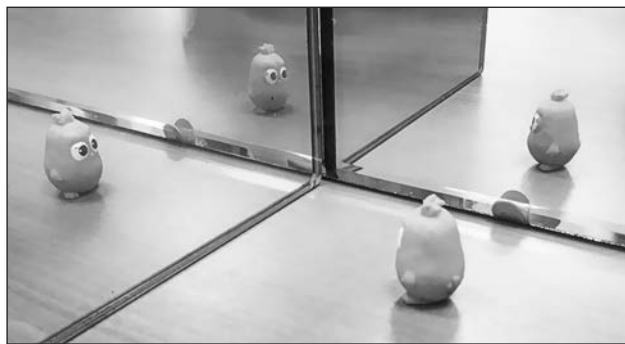


Рис. 21. Отражение предмета в зеркалах, установленных под углом 90°

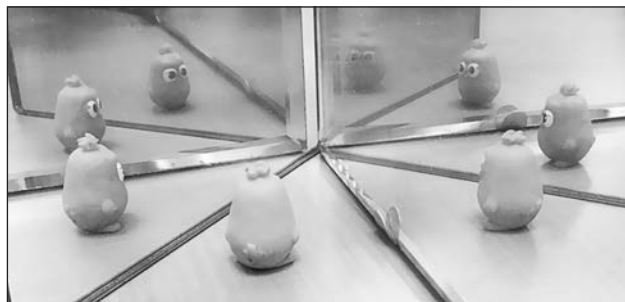


Рис. 22. Отражение предмета в зеркалах, установленных под углом 45°

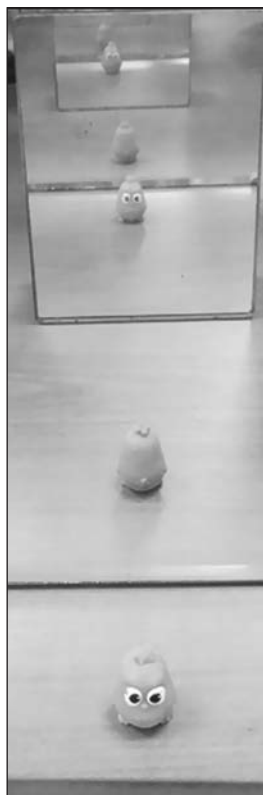


Рис. 23. Отражение предмета в двух параллельно установленных зеркалах. Виден предмет и его четыре отражения (мнимые изображения)

физике в средней школе. Ч. 2. — М., Л.: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1949. — 364 с.

3. Мартынов И.М., Хозяинова Э.Н., Буров В.А. Дидактический материал по физике. 10 класс. Пособие для учителей / Под ред. В.А. Букова. — М.: Просвещение, 1980.

4. Физика. Решение задач. В 2 кн. Кн. 2 / Сост. И.Е. Гусев. — Мн.: Литература, 1997.

5. Гофман Ю.В. Законы, формулы, задачи физики. Справочник. — Киев: Наукова Думка, 1977.

6. Сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике. 8 класс. Тепловые явления. Постоянный ток. Оптика / Под ред. М.Ю. Замятина. — Сочи, 2018. — С. 235–236.

7. Буров В.А., Зворыкин Б.С., Покровский А.А., Румянцев И.М. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. Пособие для учителей / Под ред. А.А. Покровского. — М.: Просвещение, 1970. — 216 с.

Дата поступления рукописи (Received): 24.09.2021.

Опубликовано (Published): 18.05.2023.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЕДИНОГО НАУЧНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ВОЗДУХЕ

IMPLEMENTATION OF A UNIFIED SCIENTIFIC APPROACH TO THE STUDY OF WAVE PROPAGATION IN THE AIR

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_22

Б.А. Мукушев , д.п.н., профессор, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; mba-55@mail.ru	B.A. Mukushev , DrSci (Pedagogy), professor, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, The Republic of Kazakhstan; mba-55@mail.ru
Ключевые слова: единый научный подход, распространение звука и света в воздухе, атмосферная акустика, атмосферная оптика	Keywords: unified scientific approach, propagation of sound and light in the air, atmospheric acoustics, atmospheric optics
Аннотация. На основе единого научного подхода изучены закономерности распространения звуковых и световых волн в земной атмосфере	Abstract. On the basis of a unified scientific approach, the patterns of propagation of sound and light waves in the Earth's atmosphere have been studied

© Мукушев Б.А., 2023

Введение. Из школьного курса физики известно, что звуковые и световые волны имеют много общих физических свойств. К ним относятся явления преломления, дифракции, интерференции и др. Данные факторы доказывают, что между этими явлениями разной природы есть некоторое сходство или аналогии [1]. Наличие этого сходства позволяет рассматривать явления распространения звуковых и световых волн с точки зрения единого научного подхода. Этот подход к изучению физических систем позволяет глубже проанализировать любой объект, выявить сходство между совершенно разными по природе явлениями, найти общий язык для их описания и почувствовать единство физического мира.

Рассмотрим с точки зрения единого научного подхода распространение звуковых и световых волн в земной атмосфере. При изучении распространения этих волн среда обычно считается однородной. Однако на практике, как правило, приходится иметь дело с распространением волн в неоднородных средах, в частности, в земной атмосфере.

Наличие неоднородностей среды приводит иногда к возникновению интересных природных явлений (например, зона молчания, миражи и др.), которые следует изучать более детально.

1. Распространение звука в воздухе.

Звук является частным случаем упругих колебаний среды с малыми амплитудами. В связи с этим состояние среды (в данном случае атмосферы) существенным образом сказывается на распространении звуковой энергии. Изучением зависимости распространения звука в атмосфере от состояния последней занимается *атмосферная акустика*.

Скорость звука в газе вычисляют по формуле Лапласа

$$\vartheta = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}.$$

Здесь $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ — отношение теплоемкостей газа при постоянных давлении и объеме,

p — давление, ρ — плотность, R — универсальная газовая постоянная, T — температура, M — молярная масса газа.

С высотой температура, давление, плотность водяного пара и воздуха изменяются, следовательно, изменяется и скорость звука. Если ограничиться рассмотрением небольшого по горизонтали участка, то максимальные изменения вышеуказанных параметров будут иметь место в вертикальном направлении, поэтому и скорость звука будет изменяться главным образом по вертикали. Зависимость изменения температуры воздуха от высоты называется *температурной инверсией*.

Чтобы была понятна физическая суть изучаемых явлений, происходящих при распространении волн в реальной воздушной среде, предлагаем несколько примеров.

Пример 1. Почему мы плохо слышим звук на улице в ветреную погоду, если ветер дует от нас по направлению к источнику звука?

Анализ. В ветреную погоду скорость звука в направлении ветра оказывается несколько больше, чем в тихую, а против ветра — немного меньше. Однако эта поправка невелика (принимая во внимание, что скорость звука в воздухе — 330 м/с, а скорость сильного ветра — 15–20 м/с). В то же время, поскольку с приближением к по-

верхности Земли скорость ветра (из-за наличия большего трения) уменьшается, оказывается, что отдельные участки звуковой волны должны двигаться относительно земной поверхности с различными скоростями. Создается картина расположения фронтов звуковой волны примерно такая, как изображено на рисунке 1.

Используя ее, нетрудно выяснить, как распространяется звук в ветреную погоду. Для этого надо провести лучи перпендикулярно линиям фронтов волны (они показаны изогнутыми стрелками). Как видно из рисунка, там, где звук распространяется «против ветра», лучи искривляются вверх, т.е. образуется «зона молчания» (закрашенный участок). По другую сторону источника звука («по ветру») возникает «зона лучшей слышимости».

Расскажем немного о предыстории изучения этого явления. Долгое время его правильного объяснения не было. Ответ был получен в 1857 г. английским физиком и математиком Дж. Стоксом. Убедительное подтверждение этого объяснения получило в опытах другого известного английского физика — О. Рейнольдса. Рейнольдс в качестве источника звука использовал электрический звонок, который можно было поднимать и опускать. Он обнаружил, что звонок был слышен против ветра на гораздо

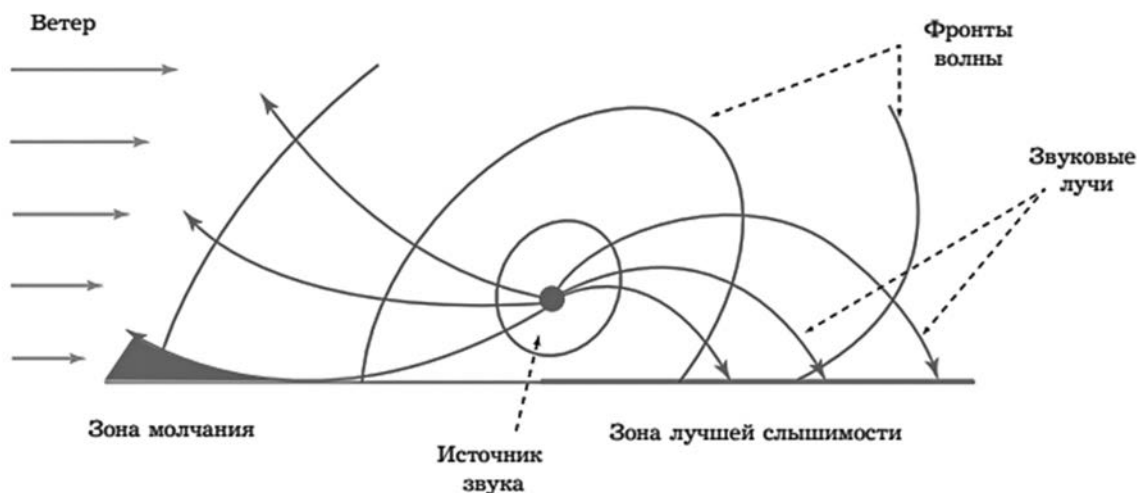


Рис. 1

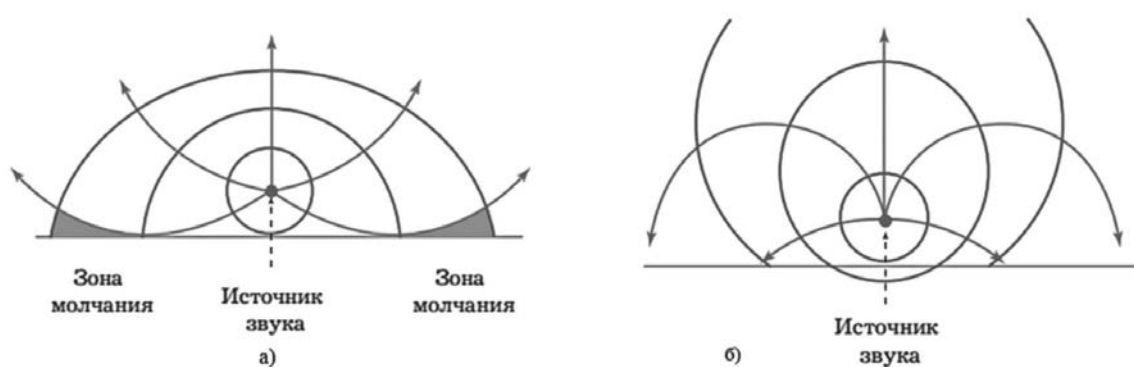


Рис. 2

большем расстоянии, если его поднимали высоко над землей.

А в опытах, проведенных Джоном Тиндалом, был использован неподвижный колокол. Экспериментатор, находившийся на некотором расстоянии против ветра от колокола, отчетливо улавливал его звук, когда поднимался на специальную лестницу. Опыты Тиндаля прямо показали, что звуковые волны под действием ветра действительно отклонялись вверх.

Пример 2. Почему в ясный жаркий день слышимость звука ухудшается, а ночью становится лучше?

Анализ. В ясный жаркий день земная поверхность нагревается сильнее, чем воздух. Часть тепла она отдает нижним слоям атмосферы, температура которых вследствие этого оказывается выше, чем у верхних слоев. Поскольку скорость звука v связана с температурой среды T зависимостью $v \sim \sqrt{T}$, днем у поверхности земли звук распространяется быстрее, чем на высоте. В результате картина расположения фронтов звуковых волн оказывается такой, как показано на рисунке 2а.

Построив лучи, соответствующие направлениям распространения звука, видим, что звук будет слышен днем только вблизи источника.

Ночью поверхность Земли остывает, понижается температура и нижних слоев атмосферы. В результате они оказываются холоднее верхних, и картина расположения

фронтов звуковых волн оказывается такой, как изображено на рисунке 2б. Слышимость звука, как видно из этого рисунка, будет хорошей.

Пример 3. Общеизвестно, что в тихую ночь вдоль реки можно слышать даже слабые звуки на расстоянии нескольких километров. Объясните это явление.

Анализ. Ночью, при большой температурной инверсии, звуковые лучи, испытав значительное искривление, возвращаются к поверхности реки, отражаются от нее и снова поднимаются вверх (рис. 3). Благодаря слабому поглощению звуковой энергии водной поверхностью звуковые волны, многократно отражаясь от поверхности реки, распространяются на значительное расстояние. Звуковая энергия в этом случае концентрируется в некотором слое, который играет роль звукового канала.



Рис. 3

Пример 4. Почему одним из признаков приближения осадков служит хорошая слышимость звука?

Анализ. Перед выпадением осадков увеличивается влажность воздуха и, следовательно, парциальное давление водяного

пара, находящегося в воздухе. В технике упомянутое парциальное давление называется упругостью водяного пара в воздухе. Как известно, в упругих средах волны распространяются без значительной потери энергии, поэтому звук слышен на большом расстоянии.

2. Распространение света в воздухе.

Нам известно, что скорость световых волн зависит только от показателя преломления среды, в нашем случае атмосферы. Показатель преломления воздуха $n = c/v$, где c — скорость света в вакууме, а v — скорость света в данной среде. Это выражение запишем в виде $v = c/n$. Итак, скорость света в атмосфере v всегда меньше скорости c и зависит, в частности, от плотности воздуха. Чем плотнее воздух, тем меньше v , и значит, тем больше показатель преломления воздуха. Если плотность воздуха атмосферы неоднородна в зависимости от координат, то в воздушном пространстве происходит искривление светового луча.

Искривление звуковых и световых лучей называют *рефракцией*. При этом, как показывают многочисленные опыты, луч загибается всегда так, что расстояние от точки к точке он проходит за самое короткое время. Данное положение носит название *принципа Ферма*.

Раздел физики атмосферы, в котором изучаются оптические явления, возникающие при прохождении света в атмосфере, называется *атмосферной оптикой*. Сюда относятся не только такие оптические явления как заря, радуга, изменение цвета неба, гало и менее заметные, но очень важные для практики явления, такие как рассеяние и излучение атмосферой видимой и невидимой радиации, поляризация небесного света, видимость предметов и т.д.

Нами предложено несколько примеров на распространение световых волн в атмосфере.

Пример 5. Почему очертания предметов, находящихся за вертикальными струями

горячего воздуха (например, над костром), кажутся колеблющимися?

Анализ. Вследствие неравномерности нагревания воздуха плотность его слоев непрерывно меняется. Поскольку от нее зависит коэффициент преломления, очертания предметов оказываются все время разными и в результате колеблются.

Пример 6. Известно, что видимый и истинный восходы (заходы) Солнца отличаются примерно на 3 минуты. Это атмосферное явление носит название атмосферной рефракции. Нужно объяснить данное оптическое явление.

Анализ. Атмосферная рефракция или астрономическая рефракция — это преломление в атмосфере световых лучей от небесных светил. Известно, что плотность планетных атмосфер всегда убывает с высотой. Как было уже сказано, чем плотнее воздух, тем больше показатель его преломления (рис. 4). Заметим, что изменение показателя преломления с высотой представлено на рисунке для наглядности более значительным, чем это наблюдается в действительности.

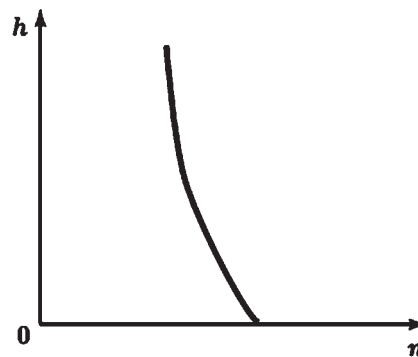


Рис. 4

Представим, что атмосфера состоит из оптически однородных горизонтальных слоев; показатель преломления скачком меняется от слоя к слою, постепенно возрастаая при переходе от верхних слоев к нижним. Такая ситуация показана на рисунке 5, где атмосфера условно представлена в виде пяти слоев с показателями преломления n_1 ,

n_2, n_3, n_4, n_5 , причем $n_1 < n_2 < n_3 < n_4 < n_5$. За верхней границей атмосферы показатель преломления равен единице. Вспомним, что при переходе луча из среды 1 с показателем преломления n_1 в среду 2 с показателем преломления n_2 выполняется соотношение

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Это и есть известный закон преломления света на границе двух сред. Применяя этот закон к нашей слоистой атмосфере, приходим к выводу, что траектория светового луча, приходящего к земному наблюдателю от некоторого заатмосферного объекта, должна иметь вид ломаной линии (рис. 5). Для этого случая напомним:

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_3} = \frac{n_3}{n_2}, \quad \frac{\sin \alpha_3}{\sin \alpha_4} = \frac{n_4}{n_3} \text{ и т.п.}$$

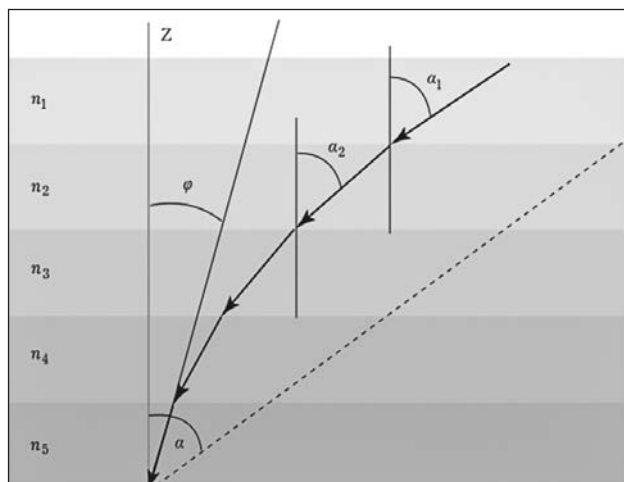


Рис. 5

В действительности плотность атмосферы, а следовательно, и ее показатель преломления изменяются с высотой не скачками, а непрерывно. Поэтому световой луч представляет собой не ломанную, а кривую линию. Преломление света происходит таким образом, что своей выпуклостью искривленный луч всегда обращен в сторону зенита (Z).

Если бы не было рефракции света в атмосфере, то объект был бы виден под углом α (его называют зенитным расстоянием объекта). Вследствие рефракции наблюдатель видит объект не под углом α , а под углом φ . Поскольку $\varphi < \alpha$, то объект представляется наблюдателю выше над горизонтом, чем это есть на самом деле. Разность $\Omega = \alpha - \varphi$ называют углом рефракции.

В связи с этим рефракция всегда «приподнимает» изображения небесных светил (Луны, звезд, искусственных спутников) над их истинным положением.

На основе анализа данного оптического явления можно сформулировать следующее важное правило: *в оптически неоднородной среде световой луч изгибается так, что его траектория всегда оказывается обращена выпуклостью в сторону уменьшения показателя преломления среды.*

Пример 7. Иногда путнику в пустыне в жаркий солнечный день кажется, будто он видит далекие предметы, отраженные в водной глади. Однако они исчезают, когда он пытается приблизиться. Это явление называется *нижним миражом*. Как можно его объяснить?

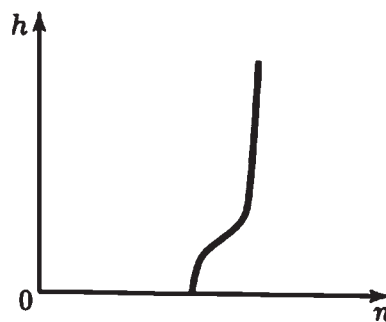


Рис. 6

Анализ. Слои воздуха над горячим песком пустыни прогреты значительно больше, чем вышележащие слои. Изменение показателя преломления воздуха n с высотой h вблизи земной поверхности для рассматриваемого случая показано качественно на рисунке 6. В соответствии с установленным выше правилом, световые лучи вблизи

поверхности земли будут в данном случае изгибаться так, чтобы их траектория была обращена выпуклостью вниз.

Поскольку, как известно, оптическая плотность горячего воздуха меньше, чем холодного, лучи света, идущие от далекого предмета, искривляясь на нижних слоях воздуха, попадают в глаз путника, и он видит на песке изображение этого предмета, как бы отраженного в воде (рис. 7).

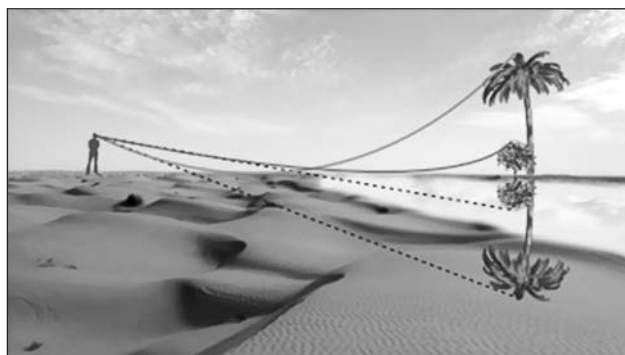


Рис. 7

Нижний мираж нередко наблюдается и в наших краях. Особенно часты подобные явления в летнее время на асфальтовых дорогах, которые благодаря темному цвету сильно нагреваются на Солнце. Матовая поверхность дороги кажется тогда издали словно политой водой и отражает отдаленные предметы.

Пример 8. В морях (или горных районах) бывает так называемый верхний мираж: наблюдатель видит объект над горизонтом. Изменение n с высотой h вблизи земной поверхности для рассматриваемого случая показано на рисунке 8. Как можно объяснить рассматриваемое оптическое явление?

Анализ. У поверхности воды (или почвы в горных районах) воздух холоднее, чем вышележащие его слои. Световые лучи в рассматриваемом случае изгибаются так, что их траектория обращена выпуклостью вверх. Поэтому наблюдатель может видеть объекты, скрытые от него за горизонтом или за горами. При этом он будет видеть их вверх, как будто висящими над линией

горизонта. По этой причине такие миражи называют *верхними* (рис. 9).

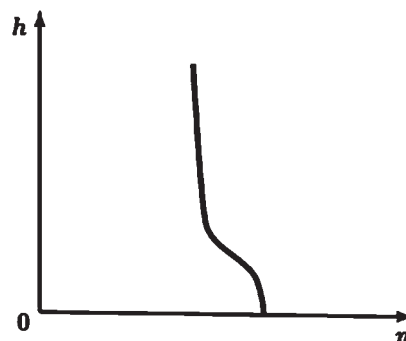


Рис. 8

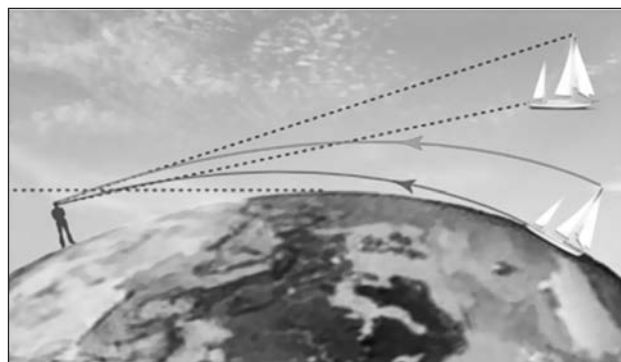


Рис. 9

Верхние миражи могут давать не только прямое, но и перевернутое изображение. Показанное на рисунке 9 прямое изображение возникает, когда показатель преломления воздуха уменьшается с высотой относительно медленно.

При быстром уменьшении показателя преломления образуется перевернутое изображение (рис. 10).

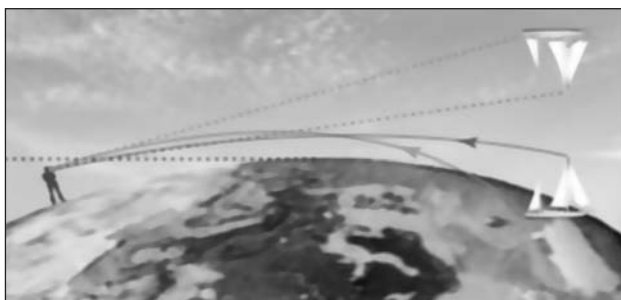


Рис. 10

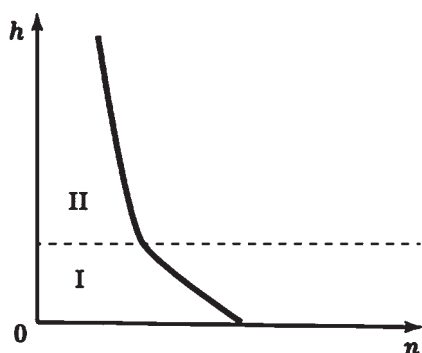


Рис. 11

Пример 9. Когда показатель преломления воздуха уменьшается с высотой сначала быстро, а затем медленно, возникает *двойной мираж*. Изменение n с высотой h вблизи земной поверхности для рассматриваемого случая показано на рисунке 11. Представлен качественный рисунок (рис. 12) рассматриваемого оптического явления. Объясните суть рассматриваемого оптического природного явления.

Анализ. Световые лучи в области I графика будут искривляться сильнее, чем в области II. В результате возникают два изображения (рис. 12).

Световые лучи 1, распространяющиеся в пределах воздушной области I (те, которые сильно искривляются), формируют перевернутое изображение объекта.

Лучи 2, распространяющиеся в основном в пределах области II, искривляются в меньшей степени и формируют прямое изображение.

Под влиянием ветра и вертикальных воздушных потоков слой холодного воздуха может искажаться, изменять толщину, перемещаться по высоте. Поэтому как верхнее, так и нижнее изображения будут изменяться со временем, создавая картину сменяющихся друг друга видений. Так возникает знаменитая «Фата-Моргана».

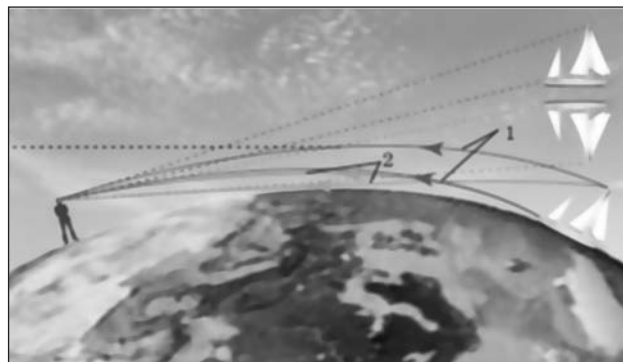


Рис. 12

Заключение

Изучение и анализ явлений, относящихся к распространению волн в атмосфере, позволяет рассмотреть с единой научной позиции физические свойства и законы звуковых и электромагнитных волн. Освоение школьниками принципов единого научного подхода к познанию окружающей нас действительности способствует формированию умений целенаправленного применения принципов этого методологического инструмента при изучении физических систем различной природы. А это позволяет учащимся глубже проанализировать любое конкретное явление, выявить схожесть между совершенно разными явлениями, найти общий язык для их описания и почувствовать единство физического мира [2, 3].

Литература

1. Мукушев Б.А. Применение метода динамической аналогии в процессе решения физических задач // Физика в школе. 2021. № 1. С. 37–44.
2. Тарасов Л.В. Физика в природе. — М.: Просвещение, 1988. — 351 с.
3. Мукушев Б.А. Распространение волн в воздухе // Потенциал. 2014. № 7. С. 35–42.

Дата поступления рукописи (Received): 12.11.2022.
Опубликовано (Published): 18.05.2023.

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ КАК ИСТОЧНИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ
ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

ENCYCLOPEDIA AS A SOURCE OF ADDITIONAL
INFORMATION WHEN TEACHING PHYSICS

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_29

Н.А. Антонова , аспирант, преподаватель кафедры физики и методики обучения физике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск; in-nadya@mail.ru	N.A. Antonova , Postgraduate, lecturer of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, South-Ural State Humanities Pedagogical University, Chelyabinsk; in-nadya@mail.ru
Ключевые слова: энциклопедия, научно-популярная литература, читательская грамотность, обучение физике	Keywords: encyclopedia, popular science literature, reader literacy, teaching physics
Аннотация. В статье рассматриваются возможности работы с энциклопедией для формирования читательской грамотности при обучении физике. Приводятся методические рекомендации по формированию этих умений	Abstract. The article discusses the possibilities of working with the encyclopedia for the formation of reader literacy in teaching physics. Methodological recommendations for the formation of these skills are given

© Антонова Н.А., 2023

Одна из задач формирования читательской грамотности — владение обучающимися умениями работать с научно-популярной литературой.

Разновидностью ее являются энциклопедии. Они содержат обширные, достоверные и систематизированные сведения по самым разным темам.

Брокгауз и Ефрон определяют понятие, термин «энциклопедия» как совокупность тех знаний, которыми должен овладеть свободный человек, вступая в жизнь [2]. В толковом словаре Ефремовой — это совокупность знаний, сведений по какому-либо вопросу и введение в курс какой-либо науки [4]. А.П. Горкин определяет энциклопедию как справочно-информационный массив на бумажных или электронных носителях с определенным алгоритмом поиска информации, как правило, в виде алфавитного расположения статей, указателей (индек-

сов), отсылок (гипертекста), других поисковых систем, при составлении которого соблюдены следующие необходимые требования: полнота информации, системность изложения, научность, объективность, унификация подачи материала, наличие дефиниции, схематичность изложения, наличие иллюстраций и карт [3].

Выделим этапы организации работы с энциклопедией:

- представление об энциклопедии;
- общее знакомство (ее назначение, построение, указатели, оформление);
- отработка умения находить нужную информацию (задания на нахождение требуемых сведений, например, на поиск информации о лазерах);
- задания на подготовку развернутой информации о каком-то одном явлении, предмете, объекте, ученом, осмысленный рассказ своими словами одной какой-либо

статьи (например, оптические иллюзии, французский физик Шарль Кулон);

- задание на придумывание серии вопросов (не менее трех) или задач по содержанию статьи [1, 5, 6].

В ходе опытной экспериментальной работы по использованию энциклопедии на уроках физики и выявлению оптимальных методических приемов организации учебно-познавательной деятельности обучающихся с ними мы провели анкетирование обучающихся 8, 9 и 11 классов в МАОУ «СОШ № 84 г. Челябинска» (в опросе приняло 150 человек). Анализ ответов на вопросы анкеты приведен в таблице 1.

Анкетирование показало, что большинство респондентов (80,2%) считает, что эн-

циклопедия поможет: дать ответ на множество вопросов, обобщить сведения, раскрыть смысл терминов (74%), получить доступную для восприятия информацию (62%). Беседа с обучающимися привела к необходимости создания рекомендаций по работе с энциклопедией с учетом требований ФГОС к сформированности у них читательской грамотности. Они предполагают, что следует осуществлять работу с информацией, заложенной в электронной форме учебника, необходимой для выполнения задания; ориентироваться в научно-популярном тексте физического содержания, отвечать на вопросы, используя явно (неявно) заданную в нем информацию; оценивать достоверность предложенной информации; высказывать

Таблица 1

Анализ ответов обучающихся на вопросы анкеты

Вопросы	Результат ответа, %	
	Да	Нет
1. Есть ли у Вас домашняя библиотека?	86	14
2. Какая научно-популярная литература у Вас есть? Можете выбрать несколько вариантов.	научно-популярные журналы — 12	
	словари — 60	
	энциклопедии — 63	
	справочники — 52	
	учебная литература — 57	
3. В каких целях Вы используете энциклопедию? Можете выбрать несколько вариантов.	нет подобного — 14	
	необходимо для учебы — 54	
	способ получения информации — 43	
	способ развития личности — 23	
	для подготовки доклада — 31	
	при проектной деятельности — 37	
	для подготовки реферата — 31	
	для подготовки к научной конференции — 6	
	для уточнения понятийного аппарата — 74	
4. Пользуетесь ли Вы электронными энциклопедиями?	доступность информации для восприятия — 62	
	не использую — 23	
5. Какие, на Ваш взгляд, есть преимущества и недостатки энциклопедии? Можете выбрать несколько вариантов.	Да	Нет
	57	43
	наличие справочного материала — 87	
	научность — 57	
	полнота информации по данной теме — 57	
	расширяет кругозор — 44	
	высокая стоимость — 57	

6. Какие энциклопедии есть у Вас в домашней библиотеке?	физика — 6
	биология — 3
	химия — 3
	о животных — 23
	детская энциклопедия — 25
	моря и океаны — 4
	человек — 5
	все о космосе — 8
	деревья — 4
	чудеса света — 7
	боевая техника — 3
	Большая советская энциклопедия — 3

оценочные суждения на основе текста, подкрепляя свои утверждения информацией из текста при решении учебно-практических задач.

В школьном курсе физики есть большие возможности приобщить школьников к работе с энциклопедиями и тем самым создать дополнительные возможности для формирования читательской грамотности у обучающихся.

Приведем пример задания по работе с энциклопедией.

1. Прочитайте текст и укажите два предложения, в которых верно передана ГЛАВНАЯ информация, содержащаяся в тексте. Выберите варианты из списка.

Энциклопедия — это не просто научное справочное пособие, это приведенное в систему обозрение всех отраслей человеческого знания либо круга дисциплин, которые в совокупности составляют отдельную отрасль знания. Энциклопедические труды известны с давних времен, к ним можно отнести терминологические словари Древнего Египта, своды знаний Древнего Китая и другие. Термин «энциклопедия» вошел в обиход только в XVI веке.

1). Энциклопедия — это научное справочное пособие о всех отраслях человеческого знания, появившееся в глубокой древности, хотя сам термин существует лишь с XVI века.

2). Хотя до нас дошли энциклопедические труды и более древних цивилизаций,

такие как древнеегипетская и древнекитайская, термин «энциклопедия» вошел в обиход лишь в XVI веке и стал обозначать не только научное справочное пособие, но и систематизированное обозрение всех отраслей человеческого знания или отдельной отрасли знания.

3). Ученые Древнего Египта и Древнего Китая не знали понятия «энциклопедия», которое появилось только в XVI веке, но уже составляли своды знаний, пытаясь систематизировать отрасли человеческого знания.

4). Термин «энциклопедия» вошел в научное употребление в глубокой древности, но повсеместно его начали использовать только с XVI века, обозначая им приведенное в систему обозрение всех областей человеческого знания или отдельной отрасли знания.

5). Труды энциклопедического типа создавали в Древнем Египте, в Древнем Китае и в других странах древнего мира, но термин «энциклопедия», обозначающий систематизированное обозрение всех отраслей человеческого знания или отдельной отрасли знания, а также как научное справочное пособие, широко используется только с XVI века.

2. Какие энциклопедии есть у Вас в домашней библиотеке? Расскажите о них по плану: выходные данные, внешний вид, устройство и назначение.

3. Познакомьтесь с энциклопедией Артемова О.В., Балдина Н.А., Вологодина Е.В.

и др. (см. ссылку ниже). Составьте рассказ об энциклопедии, где отразите: выходные данные издания, назначение, устройство издания.

Используя материал энциклопедии, найдите ответы на следующие вопросы.

1). Какую лампу изобрел Томас Эдисон? Охарактеризуйте ее.

2). Кто и когда изобрел первый телескоп, радиоприемник?

– Составьте рассказ о (телескопе, микроскопе, телеграфном аппарате, азбуке Морзе, ледоколе).

– Составьте три вопроса по материалу энциклопедии.

4. В ЭФУ физики для 9 класса из УМК А.В. Пёрышкина на странице 201 предложено следующее задание. Используя материал энциклопедии, научно-популярной литературы подготовьтесь к научной дискуссии на тему «Полезны или вредны современные гаджеты». На наш взгляд, здесь уместно уточнить задание, попросив обучающихся привести аргументы, доказывающие пользу и вред гаджетов.

Приведем перечень энциклопедий по физике, технике, науке, астрономии для школьников, представленных в открытом доступе.

1. Володин В.А. Энциклопедия для детей. Том 16. Физика. Ч. 1. Биография физики. Путешествие в глубь материи. Механическая картина мира. — М.: Аванта+, 2000. — 448 с. — <https://djvu.online/file/EZ7Z1mCWa2EzX>.
2. Грамм М.И. Занимательная энциклопедия мер, единиц и денег. — Челябинск: Урал LTD, 2000. — 411 с. https://www.studmed.ru/gramm-mi-zanimatelnaya-enciklopediya-meredinic-i-deneg_73ff50a9977.html.
3. Ерпылев Н.П. Энциклопедический словарь юного астронома. — М.: Педагогика, 1986. — 336 с. — <https://sheba.spb.ru/shkola/slovar-astronom1986.htm>.
4. Ананьева Е.Г., Мирнова С.С. Земля. Полная энциклопедия. — М.: Эксмо, 2007. — 256 с. — http://lib.ysu.am/open_books/312368.pdf.

5. Артемова О.В., Балдина Н.А., Вологодина Е.В. и др. Большая энциклопедия открытий и изобретений / Науч.-поп.издание для детей. — М.: ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС», 2007. — 224 с. — https://www.studmed.ru/view/artemova-ov-baldina-na-vologdina-ev-i-dr-bolshaya-enciklopediya-otkrytiy-i-izobreteniy_577833e9163.html.

Таким образом, энциклопедия носит научно-просветительский характер, способствует развитию читательской грамотности, учит школьников работать с дополнительной научно-популярной литературой; развивает исследовательские навыки, умение самостоятельно ориентироваться в современном информационном сообществе; находить и обрабатывать нужную информацию для решения практических задач не только на уроках физики, но и в жизни.

Литература

1. Браверман Э.М. Учим работать со справочной литературой // Физика в школе. 2000. № 7. С. 34–38.

2. Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А. Энциклопедический словарь. — СПб.: Брокгауз-Ефрон, 1890–1907. — URL: <https://rus-brokgauz-efron.slovaronline.com/> (дата обращения 13.01.2021).

3. Горкин А.П. Что такое энциклопедия. — URL: http://www.rubricon.com/about_rubricon.asp?pid=2 (дата обращения 12.01.2021).

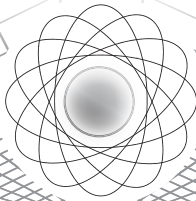
4. Толковый словарь Ефремовой. — URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/efremova/270441/Энциклопедия/> (дата обращения 13.01.2021).

5. Шефер О.Р., Шахматова В.В., Вухарева Е.П. Особенности работы с различными видами текстов физического содержания // Физика в школе. 2012. № 2. С. 9–16.

6. Шефер О.Р., Вухарева Е.П. Тексты физического содержания как средство формирования у учащихся умения работать с научно-популярной информацией: монография. — Челябинск: Край Ра, 2013. — 148 с.

Дата поступления рукописи (Received): 25.10.2022.

Опубликовано (Published): 18.05.2023.



ВЕБ-КВЕСТ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ «ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА»

WEB QUEST TECHNOLOGY TO CONSOLIDATE KNOWLEDGE ON THE TOPIC «INITIAL INFORMATION ABOUT THE STRUCTURE OF MATTER»

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_33

С.П. Коноваленко , к.техн.н., доцент, Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) РГЭУ (РИНХ), г. Таганрог; svetlana_s12@mail.ru	S.P. Konovalenko , PhD (Technical Sciences), Associate Professor, Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) RSEU (RINH); svetlana_s12@mail.ru
А.А. Сыроватская , студент, Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) РГЭУ (РИНХ), г. Таганрог; agesgk34589@gmail.com	A.A. Syrovatskaya , undergraduate, Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) of the Russian State Economic University (RINH); agesgk34589@gmail.com
С.Н. Кихтенко , к.техн.н., доцент, Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) РГЭУ (РИНХ), г. Таганрог; ksncom38@mail.ru	S.N. Kikhthenko , PhD (Technical Sciences), Associate Professor, Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) RSEU (RINH)
К.Ю. Сушкин , доцент, Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) РГЭУ (РИНХ), г. Таганрог; sushkink@mail.ru	K.Y. Sushkin , Associate Professor, Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) RSEU (RINH); sushkink@mail.ru
Ключевые слова: веб-квест, игровые технологии, физика, урок, образовательный процесс	Keywords: web quest, game technologies, physics, lesson, educational process
Аннотация. В статье рассмотрены возможности игровых технологий на примере веб-квеста в школьном курсе физики. В качестве примера предложен разработанный авторами веб-квест по теме «Первоначальные сведения о строении вещества». Дана краткая его характеристика и описание этапов его прохождения	Abstract. The article discusses the possibilities of gaming technologies on the example of a web quest in a school physics course. As an example, a web quest developed by the authors on the topic «Initial information about the structure of matter». A brief description of the web quest and a description of the stages of its passage are given

© Коноваленко С.П., Сыроватская А.А., Кихтенко С.Н., Сушкин К.Ю., 2023

Введение

Одной из ключевых задач на уроках физики является мотивация и повышение степени заинтересованности обучающихся. В XXI веке, веке технологий, в школах обучается поколение, которое с гаджетами на «ты», и поэтому возможности сети Интернет

необходимо включать в учебный процесс для того, чтобы обучение было творческим, инновационным и развивающим. Одной из таких технологий является веб-квест, который хорошо встраивается в учебный процесс по физике в школе и представляет собой задание с элементами ролевой игры

[1]. Веб-квест представляет собой сайт в сети Интернет, с которым работают обучающиеся, выполняя задания в определенном порядке. Одними из главных преимуществ этой технологии являются возможность работать как индивидуально, так и в группе, развивать мышление, учить анализировать, и осуществлять самостоятельный поиск информации. В процессе игры школьники получают новые знания, принимают совместные решения, а процесс обучения становится проще и увлекательнее [2]. К игровым рычагам воздействия можно отнести вызов, соревнования, сюжет, знания, чувство победы и т.д.

Основная часть

Веб-квест создан при помощи сервиса Google сайты и подходит для обучающихся 7 класса, изучающих физику на базовом уровне. За основу была выбрана программа для 7-го класса по учебнику А.В. Пёрышкина «Физика. 7 класс» [3]. На примере раздела «Первоначальные сведения о строении вещества» рассмотрим возможность совмещения игровой технологии веб-квеста и школьного урока по физике. В качестве закрепления учебного материала главы 1 этого учебника данная технология была выбрана не случайно. В начале изучения физики у учащихся преобладает любопытство в связи с появлением нового предмета (дисциплины), и здесь важно продолжить развивать и углублять интерес к нему. Необходимо показать обучающимся, что познание мира на уроках физики — это увлекательное и интересное занятие. Поэтому целесообразно внедрять в учебный процесс те формы воздействия на сознание школьника, которые успешно используются в компьютерных играх [4]. Следует отметить, что это первая контрольная проверка знаний по физике для обучающихся 7 класса, поэтому целесообразно сделать ее в игровой форме с целью повышения мотивации к дальнейшему ее изучению.

Веб-квест дает возможность обучающимся

эффективно использовать тот материал, который они могут найти не только в учебнике, но и в сети Интернет. Данная технология является хорошим способом закрепления знаний по темам «Строение вещества», «Броуновское движение», «Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах», «Взаимное притяжение и отталкивание молекул», «Агрегатные состояния вещества». Веб-квест направлен на закрепление ранее полученных знаний, получение новых знаний, навыков и умений, развитие мышления и приобретение навыков самостоятельной работы. В процессе его прохождения обучающиеся не только погружаются в игру, проверяют свои знания, но и корректируют их при необходимости благодаря выстроенной структуре. Одними из главных задач разработанного веб-квеста является развитие умения анализировать, повышение самооценки, мотивации к изучению физики, развитие навыков коллективной деятельности.

Модель организации веб-квестов на уроке физики может быть представлена в виде схемы (рис. 1).

Рассмотрим этапы веб-квеста «Первоначальные сведения о строении вещества» для обучающихся.

1-й этап: обучающиеся знакомятся с работой сайта, сюжетом квеста, задачей, поставленной в нем. Ссылка на веб-квест в сети Интернет: <https://sites.google.com/view/web-kvest-stroenieveshestva>.

2-й этап: обучающимся поясняется, что следует делать в процессе прохождения квеста.

3-й этап: обучающимся предлагается две сюжетные линии с двумя персонажами: Пьер Чанг и Джонатан Остерман (рис. 2). Школьники по аналогии с компьютерными играми могут выбрать себе героя, основываясь на собственных предпочтениях.

Эти персонажи были выбраны не случайно: они являются героями популярных среди молодежи фильмов, их история тесно связана с физикой и может повысить ин-



Рис. 1. Модель организации веб-квестов

интерес у детей к изучению предмета. Пьер Чанг — ученый астрофизик, именно ему принадлежала идея начать использовать источник энергии для манипулирования временем. Джонатан Остерман — физик-ядерщик, который после неудачного эксперимента приобрел возможность видеть время нелинейно и одновременно переживать все моменты своей жизни. После того, как школьники выбрали персонаж, они приступают к прохождению квеста и выполнению заданий.

4-й этап: обсуждаются критерии оценивания после прохождения веб-квеста. При каждом правильном ответе на задание обучающиеся получают ключ, всего их будет шесть. По сюжету, после получения всех ключей, ученики открывают двери в «Королевство физики». Задания в веб-квесте разного уровня сложности и охватывают темы всего раздела «Первоначальные сведения о строении вещества».

В веб-квесте выделяются основные понятия темы в доступном для понимания виде. Первое задание в тестовой форме, где учащимся следует выбрать один правильный вариант из предложенных. При каждом неверном ответе им предоставляется возможность пройти другое подобное задание для исправления ошибки.

Вторым заданием является физический кроссворд, созданный при помощи OnlineTestPad (<https://onlinetestpad.com/>) (рис. 2).

Для того, чтобы убедиться, что обучающиеся действительно его пройдут, было принято решение усложнить само задание. Увидеть, как это было реализовано, можно в самом веб-квесте (рис. 3).

В третьем задании предлагается заполнить пропуски в тексте, который был составлен, опираясь на учебник по физике 7 класса А.В. Пёрышкина (рис. 4).

Четвертое задание — качественные за-



Рис. 2. Фрагмент кроссворда в веб-квесте



Рис. 3. Реализация перехода к следующему заданию после ответов на вопросы кроссворда

дачи, ответы на которые необходимо сформулировать самостоятельно (рис. 5).

Вопросы были составлены так, чтобы исключить большое количество вариаций правильного ответа. Задание создано с помощью сервиса Learningapps.org (<https://learningapps.org/>).

Ключевое значение для правильного выполнения заданий будет играть мотивирую-

щий фактор — награды, которые можно получить после каждого правильного ответа.

Заключение

Образовательные веб-квесты могут быть разработаны по любому предмету. Благодаря данной технологии обучения, школьники не только могут проверить свои знания по теме, но и изучить новый материал. В дан-

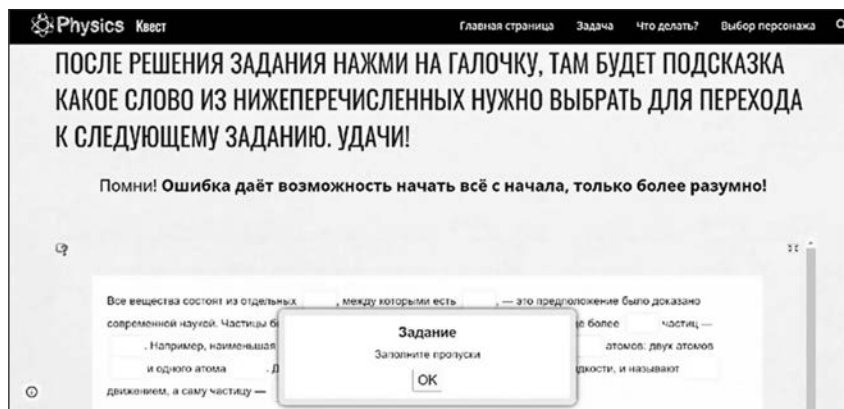


Рис. 4. Задание с пропусками в тексте

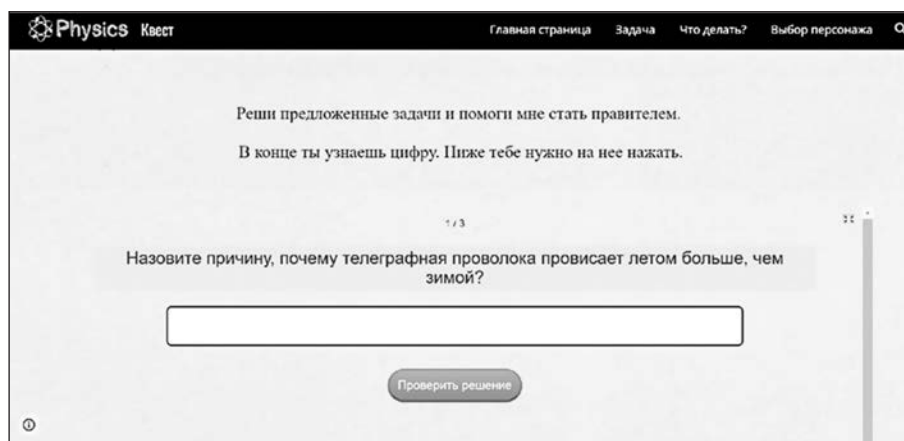


Рис. 5. Задание в веб-квесте со свободным вводом

ной технологии меняется и роль учителя: он не учит, а направляет и поддерживает ученика в его стремлении к знаниям.

Разработанный веб-квест может быть использован учениками для подготовки домашнего задания, закрепления темы или для работы на уроке. С помощью технологии веб-квест учитель разнообразит учебный процесс, повышает мотивацию к изучению физики и интерес. Сегодня данная технология редко применяется, но, несомненно, имеет большой дидактический потенциал, поэтому внедрение веб-квестов в образовательный процесс является перспективной задачей в педагогической деятельности учителя. И здесь уместна фраза бразильского прозаика и поэта Пауло Коэльо: «Учитель не тот, кто учит чему-либо, а тот, кто

помогает раскрыть своему ученику то, что ему уже известно».

Литература

1. Прядильникова О.В. Веб-квест: способы активизации познавательной деятельности обучающихся // Среднее профессиональное образование. 2015. № 4. С. 27–30.
2. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение. — М.: Академия, 2009. — 192 с.
3. Пёрышкин А.В. Физика-7. — М.: Дрофа, 2019.
4. Хало П.В., Бородянский Ю.М. Психотехнологии в компьютерных играх // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 6 (83). С. 223–226.

Дата поступления рукописи (Received): 01.11.2022.
Опубликовано (Published): 18.05.2023.

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

MULTIFUNCTIONALITY OF EDUCATIONAL PROJECTS AND RESEARCH OF NATURAL SCIENCE ORIENTATION

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_38

Я.Н. Тамашина , аспирант, Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования; учитель истории и обществознания, средняя общеобразовательная школа № 464, Пушкинский район, г. Санкт-Петербург; geraslavna@yandex.ru	Y.N. Tamashina , a postgraduate student of the Department of Primary, St. Petersburg Academy of Postgraduate Pedagogical Education; a teacher of history and social studies, School No. 464, Pushkinsky district of St. Petersburg; geraslavna@yandex.ru
Ключевые слова: функциональная грамотность, полифункциональность, проектно-исследовательская деятельность, учебный проект, естественнонаучная грамотность, креативное мышление	Keywords: functional literacy, polyfunctionality, design and research activities, educational project, natural science literacy, creative thinking, natural science projects
Аннотация. Автор статьи раскрывает различные аспекты полифункциональности проектно-исследовательской деятельности естественнонаучного характера и демонстрирует возможности комплексного формирования исследовательских и проектных умений, а также компетенций различных видов функциональной грамотности: читательской, естественнонаучной, математической, финансовой и креативного мышления	Abstract. The article reveals various aspects of the multifunctionality of design and research activities of a natural scientific nature and demonstrates, by a concrete example, the possibilities of complex formation of research and design skills, as well as competencies of various types of functional literacy: reading, natural science, mathematical, financial and creative thinking

© Тамашина Я.Н., 2023

В условиях качественных трансформаций наукоемких технологий всех сфер жизнедеятельности возникает высокая потребность в развитии интеллектуального и творческого потенциала будущих специалистов, способных решать различные проблемы, в том числе междисциплинарного характера.

С другой стороны, тотальная цифровизация всех сторон жизнедеятельности общества стала идеальным условием для распространения недостоверной информации [9, с. 122]. С этих позиций развитие функциональной грамотности подрастающего поколения приобретает особую актуальность в современной кризисной действительности, когда мир развивается быстрее, чем навыки работы с информацией. По словам

А. Шляйхера, инициатора и руководителя программы международного сравнительного исследования оценки качества образования (PISA), очень низок процент пятнадцатилетних учащихся, способных отличить факт от мнения. Это становится серьезной проблемой, учитывая, что знания в современном обществе не сводятся к простому извлечению информации — их необходимо выявлять, конструировать, проверять на предмет достоверности и подтверждать [3]. Кроме того, сместился акцент с ценности знания самого по себе на способность использовать его для решения жизненных ситуаций.

В этой связи перед образованием возникает необходимость развития способности

человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, в том числе связанным с естественными науками и технологиями [7], а также готовности интересоваться и критически осмысливать проблемы, выдвигать и дорабатывать идеи, занимать аргументированную позицию в отношении предлагаемых и принимаемых решений [5, с. 45].

Таким образом, речь идет не только о необходимости формирования читательской, но и естественнонаучной грамотности. Ключевые компетенции естественнонаучной грамотности позволяют на примерах жизненных ситуаций создавать основу научного мышления. Так, компетенция «*Научное объяснение явлений*» направлена на распознавание, подтверждение и оценивание объяснения природных и техногенных явлений. Компетенция «*Понимание особенностей естественнонаучного исследования*» обращена к формированию способностей различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественных наук, оценивать с научной точки зрения предлагаемые способы их изучения, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений. Компетенция «*Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов*» обращена к преобразованию, анализу и интерпретации данных, распознаванию и оцениванию фактов и мнений.

Еще одним аргументом, подтверждающим необходимость комплексного подхода к формированию каждого вида функциональной грамотности, является разнообразие контекстов рассматриваемых вопросов, которые, как правило, носят интегративный характер.

Об этом свидетельствуют и исследования сотрудников кафедры начального, основного и среднего общего образования СПбАППО И.Ю. Алексашиной, О.А. Абдулаевой, Ю.П. Киселева, И.В. Муштавинской. Они доказывают интегративный характер функциональной грамотности и де-

монстрируют возможность использования полифункциональных заданий как «*системообразующих элементов для интеграции содержания образования*» [2, с. 24]. Авторы предлагают рассматривать полифункциональные задания в качестве *деятельностной учебной единицы*. Поскольку решение реальных проблемных ситуаций не сосредотачивается на одной компетенции или даже на одном виде функциональной грамотности, основу адаптации человека к быстро меняющимся условиям жизнедеятельности составляет не столько овладение отдельными ключевыми компетенциями, сколько умение подходить к решению различных жизненных ситуаций комплексно.

Наша педагогическая практика показывает, что в качестве средства системного формирования функциональной грамотности могут выступить учебные проекты и исследования. Проектно-исследовательская деятельность остается одним из фокусов современного образования. Согласно ФГОС ООО «программа формирования универсальных учебных действий у обучающихся должна обеспечивать... формирование компетенций в учебно-исследовательской и проектной деятельности...» [8].

При этом если полифункциональные задания выступают интегратором на уровне содержания, то одной из *форм комплексного формирования функциональной грамотности* мы предлагаем рассмотреть проекты и исследования естественнонаучной направленности, важной характеристикой которых является их *полифункциональность*.

Само понятие «полифункциональности» в данном случае может иметь разные значения. Во-первых, под полифункциональностью проектной и исследовательской деятельности следует понимать разнообразие функций, которые она выполняет. К их числу можно отнести: воспитательную, образовательную, личностно-развивающую, профориентационную, познавательную, мотивационную, коммуникативную, эстетическую и ряд других [6, с. 1035–1036].

С другой стороны, под полифункциональностью следует понимать возможность комплексного формирования не только проектных и исследовательских умений, но также компетенции различных видов функциональной грамотности и универсальных компетенций: креативное и критическое мышление, способность к коммуникации и сотрудничеству, адаптивность, эмоциональный интеллект, стрессоустойчивость, планирование и организацию, лидерство, стремление к саморазвитию и другие. Данные универсальные компетенции носят надпрофессиональный характер. Е.А. Степашкина, А.К. Суходоев и Д.Ю. Гужеля рассматривают их как «универсальные деловые и управленческие качества индивидуума, позволяющие эффективно и/или наилучшим образом выполнять поставленные задачи и добиваться успеха» [4, с. 4]. В процессе проектно-исследовательской деятельности универсальные компетенции формируются в комплексе с компетенциями основных видов функциональной грамотности: читательской, естественнонаучной, математической и финансовой. Попробуем продемонстрировать данный тезис на примере учебного проекта «Мы завели собаку» учащегося 4 класса Максима Г.

Автор проекта доказывает, что правильное воспитание щенка лабрадора-ретривера с одного до четырех месяцев возможно в стесненных жилищных условиях при совместном проживании в квартире двух взрослых и трех активных разновозрастных детей.

Ребенок проводит, по сути, естественнонаучный эксперимент, который с точки зрения его возрастных особенностей носит достаточно длительный характер. В процессе выполнения проекта формируются все три компетенции естественнонаучной грамотности. Обучающийся обращается к **методам естественнонаучного исследования** и на протяжении трех месяцев производит необходимые наблюдения, замеры, фиксацию данных, сравнивая их с

идеальными параметрами (нормами) роста домашнего питомца (рис. 1).



Рис. 1. Необходимые замеры (проект «Мы завели собаку»)

В компетентностную область оценивания естественнонаучной грамотности входит также умение **научно объяснять явления** окружающей действительности. Автор задается вопросом, какие условия способствуют формированию у животного отдельных физиологических характеристик и что, в первую очередь, определяет экстерьер питомца и его отдельные повадки: генетика или условия жизнедеятельности.

Что касается **интерпретации данных**, то к ним в ходе реализации проекта ученик обращается достаточно часто. Кроме простой фиксации производимых измерений автор работы преобразует информацию, изначально занесенную в таблицу, из числового формата показателей в диаграммы, что позволяет наглядно определить взаимосвязь между данными и оптимизирует процесс сравнения разных параметров (рис. 2).

Формирование компетенций естественнонаучной грамотности в ходе реализации проекта происходило в комплексе с развитием ключевых умений **читательской грамотности**. Уже на подготовительном этапе Максиму потребовалось работать с большим объемом информации, что подразумевало **поиск и извлечение информации** из разнообразных источников, **осмысление и оценку содержания текстов**, а также **интерпретацию информации**.

Необходимо обратить внимание, что формирование компетенций читательской гра-

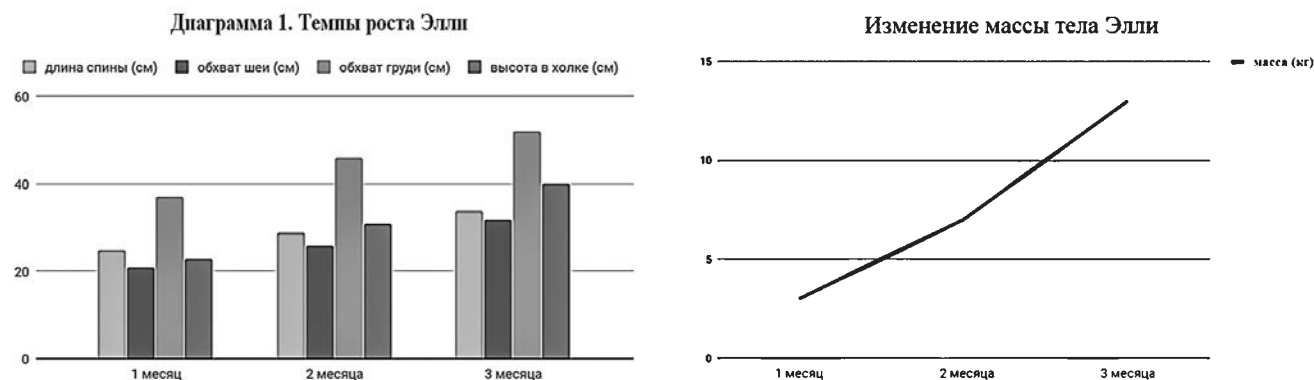


Рис. 2. Темпы роста (проект «Мы завели собаку»)

мотности является непрерывным процессом в ходе реализации проекта. Умение соотносить визуальное изображение с вербальным текстом, способность формулировать выводы на основе обобщения отдельных частей собственных наблюдений и многие другие ключевые умения читательской грамотности необходимы автору любой работы, в том числе при оформлении письменной части и подготовке к ее публичной презентации.

Для обоснования своего предположения и основной идеи ученик использовал ключевые компетенции *математической* грамотности: он производил **необходимые математические расчеты, анализировал информацию, представленную в форме диаграмм, интерпретировал полученные математические данные.**

Формирование математической грамотности связано с развитием *финансовой* грамотности, так как анализу и оценке информации в финансовом контексте предшествует ряд математических процедур. В случае данного проекта учащийся пришел к выводу, что содержание собаки — дело не только хлопотное, но и затратное. Автор рассчитал расходы на содержание питомца, распределив их на постоянные и переменные, и сделал ряд выводов:

1) переменные (единовременные, периодические) расходы имеют тенденцию к уменьшению по мере взросления питомца за счет уменьшения количества прививок и

осмотров ветеринаром, сокращения затрат на организацию быта питомца;

2) постоянные расходы до определенного момента взросления щенка будут увеличиваться, так как они подразумевают покупку корма для собаки, аппетит которой будет расти вместе с ней.

Промежуточные выводы позволили определить финансовую стратегию юного заводчика — помощь родителям в решении финансовых вопросов путем единовременного софинансирования из средств личных накоплений.

В качестве доказательства того, что в ходе реализации проекта естественнонаучной направленности в комплексе с ключевыми компетенциями основных видов функциональной грамотности также формируются универсальные компетенции рассмотрим на примере уже описанного проекта развитие **креативного мышления** его автора.

Выдвижение разнообразных идей в качестве одной из ключевых компетенций креативного мышления происходило еще на начальных этапах работы над проектом. Автор описывает формирование этой компетенции в связи с необходимостью выбора домашнего питомца, который бы способствовал большему сплочению семьи, стал источником позитивных эмоций и содействовал формированию ответственности и дисциплины детей. Таким образом, выдвижение разнообразных идей предполагало учет

интересов всех членов семьи, рассмотрение разных точек зрения, включая мнение экспертов, и погружение в проблему [1, с. 34].

После того как путем обсуждения аргументов «за» и «против» в качестве питомца была выбрана собака, «фильтрации» подверглись уже предложения относительно будущей породы. На этом этапе к методу «за» и «против» было добавлено ранжирование предложений, прошедших через простое голосование. Для отбора окончательного варианта были определены такие критерии, которые бы способствовали выбору оптимального предложения: реальные условия проживания семьи, рекомендации профессионалов и безопасность совместного проживания питомца и детей, младшему из которых исполнилось лишь 3 года.

Выдвижение креативной идеи в качестве еще одной компетенции, входящей в компетентностную область оценивания креативного мышления, прослеживается в процессе проведения автором необходимых замеров и расчетов. Данная компетенция формируется в комплексе с математическим умением вырабатывать стратегию решения. Дело в том, что в возрасте максимальной активности щенка (3 месяца) взвешивание и замеры строения тела требовали нестандартного решения поставленных задач, так как собаку было сложно поставить на весы. Максиму приходилось замерять сначала свой вес, затем становиться на весы вместе с щенком, а впоследствии проделывать подобную процедуру с участием всех членов семьи, чтобы определить возможные погрешности. В качестве данных, подлежащих фиксации, ребенок брал средний показатель всех произведенных измерений и подсчетов (разницы веса человека и животного).

В результате **доработки идеи** все имеющиеся рекомендации по развитию щенка, включая процесс дрессировки, были адаптированы под конкретные жизненные условия и легли в основу обновленного списка рекомендаций для юных заводчиков, чьи

условия аналогичны тем, которые описывает автор [1, с. 34].

Выводы и заключение

На примере проекта естественнонаучной направленности мы постарались продемонстрировать полифункциональный характер проектно-исследовательской деятельности. Опыт сопровождения учебных проектов и исследований позволяет нам сделать вывод о том, что интегративный подход создает основу для стабильных положительных результатов в области формирования функциональной грамотности учащихся. Эти результаты обуславливают более осознанное отношение учеников к комплексным вопросам исследовательского характера. Возникшие ситуации связаны не только с наукой, но и жизнью обучающихся, они требуют системного решения, в процессе которого у школьника есть возможность и необходимость погрузиться в проблему, рассмотреть ее с разных сторон и точек зрения, применить весь имеющийся инструментарий из различных учебных дисциплин, осознать ценность знаний за пределами привычных учебных ситуаций. Вот почему, начиная с разрешения самых незначительных, на первый взгляд, затруднений естественнонаучного характера в начальной и основной школе (например, заведение домашнего питомца, создание экологической тропы, организация природоохранной акции или исследование состава воды в окрестных водоемах), у учащихся начинает формироваться комплексный подход к решению различных жизненных ситуаций. Таким образом, через приобщение обучающихся к проектно-исследовательской деятельности формируется осмысленное отношение к достижениям науки и техники, целостное восприятие окружающего мира и осознанное изучение многообразия факторов, которые обеспечивают эту целостность. Проекты и исследования естественнонаучной направленности учат: распознавать, объяснять, выдвигать, подтверждать и оце-

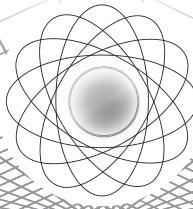
нивать объяснения природных и техногенных явлений; формулировать гипотезы и делать прогнозы; преобразовывать, анализировать и интерпретировать данные, распознавать, отличать и оценивать факты и мнения из различных источников информации; предлагать и оценивать различные способы научного исследования и многому другому. Перечисленные умения могут быть рассмотрены в качестве универсального инструментария научного способа познания мира, что указывает на еще один аспект полифункционального характера проектно-исследовательской деятельности.

Вместе с тем, проблема взаимосвязи схожих по названию компетенций разных видов функциональной грамотности (например: *интерпретация* данных — в естественнонаучной грамотности; *интерпретация*, использование и оценивание — в математической грамотности; интеграция и *интерпретация* — в читательской грамотности) и их согласованного формирования и развития в процессе выполнения учебных проектов и исследований естественнонаучного характера на разных уровнях образования требует более глубокого рассмотрения в рамках отдельной работы.

Литература

1. Абдулаева О.А., Тамашина Я.Н. Формирование креативного мышления учащихся с позиции функциональной грамотности при реализации проектной деятельности в школе // *Непрерывное образование в Санкт-Петербурге*. 2022. № 2 (16). С. 30–39.
2. Алексахина И.Ю., Абдулаева О.А., Киселев Ю.П., Муштавинская И.В. Опыт использования полифункциональных заданий на формирование функциональной грамотности // *Непрерывное образование в Санкт-Петербурге*. 2022. № 2 (16). С. 23–29.
3. Всероссийский Форум экспертов по функциональной грамотности. Видеообращение Андреаса Шляйхера / Институт стратегии развития образования Российской академии образования. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://instrao.ru/index.php/novosti-i-anonsy/item/3414-vsrossiyskiy-forum-ekspertov-po-funkcionalnoy-gramotnosti> (дата обращения 15.01.2023).
4. Исследование профиля надпрофессиональных компетенций, востребованных ведущими работодателями при приеме на работу студентов и выпускников университетов и молодых специалистов / Е.А. Степашкина, А.К. Суходоев, Д.Ю. Гужеля; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. — М.: НИУ ВШЭ, 2022. — 32 с.
5. Мамедов Н.М., Мансурова С.Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен // *Ценности и смыслы*. 2020. № 5 (69). С. 45–59.
6. Минина И.В., Петухова Т.П. Организация проектно-исследовательской деятельности школьника в современных условиях // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2019. Т. 15. № 4. С. 1031–1046.
7. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности учащихся основной школы // Институт стратегии развития образования Российской академии образования. — [Электронный ресурс]. — URL: <http://skiv.instrao.ru/support/demonstratsionnye-materialya/> (дата обращения 22.01.2023).
8. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287. П. 32.2.
9. Чернов И.В. Цифровизация как тенденция развития современного общества: специфика научного дискурса // *Гуманитарий Юга России*. 2021. Т. 10 (47). № 1. С. 121–132.

Дата поступления рукописи (Received): 04.02.2023.
Опубликовано (Published): 18.05.2023.



ОСОБЕННОСТИ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО КУРСА «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ» В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

FEATURES OF COMPETENCE-ORIENTED TASKS OF THE INTEGRATED COURSE «NATURAL SCIENCE» IN THE SYSTEM OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION

Научная статья

УДК 372.853

Scientific article

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_44

Л.В. Кочедыкова , аспирант, Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования, преподаватель естествознания и астрономии, колледж «Звездный», г. Санкт-Петербург; lvk.85@mail.ru	L.V. Kochedykova , Graduate student, Nature Science and Astronomy Teacher, «Zvezdny» College, S-Petersburg; lvk.85@mail.ru
Ключевые слова: компетентностно-ориентированные задания, общие компетенции, интегрированный курс «Естествознание», среднее профессиональное образование, звук, характеристики звука	Keywords: competence-oriented tasks, general competencies, integrated course «Natural science», secondary vocational education, sound, sound characteristics
Аннотация. В статье демонстрируется система компетентностно-ориентированных заданий на примере темы «Звук и его характеристики» (УМК И.Ю. Алексашиной), разработанных для специальности 53.02.08 «Музыкальное звукооператорское мастерство». Представленные задания на различных этапах урока служат инструментом достижения образовательных целей. Представленный комплекс заданий может быть использован в виде диагностической работы для оценки уровня сформированности общих компетенций обучающихся СПО в процессе освоения интегрированного курса «Естествознание»	Abstract. The article demonstrates a system of competence-oriented tasks on the example of the topic «Sound and its characteristics» (TCM by I.Yu. Aleksashina), developed for the specialty 53.02.08 «Musical sound engineering skills». The presented tasks can be used at various stages of the lesson, serve as a tool for achieving educational goals. The presented set of tasks can be used in the form of a diagnostic work to assess the level of formation of general competencies of students of secondary vocational education in the process of mastering the integrated course «Natural Science»

© Кочедыкова Л.В., 2023

При освоении образовательной программы в системе среднего профессионального образования (далее — СПО) будущие специалисты изучают общеобразовательные дисциплины, междисциплинарные курсы, профессиональные модули, формируя тем

самым общие и профессиональные компетенции по выбранной профессии или специальности.

Требования к образовательным результатам и уровню освоения дисциплин, реализуемых в СПО, прописаны в ФГОС СОО

и ФГОС СПО (далее — ФГОС), примерных основных образовательных программах (далее — ПООП). Содержание общеобразовательных дисциплин отбирается с учетом профильной направленности обучения, включает инструменты по его освоению. По сравнению со школьным курсом естествознания в старшей школе, содержание курса в СПО отличается большей профессиональной направленностью с акцентом на демонстрацию практического применения достижений естественных наук в повседневной жизни и областях деятельности человека, связанной со спецификой осваиваемой профессии. Инструментом решения задачи, позволяющей повышать мотивацию обучающихся, а также демонстрировать важность естественнонаучного знания в выбранной профессиональной деятельности, является включение в курс «Естествознание» компетентностно-ориентированных заданий (далее — КОЗ) [1].

Рассмотрим КОЗ, разработанные для интегрированного курса «Естествознание» по теме «Звук и его характеристики» для специальности 53.02.08 Музыкальное звукооператорское мастерство.

Задание 1. Таня увидела в книге иллюстрацию (рис. 1). Какой частоте электромагнитных излучений соответствует радиоволновое излучение?

Выберите все верные варианты ответов:

- А) 10^4 м; Б) $5 \cdot 10^4$ Гц;
В) 10^{-6} Гц; Г) $3 \cdot 10^{11}$ Гц.

Задание 2. Миша прочитал в журнале «Физика звука», что человек способен слышать звук в пределах от 16 Гц до 20 кГц

при передаче колебаний по воздуху и до 220 кГц при передаче звука по костям черепа. Эти волны имеют важное биологическое значение; например, звуковые волны в диапазоне 100–4000 Гц соответствуют голосу человека. Считается, что средняя частота мужского голоса ~130 Гц, женского ~220 Гц, а детского ~265 Гц.

Миша захотел проверить данную информацию. Он провел измерения частоты голосов своих близких с помощью шумомера и получил несколько вариантов значений.

Выберите **все** варианты ответов, которые могут относиться к голосам Мишиных родителей:

- А) 21 Гц; Б) 120 Гц; В) 17 кГц;
Г) 0,22 кГц; Д) 4 Гц.

Задание 3. Дедушка Миши и Тани обнаружил в гараже старый радиоприемник. Он включил его в сеть, но кроме шума ничего не было слышно. На панели прибора были обозначены отметки, соответствующие длинам волн, а не привычным ему частотам. Дедушка помнил частоту своей любимой радиостанции «Маяк» в Санкт-Петербурге — 107 МГц. В каком диапазоне длин волн ему следует искать радиостанцию «Маяк»?

Задание 4. Школьникам известно, что колеблющееся тело производит звук. Это легко проверить с помощью линейки: зафиксировав ее на краю стола одной рукой, а другой — отклоним линейку вниз и затем отпустим ее. Друзья воспроизвели этот эксперимент, и у них звук получился разным: у Сергея — тихий, у Кати — звонкий, у Лены — громкий, у Матвея — глухой.

4.1. Сергей предположил, что существует



Рис. 1. Характеристики электромагнитных волн

взаимосвязь между физическими характеристиками звука и характеристиками слуховых ощущений. Лена утверждает, что все дело в чувствительности уха человека.

Чью позицию Вы разделяете? Приведите не менее двух аргументов, поясняющих Вашу позицию.

4.2. Сергей утверждает, что существует взаимосвязь между характеристиками звука. Матвей отстаивает позицию, что это субъективное восприятие конкретного человека. Катя считает, что правы оба ее друга.

Чью позицию Вы разделяете? Приведите не менее двух аргументов, поясняющих Вашу позицию.

4.3. Установите соответствие между физическими характеристиками звука и слуховыми ощущениями:

Физические характеристики	Слуховое восприятие
1) амплитуда	а) высота звука
2) частота	б) громкость
3) звуковой спектр	в) тембр

Ответ запишите в виде шифра цифры и буквы. Например: 4д.

Задание 5. «Шумные соседи».

Марина Михайловна жалуется, что соседи, затеявшие ремонт, шумят в обеденное время и музицируют с 16:00 до 17:00.

Супруг Марины Михайловны заказал в интернет-магазине шумомер, который при измерении показал значение «52 дБ».

Супруги ознакомились с нормативными документами. «На уровне государства право граждан на тишину защищает ст. 23 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В ней установлено, что уровень шума и вибрации в жилых помещениях обязан соответствовать допустимым нормативам, которые закреплены в СанПиН 2.1.2.2645-10 (допустимые уровни громкости): до 60–75 дБ».

5.1. Обоснована ли жалоба Марины Михайловны на соседей? Аргументируйте свой ответ.

5.2. Приведите не менее двух аргументов

в подтверждение важности принятия и исполнения закона об уровне шума.

5.3. Запишите не менее двух утверждений, чем опасно шумовое воздействие на организм человека.

5.4. Предложите способы здоровьесбережения при повышенном шумовом воздействии.

Справочная информация:

Шкала уровня звука (в децибелах)	
40	норма для жилых помещений
50–55	норма для офисных помещений
60–75	шумно
80–95	очень шумно
100–115	крайне шумно
120–125	почти невыносимо
130	болевого порог
135 и выше	контузия

Задание 6. «Частотная коррекция». В работе звукооператора используется частотный корректор — устройство, позволяющее изменять амплитудно-частотную характеристику звукового сигнала.

Включение в схему микшерного пульта фильтров различных типов дает возможность звукорежиссеру корректировать тембр звучания как отдельных инструментов, так и оркестра в целом.

Управление частотной характеристикой тракта звукопередачи может помочь скрасить возможные недостатки акустики помещений звукозаписи, а также улучшить четкость звучания отдельных инструментов, искусственно подчеркивая характерные для этих инструментов спектральные составляющие.

Фильтр высших частот (ФВЧ) ограничивает нижнюю границу рабочего диапазона путем резкого подавления всех сигналов с частотами меньше заданной частоты среза.

Фильтр низших частот (ФНЧ) пропускает без ослабления низшие звуковые частоты до какой-то определенной частоты, выбранной в качестве граничной.

6.1. Для каких профессиональных задач используется корректор?

6.2. Почему график корректора указан в ограниченном диапазоне? Поясните свой ответ.

Характерные особенности заданий по теме «Звук и его характеристики» представлены в таблице 1 и включают следующие критерии: единицы содержания курса, виды деятельности, области применения. Эти характеристики заданий учитываются при конструировании и подборе КОЗ к каждой теме данного курса и позволяют преподавателю использовать разные виды учебно-познавательной деятельности для достижения планируемых результатов в соответствии с ФГОС [3].

Построение интегрированного курса «Естествознание», осуществляемое с учетом ценностно-смысловых ориентиров и системы ведущих идей, позволяет учитывать уровни интеграции в виде дидактических единиц курса — концептов [2]. Используемые при подборе и конструировании КОЗ единицы содержания интегрированного курса (концепты урока, модуля, раздела, главы) находят отражение в различных контекстах внеучебных ситуаций, погружающих обучающихся в сферы бытовой или профессиональной деятельности. Таким образом, КОЗ может охватывать более узкий или, наоборот, широкий спектр явлений, требующий многоаспектного анализа и преобразований для его решения, побуждающий обучающегося к всестороннему рассмотрению задания, поиску и осмыслению дополнительной

информации и формулированию выводов.

КОЗ в силу своей специфики не предполагает **простого воспроизведения** фактов и законов [1]. При их решении учащимся необходимо интерпретировать, преобразовывать, устанавливать взаимосвязи между теоретическими закономерностями, практическими навыками, жизненным опытом. Данные особенности отражают интерпретирующий, поисковый, исследовательский и творческий характер учебно-познавательной деятельности обучающихся в процессе решения КОЗ.

Предложенные КОЗ демонстрируют применимость естественнонаучных знаний при решении жизненных ситуаций с опорой на личный опыт обучающихся (задания 1–5), а также на опыт решения задач профессиональной деятельности (задание 6).

Совокупность характеристик компетентностно-ориентированных заданий 1–6 по теме «Звук и его характеристики» интегрированного курса «Естествознание», представленных в таблице 1, отражает их комплексный характер и предопределяет когнитивный уровень сложности при их выполнении: низкий, средний, высокий.

Разработанные КОЗ могут применяться на различных этапах урока как по отдельности, так и комплексно в рамках обобщающего кейса или диагностических работ при изучении модуля или раздела курса.

КОЗ способствуют развитию общих компетенций обучающихся: осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения професси-

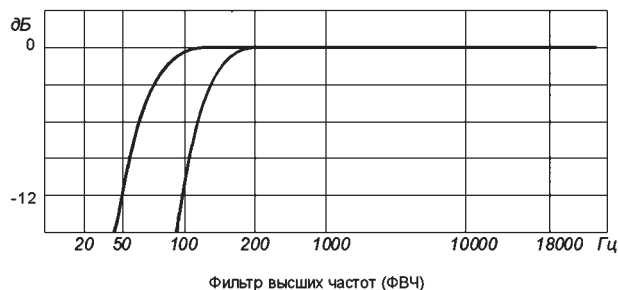


Рис. 2. Фильтр высших частот (ФВЧ)

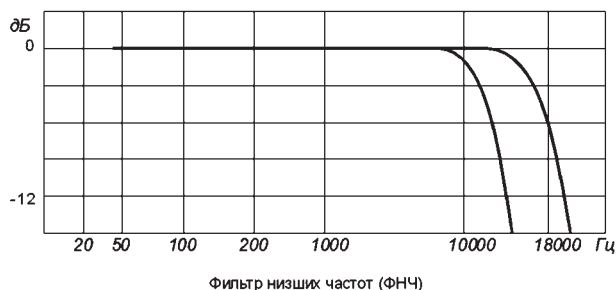


Рис. 3. Фильтр низких частот (ФНЧ)

Таблица 1

**Характеристики КОЗ интегрированного курса «Естествознание»
по теме «Звук и его характеристики»
(специальность 53.02.08 Музыкальное звукооператорское мастерство)**

№	Единица содержания курса «Естествознание»	Вид деятельности	Область применения	Тип КОЗ/ формат ответа	Уровень КОЗ
Задание 1	Урок	Интерпретирующая/поисковая	Ситуация близкая к учебной	КОЗ 1 (типа множественный выбор ответа)	низкий
Задание 2	Урок	Интерпретирующая/поисковая	Знакомая жизненная ситуация	КОЗ 1 (типа множественный выбор ответа)	низкий
Задание 3	Модуль	Интерпретирующая/поисковая	Распространенная жизненная ситуация	КОЗ 2 (типа краткий ответ)	средний
Задание 4	Модуль	Интерпретирующая/поисковая	Распространенная жизненная ситуация	КОЗ 2 (типа краткий ответ/пояснение)	средний
Задание 5	Глава, раздел	Интерпретирующая/поисковая	Распространенная жизненная ситуация	КОЗ 3 (типа развернутый ответ)	высокий
Задание 6	Глава, раздел	Исследовательская/творческая	Ситуация профессиональной деятельности	КОЗ 3 (типа развернутый ответ)	высокий

ональных задач, профессионального и личностного развития, использовать умения и знания учебных дисциплин ФГОС СОО в профессиональной деятельности.

Профильная и профессиональная направленность, присущая КОЗ, пробуждает интерес к решению заданий данного типа, демонстрирует практическую значимость и применимость естественнонаучных знаний в ситуациях профессиональной деятельности, что создает дополнительную базу для формирования и развития общих компетенций обучающихся СПО и стимулирует их к осознанному освоению интегрированного курса «Естествознание».

Литература

1. Абдулаева О.А., Кочедыкова Л.В. Сравнительный анализ учебно-познавательных задач и компетентностно-ориентированных заданий на

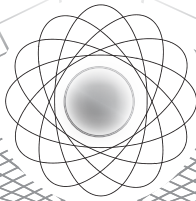
примере темы «Влажность воздуха» // Физика в школе. 2021. № 6. С. 31–36.

2. Алексашина И.Ю. Моделирование методики преподавания интегрированного курса «Естествознание»: монография. — СПб: СПб АППО, 2015. — 178 с.

3. Кочедыкова Л.В. Особенности освоения курса «Естествознание» в системе СПО: от учебно-познавательных задач к компетентностно-ориентированным заданиям // Педагогика и современное образование: материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования / ред.-сост. М.М. Буркина. — СПб.: СПб АППО, 2022. — 216 с.

Дата поступления рукописи (Received): 07.01.2023.

Опубликовано (Published): 18.05.2023.



ШКОЛА МОЛОДОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

SCHOOL OF THE YOUNG RESEARCHER

Обзорная статья

Review article

УДК 37. 372.8.372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_49

О.М. Дружинина , куратор физико-математического класса при физико-техническом институте Тюменского государственного университета; o.m.druzhinina@utmn.ru	O.M. Druzhinina , physics and mathematics courses curator at the Institute of Physics and Technical Sciences, Tyumen State University; o.m.druzhinina@utmn.ru
Ключевые слова: проектно-исследовательская деятельность, инженерно-технические умения и конструкторские навыки	Keywords: design and research activities, engineering and design skills
Аннотация. В статье представлена методика организации и проведения мероприятий, направленных на формирование и развитие исследовательских, инженерно-технических компетенций школьников	Abstract. The article represents the organizing and conducting methodology of activities aimed at the forming and development of research, engineering and technical competencies of schoolchildren

© Дружинина О.М., 2023

Второй год на базе физико-технического института Тюменского государственного университета работает «Школа молодого исследователя», которая способствует укреплению научно-технических и учебно-методических связей со школами региона и учреждениями среднего профессионального образования.

«Школа молодого исследователя» является образовательным проектом, ориентированным на развитие у школьников творческих способностей, совершенствование навыков проектно-исследовательской деятельности и содействие формированию инженерно-технических умений, в том числе включает в себя профориентационную работу среди талантливой молодежи, способствует подготовке учащихся к профильным конкурсам, научным фестивалям, выставкам, форумам.

Цель проекта — развитие интеллектуально-творческого потенциала обучающихся при совершенствовании навыков проектно-исследовательской деятельности и формировании инженерно-технических умений.

В ходе проекта решаются следующие задачи.

1. Совершенствование представления о проектно-исследовательской деятельности в теоретическом аспекте как основы практического формирования компетенций исследовательского характера и ранней профессиональной ориентации обучающихся.

2. Содействие развитию и распространению современных технологий и образовательных ресурсов при проведении научных исследований и подготовке проектов с учащимися.

3. Развитие интереса к будущей профессии при формировании у молодежи

инженерно-технических умений и конструкторских навыков.

4. Повышение мотивации к изучению научной картины мира, фундаментальных и прикладных разделов физики при стимулировании интеллектуально-творческой активности учащихся.

5. Популяризация лучших методических разработок преподавателей физико-технического института (ФТИ) Тюменского госуниверситета, школьных учителей, педагогов учреждений дополнительного образования и обучающихся в соответствии с результатами анализа проектно-исследовательских и инженерно-технических работ, представленных на конкурсах и соревнованиях.

«Школа молодого исследователя» работает в течение всего учебного года по индивидуальным графикам, скоординированным со школами и лабораторными площадками ФТИ.

Участниками «Школы молодого исследователя» могут стать обучающиеся 5–11 классов общеобразовательных школ и учреждений дополнительного образования. К участию в проекте допускаются как индивидуальные участники, так и творческие коллективы (до 3-х человек).

Мотивированные учащиеся и их наставники записываются в творческие лаборатории физико-технического института, которые состоят из нескольких площадок, где будут осуществляться проектные работы по любым предметным направлениям: физика, техника, инженерное моделирование и конструирование.

Темы проектно-исследовательских работ и инженерно-технических проектов формулируются сотрудниками института — кураторами площадок в соответствии с их научными интересами, адаптированными под уровень знаний учащихся. По каждому предметному направлению работы и проекты могут быть теоретического, экспериментального, инженерно-технического плана [1].

Запись на площадки осуществляется при проведении «Фестиваля науки», «Дня открытых дверей», встреч со школами города Тюмени, области и других мероприятий, организуемых институтом или университетом, а также в индивидуальном порядке. Единовременное количество школьников на площадке определяется куратором; порядок встреч, время и длительность работы определяется им совместно с записавшимися на площадку молодыми исследователями.

Темы наиболее интересных проектов представлены в таблице 1.

Ежегодно на научно-практической студенческой конференции работает секция для участников «Школы молодого исследователя», на которой они представляют и защищают свой проект.

Участник дает описание содержания работы. Текст описания исследования составляется в свободной форме, может иллюстрироваться любыми средствами. В описаниях отражается: мотив выбора темы исследования, значимость исследования или проектирования, цель работы и то, какие задачи решал автор или авторы, гипотеза или гипотезы, которые проверялись, как проводилось исследование (какими методами автор пользовался, какие средства были задействованы в его работе), что получилось в результате.

Каждый участник получает сертификат «Школы Молодого исследователя».

Победители или призеры конкурсных мероприятий, проводимых в рамках данного образовательного проекта, получают рекомендации к участию в Международном форуме молодых исследователей «Шаг в будущее» и других высокорейтинговых соревнованиях.

Литература

1. *Дружинина О.М.* Освещение научно-технических региональных задач при проведении внеурочных мероприятий по физике // Проблемы современного физического образования: сборник статей и материалов V Всероссийской

Таблица 1

**Темы и аннотации научно-исследовательских проектов учащихся,
проводимых в лабораториях ВУЗа**

№	Аннотация проекта	Цель и задачи проекта
1	Тема: «Расшифровка инфракрасных спектров высоковязкой нефти с содержанием асфальто-смолопарафиновых отложений» Для переработки сырой нефти в различные виды топлива сперва нужно точно установить ее исходный фракционный состав. Одним из распространенных методов является метод лазерной спектроскопии. При пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов. Однако поглощение происходит не во всем спектре падающего излучения, а лишь при тех длинах волн, энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Следовательно, длины волн, при которых наблюдается максимальное поглощение ИК-излучения, могут свидетельствовать о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп и других фрагментов. Проект рассчитан для учащихся 10–11 классов	Цель: количественный анализ высоковязкой нефти с помощью ИК-спектрофотометра. Задачи: - разработать метод для лучшей разработки ИК-спектров; - установить закономерности влияния АСПО (асфальтосмолопарафиновых отложений) на реологические свойства нефти; - разработать (улучшить существующий) метод по повышению добычи нефти
2	Тема: «Определение остаточной водонасыщенности в нефтеносной породе при разных капиллярных давлениях» При разработке нефтяных месторождений происходит непрерывное изменение водонасыщенности нефтеносной породы нефтяного пласта. Остаточная водонасыщенность влияет на проницаемость горных пород (керна) по нефти, поэтому она должна учитываться при проведении исследований по определению относительной фазовой проницаемости. Задавая различные скорости вращения центрифуги, т.е., по сути, устанавливая определенное значение капиллярного давления, можно создавать соответствующие им величины остаточной водонасыщенности. Таким образом, можно получить весь спектр ее значений и соответствующих им значений скорости вращения центрифуги (или капиллярного давления), что позволит в дальнейшем, к примеру, производить выбор числа оборотов центрифуги для задания в керне необходимого значения остаточной водонасыщенности. Проект рассчитан для учащихся 10–11 классов	Цель: определение зависимости остаточной водонасыщенности керна от капиллярного давления. Задачи: - ознакомление с порядком подготовки образцов керна к исследованиям; - сушка кернов; - насыщение образцов керна рабочей жидкостью (водой), определение объема пор образцов керна; - постепенное изменение водонасыщенности кернов путем извлечения воды из керна методом центрифугирования на различных дискретных оборотах вращения центрифуги; - пересчет числа оборотов вращения ротора центрифуги на капиллярное давление; - построение графика зависимости капиллярного давления от водонасыщенности керна

научно-методической конференции. — Уфа: Изд-во Башкирского гос. ун-та, 2019. С. 157–159

2. Tyutyunnik V.M. Graphene breakthrough in future technology: the 2010 Nobel prize in physics laureate sir Konstantin Sergeevich Novoselov

// Journal of advanced materials and technologies. 2021. № 1. С. 6–9.

3. Пахаруков Ю.В. Шабиев Ф.К. Сафаргалиев Р.Ф., Морев А.В. Использование наночастиц на основе углеродных наночастиц для

3	Тема: «Изготовление электрофорной машины» В электрической машине (электростатический генератор Уимсхерста) используется явление электростатической индукции, при этом на полюсах (лейденских банках) накапливаются электрические заряды. Разность потенциалов на разрядниках достигает нескольких десятков кВ. Машина работает с помощью механической или электрической энергии и состоит из двух соосных дисков из изолирующего материала, на которые нанесены проводящие секторы. Диски приводятся во встречное движение с равной угловой скоростью. Один из секторов одного диска вначале несет небольшой избыточный положительный заряд, а противоположный сектор другого диска – отрицательный. При движении в противоположных направлениях их потенциалы растут за счет работы, выполняемой против силы их электростатического притяжения. Проект рассчитан для учащихся 9–11 классов	Цель: изучение явления электро-статической индукции. Задачи: создание электрофорной машины; проведение экспериментов; оформление отчета в виде реферата
4	Тема: «Изготовление пинхол-фотоаппарата» Для пинхола (маленькое отверстие) не требуется линз. Вместо объектива используется диафрагма: небольшое отверстие, через которое проходит свет в темное пространство камеры (например, спичечный коробок). Пинхол демонстрирует базовые принципы фотографии. Например, форма камеры влияет на рисунок получаемого изображения. Оно больше напоминает рисунок, так как используется очень большая выдержка: от десятков секунд до нескольких минут. Проект рассчитан для учащихся 9–11 классов	Цель: изучение на практике и закрепление раздела школьного курса физики – оптического фото-явления (камера-обскура). Задачи: создание пинхол-фотоаппарата; фотографирование на него; оформление отчета в виде реферата
5	Тема: «Изучение замерзания и оттаивания грунта» Все мы привыкли, что зимой земля под ногами мерзлая и твердая, весной она полностью оттаивает, а летом – сухая или влажная на любой глубине. Поэтому трудно представить, что на 60% территории России грунт оттаивает лишь на глубину несколько десятков сантиметров или не оттаивает вовсе. Очевидно, что вечномерзлый грунт по-своему влияет на построенные на нем здания в процессе их эксплуатации, а в случае нарушения своей целостности это приводит к катастрофическим последствиям – разрушению и деформации любых сооружений, для которых он выступает основанием. Изучение многолетнемерзлого грунта, многообразия процессов и явлений с ним связанных является важной задачей для промышленного развития северных и Арктических территорий, решения стратегических задач экономики России. Проект рассчитан для учащихся 9–11 классов	Цель: решение фундаментальных и прикладных задач в области изучения процессов замерзания–оттаивания влажных грунтов и почв, взаимодействие мерзлого грунта с инженерными конструкциями. Задачи: разработка экспериментальных установок, проведение наглядных экспериментов, публикация материала в виде статей, выступление с докладами на конференциях; исследование влияния засоления грунта на снижение температуры замерзания, миграция растворенных солей и поровой воды под влиянием перепада температуры, давления и фронта замерзания; исследование изменения прочности строительных материалов из-за многократного замерзания поровой влаги

6	Тема: «Экспериментальная оптика» Лабораторные исследования по изучению таких явлений как интерференция, дифракция, поляризация. Эксперименты по: - наблюдению линейчатых спектров и определению положения спектральных линий; - определению размеров малых препятствий при помощи дифракции света; - определению концентрации сахара в растворах; - сборке модели микроскопа	Цель: исследование волновых и квантовых оптических явлений, развитие навыков планирования и проведения эксперимента. Задачи: - знакомство с изучаемыми явлениями; - составление плана эксперимента; - экспериментальная проверка или опровержение исходных предположений
7	Тема: «Исследование явлений тепломассопереноса в пористых средах с учетом фазовых переходов» Экспериментальное исследование и физико-математическое моделирование процессов тепломассопереноса в пористых средах (грунт) с учетом фазовых переходов, а также исследование связанных с ними морозного пучения грунта и вопросов устойчивости зданий и сооружений на многолетнемерзлых и сезоннопромерзающих грунтах применительно к задачам нефтегазового и строительного комплексов имеют большое практическое значение. Прогнозирование напряженного состояния грунтового основания сооружений, подверженного действию сил морозного пучения, позволяет исключить возникновение аварийных ситуаций, способных приводить к существенным негативным экологическим последствиям и финансовым затратам. Проект рассчитан для учащихся 8–10 классов	Цель: популяризация научных исследований. Задачи: - изучить основы методологии научных исследований на примере физических процессов тепломассопереноса в пористых средах; - провести эксперименты на имеющейся в институте лабораторной базе, закрепить навыки анализа и обработки результатов измерений, установить закономерности изучаемого явления; - подготовить научный доклад с презентацией
8	Тема: «Движения графена в жидкостях» Графен, как и все 2D материалы, является самым изучаемым объектом на сегодняшний день. В день выходит более тысячи научных статей, посвященных графену или графеноподобным материалам. Не случайно в 2010 г. за работы в области его изучения К. Новоселову и А. Гейму была вручена Нобелевская премия по физике [2]. Научная группа нашего института под руководством профессора Ю. Пахарукова, занимается вопросами движения графена в различных жидкостях [3]. Было обнаружено новое явление. Это явление связано с самоорганизацией наночастиц графена в углеводородах [4]. Проект рассчитан для учащихся 10–11 классов	Цель: исследование эффектов, связанных с явлением движения графена в жидкостях. Задачи: - исследование электропроводимости жидкостей, содержащих графеновые наночастицы; - изучение структуры наночастиц графена при взаимодействии с углеводородами с использованием компьютерного моделирования; - исследование вязкости различных жидкостей, содержащих графеновые наночастицы

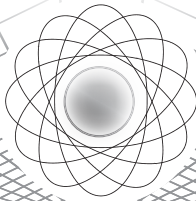
вытеснения нефти из модели пористой среды // Вестник Тюменского Государственного Университета. 2020. № 4 (24). С. 141–157.

4. Пахаруков Ю.В., Шабиев Ф.К., Сафаргалиев Р.Ф., Морев А.В. Движение нанокластеров нефти в капилляре пористой среды // Известия

высших учебных заведений. Нефть и газ. 2022. № 5 (155). С. 90–97.

5. Аржаник А.Р., Богданова Ю.В., Масалов А.Е. Машины Голдберга в физическом практикуме по механике в средней школе // Учебная физика. 2021. № 1. С. 3–8.

9	Тема: «Влияние температуры на параметры спектров светоизлучающих диодов» Источники света на основе полупроводниковых светодиодов получили огромное распространение во всех сферах деятельности человека. В сравнении с другими источниками света светодиоды более экономичны, долговечны, компактны, однако не лишены и некоторых существенных недостатков. Например, зависимости спектральных параметров от температурного режима, которые проявляются в виде уменьшения интенсивности излучения и изменения цветовой температуры. Изучение зависимости параметров излучения светодиодов от их рабочей температуры представляет как научную, так и практическую значимость, поскольку «неправильный» спектр излучения может оказывать негативное влияние на зрение человека. Проект рассчитан для учащихся 8–9 классов	Цель: исследование зависимости спектральных характеристик светодиодов от температуры. Задачи: - изучение устройства и физических основ работы полупроводниковых светодиодов; - изучение методики получения спектра источника излучения с помощью монохроматора с фотоприемником; - получение спектров светодиодов в различных температурных режимах; - обработка полученных экспериментальных данных
10	Тема: «Исследование изменений реологических свойств нефти (вязкости и плотности) при ее фильтрации через образец керна» При выборе методов разработки нефтяного месторождения одну из главных ролей играют данные, получаемые в петрофизических лабораториях. Одна из таких – лаборатория керновых исследований физикотехнического института ТюмГУ – предназначена для исследования фильтрационно-емкостных свойств керна (нефтедержащей горной породы). В данный момент в ней осуществляется изучение течения нефти с содержанием твердых фаз углеводородов через образцы керна разной проницаемости. С помощью специализированного оборудования через образец горной породы необходимо прокачать несколько образцов подготовленной нефти с разной концентрацией твердых фаз, определив при этом фазовую проницаемость керна, и оценить изменение плотности и вязкости модельной нефти на входе и выходе образца. Проект рассчитан для учащихся 10–11 классов	Цель: оценить изменение плотности и вязкости модельной нефти (нефть и асфальтосмолопарафиновые отложения) на входе и выходе из образца. Задачи: - приготовить модельные растворы нефти с разной концентрацией асфальтосмолопарафиновых отложений и измерить их реологические свойства (плотность и вязкость); - с помощью установки ПИК-ОФП (петрофизические исследования керна – относительные фазовые проницаемости) прокачать приготовленные растворы через образцы горной породы; - провести измерение плотности и вязкости нефти, прошедшей через образец горной породы
11	Тема: «Кинематические связи в машинах Голдберга» Машина Руби Голдберга – это некое устройство, которое выполняет очень простое действие чрезвычайно сложным образом – как правило, посредством длинной цепочки последовательных взаимодействий. Обычно оно состоит из различных простых механизмов, выстроенных таким образом, что предыдущий механизм, завершая свою работу, запускает работу следующего. Машины Голдберга бывают разной сложности, самого разнообразного качества исполнения и разных, в том числе невероятных, масштабов [5]. Конструирование машины позволяет закреплять изучаемые в школе понятия и законы физики, а само умение конструировать важно любому инженеру. Это первый шаг на пути к будущей профессии	Цель: исследование кинематических связей простых механизмов в инженерной, самостоятельно сконструированной машине. Задачи: - изучение физических кинематических связей (расчет и понимание превращения энергии в пространстве через простые элементы); - составление схемы (паспорта) машины, конструирование машины



ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

STUDYING THE LAWS OF MECHANICS WITH AN AIR CUSHION DEVICE

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_55

С.В. Пичугин , начальник отдела, ООО «Химлабо»; himlabo@bk.ru	S.V. Pichugin , Head of Department, LLC «Himlabo»; himlabo@bk.ru
С.В. Степанов , к.п.н., доцент, Московский педагогический государственный университет, Москва; metstep@yandex.ru	S.V. Stepanov , PhD(Pedagogy), Associate Professor, Moscow Pedagogical State University, Moscow; metstep@yandex.ru
П.С. Бугаков , начальник отдела, ООО «Химлабо»; psbug@yandex.ru	P.S. Bugakov , Head of Department, LLC «Himlabo»; psbug@yandex.ru
С.В. Муренцов , инженер, ООО «Химлабо»; elektronew1@yandex.ru	S.V. Murentsov , engineer, LLC «Himlabo»; elektronew1@yandex.ru
Ключевые слова: прибор, воздушная подушка, демонстрация, принцип относительности, тормозной путь, движение по наклонной плоскости	Keywords: device, air cushion, demonstration, the principle of relativity, braking distance, movement on an inclined plane
Аннотация. В статье приведено подробное описание прибора для изучения законов механики с использованием эффекта воздушной подушки и рассмотрены основные приемы работы с ним. В качестве примеров, иллюстрирующих возможности прибора, описаны три демонстрации с его использованием: демонстрация принципа относительности, зависимости тормозного пути от скорости тела, измерение ускорения тела при движении вниз и вверх по наклонной плоскости	Abstract. The article provides a detailed description of the device for studying the laws of mechanics using the air cushion effect and discusses the basic techniques of working with it. As examples illustrating the capabilities of the device, three demonstrations with its use are described: demonstration of the principle of relativity, the dependence of the braking distance on the speed of the body, measurement of the acceleration of the body when moving down and up an inclined plane

© Пичугин С.В., Степанов С.В., Бугаков П.С., Муренцов С.В., 2023

При изучении прямолинейного движения в школьном курсе физики многие явления описывают в идеализированном виде, без учета побочных факторов, например, трения. В условиях многих расчетных и экспериментальных задач также нередко упоминают, что трением следует пренебречь. Поэтому для проведения демонстраций с

целью экспериментального подтверждения теоретических выводов и предположений используют приборы, трение в которых несущественно влияет на результат. К таким приборам можно отнести тележки легкоподвижные (в них трение колес снижено за счет использования специальных подшипников), прибор для демонстрации прямолинейного

движения на магнитной подвеске (в котором используют отталкивание магнитных полосок, наклеенных вдоль направляющей и на нижней поверхности каретки). Однако для предотвращения поперечного смещения каретки на магнитной подвеске ее снабжают роликами, из-за чего влияние силы трения полностью убрать не удастся. В наибольшей степени трение устраняют в приборах, использующих эффект воздушной подушки.

Такие приборы известны как за рубежом, так и у нас в стране.

Так, в советские годы выпускали прибор для демонстрации законов механики на воздушной подушке ПДЗМ. В состав прибора входили направляющий монорельс, одна большая и две малые каретки, пульт управления, фотодатчик, динамометр, узел сброса давления, пусковые электромагниты, ступенчатая подставка, грузы, флажки и соединительные провода [1, с. 218]. Для проведения демонстраций были необходимы воздуходувка и электромеханический секундомер [2, с. 76], производство которого давно прекращено. Из импортных аналогов можно привести комплекты, описанные в [3, 4, 5]. Для работы с ними также используют воздуходувные устройства и электронные секундомеры.

В последнее время на рынке учебного оборудования появился существенно обновленный комплект для изучения законов механики с использованием воздушной подушки.

Прибор (рис. 1) состоит из удлиненного корпуса с направляющей (1), на торцах

которого размещены нагнетатели воздуха (вентиляторы) (2). В комплект входят также блок управления (3), электронный секундомер (4) с оптическими датчиками и набор специальных приспособлений.

Боковые стенки корпуса выполнены из специального алюминиевого профиля, обеспечивающего высокую продольную жесткость конструкции, дно — из листового пластика. В качестве верхней части корпуса использован прямоугольный равнобокий уголок, который выполняет роль направляющей. На боковых ее поверхностях равномерно выполнены более 700 отверстий.

На внешних ее боковых поверхностях нанесены 2 линейные шкалы с ценой деления 1 мм: с одной стороны — 0–1100 мм, с другой — 0–550 мм в обе стороны от середины корпуса. На концах направляющей неподвижно установлены ограничители рабочей зоны (5) со сменными контактными элементами. На верхней части корпуса вентилятора выполнены выступы для закрепления подвижного блока (6).

Корпус установлен на три регулируемые опоры (7).

Электропитание к блоку управления работой вентиляторов поступает через адаптер 220 В / 12 В или от аккумулятора 12 В.

При включении электропитания вентиляторы создают внутри корпуса избыточное давление, и воздух выходит через отверстия в направляющей. При этом между наружной поверхностью направляющей и установленной на ней кареткой (8) возникает

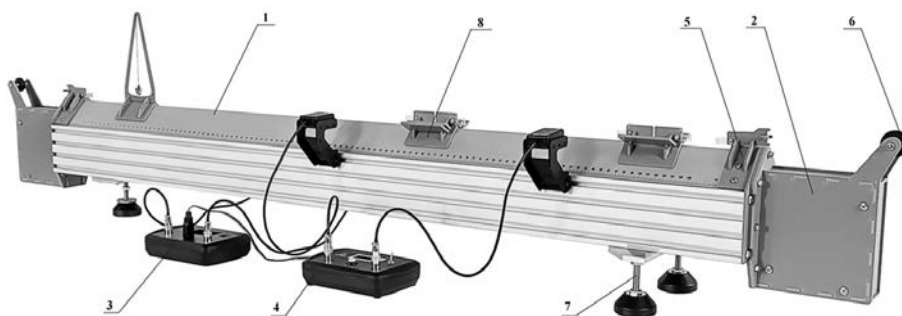


Рис. 1. Общий вид установки

воздушная подушка. Регулируя количество подаваемого в короб воздуха, можно получить прямолинейное движение каретки практически без трения.

В пенал с набором специальных приспособлений (рис. 2) входят (рис. 3):

- 2 каретки со специальными ребрами для размещения грузов (а);
- 2 каретки для установки уровня (б);
- грузы массой 12,5 г (4 шт.) и 25 г (4 шт.) (в);
- 2 контактных элемента для ограничителей рабочей зоны с магнитом с одной стороны и упругим кольцом с другой (г);
- 2 контактных элемента с магнитами для каретки (д);
- 2 контактных элемента с упругими кольцами для каретки (е);
- нить с набором грузов 1 г, 2 г, 3 г (ж);
- 2 маятника с грузами массой 2 г и 5 г (з);
- уровень 2 класса точности 500 мм.

В методическом пособии, прилагаемом к прибору, рассмотрены двадцать демонстраций. Среди них: введение понятия инерциальной системы отсчета, демонстрация принципа относительности, законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии и другие опыты по программе средней школы. В каждом описании приведен состав экспериментальной установки для проведения опыта, даны методические комментарии, описан порядок проведения опытов и обсуждение результатов.

Для иллюстрации возможностей нового

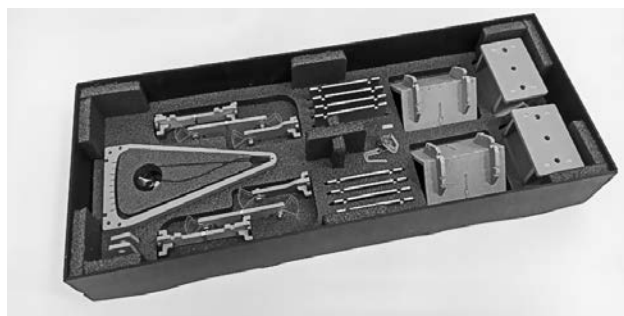


Рис. 2. Пенал с набором приспособлений

оборудования ниже приведены примеры нескольких демонстраций с его использованием.

Опыт 1. Принцип относительности

Состав установки: прибор в сборе, каретка, маятники.

Методические комментарии

Ученикам напоминают понятие инерциальной системы отсчета и отмечают, что инерциальных систем имеется бесчисленное множество. Любая система отсчета, которая движется прямолинейно и равномерно относительно некоторой инерциальной системы, тоже является инерциальной.

Необходимо подчеркнуть, что понятие инерциальной системы является абстракцией, реализуемой на практике лишь с некоторой степенью приближения.

Один из основных законов природы, сформулированный еще Галилеем, звучит так: во всех инерциальных системах отсчета законы механики одинаково справедливы, или короче, все инерциальные системы равноправны. Эйнштейн заметил, что этот принцип применим не только к механическим явлениям, но и к любым другим — тепловым, электрическим, оптическим и т.д. Это позволило ему сформулировать общий принцип относительности: во всех инерци-

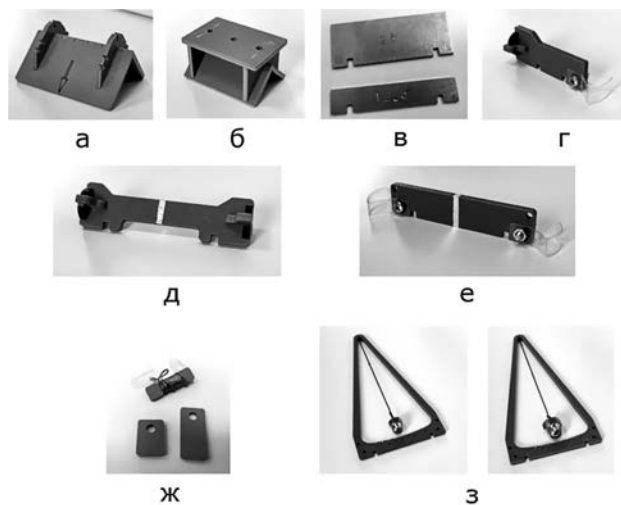


Рис. 3. Комплект приспособлений

альных системах отсчета все законы природы одинаковы.

Порядок проведения опыта

Демонстрация включает две части. Вначале показывают пример инерциальной системы отсчета, затем иллюстрируют принцип относительности.

Объектами наблюдения служат два маятника и каретка.

Общий вид установки показан на рисунке 4.

Вначале, включив подачу воздуха, демонстрируют равномерное движение каретки вдоль направляющей. Отмечают, что в этом случае каретка может считаться инерциальной системой отсчета.

Затем в установку добавляют два маятника (рис. 3з), один устанавливают на корпус прибора, второй — на каретку. При неподвижной каретке маятники приводят в колебания. Учеников просят заметить, что периоды колебаний обоих маятников одинаковы. Далее снова включают подачу воздуха и каретку легким толчком приводят в движение. Ученикам предлагают обратить внимание на периоды колебания маятников, один из которых неподвижен, второй движется равномерно и прямолинейно на каретке.

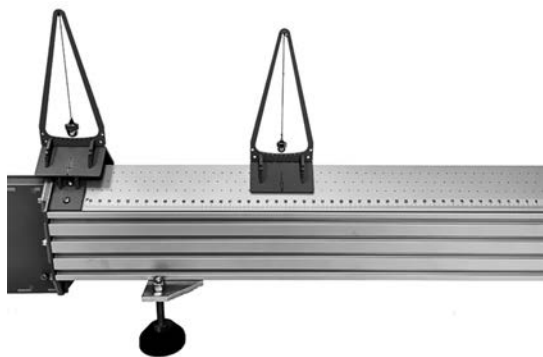


Рис. 4. Общий вид экспериментальной установки для демонстрации принципа относительности

Обсуждение результата демонстрации

Сравнивают периоды колебаний маят-

ников и отмечают, что оба маятника совершали одинаковые колебания независимо от того, двигался ли один из них или покоился. Полезно привести и другие примеры проявления принципа относительности. Например, тело, выпущенное из рук, падает вертикально как на берегу, так и на борту судна, которое движется с постоянной скоростью. Вода, налитая в сосуд, имеет горизонтальную поверхность как на платформе, так и в вагоне движущегося поезда.

Ни один опыт не позволяет выделить из совокупности инерциальных систем какую-либо одну преимущественную систему отсчета. Отсюда следует, что нет смысла говорить об абсолютном покое или движении тел, имеет смысл обсуждать лишь их относительное движение в какой-либо инерциальной системе отсчета.

Опыт 2. Зависимость тормозного пути от скорости тела

Состав установки: прибор в сборе, каретка, секундомер.

Методические комментарии

Для осознанного восприятия результатов опыта рекомендуется повторить уравнения равноускоренного движения из состояния покоя, признак равноускоренного движения, закон сохранения энергии для незамкнутой системы.

В работе находят отношение тормозных путей каретки при скоростях V_1 и V_2 , причем $V_2 = 2V_1$.

Из теории следует, что при увеличении скорости в два раза длина тормозного пути должна увеличиться в четыре раза. Это утверждение основано на следующих рассуждениях.

Перед торможением тело имеет кинетическую энергию $\frac{mV^2}{2}$. В результате торможения тело под действием трения останавливается. Работа силы трения, затраченная на торможение, равна $A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} S$, где $F_{\text{тр}}$ — сила трения скольжения ($F_{\text{тр}} = \mu mg$), S — длина тормозного пути. Поскольку вся

энергия тела расходуется на работу против трения, то

$$\frac{mV^2}{2} = \mu mgS \text{ или } S = \frac{V^2}{2\mu g}.$$

Чтобы получить увеличение скорости в два раза, используют следующий прием.

Допустим, тело начинает двигаться по прямой из состояния покоя с постоянным ускорением. В конце пути S_1 его скорость V_1 станет равна $V_1 = at_1$, где a — ускорение тела, t_1 — время движения. Если тело пройдет путь $S_2 = 4S_1$, то $V_2 = at_2$. Поскольку условия движения не менялись, то на основании признака равноускоренного движения (тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за равные последовательные промежутки времени совершает перемещения, которые относятся как последовательность нечетных чисел: $S_1 : S_2 : S_3 \dots = 1 : 3 : 5 \dots$) можно утверждать, что $t_2 = 2t_1$, а $V_2 = 2V_1$.

Порядок проведения опыта

Прибор устанавливают наклонно, и наносят на нем метку. Включают подачу воздуха. Каретку устанавливают на направляющую в 20 см выше метки и отпускают. Как только она поравняется с меткой (рис. 5), подачу воздуха отключают. Измеряют тормозной путь (на рис. 6 — расстояние от метки до точки остановки). Повторяют опыт, увеличив расстояние от места пуска каретки до метки в четыре раза. При этом скорость каретки в момент выключения воздуха будет вдвое больше. Второй раз измеряют тормозной путь.

Обсуждение результата демонстрации

Сравнивая скорости тележки и тормозные пути, делают вывод о том, что длина тормозного пути тем больше, чем больше скорость тела в момент включения тормоза. Причем имеет место зависимость

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2.$$

Отмечают, что знание зависимости тормозного пути от скорости машины имеет большое значение в практике каждого водителя.

Этот же опыт можно провести как работу физического практикума. При этом в экспериментальную установку добавляют секундомер. Такая работа полезна тем, что знакомит школьников с одним из практических применений закона сохранения энергии для описания одного из явлений повседневной жизни, позволяет систематизировать и обобщить сведения, полученные учениками при изучении различных разделов механики.

Опыт 3. Движение по наклонной поверхности

Состав установки: прибор в сборе, каретка, секундомер.

Методические комментарии

Цель опыта в том, чтобы доказать равенство ускорений, с которыми каретка движется по наклонной направляющей вниз и вверх.

Если тело движется под действием постоянной силы, то его ускорение постоянно и не зависит от направления скорости тела.

Объектом наблюдения является каретка, которая под действием силы тяжести дви-



Рис. 5. Момент начала измерения



Рис. 6. Момент окончания измерения

жется без трения по наклонному желобу сначала вниз, а затем вверх.

Ее ускорение определяют исходя из уравнения равноускоренного прямолинейного движения из состояния покоя:

$$S = \frac{at^2}{2},$$

где S — перемещение тела, a — ускорение, t — время движения. Откуда $a = \frac{2S}{t^2}$. Следовательно, измерив перемещение и время, за которое оно совершено, можно определить ускорение каретки.

Вначале с учениками проводят беседу, в ходе которой выводят формулы для определения ускорения тела при движении вниз по направляющей. Записывают в общем виде уравнения равноускоренного движения:

$$\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \text{ и } \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t.$$

Затем вводят ось X , начало которой совмещают с точкой пуска каретки, и направленную вниз вдоль направляющей. Тогда уравнения движения в скалярной форме для случая, когда каретка скользит вдоль желоба вниз, и с учетом того, что начальная скорость в месте старта $V_0 = 0$, записывается так:

$$S_{x1} = \frac{a_x t^2}{2},$$

где S_{x1} — перемещение каретки от места пуска до места касания с пружиной упора.

Откуда следует, что $a_x = \frac{2S_{x1}}{t^2}$ (1).

Ударившись о пружину упора, каретка станет двигаться вверх по направляющей. Чтобы найти формулу для ускорения на этом этапе ее движения, снова записывают в скалярной форме уравнения движения. При этом учитывают, что конечная скорость $V = 0$, начальная скорость изменит знак, поскольку направлена против оси X :

$$S_{x2} = -V_0 t + \frac{a_x t^2}{2} \text{ и } 0 = -V_0 + a_x t.$$

Отсюда $S_{x2} = -\frac{a_x t^2}{2}$. Перемещение S_{x2} (от

места контакта с пружиной упора до остановки) стало отрицательным, так как каретка движется к началу отсчета. Следовательно, значение ускорения a можно, как и раньше, определить по формуле

$$a_x = \frac{2S_{x2}}{t^2},$$

где t — время движения вверх по направляющей от момента отрыва от пружины до остановки.

Порядок проведения опыта

Установку собирают и настраивают в следующей последовательности. Прибор устанавливают наклонно, и на его нижнем конце закрепляют упор с пружиной. На направляющую ставят каретку и приближают ее к упору, пока она не коснется пружины. Напротив каретки закрепляют датчик секундомера так, чтобы отсчет времени запустился по сигналу, как только пружина распрямится и каретка начнет движение в обратном направлении вверх по желобу.

Второй датчик секундомера закрепляют в 40–50 см от первого (рис. 7).



Рис. 7. Общий вид установки для изучения движения по наклонной плоскости

Включают подачу воздуха. Каретку располагают возле верхнего датчика так, чтобы секундомер начал работать, как только она придет в движение.

Каретку отпускают, определяют время ее движения между датчиками и расстояние между ними. По формуле (1) вычисляют ускорение каретки.

Затем опыт повторяют, чтобы измерить ускорение каретки при движении вверх.

Для этого определяют экспериментально место на направляющей, откуда следует пустить каретку, чтобы после удара об упор она остановилась возле верхнего датчика секундомера.

Обсуждение результата демонстрации

Поскольку расстояние между датчиками не менялось, то, если время движения каретки между датчиками вверх по направляющей окажется таким же, как в первой части опыта, можно утверждать, что и ускорение осталось прежним.

Результат опыта может служить поводом для пояснения с часто встречающимся среди учеников заблуждением в том, что скорость и ускорение всегда направлены в одну сторону.

В заключении следует отметить, что практика применения прибора в условиях школьного кабинета физики позволяет сделать вывод о том, что в состав демонстрационных установок, собранных на его основе, можно с успехом включать и датчики современных цифровых лабораторий. Например, ультразвуковой датчик движения. В этом случае появляется возможность результаты опыта представлять в виде графиков зависимости параметров движения от времени.

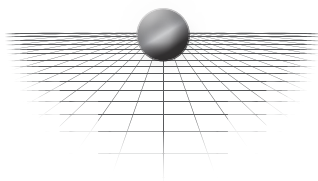
Следует также отметить ряд существенных преимуществ рассматриваемого прибора по сравнению с аналогами:

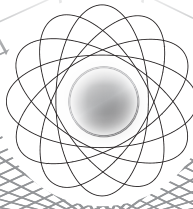
- уровень шума не более 50 дБ, соответствующий требованиям СанПиН, что позволяет учителю объяснять материал, не выключая прибора;
- возможность использования в неэлектрифицированном помещении;
- безопасность, так как питание 12 В позволяет работать с прибором и учащимся;
- малый вес и габариты, т.е. — мобильность;
- удобство эксплуатации (легко собрать и разобрать без использования инструментов).

Литература

1. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений / Ю.И. Дик и др. — М.: Дрофа, 2005. — 396 с.
2. Учебное оборудование по физике в средней школе. Пособие для учителей / Под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1973.
3. www.leibold-didactic.com
4. www.3bscientific.com
5. www.phywe.com

Дата поступления рукописи (Received): 09.09.2022.
Опубликовано (Published): 18.05.2023.





ДИАЛОГ О ФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ (к 80-му юбилею академика РАО, профессора В.Я. СИНЕНКО)

Персоналии
УДК 372.853

Personalities
DOI 10.47639/0130-5522_2023_4_62

Ю.А. Сауров , д.п.н., член-корреспондент РАО, профессор кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет, г. Киров; saurov-ya@yandex.ru	Y.A. Saurov , DrSci (Pedagogy), corresponding member of RAO, professor of physics and physics teaching of the Vyatka State University; Kirov; saurov-ya@yandex.ru
Е.Б. Петрова , д.п.н., доцент, главный редактор журнала «Физика в школе», Москва; eb.petrova@mpgu.su	E.B. Petrova , DrSci (Pedagogy), Assistant Professor, chief editor of the journal «Physics in school», Moscow; eb.petrova@mpgu.su
Ключевые слова: методология, знаки, модели, научный метод познания, экспериментирование, моделирование, проблемы дидактики физики, творчество учителя	Keywords: methodology, signs, models, scientific method of cognition, experimentation, modeling, problems of didactic physics, teacher's creativity
Аннотация. В статье речь идет о служении физическому образованию	Abstract. The article deals with the service of physical education

© Сауров Ю.А., Петрова Е.Б., 2023

И человеком становится только тот, кто имел учителя и тем самым получил определенное прошлое и определенную культуру.

Г.П. Щедровицкий [6]



Представление. Василий Яковлевич Синенко по своей жизни прежде всего талантливый учитель, и не случайно он — заслуженный учитель РФ. Причем учитель школьников, учителей и методистов. Он коренной сибиряк, высокого роста, генеральской выправки, бесконечной коммуникабельности и организованности.

В докторской диссертации Василия Яковлевича «Дидактические основы построения школьного физического эксперимента» (1995) разрабатывается концепция использования школьного учебного физического эксперимента, что оставляет такой подход современным. Не случайно интерес автора к структуре учебного познания не устарел.

Сейчас В.Я. Синенко — главный редактор журнала «Сибирский учитель» (Новосибирск). Как и много лет назад он на острие проблем школьного образования. И

накануне его юбилея редакция журнала «Физика в школе» обратилась к Василию Яковлевичу с вопросами. **Ниже фрагмент нашего диалога.**

Вопрос. *Василий Яковлевич, в воздухе витает некое движение по обновлению организации и содержания среднего образования. Что, на Ваш взгляд, должно быть изменено?*

Ответ. Замыкание всей методической системы на ЕГЭ поневоле толкает деятельность учителя на репродуктивные решения. А это обедняет как учителей, так и учеников. Не случайно в последние десятилетия на федеральном уровне методическая литература обеднела. Значит, должно быть согласование общих социальных нормативных решений и индивидуальных творческих поисков учителей и методистов.

Смотрите, постепенно мы отучили учителей физики в массовой школе от учебного физического эксперимента: нет системы удобного простого современного оборудования, нет трансляции в экспериментировании научного метода познания, к чему нас настойчиво призывал наш учитель В.Г. Разумовский... Трудностей мало не бывает. Для их разрешения и есть научно-методическая работа.

Вопрос. *Василий Яковлевич, Вы — академик отделения общего среднего образования РАО, Вы — активный участник дискуссий по разным аспектам совершенствования нашего образования, в том числе совершенствования подготовки учителей и научно-методической деятельности. Что здесь Вас волнует? И на чем нужно акцентировать внимание?*

Ответ. В сфере образования всего много. Унифицировать и регламентировать любую деятельность вряд ли возможно. Думается, что формирование мышления и мировоззрения — главные и вечные задачи. На них и следует ориентироваться. И задать современные образцы.

В РАО надо прагматично восстановить

дидактику средней школы и предметные методики. Индивидуально можно исследовать любые темы, но их продукт должен работать на социальную практику. И здесь я солидарен с усилиями нашего президента О.Ю. Васильевой.

Вопрос. *В развитие такой громадной системы как образование должен быть умный консерватизм. Что, на Ваш взгляд, является достижениями физического образования предшествующего этапа? От чего надо бы отказаться? И что поддерживать?*

Ответ. Утверждают, что каждое новое поколение нуждается в своих нормах учебной (и иной) деятельности. При множестве всяких (часто вкусовых) движений мы так и не поставили, и не решили задачи построения нового содержания предметного образования. Кидались из одной моды в другую, не отрабатывали до технологий даже хороших идей. В последнее десятилетие все острее сказывается деградация естественнонаучного образования. А куда мы в материальном производстве без физики и математики?

С подготовкой учителей физики тоже явная проблема. Да и может ли быть современная школа без мужчин!?

Вопрос. *Расскажите нашим читателям о журнале «Сибирский учитель». Что, на Ваш взгляд, востребовано учителями?*

Ответ. Создание солидного «по гамбургскому счету», «ваковского» статуса журнала было непростым делом. Но для развития современного учителя такой ресурс необходим. С самого начала мы осознавали, как трудно будет держать уровень журнала. Но постепенно он из регионального превратился по форме и содержанию в общенациональный. В нем смело печатаются острые теоретические статьи академиков РАО и специалистов из других регионов страны, докторов и кандидатов наук, учителей... Начинается каждый номер журнала колонкой главного редактора, в ней каж-

дый раз обозначается отношение к острой образовательной проблеме сегодняшнего и завтрашнего дня.

Журнал не бежит от проблем, стремится их осознать и дать вектор продуктивного решения. Мы работаем на совершенствование практики.

В течение многих лет Василий Яковлевич в ежедневном режиме преданно трудится на благо нашего школьного образования.

Мы желаем ему:

«Так держать и только вперед!»

Литература

1. Разумовский В.Г., Сауров Ю.А. Методология деятельности экспериментирования как стратегического ресурса физического образования // Сибирский учитель. 2012. № 2. С. 5–13.

2. Разумовский В.Г., Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность // Сибирский учитель. 2013. № 3. С. 5–16.

3. Сауров Ю.А., Петрова Е.Б. Мысли об учителях физики нового поколения // Физика в школе. 2018. № 4. С. 3–5.

4. Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Учитель учителей — это великая миссия... // Сибирский учитель. 2009. № 5. С. 34–39.

5. Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Типичные методологические ошибки при обучении физике // Сибирский учитель. 2017. № 3. С. 32–39.

6. Щедровицкий Г.П. Мышление — Понимание — Рефлексия. — М.: Наследие ММК, 2005. — 634 с.

Дата поступления рукописи (Received): 30.03.2023.

Опубликовано (Published): 18.05.2023.



ПрОП-М — первый в мире марсоход был сконструирован на ВНИИТрансмаш. На протяжении пяти лет 150 человек трудились во главе с этим выдающимся конструктором. Марсоходы ПрОП-М входили в состав автоматических марсианских станций, которые были доставлены на поверхность Марса в 1971 году спускаемыми аппаратами советских межпланетных станций «Марс-2» и «Марс-3». Спускаемый аппарат «Марс-2» разбился при посадке. Аппарат «Марс-3» совершил мягкую посадку 2 декабря 1971 года, но сигнал с марсианской станции пропал через 14,5 секунды. Информация с марсохода не была получена.

А.Л. Кемурджиан участвовал в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. В мае 1986 года был командирован на место аварии для оценки условий работы транспортной техники. На базе опыта, полученного при проведении работ по планетоходам, в сжатые сроки был создан дистанционно управляемый специализированный транспортный робот СТР-1, оказавший существенную помощь при ликвидации последствий аварии. Робототехнический комплекс СТР-1 включал в себя самоходное шасси с приборами и оборудованием, обеспечивающими движение, радиотелевизионный комплекс для дистанционного управления и бульдозерный отвал для дезактивации территории. Два транспортных робота СТР-1 отработали на кровлях 3-го энергоблока ЧАЭС более 200 часов, расчистив завалы и удалив с кровель более 90 тонн радиоактивных материалов, что позволило исключить привлечение к работам в опасных зонах более 1000 человек.



ПОДПИСКА 2023. II ПОЛУГОДИЕ

Подписывайтесь на журнал «ФИЗИКА В ШКОЛЕ»!

Издается с 1934 года. Входит в перечень ВАК

Статьям журнала присваивается DOI



Журнал
«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»
с разделом «Астрономия»
Подписной индекс

P1611

Комплект журналов
«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»
и «ФИЗИКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»

Подписной индекс

P4996

ВНИМАНИЕ!

Комплекты журналов
со скидкой

«ФИЗИКА
В ШКОЛЕ»
и
«ФИЗИКА ДЛЯ
ШКОЛЬНИКОВ»
Подписной
индекс — P4996



Оформляйте подписку на ПЕЧАТНЫЕ ЖУРНАЛЫ издательства «Школьная Пресса»:

○ В любом почтовом отделении по каталогу **«Подписные издания. Почта России»**

○ На сайте «Почта России»:

<https://podpiska.pochta.ru/publisher/349226>

Открыть ссылку приложением «Камера»



○ Урал-Пресс: <http://www.ural-press.ru>

○ На сайте издательства **SCHOOLPRESS.RU**

Оформляйте подписку на ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕРСИИ ПЕЧАТНЫХ ЖУРНАЛОВ:

○ Вы можете подписаться на наши журналы через электронно-библиотечные системы:
• Ивис - ivis.ru • Руконт - rucont.ru • eLIBRARY.RU – Научная электронная библиотека

○ Подписка на электронные версии печатных журналов оформляется на сайте schoolpress.ru **СКИДКА 500 РУБ. С КАЖДОГО НОМЕРА!**

Электронная версия позволяет: получать журнал быстрее,
экономить средства за подписку и доставку.
Доставка журнала: pdf-файл – на e-mail подписчика.

Открыть ссылку
приложением
«Камера»



ВНИМАНИЕ! Вы можете купить отдельную статью и любой номер журнала
(в т.ч. за прошедшие годы) в электронном виде на сайте www.schoolpress.ru

Тел.: +7(495) 619-52-87, 619-83-80. E-mail: periodika@schoolpress.ru



Физика в школе, 2023, № 4, 1–64

ISSN 0130-5522

