

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.



ФИЗИКА В ШКОЛЕ



Развитие цифровой грамотности на уроках физики
Использование компьютерного моделирования
на уроках физики как метода развития
аналитического мышления учащихся

Раздел «Астрономия»

Проблема внеземной жизни как дидактический
аттрактор в преподавании астрономии
и естествознания

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



Всероссийский фестиваль науки Nauka 0+

**7–9 октября 2022 года в г. Москве
состоялся очередной Всероссийский фестиваль науки**

Фестивали науки начали проводиться в 2006 году. Первый фестиваль науки в течение трех дней посетили около 20 тысяч человек, то пятый только в Москве собрал более 250 тысяч участников. Мероприятия этого фестиваля проходили не только в Москве, но еще и в 14 регионах России. С тех пор прошло немало времени, и фестивали науки стали пользоваться огромной популярностью.



Фестивали науки рассчитаны на самую широкую аудиторию. Их цель — понятным и доступным языком рассказывать обществу, чем занимаются ученые, как научный поиск улучшает качество жизни и какие перспективы он открывает современному человеку.

Фестиваль знакомит с успехами мировой и отечественной науки, он помогает из «первых рук» узнать о том, что происходит на переднем крае исследований. Вот почему для него был выбран девиз — «Прикоснись к науке!»





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

ПЕРСОНАЛИИ (PERSONALITIES)

- ▶ **Р.А. Мельников, О.А. Саввина**
Академик Николай Геннадиевич Басов
(к 100-летию юбилею со дня рождения). 3

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ (METHODOLOGY. EXCHANGE OF EXPERIENCE)

- ▶ **В.В. Филиппов, О.А. Манаенкова**
Методические аспекты выполнения заданий ЕГЭ по физике:
раздел «Механика» 9

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ (PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES)

- ▶ **В.Б. Лебединцев, М.В. Минова**
Совместное изучение по технологии переформулирования вопросов. 16
- ▶ **Л.Д. Хусравбеков**
Разработка качественного инструмента для педагогических измерений 27

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (INFORMATION TECHNOLOGIES)

- ▶ **С.А. Ловягин**
Развитие цифровой грамотности на уроках физики 33
- ▶ **Л.А. Кабанова, С.В. Кабанов**
Использование компьютерного моделирования на уроках физики
как метода развития аналитического мышления учащихся 41

ЭКСПЕРИМЕНТ (EXPERIMENT)

- ▶ **А.Ю. Милинский, О.М. Шкарина**
О наблюдении дифракции света в домашних условиях 46

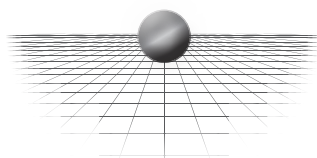
АСТРОНОМИЯ (ASTRONOMY)

- ▶ **В.В. Свиридов, Е.И. Свиридова, Е.С. Степанова**
Проблема внеземной жизни как дидактический аттрактор
в преподавании астрономии и естествознания. 50

К ЮБИЛЕЮ (FOR THE JUBILEE)

К юбилею Лидии Александровны Бордонской 59

Указатель статей, опубликованных в журнале «Физика в школе» в 2022 году . . . 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
 Редактор **Э.М. Браверман**, к.п.н. / **Braverman, E.M.** PhD in Education
 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
Наумов А.В. , д.ф.-м.н., доцент, профессор РАН	Naumov A.V. , DrSci of Physics and Mathematics, Professor Russian Academy of Sciences
Никифоров Г.Г. , к.п.н., ведущий научный сотрудник	Nikiforov G.G. , PhD in Education, Leading researcher
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, Associate member RAE
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

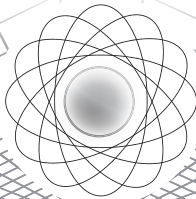
Формат 84×108/16. Усл. п. л. 4,0. Изд. № 3711. Заказ

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.

© ООО «Школьная Пресса», © «Физика в школе», 2022, № 8



АКАДЕМИК НИКОЛАЙ ГЕННАДИЕВИЧ БАСОВ (К 100-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Научная статья

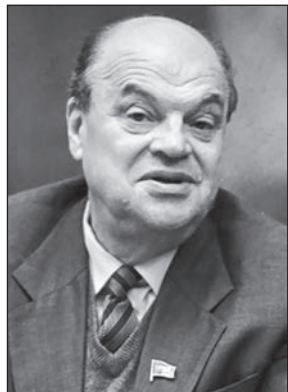
Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_3

Р.А. Мельников , к.п.н., доцент, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец; roman_elets_08@mail.ru	R.A. Melnikov , PhD (Pedagogy), Associate Professor, I.A. Bunin Yelets State University, Yelets; roman_elets_08@mail.ru
О.А. Саввина , д.п.н., профессор, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец; oas5@mail.ru	O.A. Savvina , PhD (Pedagogy), Professor, I.A. Bunin Yelets State University, Yelets; oas5@mail.ru
Ключевые слова: Н.Г. Басов, мазер, лазер, управляемый термоядерный синтез	Keywords: N.G. Basov, maser, laser, controlled thermonuclear fusion
В этом году исполняется 100 лет со дня рождения нашего земляка, академика, нобелевского лауреата Н.Г. Басова. Н.Г. Басов – первооткрыватель квантовой электроники (нового направления в физике), благодаря чему появилась возможность применения лазера в науке и технике. В силу секретности деятельности ученого обсуждение полученных им научных результатов в советские годы оставалось вне поля зрения историков науки. В настоящее время опубликованы новые источники и архивные документы (например, доклад Басова, сделанный в 1953 г. на конференции в Физическом институте им. П.Н. Лебедева), которые позволяют полнее раскрыть вклад Н.Г. Басова в постановку вопроса о возможности управления термоядерным синтезом с помощью химического лазера	This year marks the 100th anniversary of the birth of our countryman, academician, Nobel laureate N.G. Basov. N.G. Basov is the pioneer of quantum electronics (a new direction in physics), which made it possible to use a laser in science and technology. Due to the secrecy of the scientist's activities, the discussion of his scientific results in the Soviet years remained out of the field of view of historians of science. At present, new sources and archival documents have been published (for example, a report by N.G. Basov, made in 1953 at a conference at the P.N. Physics Institute. Lebedev), which allow us to more fully reveal the contribution of N.G. Basov to the formulation of the question of the possibility of controlling thermonuclear fusion using a chemical laser

© Мельников Р.А., Саввина О.А., 2022



Николай Геннадиевич Басов родился 14 декабря 1922 г. в небольшом городке Усмани Тамбовской губернии (ныне районный центр Липецкой области).

Его отец, Геннадий Федорович Басов (1891–1962), окончил инженерно-строительный факультет Петроградского политехнического института, с 1917 по 1924 гг. работал инженером на строительстве гидротехнических объектов, связанных с водоснабжением в Усмани, а с 1925 по 1926 гг. — мелиоратором в г. Острогожске. Затем Геннадий Федорович преподавал гидравлику, гидрогеологию, буровое дело и гидротехнику в Воронежском университете.

Одновременно он преподавал также в Авиационном институте и Институте землеустройства г. Воронежа. Позднее получил должность доцента на кафедре гидротехнической мелиорации в Воронежском лесохозяйственном институте.

У Геннадия Федоровича были старшая сестра Таисия (1887–1944) и брат Владимир. По признанию Николая Геннадиевича, увлечение математикой и физикой привила ему именно тетя. И это не было удивительным. Она получила добротное образование в Воронежской Мариинской гимназии. Таисия Федоровна жила вместе со своей матерью (бабушкой Николая) в Усмани, где преподавала физику в средней школе № 2. По свидетельству усманцев, во время Великой Отечественной войны она подкармливала голодных учеников, а сама скончалась от дистрофии в 1944 году.

В 1927 г. из-за перевода в Воронеж Геннадия Федоровича семья переехала из Усмани в центр Черноземья. Первые восемь лет Николай учился в школе № 1 г. Воронежа (ныне школа № 11), а последние годы обучался в школе № 13 (в конце 1961 г. на месте старой школы выстроено новое здание, в котором разместилась средняя школа № 58, ныне гимназия, носящая имя академика Н.Г. Басова).

Николай вместе с братом Владимиром часто ездили в Усмань, особенно на летние каникулы, где не только отдыхали от городской суеты, но и с интересом занимались с тетей математикой и физикой.

Он проявил свои таланты еще в школьные годы, с увлечением посещал детскую техническую станцию. Сконструированные им модель ветроэлектродвигателя и прибор для управления пароходом по радио получили одобрение на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в Москве.

Окончание Николаем средней школы совпало с началом Великой Отечественной войны, поэтому на первом месте перед молодым человеком встала задача приобретения военной специальности. И Басов

по направлению военкомата поступил в Куйбышевскую военно-медицинскую академию (ныне Самарский государственный медицинский университет). Получив квалификацию фельдшера (ассистента врача-хирурга), он продолжил обучение в Киевском военно-медицинском училище. В 1943 г. окончил училище с воинским званием лейтенанта медицинской службы и был распределен в батальон химической защиты. С начала 1945 г. и до конца войны Н.Г. Басов воевал в составе 1-го Украинского фронта. Был демобилизован в декабре 1945 г.

Окрыленный окончанием и победой нашей страны в войне, Н.Г. Басов принимает решение продолжить образование и получить профессию, связанную с любимыми им предметами математикой, физикой и техникой.

В это время на базе Московского механического института (ныне Московский инженерно-физический институт) был создан инженерно-физический факультет, целью которого была подготовка ученых-инженеров, имеющих, с одной стороны, университетский уровень знаний по математике и физике, а с другой стороны, способных создавать новую технику. В связи с открытием нового факультета были созданы новые кафедры и увеличено количество мест приема. Факультет возглавил опытный ученый Александр Ильич Лейпунский (1903–1972).

Николай Басов был зачислен в этот институт в 1946 г. Будучи студентом, он устроился работать в Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) на должность инженера лаборатории колебаний.

Сразу после окончания института в 1950 г. поступил в очную аспирантуру своей *alma mater* на кафедру теоретической физики, которой в это время руководил академик М.А. Леонтович (1903–1981).

Первые научные шаги в области исследования ядерных моментов радиоспектроскопическими методами Н.Г. Басов делал

под руководством тогда молодого доктора физико-математических наук А.М. Прохорова (1916–2002). Они совместно в 1952 г. установили принцип усиления и генерации электромагнитного излучения квантовыми системами.

В 1953 г. Басов выступил с докладом на конференции по магнитным моментам ядер в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР под председательством директора института Д.В. Скобельцына (1892–1990). В докладе молодой ученый рассмотрел возможность использования индуцированного излучения квантовых систем для создания СВЧ генераторов. Как свидетельствует академик О.Н. Крохин, эту научную проблему Н.Г. Басов поставил в истории квантовой физики впервые [7]. В этом же году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Определение ядерных моментов радиоспектроскопическим методом».

Работая далее совместно, ученик и наставник заложили основы теории квантового усиления. Они получили новое состояние вещества, при котором происходит инверсная заселенность энергетических уровней за счет погружения в неоднородные электрические и магнитные поля. Метод такого преобразования был назван «трехуровневым». Исследователям удалось зафиксировать появление индуцированного излучения, усиливающего подающий сигнал. Этот эффект позволил им сконструировать первый микроволновой квантовый генератор — мазер¹. Новый агрегат был не только усилителем, но и генератором излучения с частотой, точно определяемой энергетическими уровнями молекулы.

В то же самое время в Колумбийском университете (США) аналогичные опыты проводил американский физик-оптик Чарльз

Хард Таунс (1915–2015), но со светом, а не с микроволнами.

В 1954 г. о создании первого квантового генератора (мазера) независимо друг от друга объявили советские физики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров, а также Чарльз Таунс, в группе которого работали также Джеймс Пауэр Гордон (1928–2013), Херберт Джек Цайгер (1925–2011) и Джозеф Вебер (1919–2000) — ученые из США и Канады.

Исследования советских и зарубежных ученых способствовали становлению нового направления в физике — квантовой электроники. Благодаря их трудам позднее появились системы дальней космической радиосвязи, а также оптоволоконные линии.

В 1956 г. Н.Г. Басов защитил докторскую диссертацию на тему «Молекулярный генератор». В этой работе были обобщены его теоретические и экспериментальные исследования, посвященные молекулярному генератору. После ее защиты ученый приступил к реализации идеи возможности применения принципов и методов квантовой радиофизики на оптический диапазон частот, т.е. к конструированию квантовых осцилляторов².

В 1958 г. ученый был назначен заместителем директора ФИАН. С этого момента его научные интересы были сосредоточены на поиске путей создания оптического квантового генератора (лазера). К своим исследованиям он подключил молодых студентов-физиков. В созданном при его непосредственном участии в ФИАНе секторе молекулярных генераторов были теоретически обоснованы и созданы лазеры с оптической накачкой.

В 1959 г. за работу над созданием мазера и парамагнитных усилителей Н.Г. Басову и А.М. Прохорову была присуждена Ленинская премия.

¹ Квантовый генератор, излучающий когерентные электромагнитные волны сантиметрового диапазона (микроволны). Мазер — это аббревиатура от английского названия Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

² Соответствующий прибор получил название «лазер» — аббревиатура, полученная от сочетания слов Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

В 1962 г. появились инжекционный лазер и лазер с электронным возбуждением.

Работая совместно с советскими физиками Б.М. Вулом (1903–1985) и Ю.М. Поповым (р. 1929 г.), в 1963 г. Басов исследовал условия образования структур с отрицательной температурой в полупроводниках. Результатом этого сотрудничества стало создание первого полупроводникового лазера на основе арсенида галлия (GaAs).

В том же году при активном патронаже Николая Геннадиевича была открыта лаборатория квантовой физики в ФИАНе. В ней была получена генерация возбуждением сульфида кадмия, подверженного воздействию электронным пучком. Были разработаны новые лазеры на парах йода и полупроводниках.

В 1964 г. с формулировкой *«за фундаментальную работу в области квантовой электроники, которая привела к созданию генераторов и усилителей, основанных на лазерно-мазерном принципе»* советским физикам Н.Г. Басову и А.М. Прохорову, а также американцу Ч.Х. Таунсу была присуждена Нобелевская премия по физике. Оргкомитет разделил премию между ними, так как ученые работали параллельно и не имели возможности обмениваться полученными результатами из-за железного занавеса.

11 декабря 1964 г. Николай Геннадиевич прочитал нобелевскую лекцию на тему «Полупроводниковые лазеры», в которой были указаны способы использования полупроводниковых лазеров в науке и технике.

Научные результаты Н.В. Басова были по достоинству оценены современниками. В 1962 г. он стал членом-корреспондентом, в 1966 г. одновременно со своим учителем А.М. Прохоровым был избран действительным членом (академиком) Академии наук СССР. В 1969 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».

В 1968 г. в лаборатории Басова были

впервые получены нейтроны при лазерном облучении мишени из дейтерия лития. Этот результат сыграл значимую роль в его дальнейших работах, посвященных лазерному термоядерному синтезу.

Следует отметить, что постепенно пути Н.Г. Басова и А.М. Прохорова разошлись. С 1973 по 1989 гг. Н.Г. Басов возглавлял ФИАН, а А.М. Прохоров в это время руководил Институтом всеобщей физики Академии наук, являлся главным редактором Большой советской энциклопедии.

Как свидетельствует современный физик И.Л. Стукалина, по инициативе Н.Г. Басова в лаборатории квантовой радиофизики ФИАНа в конце 1960-х годов были начаты широкие исследования по химическим лазерам, включающие поиск перспективных химических реакций, оптимальных способов их инициирования и направленные в целом на создание мощных источников когерентного излучения.

Русские ученые внесли существенный вклад в разработку химических лазеров. Первые попытки найти пути создания «чисто химического» (автономного) лазера относятся к началу 1960-х годов. В 1965–1969 гг. созданы первые приборы для запуска импульсного химического лазера на хлористом водороде. Затем интересы исследователей в наибольшей степени сосредотачиваются на химических лазерах с колебательным возбуждением молекул в процессе цепных реакций. В работе А.Н. Ораевского было проведено качественное исследование химического лазера, возбуждаемого как за счет простой, так и разветвленной цепной реакции, и четко поставлен вопрос об энергетических преимуществах реакций этого типа [9].

И.Л. Стукалина пишет: «Для того, чтобы внести ясность в вопрос об энергетике конкретных систем, потребовалась разработка детальных кинетических моделей химических лазеров, последовательный анализ которых возможен лишь численными методами. ... Совместное численное решение не-

линейных дифференциальных уравнений химической кинетики, колебательной релаксации, генерации лазерного излучения и теплового баланса с учетом температурной зависимости констант скорости элементарных процессов показало, что генерация прекращается при небольшой глубине превращения реагентов, причем срыв генерации обусловлен процессами колебательной релаксации, ускоряющимися по мере накопления продукта реакции HCl . Фактически цепной характер реакции $H_2 + Cl_2$ не проявлялся при генерации.

Период с 1969 г. по 1972 г. (период создания эффективных систем) характеризовался интенсивным развитием исследований по химическим лазерам, созданием и освоением в лабораторных условиях химических лазеров с высоким энергетическим выходом генерации. Начиная с 1972 г. работы по химическим лазерам переходят из стадии чисто лабораторных поисков в стадию технических разработок мощных лазерных систем прикладного значения» [10].

Поэтому неудивительно, что в середине 1970-х гг. в сферу научных интересов Н.Г. Басова входят вопросы управляемости лазерного термоядерного синтеза [3].

Он активно изучает вопросы взаимодействия лазеров с другими веществами. В 1975–1976 гг. им вместе с его молодыми коллегами репринтным способом была издана работа «О возможности применения химического фторводородного лазера в лазерном управляемом термоядерном синтезе» [4, 5]. В этом исследовании рассмотрен принцип действия системы генератор-усилитель с химической накачкой. Хотя эта работа и была издана лишь репринтным способом, она, несомненно, оказала влияние на разработку дальнейших исследований в двух направлениях: лазерного термоядерного синтеза как альтернативного метода синтеза легких ядер для получения большого количества энергии; выделения главных факторов, управляющих поведением лазера.

Эти направления современной науки не утратили своей актуальности и до настоящего времени.

Н.Г. Басов вел большую научно-просветительскую и общественную работу. Был председателем Всесоюзного общества «Знание» (1978–1990), работал главным редактором известного научно-популярного журнала «Природа» (1967–1990). Являлся членом редколлегии физического журнала «*Il nuovo simento*», издававшегося в Италии.

Николай Геннадиевич стоял у истоков создания журнала «Квантовая электроника», первый номер которого вышел в свет при непосредственном его участии в 1971 г.

Все его действия были направлены на популяризацию науки в широких кругах общественности. Он является автором более 300 различных обзорных и популярных статей по разным областям физики.

Результаты, достигнутые ученым и его учениками, трудно переоценить. По воспоминаниям очевидцев, Басов был энергичен, обладал большей пробивной силой и непрестанно генерировал оригинальные научные идеи и проекты. Известный физик Г.М. Зверев, современник Н.Г. Басова и ученик А.М. Прохорова, признавал: *«Н.Г. Басов не боялся принимать в свой коллектив очень способных и продвинутых людей и давал им возможность развернуться. Так, он взял к себе Олега Николаевича Крохина из глубинки Средмаша, привлек крупного ученого-спектроскописта И.И. Собельмана, пригласил на работу молодых физтехов А.Н. Ораевского, В.С. Летохова и многих других способных ребят»*. Под его руководством были успешно защищены более 60 докторских и 300 кандидатских диссертаций.

Н.Г. Басов являлся почетным членом академий многих стран мира (Польша, Болгария, Чехословакия, Франции и др.).

Скончался Николай Геннадиевич Басов 1 июля 2001 г. в Москве и похоронен на Новодевичьем кладбище.

Литература

1. *Аникеев В.В.* Возьми Эверест: Невыдуманная микроповесть о человеке, посрамившем инженера Гарина. — Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1967. — 73 с.

2. *Басов Н.Г., Афанасьев Ю.В.* Световое чудо века. — М.: Педагогика, 1984. — 128 с.

3. *Басов Н.Г., Розанов В.Б., Соболевский Н.М.* Лазерный термоядерный синтез в энергетике будущего // Известия Академии наук СССР. Энергетика и транспорт. 1975. № 6. С. 3–7.

4. *Басов Н.Г., Башкин А.С. и др.* О возможности применения химического фторводородного лазера в лазерном управляемом термоядерном синтезе. — М.: Физический институт имени П.Н. Лебедева АН СССР, 1975. — 20 с.

5. *Басов Н.Г., Башкин А.С. и др.* О возможности применения химического фторводородного лазера в лазерном управляемом термоядерном синтезе: Система генератор-усилитель. — М.: Б. и., 1976. — 14 с.

6. Взаимодействие лазерного излучения с термоядерными мишенями / Гл. ред. Н.Г. Басов // Тр. Физ. ин-та им. П.Н. Лебедева: АН СССР.

Т. 133. — М.: Наука, 1983. — 224 с.

7. *Крохин О.Н.* Слово о Николае Геннадиевиче Басове // Квантовая электроника. 2017. Т. 47. № 12. С. 1075–1076.

8. *Мельников Р.А., Саввина О.А.* Н.Г. Басов и его работы о лазерном управляемом термоядерном синтезе // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования: материалы IV Международной научно-практической конференции (25 апреля 2018 года). — Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2018. — С. 9–15.

9. *Ораевский А.Н.* Химический квантовый генератор на основе разветвленных реакций // ЖЭТФ. 1968. Т. 55. Вып. 4(10). С. 1423–1429.

10. *Стукалина И.Л.* Моделирование импульсных химических галогеноводородных лазеров, иницируемых ИК излучением. Автореф. дис. ...01.04.21. Лазерная физика / Сам. гос. ун-т. — Самара, 2002. — 16 с.

Дата поступления рукописи (Received): 17.08.2022.

Опубликовано (Published): 16.11.2022.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Издательство «Школьная Пресса» предлагает вам познакомиться с содержанием архивных номеров журнала

ФИЗИКА В ШКОЛЕ,

начиная с выпусков 1949 года.

Архивные номера дополняют и обогатят информацию по интересующей вас теме.

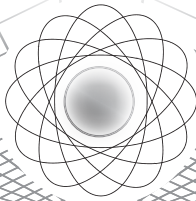
Содержание этих номеров вы найдете на сайте издательства schoolpress.ru в разделе «Архив номеров».

Интересующую вас отдельную статью или номер журнала любого года издания можно заказать в электронном виде (PDF-файл).

Заявки присылайте на электронную почту school-press@ya.ru.

Стоимость статьи — **100** рублей, номера журнала — **350** рублей.

Доставка pdf-файла на e-mail заказчика



МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ: РАЗДЕЛ «МЕХАНИКА»

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FULFILLING THE UNIFIED STATE EXAMINATION TASKS IN PHYSICS: SECTION «MECHANICS»

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_9

В.В. Филиппов , д.ф.-м.н., доцент, профессор, Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского; Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет); Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал), г. Липецк; wwfilippow@mail.ru	V.V. Filippov , DrSci (Physics and Mathematics), Assistant Professor, Professor of Lipetsk Semenov-Tyan-Shan State Pedagogical University; Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University); Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch), Lipetsk; wwfilippow@mail.ru
О.А. Манаенкова , к.п.н., доцент, Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, г. Липецк; omali@yandex.ru	O.A. Manaenkova , PhD (Pedagogy), Assistant Professor of Lipetsk Semenov-Tyan-Shan State Pedagogical University; omali@yandex.ru
Ключевые слова: методика преподавания физики, ЕГЭ по физике, механика, динамика	Keywords: methods of teaching physics, Unified State Examination in physics, mechanics, dynamics
Аннотация. В статье проанализированы результаты единого государственного экзамена по физике за 2016–2021 гг. Наибольшее внимание уделено проблемам изучения раздела «Механика» в среднем профильном образовании. Приводятся примеры заданий, их анализ и типичные ошибки. Предложены методические рекомендации по решению некоторых типов заданий по механике, вызывающие наибольшее затруднение у учащихся при их выполнении	Abstract. The article analyzes the results of the unified state exam in physics for 2016–2021. The greatest attention is paid to the problems of studying the section «Mechanics» in the secondary specialized education. Examples of tasks, their analysis and typical mistakes are given. Guidelines are proposed for solving some types of assignments in mechanics, which cause the greatest difficulty for students in their implementation

© Филиппов В.В., Манаенкова О.А., 2022

Введение

Более 20 последних лет единый государственный экзамен (ЕГЭ) является единственной формой выпускных экзаменов в школе, а с 2009 г. — основной формой вступительных экзаменов в ВУЗы.

В течение этих лет контрольно-изме-

рительные материалы (КИМ) ЕГЭ претерпевали изменения, а санитарно-эпидемиологическая обстановка последних лет вносила свои коррективы в процесс обучения, что не могло не сказаться на результатах экзамена обучающихся по различным предметам.

Анализ выполнения КИМ раздела «Механика» ЕГЭ по физике

Для оценивания уровня знаний по физике воспользуемся региональными отчетами, представленными в информационной базе Центра мониторинга и оценки качества образования Липецкой области [4]. Анализ результатов ЕГЭ за 2017–2021 гг. в регионе показывает, что в 2021 г. средний тестовый балл выше значений прошлых лет, минимальное значение отмечалось в 2018 г. Количество учащихся, получивших высокие баллы (от 81 до 99), стабильно возрастает, так, например, в 2021 г. оно увеличилось более чем в три раза по сравнению с 2017 г. Уменьшается количество учащихся, не сумевших преодолеть минимальный порог, количество стобалльников увеличивается (см. табл. 1).

В данной статье делается анализ результатов ЕГЭ по физике на примере Липецкой области при выполнении заданий из раздела «Механика». Указываются возможные причины ошибок экзаменуемых и предлагаются меры их устранения с целью повышения качества знаний по физике.

Механика является одним из самых сложных разделов физики, и его изучение требует пристального внимания, так как основные подходы в решении задач по механике используются и в других разделах физики. Задания по механике представлены 8 заданиями первой части и 2 заданиями второй части. Из них 7 заданий базового, 2 повышенного и 1 высокого уровней сложности [1, 2].

Средний процент выполнения заданий по механике (в Липецкой области) пред-

Таблица 1

Динамика результатов ЕГЭ по физике за 2017–2021 гг. (в Липецкой области)

Результат	Данные ЕГЭ по физике				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Ниже <i>min</i> балла, %	3,51	3,44	2,43	2,73	1,81
Средний тестовый балл	55,47	53,77	55,98	55,58	58,14
От 81 до 99 баллов, %	3,16	3,22	7,87	7,30	10,57
100 баллов, чел.	0	0	3	2	6

Таблица 2

Средний процент выполнения заданий по механике

№ задания	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	52,75	65,55	78,5	47,44	83,28	80,56
2	45,41	92,44	95,0	96,79	71,84	80,74
3	83,97	80,67	96,4	92,95	71,12	92,08
4	87,00	72,27	48,4	91,03	66,88	74,71
5	71,33	46,22	91,3	76,28	64,92	63,14
6	51,91	22,69	87,4	58,01	53,88	72,32
7	32,49	26,89	66,7	61,22	72,56	66,29
24	–	47,90	–	–	–	–
25	47,78	–	58,7	50,0	–	–
28		1,68	–	–	23,44	41,67
29	0,92	–	16,6	27,56	8,69	14,46

ставлен в таблице 2. Как показывают статистические данные, доля выполнения заданий базовой части составляет в среднем 70%, что в целом демонстрирует неплохой результат. Вместе с тем, задания второй части КИМ, требующие применения знаний в измененной и/или нестандартной ситуации, имеют крайне низкий процент выполнения. Так, например, с заданиями высокого уровня сложности в 2021 г. справились только 14,5% сдающих экзамен обучающихся (табл. 2).

Как видно из таблицы, наибольшие трудности при выполнении экзамена вызвали задания из разделов «Кинематика», где требовалось *объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы, задания на множественный выбор; «Динамика», при использовании закона всемирного тяготения, центростремительного ускорения для анализа изменения физических величин в процессах; использование закона сохранения энергии в механике при установлении соответствия между графиками и физическими величинами.*

Остановимся сначала на примерах заданий первой части, которые представляли на экзамене наибольшие затруднения. Приведем возможный образец рассуждений при решении подобных задач.

Пример задания 6. Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (рис. 1). Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения [4].

1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м^3 .

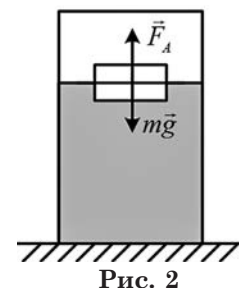
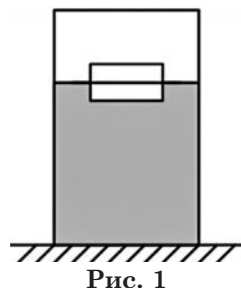
2) Если на верхний брусок положить груз массой 0,7 кг, то бруски утонут.

3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.

4) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.

5) Если в стопку добавить еще два таких же бруска, то глубина ее погружения увеличится на 10 см.

Ответ:



Анализ и решение задания

На бруски действуют две силы — сила тяжести и сила Архимеда (рис. 2), эти силы уравнивают друг друга: $F_A = 2mg$. Распишем силу Архимеда и приравняем к силе тяжести: $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_T = 2mg$, отсюда найдем объем:

$$V_T = \frac{2m}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{2 \text{ кг}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,002 \text{ м}^3.$$

Рассчитаем плотность тела:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1 \text{ кг}}{0,002 \text{ м}^3} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Первое утверждение справедливо.

Если на верхний брусок положить груз 0,7 кг, то сила тяжести будет равна

$$F_T = 2,7 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 27 \text{ Н}.$$

Максимальная сила Архимеда будет равна

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g \cdot 2V_T = 2 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,002 \text{ м}^3 = 40 \text{ Н}.$$

$F_A > mg$, следовательно, бруски не утонут. Второе утверждение ложно.

Если воду заменить на керосин, то сила Архимеда уменьшится, так как плотность керосина 800 кг/м^3 , бруски больше будут погружаться в воду. Третье утверждение ложно.

Сила Архимеда, действующая на бруски,

равна 20 Н. Проверим это утверждение:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,002 \text{ м}^3 = 20 \text{ Н}.$$

Утверждение верно.

Если в стопку добавить еще два таких же бруска, то в воду полностью погрузятся два нижних бруска, два других (положенных сверху) будут над водой, так как плотность брусков в два раза меньше, чем у воды; следовательно, глубина погружения составит 10 см, т.е. она увеличится в сравнении с первоначальным значением на 5 см. Пятое утверждение ложно.

Ответ: 1,4.

В данном задании используется знание закона Архимеда, анализ равновесия тел, погруженных в жидкость. Очевидно, что пройденная в 7 классе тема «Давление твердых тел, жидкостей и газов» требует детальной проработки при повторении тем раздела «Механика» в X и XI классах.

Пример задания 6 (2019 г.). Искусственный спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую. На новой орбите центростремительное ускорение спутника больше, чем на прежней. Как изменились при этом период обращения спутника и его скорость движения по орбите вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения спутника вокруг Земли	Скорость движения спутника по орбите

Анализ и решение задания

В данной задаче действует только сила тяготения Земли

$$F = G \frac{mM}{R^2},$$

где M — масса Земли, m — масса спутника, R — радиус орбиты. По второму закону Ньютона имеем:

$$F = ma = G \frac{mM}{R^2},$$

где a — центростремительное ускорение. Анализ формулы показывает, что при увеличении ускорения радиус орбиты будет уменьшаться.

Выясним изменение скорости движения спутника в зависимости от радиуса орбиты.

Подставим вместо ускорения $a = \frac{v^2}{R}$, получим:

$$\frac{v^2}{R} = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow v^2 = G \frac{M}{R}.$$

То есть при уменьшении R скорость спутника увеличивается.

Согласно определению, период обращения спутника вокруг Земли — это время, за которое спутник делает один оборот вокруг Земли. Если радиус орбиты уменьшается, а центростремительное ускорение возрастает, то скорость спутника увеличивается. Таким образом, спутник проходит меньшее расстояние с большей скоростью и его период уменьшается.

Ответ: 12.

Далее приведем типичные ошибки в некоторых заданиях второй части, в которых учащиеся показали низкий процент выполнения (см. табл. 2).

Пример задания 29 (2018 г.). В маленький шар массой $M = 250 \text{ г}$, висящий на нити длиной $l = 50 \text{ см}$, попадает и застревает в нем горизонтально летящая пуля массой $m = 10 \text{ г}$. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Спротивлением воздуха пренебречь.

Укажем типичные ошибки, на основании региональных отчетов [4]:

- не указана сила натяжения нити;
- ошибки при работе с векторами и их проекциями;
- ошибки в записи законов сохранения импульса и энергии.

Пример задания 29 (2019 г.). Железный шар массой $2,5 \text{ кг}$ подвешен на нити и полностью погружен в воду (рис. 3). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой шар действует на нить. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.

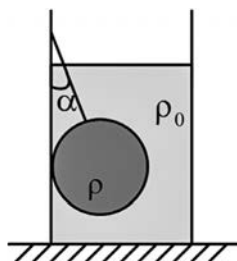


Рис. 3

Типичные ошибки:

- неверно указана точка приложения силы натяжения нити;
- не упоминается третий закон Ньютона;
- не указывается сила реакции опоры.

Пример задания 29 (2020 г.). Пробирка массой $M = 40 \text{ г}$, содержащая пары эфира, закрыта пробкой массой $m = 10 \text{ г}$ и подвешена в горизонтальном положении к штанге на легких параллельных нерастяжимых нитях одинаковой длины (рис. 4). При нагревании пробирки пробка вылетает из нее со скоростью $v = 4 \text{ м/с}$, а нити, если они достаточно коротки, сразу после этого одновременно обрываются. Найдите максимальную длину нитей L в случае, если каждая нить выдерживает нагрузку не более $T_0 = 0,3 \text{ Н}$. Массу паров эфира считать пренебрежимо малой величиной.

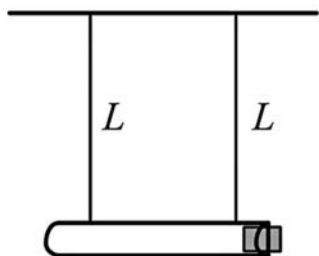


Рис. 4

Типичные сложности и ошибки:

- определение траектории движения тела после взаимодействия и отсутствие использования формулы центростремительного ускорения;
- нестандартное расположение трубки, наличие двух нитей, а также система тел пробирка+пробка вызывали ошибки в написании второго закона Ньютона;
- рассматривалось равновесие системы пробирка+пробка;
- нет четкого понимания условия, когда нити разрываются.

Пример задания 28 (2021 г.). Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом участке составило 10 м/с . Ускорение поезда считать постоянным.

Типичные сложности и ошибки:

- незнание приемов решения задач на нахождение «последнего времени движения», «последнего перемещения»;
- свойство прямолинейного равноускоренного движения без начальной скорости: перемещения за каждую секунду относятся как нечетные числа;
- рассчитывали путь разгона, а не торможения;
- математические ошибки.

Пример задания 29 (2021 г.). На шероховатой наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, лежит маленькая шайба массой $m = 500 \text{ г}$. Минимальное значение модуля силы F , приложенной в горизонтальном направлении вдоль плоскости (рис. 5), при котором шайба начинает скользить по наклонной плоскости, равно $1,7 \text{ Н}$. Чему равен коэффициент трения скольжения шайбы о плоскость?

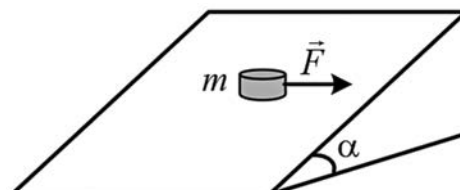


Рис. 5

Типичные сложности и ошибки:

- неправильное применение трехмерной системы координат;
- неверное представление о направлении движения тела;
- неверное указание направления силы трения;
- математические ошибки (тригонометрия, проекции);
- часто решают стандартную задачу о скольжении вниз по наклонной плоскости, не требующей трех проекций.

Приведем пример возможного решения представленной выше задачи.

Выберем инерциальную систему отсчета, связанную с Землей. Введем трехмерную декартову систему координат $Oxyz$. Направим Ox вдоль нижней грани, Oy — вверх по наклонной плоскости, Oz — перпендикулярно наклонной плоскости (рис. 6).

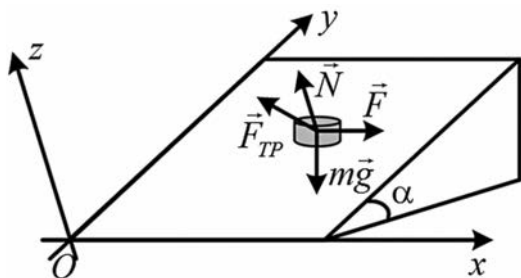


Рис. 6

Запишем второй закон Ньютона с учетом равномерного движения шайбы:

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0. \quad (1)$$

Найдем проекции на координатные оси:

$$\begin{cases} Ox: & F - F_{\text{тр}x} = 0 \\ Oy: & F_{\text{тр}y} - mg \sin \alpha = 0. \\ Oz: & N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Учитывая, что

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu N \text{ и } \vec{F}_{\text{тр}} = \sqrt{F_{\text{тр}x}^2 + F_{\text{тр}y}^2}, \quad (3)$$

получаем

$$(\mu mg)^2 \cos^2 \alpha = F^2 + (mg)^2 \sin^2 \alpha. \quad (4)$$

Откуда коэффициент трения равен

$$\mu = \frac{\sqrt{F^2 + (mg)^2 \sin^2 \alpha}}{mg \cos \alpha}. \quad (5)$$

Вычисляем:

$$\mu = \frac{\sqrt{(1,7 \text{ Н})^2 + (0,5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 0,5)^2}}{0,5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 0,87} \approx 0,7. \quad (6)$$

Ответ. Коэффициент трения тела о поверхность равен 0,7.

В 2022 г. в структуре ЕГЭ произошли некоторые изменения [2]. Во-первых, общее количество заданий уменьшилось, их стало 30. Во-вторых, изменены линии заданий № 6, 12 и 17 и введены две новые линии заданий (линия 1 и линия 2). Линии заданий № 1 и № 2 базового и повышенного уровней сложности включают в себя элементы содержания не менее чем из трех разделов курса физики. В-третьих, в части 2 увеличено количество заданий с развернутым ответом и исключены расчетные задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом. В-четвертых, добавлена одна расчетная задача повышенного уровня сложности с развернутым ответом. В-пятых, изменены требования к решению задачи высокого уровня сложности по механике.

Так, например, в задании 30 высокого уровня сложности кроме развернутого ответа требуется обоснование законов, используемых в задаче, для описания движения тел. Задание 2022 г. строится на теоретическом материале из раздела «Механика» и его решение максимально оценивается в 4 балла. При этом за правильное обоснование применяемых законов учащийся получает один первичный балл, а стандартная часть решения задачи высокого уровня сложности неизменно оценивается максимально в 3 балла.

Методические рекомендации по подготовке учащихся к ЕГЭ при выполнении заданий из раздела «Механика»

Согласно выполненному анализу при решении задач на уроках физики следует

большее внимание уделять тем разделам механики, которые формируют дальнейшее представление о физической картине мира. На базовом уровне это фундаментальные законы: законы Ньютона и условия их применения, законы сохранения, основные кинематические определения и выражения. Для заданий повышенной и высокой сложности целесообразно отдельно выделять проблемные темы: криволинейное движение, динамика тел, принцип суперпозиции сил, механическое давление, статика и простые механизмы.

Необходимо обратить внимание на установление межпредметных связей, прежде всего с математикой (например, работе с алгебраическими преобразованиями, табличными величинами, графиками), поскольку решение многих задач школьной физики без хорошей математической подготовки просто невозможно [3, 5].

Для подготовки выпускников к решению заданий повышенной сложности важно проводить различного рода олимпиады, в том числе на школьном уровне, знакомить учащихся с заданиями в открытых базах данных ЕГЭ и Всероссийских олимпиад по физике, так как решение нестандартных, практически значимых (в том числе олимпиадных) задач позволяет развивать не только логическое мышление, но и способствует дальнейшему развитию интереса к физике у учащихся.

Заключение

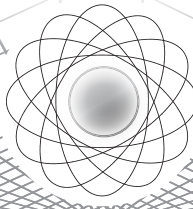
Механика занимает ключевое место в процессе изучения курса физики. Успешное усвоение данного раздела играет определяющую роль в освоении других разделов. Задачи любого раздела физики, в которых идет речь о механическом движении или причинах его порождающих, требуют для решения прочных знаний и умений, вполне сформированных во время обучения механике. Без базовых знаний механики освоение других разделов физики оказывается

существенно затруднительным или вовсе невозможным. Именно при изучении этого раздела учащиеся знакомятся с методологической, философской основой физики, логикой и структурой естественнонаучного знания, обобщенными физическими понятиями. В механике в наиболее явном виде школьники сталкиваются с проблемой применения математических знаний и умений, поэтому именно на ее предметном материале они приобретают специальные умения применять их в специфической, нематематической среде. Вышесказанное говорит об особой необходимости выделения достаточного количества времени и усилий для тщательного изучения данного раздела, без которого невозможны высокие результаты качества знаний по физике.

Литература

1. Демидова М. Ю., Грибов В.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по физике // Педагогические измерения. 2021. № 4. С. 132–150.
2. Демидова М. Ю., Грибов В.А. Экзаменационная модель КИМ ЕГЭ по физике, отвечающая требованиям ФГОС СОО // Педагогические измерения. 2021. № 2. С. 59–69.
3. Казакова Е. Л., Мошкина Е.В., Сергеева О.В. Особенности решения задач при наличии сил трения // Физика в школе. 2022. № 2. С. 47–54.
4. Филиппов В.В. Отчеты председателя региональной предметной комиссии ЕГЭ по физике в Липецкой области // Сайт ОКУ «Центр мониторинга и оценки качества образования Липецкой области». Итоги ГИА. (2016-2021 г.г.). – URL: <http://cmoko48.lipetsk.ru/gia/result.php>.
5. Славин В.А., Курбатова А.Г., Славин И.В. К вопросу о формировании физико-математического мышления в средней школе // Физика в школе. 2021. № 7. С. 33–40.

Дата поступления рукописи (Received): 15.06.2022.
Опубликовано (Published): 16.11.2022.



СОВМЕСТНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕФОРМУЛИРОВАНИЯ ВОПРОСОВ

TECHNOLOGY OF CLASSES IN WHICH STUDENTS COLLABORATE TO LEARN NEW KNOWLEDGE BASED ON REFORMULATION OF QUESTIONS

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_16

В.Б. Лебединцев , к.п.н., доцент, Красноярский краевой институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования; доцент, Центр становления коллективного способа обучения, г. Красноярск; lebedincev@kipk.ru, vb269@mail.ru	V.B. Lebedintsev , PhD (Pedagogy), Associate Professor, Krasnoyarsk regional institute for advanced training and professional retraining of educators, Center for formation of a collective mode of education, Krasnoyarsk; lebedincev@kipk.ru, vb269@mail.ru
М.В. Минова , к.п.н., доцент, Красноярский краевой институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования; методист, Центр становления коллективного способа обучения, г. Красноярск; minova.mv@kipk.ru	M.V. Minova , PhD (Pedagogy), Associate Professor, Krasnoyarsk regional institute for advanced training and professional retraining of educators, Center for formation of a collective mode of education, Krasnoyarsk; minova.mv@kipk.ru
Ключевые слова: совместное изучение, сочетание фронтальной работы и работы в парах, контрольные вопросы, вопросы на понимание, переформулирование вопросов, работа в парах сменного состава, удельная величина, отражение света	Keywords: classes where students collaborate to learn new knowledge, combination of front-line interaction with the classroom and activities of students in pairs, control questions, questions for understanding, reformulation of questions, cooperation in pairs of non-permanent members, one-on-one training, training activities in pairs, specific magnitude, light reflection
Аннотация. В статье рассматривается технология переформулирования вопросов контрольного типа в вопросы на понимание, созданная дидактами красноярского центра становления коллективного способа обучения. На примере тем «Смысл удельных величин в тепловых явлениях» и «Закон отражения света» описывается структура занятий и деятельность учащихся в парах сменного состава по изучению нового материала. Рассматриваются нюансы подготовки учебных текстов, деятельности учителя по обеспечению продуктивного взаимодействия учащихся в парах	Abstract. The article discusses the technology of reformulating control-type issues into questions of understanding created by the didacts of the Krasnoyarsk center for the formation of a collective mode of education. On the example of the topics «Meaning of specific values in thermal phenomena» and «Law of light reflection», the structure of classes and the activities of students in pairs of non-permanent members to study new knowledge are described. The nuances of the preparation of educational texts, the teacher's activities to ensure productive interaction of students in pairs are considered

© Лебединцев В.Б., Минова М.В., 2022

Фронтальное объяснение имеет низкую эффективность, особенно в условиях выраженной дифференциации учащихся. Поэтому неслучайны поиски других форм обучения, в частности, предлагается использовать «перевернутый урок». Мы видим другой выход — в совместной деятельности учащихся как при изучении нового материала, так и при его закреплении.

Нами разработаны разные технологии совместного изучения: одни связаны с проработкой текстов (схематизация, переоформление смыслов учебного текста на основе речевого клише, составление и оречевление опоры, контрольные вопросы и др.), вторые — с извлечением информации из нетекстовых источников (графиков, диаграмм, рисунков, схем и т.п.), остальные — с развернутым выполнением действий.

Целостное учебное занятие, построенное на основе одной из таких технологий, получило название занятия совместного изучения [1]. В его основе несколько фундаментальных оснований. Во-первых, *мышление и речь — разные, но тесно взаимосвязанные сущности*. Центральная идея Л.С. Выготского об отношении мысли к слову заключается в том, что «мысль не выражается в слове, но совершается в слове», т.е. речь есть не просто средство оформления мысли, а прежде всего механизм ее порождения, «течение мысли совершается как внутреннее движение через целый ряд планов, как переход мысли в слово и слова в мысль» [2, с. 305]. Отсутствие четкой словесной формулировки означает, что мысль находится в туманном состоянии. Задачи решаются намного успешнее в случае проговаривания своих рассуждений вслух. Размышляя вслух, человек формирует мысли и для себя.

Во-вторых, *отрабатывать имеет смысл только полностью усвоенные знания и умения*, а учебную информацию предлагать дозированной и без излишеств. Жалеть времени для полного усвоения нового материала не нужно. Этот процесс не осуществляется мгновенно. На этом этапе учебные действия

осуществляются медленно, развернуто, с трудом [3, с. 75]. Экономия времени на уяснении впоследствии оборачивается неоправданным увеличением продолжительности этапа отработки. А закрепление неполных или неправильных знаний и умений только усиливает их недостатки [3, с. 90].

В-третьих, ответ на вопрос: «*Зачем нужен партнер*», если, казалось бы, результат усвоения чего-либо в конечном итоге индивидуальны?», — является, пожалуй, ведущей идеей технологий совместного изучения. С одной стороны, включить активную речь становится возможным, если рядом есть собеседник. С другой стороны, наличие активно действующего партнера многократно повышает степень включенности в учебный процесс. Напарник обеспечивает, инициирует действия партнера по освоению нового учебного материала. Он — вынуждающее обстоятельство. Посредством напарника (его действий) обучающийся понимает, усваивает новое. Нужно признать, что мало кто из учащихся автономно выполняет весь комплекс действий, приводящих к пониманию материала. Взаимодействие же в парах позволяет существенно увеличить долю учеников, включенных в обучение продуктивно и деятельностно.

В-четвертых, технологии совместного изучения конструируются и применяются не только ради обеспечения максимальной коммуникативной активности и включенности обучающихся. В будущем взаимодействие учащихся в парах сменного состава станет *ядром систем обучения нового поколения* [4, 5].

Раскроем структуру занятия совместного изучения (ЗСИ) на примере использования технологии переформулирования вопросов контрольного типа в вопросы на понимание.

Идея технологии переформулирования вопросов

Коллективно-распределенная деятельность осуществляется в парной форме. Каждый фрагмент учебной информации (а

их несколько) совместно прорабатывается с новым партнером. К каждому фрагменту даются готовые вопросы контрольного типа, ответы на которые охватывают все содержание этой части. Прочитав фрагмент темы, напарники вступают в диалог: на каждый контрольный вопрос находят ответ (многократно возвращаясь к тексту), превращая его в вопрос на понимание. Переформулирование — это средство достижения понимания информации в ходе ее переработки.

В культуре организационно-деятельностных игр (в г. Красноярске) появилось понятие вопроса на понимание [6]. Для обеспечения эффективной коммуникации требуется предварительная фиксация того, правильно ли понят текст. Человек, задающий вопрос к услышанному или прочитанному тексту, должен вначале проговорить его содержание по схеме: «Правильно ли я понял, что...» (*здесь произносится текст, к которому затем будет высказано отношение*). Применительно к нашей технологии конструирование вопроса на понимание подталкивает учащихся к тому, чтобы разобраться со смыслом изучаемого текста. «Процесс понимания значения скольконбудь сложного речевого сообщения требует активного анализа, сличения разных компонентов сообщения, возвращения к уже предъявленным ранее компонентам и т.д.», — пишет А.Р. Лурия [7, с. 303].

Первая попытка ответа на контрольный вопрос еще не означает, что отвечающий полностью «ухватил» смысл изучаемого текста. Партнер, сопоставляя ответ и текст, обращает внимание напарника на не замеченные им нюансы, в процессе проговаривания которых и сам включается в понимание. Корректируя свой ответ на контрольный вопрос, а затем переоформляя этот ответ в вопрос на понимание, ученик углубляется в смысл изучаемого. Вопрос на понимание, в отличие от ответа на контрольный вопрос, — более сложная конструкция, требующая перестройки определенной фразы с полным

сохранением смысла. Обратившись к партнеру, как бы задаешь вопрос себе.

Чтобы было основание для сотрудничества учащихся, учебный материал обязательно должен состоять из нескольких фрагментов, взятых из одного или нескольких параграфов. Приведем пример карточек по теме «Смысл удельных величин в тепловых явлениях» (8 класс).

Карточка № 1

Удельная теплоемкость вещества

— количество теплоты, которое надо к нему подвести, чтобы изменить температуру 1 кг вещества на 1 градус Цельсия.

1. *Насколько меняется температура 1 кг вещества, если подвести к нему количество теплоты, равное удельной теплоемкости этого вещества?*

2. *Если удельная теплоемкость золота равна $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, то какое количество теплоты необходимо подвести к 1 кг этого вещества, чтобы повысить его температуру на 1°C ?*

Карточка № 2

Удельная теплота плавления вещества

— количество теплоты, которое необходимо подвести к 1 кг вещества, взятого при температуре плавления, чтобы расплавить его.

1. *Сколько вещества, находящегося при температуре плавления, необходимо взять, чтобы полностью расплавить его количеством теплоты, равным удельной теплоте плавления этого вещества?*

2. *Если удельная теплота плавления алюминия равна $390000 \text{ Дж}/\text{кг}$, то какое количество теплоты необходимо подвести к 1 кг этого вещества, взятого при 660°C (температура плавления алюминия), чтобы полностью расплавить его?*

Карточка № 3

Удельная теплота парообразования вещества

— количество теплоты, которое необходимо подвести к веществу, взятому при температуре кипения, чтобы выкипел (превратился в пар) 1 кг этого вещества.

1. Сколько вещества, находящегося при температуре кипения, необходимо взять, чтобы оно полностью выкипело при сообщении ему теплоты, равной удельной теплоте парообразования этого вещества?

2. Если удельная теплота парообразования воды равна 2300000 Дж/кг , то какое количество теплоты необходимо подвести к 1 кг этого вещества, взятого при 100°C (температура парообразования воды), чтобы она полностью выкипела?

Карточка № 4

Удельная теплота сгорания топлива — количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 кг топлива.

1. Сколько топлива необходимо взять, чтобы оно при полном сгорании выделило количество теплоты, равное удельной теплоте сгорания этого топлива?

2. Если удельная теплота сгорания сухих дров равна $1 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$, то какое количество теплоты выделится при сгорании 1 кг ?

Приведем примеры развернутых ответов и вопросов на понимание по карточке № 4. Ответ на первый контрольный вопрос: «Чтобы при полном сгорании топлива выделило количество теплоты, равное его удельной теплоте сгорания, необходимо взять 1 кг этого топлива». Вопрос на понимание: «Правильно ли я понял: чтобы при сгорании топлива выделило количество теплоты, равное его удельной теплоте сгорания, необходимо взять 1 кг этого топлива?» Ответ на второй вопрос: «При сгорании 1 кг сухих дров выделится количество теплоты, равное $1 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ ». Вопрос на понимание: «Правильно ли я понял, что при сгорании 1 кг сухих дров выделится количество теплоты, равное $1 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$?» Очевидно, что ответом на такой вопрос, адекватно передающий смысл изучаемого текста, служат слова «да» или «нет». Отрицательный ответ требует разъяснения, после чего следует добиться правильной формулировки вопроса на понимание.

Организация занятия совместного изучения

Занятие совместного изучения состоит из трех крупных этапов: *вводного* (содержательное введение в тему и установка на парную работу), *основного* (изучение нового материала в парах сменного состава), *завершающего* (содержательное подытоживание изучаемой темы).

Основное назначение *вводного этапа* — организационно подготовить учащихся к последующей деятельности в парах сменного состава по изучению новой темы, поэтому содержательное подведение к теме делается на минимально необходимом уровне.

Упреждая вопрос, не много ли времени занимает вводная часть, сразу обратим внимание, что на самом деле она должна быть короткой, но достаточной для решения содержательных и организационных задач. Конечно, на первых ЗСИ она будет чуть дольше, чем на последующих. Однако если организационные элементы отработать на предшествующих уроках, то и на первом ЗСИ этот этап не будет длительным. Все установки учителя должны быть *краткими, четкими и понятными!*

Вводный этап может включать несколько элементов, которые не обязательно организовывать в следующем порядке.

- *Объявить тему занятия* (с записью ее на доске или выводом на экран) и *способ ее изучения* в парах (переформулирование вопросов контрольного типа в вопросы на понимание).
- *Вспомнить пройденный материал*, необходимый для изучения нового, или объяснить небольшой, но базисный фрагмент этого материала. Так, в рамках рассматриваемой темы учитель подводит к понятиям удельных величин, используя примеры из соответствующих таблиц постоянных величин и образно апеллируя к значению слова «удел». Кроме того, к демонстрируемой на слайде схеме превращений «твердый — жидкий — газообразный» (которая потом будет для

учащихся опорой в дальнейшей работе) задает вопросы: «Какую величину будем использовать при переходе вещества из твердого состояния в жидкое? О какой величине будем говорить при переходе вещества из жидкого состояния в газообразное?»

- *Сформировать пары* — рассадить участников по их желанию или усмотрению учителя.
- *Распределить отличающиеся учебные фрагменты (карточки) между участниками* (каждому — свою): в одну пару — № 1 и № 2, в другую — № 3 и № 4. Кроме того, для удобства поиска напарников с другой карточкой каждый учащийся берет цветной жетон сообразно номеру своей карточки, например, для № 1 — красного цвета, для № 2 — синего и т.д.
- *Познакомить с объемом задания и проинструктировать о смене напарников*, обратив внимание на следующее:
 - нужно проработать все фрагменты;
 - полученный фрагмент закрепляется за учеником, который с помощью первого напарника его изучает, а остальным помогает его проработать, читая и задавая им вопросы;
 - необходимо сменить трех напарников;
 - каждый раз находить нового партнера с любым неизученным фрагментом (для этого встать, подняв цветной жетон);
 - каждый действует в своем темпе;
 - кто изучит раньше остальных все карточки, с освободившимся товарищем переформулирует второй вопрос, выбирая несколько других веществ из таблиц удельных величин.

Можно отрепетировать поиск и смену напарников, чтобы в дальнейшем не было путаницы.

- *Проинструктировать о способе работы в паре*: продемонстрировать технику (организовать показательное выступление какой-либо пары) или повторить алго-

ритм взаимодействия партнеров, если такие ЗСИ были неоднократно. Инструктирование необходимо сопровождать визуализацией действий участников, по ходу объяснения рисуя схему (рис. 1), можно предложить проговорить ее в парах.

Вначале партнеры договариваются, чью карточку будут прорабатывать, другую — откладывают в сторону. Владелец карточки читает напарнику (или вместе с ним) содержащееся в ней объяснение, затем задает первый контрольный вопрос, слушает развернутый ответ товарища, по необходимости его корректирует, потом формулирует вопрос на понимание и выслушивает ответ на него. Далее переходит к следующему контрольному вопросу. После проработки одной карточки приступают к изучению второй; меняются ролями: теперь все вопросы (и контрольные, и на понимание) задает владелец второй карточки.



Рис. 1. Порядок взаимодействия в паре при проработке двух фрагментов

Важно обратить внимание на то, что следует челночно обращаться то к алгоритму, то к теоретическому материалу.

Заметим, что в описываемом примере неслучайно все вопросы задает владелец карточки. Во-первых, ответы на контрольные вопросы и вопросы на понимание формулируются по одному клише, которое, на первый взгляд, является простым, но, практика показывает, большинство учеников испытывают сложности в связи с недостаточным первичным пониманием смысла изучаемой физической величины. Поэтому ученику целесообразно несколько раз проделать одно и то же, сменив не менее трех напарников, оттачивая с ними свое понимание и быстроту построения фраз. После чего этому ученику становится достаточно легко применять это же клише по отношению к другим удельным величинам. Во-вторых, позволим напомнить, что целью взаимодействия в парах является не проверка партнера, а изучение с ним нового материала. И этой позиции следует придерживаться. (В иных случаях, зависящих от содержания изучаемого, все вопросы может задавать не владелец темы, а его партнер.)

- Ответить на вопросы обучающихся, связанные с организацией предстоящей деятельности.

Основной этап — изучение нового материала в парах сменного состава

В паре учащиеся взаимодействуют по следующему алгоритму.

Алгоритм переформулирования контрольных вопросов в вопросы на понимание

- Читаем с напарником фрагмент темы.
- Все вопросы по своему фрагменту (и контрольные, и на понимание) задает его владелец¹.

По каждому вопросу:

1. Задаю напарнику контрольный вопрос. Слушаю и корректирую ответ.

2. Переформулирую контрольный вопрос в вопрос на понимание. Прошу напарника ответить на переформулированный вопрос. Если нужно, корректирую вопрос на понимание.

Пример клише вопроса на понимание

«Правильно ли я понял, что ...?» (*воспроизвожу смысл изучаемой информации*)

Учитель в это время занимается организацией деятельности пар и ее откладкой, не привлекая к себе внимания всей аудитории:

а) помогает тем или иным парам ответить на контрольный вопрос, сформулировать вопрос на понимание, тактично относиться к ошибкам друг друга и исправлять их;

б) следит за соблюдением позиционной очередности взаимодействия в паре (один задает вопрос — другой отвечает, потом наоборот), важно, чтобы кто-то один в паре не взял инициативу на себя и не стал выполнять работу за товарища;

в) обращает внимание на необходимость давать развернутый ответ на контрольный вопрос и при наличии ошибки обязательно его корректировать;

г) помогает найти очередного напарника, ориентируясь на сигнал «завершил изучение фрагмента — тут же встал»; не допускает взаимодействия с напарником через спинку стула (оно должно быть плечом к плечу);

д) наблюдает за тем, чтобы на пару в нужный момент был открыт один источник информации и один алгоритм (а не на каждого учащегося свой);

е) исправляет содержательные ошибки

¹ Данная формулировка используется, если каждый напарник владеет своим фрагментом, если же на пару дается один фрагмент, то она меняется на следующую: «Определяем, кто будет первым задавать контрольный вопрос. Следующий контрольный вопрос будет задавать напарник, т.е. действующим по очереди».

при формулировании ответов и вопросов (если обнаружит неточности в предыдущих знаниях отдельных учеников, то оперативно делает нужные объяснения или вносит коррекцию);

ж) просит отдельные пары повторить, как они ответили на определенные контрольные вопросы или переформулировали вопросы на понимание (это следует делать, поскольку обычно отсутствует письменная фиксация ответов и переформулированных вопросов), чтобы проверить правильность понимания задания и способа его выполнения.

Кроме того, важная задача учителя — приучить обучающихся нести ответственность за качество работы напарника, внимательно относиться к способу его работы и ответам — это проявление заботы и уважения к нему.

Целесообразно постоянно обсуждать с учениками, а также разместить на видном месте общие нормы деятельности в парах, которых следует придерживаться учащимся и отслеживать педагогам.

1. В паре сидим рядом, но не через спинку стула.

2. Ищу напарника — встаю (это сигнал, что со мной можно объединиться).

3. Один текст открываем на пару. Один алгоритм открываем вдвоем.

4. Даю развернутые ответы.

5. Отвечаю за качество работы напарника — внимательно отношусь к его работе и ответам.

6. Завершил свою работу — сигнализирую учителю.

Не следует добиваться одинакового темпа работы пар, организуя одновременную их пересадку, иначе придется поступиться качеством усвоения предметного материала и качеством взаимодействия партнеров. Вместо этого лучше контролировать результаты учеников, быстро справившихся, по их мнению, с изучением нового материала, и при необходимости возвращать их на доработку, а при подтверждении получен-

ных знаний предлагать дополнительные задания, которые будут проверены после занятия.

Замыкать обучающихся в четверках — это частая ошибка педагогов, существенно затрудняющая мобильность участников занятия. Ученик берет себе в партнеры любого освободившегося товарища, даже если тот находится на противоположной стороне кабинета (кроме отдельных исключений, когда учитель, исходя из педагогической целесообразности, ограничивает объединение конкретных учащихся).

Для тех, кто закончит раньше, нужно предложить письменно выполнить отдельное задание на закрепление изучаемой темы, комментируя друг другу в паре свои действия.

На завершающем этапе занятия совместного изучения осуществляется содержательное подытоживание, акцентируются отдельные нюансы изучаемой темы, выясняется уровень достижения учащимися планируемых результатов, разбираются типичные трудности в понимании темы, с которыми столкнулись участники в ходе парной работы, выполняются задания на закрепление знаний.

Так в рамках описываемого занятия предлагается обратиться к таблицам постоянных величин (теплоемкости, теплоты сгорания, теплоты плавления, теплоты парообразования, температур плавления и кипения некоторых веществ) и, используя их данные, сформулировать в парах по два вопроса, аналогичных второму вопросу из своих карточек, но на примере других веществ. Учащиеся предъявляют результаты всему классу.

Затем, во фронтальной форме, обращаясь на слайдовой презентации к схеме превращений агрегатного состояния вещества «твердый — жидкий — газообразный», учитель задает вопросы относительно удельных величин нагревания, плавления и парообразования воды, актуализируя полученные учащимися знания.

Содержание и подготовка дидактического материала

Фрагменты учебного материала могут быть независимы друг от друга, в этом случае они будут изучаться в любом порядке (как в теме «Смысл удельных величин в тепловых явлениях»), но могут иметь логические зависимости, тогда они изучаются в

определенной последовательности.

Приведем пример дидактического материала, между фрагментами которого существуют логические зависимости, по теме «Закон отражения света». Учебный текст и вопросы контрольного типа размещаются на одной карточке; паре выдается один экземпляр.

Закон отражения света

Чтобы сформулировать закон, которому подчиняется отражение света, введем несколько определений.

1. *Угол падения* — угол между падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке излома луча (α). *Угол отражения* — угол между отраженным лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке излома луча (β).

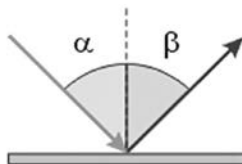


Рис. 2

2. При отражении света всегда выполняются две закономерности, вместе составляющие **закон отражения света**: а) *луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к отражающей поверхности в точке излома луча лежат в одной плоскости*; б) *угол падения равен углу отражения*.

3. При отражении света возможны два варианта. 1). Пучок света, падающий на очень гладкую поверхность, отражается ею также в виде пучка (см. левый чертеж рис. 3). Такое явление называют *зеркальным отражением*, а поверхность — *зеркальной поверхностью*. 2). Пучок света, падающий на шероховатую поверхность, отражается ею во множестве направлений. Такое явление называют *рассеянным отражением* или просто *рассеянием света*, а поверхность — *рассеивающей или матовой* (см. правый чертеж рис. 3).



Рис. 3

4. Закон отражения является справедливым как для зеркального, так и для рассеянного отражения света. Обратимся еще раз к чертежам. Несмотря на кажущуюся беспорядочность в отражении лучей на правом чертеже, они расположены так, что углы отражения равны углам падения (внизу увеличенный фрагмент правого чертежа)

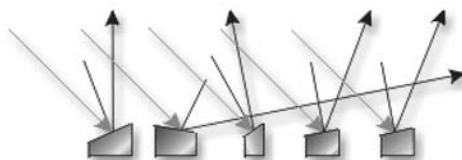


Рис. 4

Контрольные вопросы для переформулирования в вопросы на понимание

Ответ на каждый вопрос необходимо сопровождать показом на чертеже.

1-я часть

1. Какой угол называется углом падения?
2. Какой угол называется углом отражения?
3. Какая точка называют точкой излома луча?

2-я часть

1. Совместно с какими другими компонентами падающий луч лежит в одной плоскости?
2. Перпендикуляр к какой поверхности лежит в одной плоскости с падающим и отраженным лучами?
3. Какая точка является общей для падающего луча, отраженного луча и перпендикуляра к отражающей поверхности?
4. Как соотносятся между собой угол падения и угол отражения?
5. Как звучит закон отражения?

3-я часть

1. Какое отражение называется зеркальным отражением?
2. Какую поверхность называют зеркальной поверхностью?
3. Как отражается свет от шероховатой поверхности?
4. Как называют шероховатую поверхность с точки зрения отражения света?
5. Как называют отражение света от матовой поверхности?

4-я часть

1. Для каких поверхностей справедлив закон отражения?
2. Видно ли на правом чертеже (рис. 3), что действительно, несмотря на кажущуюся беспорядочность в отражении лучей, они расположены так, что углы отражения равны углам падения?

Целесообразно использовать материалы учебника или другого источника. Если учитель, предлагая ученикам работать с учебником, считает нужным несколько отредактировать его текст, то сделанные изменения перечисляются на вводном этапе и вносятся учащимися в свои источники. Учитель указывает границы подлежащих изучению фрагментов учебного материала, а учащиеся карандашом делают в своем источнике соответствующие пометки: цифрами и черточками.

Контрольные вопросы оформляются на карточках.

Если изложение темы преобразуется существенно, то оно переносится на карточки, на которых содержатся вопросы контрольного типа. Логически зависимые друг от друга фрагменты материала (т.е. изучаемые в

линейном порядке) должны содержаться на одной карточке. Для фрагментов, изучаемых в любом порядке, готовятся отдельные карточки.

Объем учебной информации и количество вопросов определяются особенностями темы. При этом следует избегать избыточности, так как занятие посвящается *уяснению* новой темы. Объем учебной информации должен быть кратким (без дополнительных сведений), вопросы контрольного типа — предельно конкретными (без возможных вариаций ответов) и не выходить за пределы содержания предложенного к изучению материала. Учебная информация может содержать схемы, графики, рисунки.

Неудачными с точки зрения понимания смысла являются вопросы, для ответа на которые достаточно просто повторить про-

читанное. Контрольные вопросы призваны обратить внимание учащихся на конкретные нюансы содержания и их связь между собой.

Поскольку ответы на вопросы содержатся в предлагаемых учебных текстах, то ответить неправильно надо «умудриться».

Для занятий совместного изучения отбирается такой новый материал, который является базовым, «ядерным» и который на последующих занятиях будет обязательно закрепляться и повторяться. Если отработка не предполагается, то грош цена информации на этапе изучения.

Варианты организации деятельности пар

Возможны три варианта организации деятельности пар по переформулированию вопросов контрольного типа в вопросы на понимание.

1. Учащиеся изучают один фрагмент вдвоем, переходя от одного фрагмента темы к другому в линейной последовательности, каждый раз меняя напарника. Поскольку темп работы пар будет разным, при смене напарника в качестве следующего партнера выбирается тот, у кого такой же этап, т.е. ему в данный момент тоже требуется изучить эту же часть темы.

2. В паре изучают какой-либо один фрагмент, но, в отличие от первого варианта, при смене напарника выбирают любую новую неизученную обоими партнерами часть.

3. За учеником закрепляется своя часть (отличная от фрагмента напарника), и он каждый раз прорабатывает ее с новым партнером (у которого другой фрагмент), а взамен с помощью товарища осваивает «чужое» содержание; меняет напарников, пока не изучит все фрагменты.

В первом и втором вариантах напарники по очереди задают друг другу предложенные контрольные вопросы, переформулируя их в вопросы на понимание. В третьем случае владелец фрагмента задает по его содержанию и контрольные вопросы, и во-

просы на понимание, а партнер на них отвечает.

Во втором и третьем вариантах изучать в любом порядке все части учебного материала становится возможным благодаря отсутствию зависимостей между ними, которые намеренно убирает учитель в ходе подготовки материала.

В первом варианте все пары приступают к проработке одного и того же фрагмента темы, во втором — все фрагменты учебного материала с самого начала распределяются между парами (одна часть на пару), в третьем — фрагменты распределяются между учениками (у напарников разные части).

Проработать нужно все фрагменты. Во всех случаях каждый последующий фрагмент изучается с новым напарником из числа тех, кто этот материал еще не изучал. Таким образом, количество напарников определяется по числу изучаемых фрагментов. Для удобства поиска партнеров используются жетоны сообразно содержанию (номеру) фрагментов. Поднятый жетон — сигнал о возможности объединения с новым напарником. Если учебные фрагменты оформляются в виде карточек, то они лежат в определенном месте: проработав одну из них, ученик возвращает ее и берет новую карточку.

Заключение

Занятия совместного изучения — начальное звено перехода от классно-урочной (лекционно-семинарской) системы обучения к коллективному способу [4, 5]. Смысл взаимодействия в парах сменного состава заключается в следующем.

— Коллективно-распределенная деятельность, осуществляется в парах, что организуется проще, чем в групповой форме. Она также позволяет учащимся проявить большую активность.

— Активная речь — это основа включения мышления.

— Напарник провоцирует мышление, рефлексию партнера.

– Сталкиваясь с разнообразными партнерами, ученик обогащается техниками рассуждения, разноаспектными взглядами.

– Возникает ощущение успешности: не может не получиться, если рядом помощники.

– За счет поэлементного изучения с остановками, многократного обращения к тексту, использования опор, взаимоконтроля глубже *понимается* и *запоминается* учебное содержание.

– У ученика появляется возможность обучаться в своем темпе, а у учителя — уделить внимание отдельным ученикам.

– Ученику приходится занять позицию «берущего», которая тут же смыкается с позицией «отдающего» — происходит неотложное использование знаний не только ради своей пользы, а прежде всего ради пользы товарища. Это становится основой взращивания человеческого в человеке.

Литература

1. *Лебединцев В.Б.* Занятия совместного изучения (на примере технологии переформулирования вопросов) // Педагогика. 2022. № 2. С. 55–71.

2. *Выготский Л.С.* Собрание сочинений: В 6 т. Т. 2: Проблемы общей психологии. — М.: Педагогика, 1982. — 504 с.

3. *Ильясов И.И., Галатенко Н.А.* Проектирование курса обучения по учебной дисциплине. — М.: Логос, 1994. — 208 с.

4. *Дьяченко В.К.* Организационная структура учебного процесса и ее развитие. — М.: Педагогика, 1989. — 160 с.

5. *Мкртчян М.А.* Становление коллективного способа обучения: монография. — Красноярск: ККИПК, 2010. — 228 с.

6. Формирование понимающих способностей школьников на учебных занятиях: методическое пособие / М.В. Минова [и др.]. — Красноярск: ККИПК, 2008. — 122 с.

7. *Лурия А.Р.* Язык и сознание. — М.: Издательство Московского университета, 1979. — 320 с.

8. Физика.ru. Клуб для учителей физики, учащихся 7–9 классов и их родителей [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.fizika.ru/kniga/index.php?mode=paragraf&theme=14&id=14030>.

Дата поступления рукописи (Received): 30.03.2022.

Опубликовано (Published): 16.11.2022.

Информация

В этом году лауреатами Нобелевской премии по физике были объявлены француз Ален Аспе, американец Джон Клаузер и австриец Антон Цайлингер. В формулировке Нобелевского комитета указано, что эти ученые отмечены «за эксперименты со спутанными фотонами, которые продемонстрировали нарушение неравенств Белла и дали начало квантовой информатике».

РАЗРАБОТКА КАЧЕСТВЕННОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

DEVELOPMENT OF THE QUALITATIVE TOOL FOR PEDAGOGICAL MEASUREMENTS

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_27

Л.Д. Хусравбеков, старший специалист управления разработки экзаменационных материалов, Национальный центр тестирования, Республика Таджикистан; loik.khusrawbekov.1977@mail.ru	L.D. Khusrawbekov, Senior Specialist of the Examination Materials Development Department, National Testing Center, Republic of Tajikistan; loik.khusrawbekov.1977@mail.ru
Ключевые слова: разработчики, тестовые задания, качество теста, ошибки, тестология, педагогические измерения, инструмент измерения, учащиеся, знание и умение	Keywords: developers, test items, quality of the test, errors, testology, pedagogical measurements, measurement tool, students, knowledge and skill
Аннотация. В статье рассматриваются некоторые недостатки тестовых заданий, которые возникают из-за не имеющейся у разработчиков достаточной информации о методиках разработки тестовых заданий и конструировании педагогических тестов. Отмечены правильные постановки тестовых заданий для дальнейшего их применения в качестве инструмента с целью оценивания знаний и умений учащихся средних общеобразовательных учреждений и ВУЗов. Отмечено, что знания и умения учащихся можно оценить лишь с помощью качественного инструмента измерения. Предлагается искать решение проблем разработки качественного инструмента измерений путем подготовки высококвалифицированных специалистов в области тестологии и педагогических измерений	Abstract. In the article examines some lacks of test items, which arise because of the unavailable for developers sufficient information about methods of developing of test items and constructing of pedagogical tests. Correct statements of test items, for their further application as the tool for estimation of knowledge and skills of students of comprehensive schools and higher education institutions are noted. It is noticed that knowledge and skills of students can be estimated only by qualitative tool of measurement. It is offered to search the decision of problems of development of the qualitative tool of measurements by preparation of highly skilled experts in area of testology and pedagogical measurements

© Хусравбеков Л.Д., 2022

После распада СССР бывшие республики союза провели реформу в системе образования своих стран. Во всех странах начали вводить изменения в концепцию образования и воспитания, ряд других законов, где отмечается, что качество образования во многом влияет на развитие государства.

Во многих республиках начали искать новые способы оценивания уровня знаний учащихся, которые исключали бы, с одной

стороны, субъективизм проверяющего, а с другой — неравноправность позиции учащихся в процессе оценивания результатов экзамена. Цель внести изменения в проведение контроля знаний учащихся связана с повышением роли их самоконтроля и самооценки, что может способствовать усилению стремления учащихся к самостоятельной образовательной деятельности, а также к возрастанию качества знаний и умений.

В результате было найдено решение данной проблемы путем внедрения в учебный процесс и процесс проведения вступительных экзаменов педагогических тестов как более подходящего инструмента измерения для оценки качества знаний и умений учащихся.

Тесты дают возможность улучшить процесс педагогического контроля, потому что обладают рядом преимуществ перед другими методами оценивания знаний и умений учащихся [1].

Тестовый контроль позволяет учащимся самостоятельно проверить свои знания как по физике, так и по другим предметам. Для этого им достаточно выполнить предложенный тест, а если к тесту даются правильные ответы (ключи), то полученные при самоконтроле результаты позволяют ученикам определить уровень своей подготовленности.

Опубликованы многочисленные методические пособия, посвященные педагогическому тестированию по физике («Тесты по физике», «Репетитор по физике», «Сборник тестовых заданий по физике»), а также и по другим предметам. Однако большинство тестовых заданий, включенных в изданные пособия, не отвечают требованиям, предъявляемым к тестам.

На сегодняшний день в педагогике имеется достаточно большое число работ, в которых поднимается проблема разработки теста и ошибок при составлении тестовых заданий [2, 3].

Разработка качественного инструмента для педагогических измерений в виде теста является очень длительным и трудоемким процессом, что требует от разработчиков предметной грамотности, педагогического подхода, творческого мышления, знания теории и методики конструирования тестов и т.д. Разработчики тестовых заданий должны быть как педагогами, так и тестологами. В разработанных заданиях они должны учитывать все тонкости тестологии. Большинство же тестов имеет очень

низкое качество, так как в них включены задания, которые не соответствуют требованиям, предъявляемым к ним. Проблема в том, что именно этими некачественными инструментами оцениваются знания и умения учащихся для достижения педагогами цели.

Рассмотрим некоторые ошибки, совершаемые разработчиками при составлении тестовых заданий.

Первая ошибка — два правильных ответа в задании или неправильно выбранные дистракторы.

Пример

Теплопередача путем конвекции может происходить	
1)	только в твердых телах
2)	в твердых телах и жидкостях
3)	только в жидкостях
4)	в жидкостях и газах

Правильный ответ к заданию — вариант 4. Но, если внимательно рассмотреть все варианты ответа, слово «**жидкость**», используемое в варианте 2, считается некорректно подобранным дистрактором, так как осознанно вводит учащегося в заблуждение, что противоречит требованиям тестологии, и многие из них могут прийти к выводу, что в задании два правильных ответа. Поэтому вариант ответа 2 подлежит изменению. Было бы правильно использовать следующую постановку.

Теплопередача путем конвекции может происходить	
1)	только в твердых телах
2)	только в аморфных телах
3)	в твердых и аморфных телах
4)	в жидкостях и газах

Вторая ошибка — выбор пассивных дистракторов.

Качество тестовых заданий во многом зависит от их выбора. Правильно выбранные дистракторы положительно влияют на выполнение экзаменуемым тестового задания.

Пример

Какое из трех типов излучения — α , β или γ — обладает наибольшей проникающей способностью?	
1)	α
2)	β
3)	γ
4)	проникающая способность всех типов излучения одинакова

Ошибка данного задания в том, что дистрактор 4 не активен. Обратите внимание на условие задания, где спрашивается **«обладает наибольшей проникающей способностью»**, и на ответ **«одинакова»**. В этом задании вопрос и ответ не соответствуют, т.е. **«наибольший»** никак не соответствует слову **«одинакова»**.

В условии задания не спрашивается, одинакова ли проникающая способность этих излучений. Поэтому перед экзаменуемым остается выбор правильного ответа только среди трех вариантов ответа, что имеет 33,3% вероятность угадывания. Чтобы задание соответствовало требованиям, предъявленным к тестовым заданиям, разработчик должен изменить или условие задания, или дистрактор 4.

Например, если изменить условие задания, то можно использовать следующую постановку.

Одинаковая ли проникающая способность α , β и γ излучений?	
1)	нет, проникающая способность α -излучения наибольшая
2)	нет, проникающая способность β -излучения наибольшая
3)	нет, проникающая способность γ -излучения наибольшая
4)	да, проникающая способность всех типов излучения одинаковая

В данном случае разработчик может сохранить выбранный дистрактор 4.

Если разработчик изменит дистрактор 4, то он может использовать следующий вариант этого задания.

Какое(ие) из трех типов излучения — α , β или γ — обладает(ют) наибольшей проникающей способностью?

1)	только α
2)	только β
3)	γ
4)	α и β

Или

Наибольшей проникающей способностью обладает(ют)

1)	только α -излучение
2)	только β -излучение
3)	γ -излучение
4)	α и β излучения

В варианте 3 перед γ -излучением слово **«только»** не пишется, поскольку γ присутствует только в одном варианте ответа, т.е. не используется в следующих трех. Если разработчик в варианте 4 выбирает дистрактор « α , β и γ », то в варианте ответа 3 перед γ пишется слово «только».

Третья ошибка — случайный выбор дистракторов.

Многие разработчики к тестовому заданию подбирают случайные дистракторы.

Пример

U (В)	4	8	10
I (А)	1	2	

В таблице представлены результаты исследования зависимости силы тока от напряжения на концах резистора. Какое значение силы тока должно стоять в пустой клетке?

1) 5 А, 2) 4 А, 3) 2,5 А, 4) 2 А.

Правильный ответ к заданию — вариант 3. Вариант ответа 4 не активен, так как по данным таблицы видно, что при повышении напряжения на резисторе сила тока должна увеличиваться. Но обратите внимание на другие два дистрактора. Каким образом (допустив какую ошибку) экзаменуемые могут получить ответы 5 А и 4 А? Напрашивается

ся вывод, что все три дистрактора выбраны случайно.

Если к какому-либо заданию невозможно подобрать необходимое количество дистракторов, то необходимо поменять формат задания, т.е. переделать задание закрытого типа на задание открытого типа.

Пример

В таблице представлены результаты исследования зависимости силы тока от напряжения на концах резистора. Какое значение силы тока должно стоять в пустой клетке?

U (В)	4	8	10
I (А)	1	2	

Ответ: _____

Если разработчики имеют достаточный опыт работы с учащимися средних образовательных учреждений, то при выборе дистракторов к заданию ими учитываются все ошибки, которые могут допустить учащиеся во время его выполнения. Обычно, если экзаменуемые при решении заданий по физике не знают нужную формулу, они применяют арифметические действия (сложение, вычитание, деление или умножение) для того, чтобы найти правильный ответ к заданию.

Четвертая ошибка — в вариантах ответа включить неправильные или несуществующие формулы.

Пример

Какие из приведенных ниже формул могут быть использованы для определения длины электромагнитной волны?

А	$\lambda = cv$
Б	$\lambda = c/v$
В	$\lambda = cT$
Г	$\lambda = c/T$

Правильный ответ:

1) Только А, 2) Б и В, 3) А и В, 4) В и Г.

В данном задании правильным ответом является вариант 2.

Такие задания имеют некоторые недостатки. Во-первых, выбраны неправильные формулы А и Г, которые могут ввести в заблуждения даже сильных экзаменуемых, т.е. разработчики должны исключить из заданий несуществующие (неправильные) формулы. Во-вторых, ответ В используется не только в правильном ответе 2, но также повторяется в дистракторах 3 и 4, что не допустимо при выборе ответов в «хороших» тестовых заданиях, т.е. учащиеся могут прийти к выводу, что в задании три правильных ответа.

Правильная постановка данного задания такова.

Длина электромагнитной волны определяется формулой:

1)	$v = 1/T$
2)	$\lambda = c/v$
3)	$T = t/n$
4)	$\omega = 9/A$

Задание, в котором необходимо указать формулу, определения физических понятий или величин, единицы измерения и т.д., относится к категории заданий для оценивания знания и понимания учащимися материала. Поэтому разработчики могут составлять их, используя формат на установление соответствия.

Пример

Установите соответствие между физической величиной и формулой:

А)	длина электромагнитной волны	1)	$l = \varphi R$
В)	период электромагнитной волны	2)	$v = 1/T$
С)	частота электромагнитной волны	3)	$\omega = 2\pi v$
		4)	$T = 1/v$
		5)	$T = 2\pi R/9$

		6)	$\lambda = c/v$
--	--	----	-----------------

Ответ:

	1	2	3	4	5	6
A						●
B				●		
C	●					

Пятая — фактические ошибки.

Пример

Массу каждого из однородных шаров уменьшили в 2 раза. Сила тяготения между ними [3, с. 65]

1)	увеличилась в 4 раза
2)	уменьшилась в 4 раза
3)	увеличилась в 2 раза
4)	уменьшилась в 2 раза

В работах многих авторов встречаются задания, содержащие такие ошибки как: массу однородного шара уменьшить; мальчик ходит со скоростью 6 м/с; если массу мяча уменьшить и т.д.

Возникает вопрос: «Каким образом можно уменьшить массу однородного шара или мяча?» Разработчики должны исключить из тестов задания имеющие фактические ошибки.

В некоторых учебных пособиях имеются ошибки в заданиях на установление соответствия. В заданиях такого формата требуется связать между собой элементы двух множеств, при этом требованием к заданиям на установление соответствие является неодинаковое число элементов в правом и левом столбцах. Кроме того, разработчики должны обратить внимание на выбор дистракторов, которые должны быть правдоподобными.

Пример

Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующий пример из второго столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ		ПРИМЕРЫ	
A)	физическая величина	1)	джоуль
B)	единица физической величины	2)	ионизация
B)	прибор для измерения физической величины	3)	электрический ток
		4)	электрический заряд
		5)	электронметр

Ответ:

A	B	B

Для данного задания выбраны пассивные дистракторы 2 и 3. Они не соответствуют элементам, которые даны в левом столбце. Если речь идет о трех понятиях, то к ним надо подобрать не менее шести элементов в правом столбце. Необходимо обратить внимание на условие задания. Оно повторяется дважды. Не имеет смысла дважды повторять ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ и ПРИМЕРЫ, которые даются в условии задания. Также возникает вопрос: «Являются ли «**физическая величина**», «**единица физической величины**» и «**прибор**» физическими «**понятиями**»?»

Данное задание разработчики могут переделать следующим образом.

Установите соответствие между физическим понятием и его определением:

A)	энергия	1)	изменение энергии тела, происходящее под действия силы
B)	работа	2)	мера взаимодействия тел
C)	импульс	3)	количество движение тела
		4)	быстрота движение тела
		5)	работа, совершаемая телом за единицу времени
		6)	способность тел совершить работу

Ответ:

	1	2	3	4	5	6
A						●
B	●					
C			●			

При такой формулировке задания уменьшается вероятность угадывания. Как видно, все ответы близки друг к другу по смыслу, и только подготовленные учащиеся могут выполнить его правильно.

Рассмотренные выше ошибки и многие другие недостатки тестовых заданий, которые не были рассмотрены в статье, встречаются почти во всех изданных методических разработках и тестовых книжках некоторых стран СНГ, которые применяются при оценивании качества знаний и умений учащихся, а также используются при проведении вступительных экзаменов в виде Централизованного вступительного экзамена (ЦВЭ), Основного государственного экзамена (ОГЭ), Единого государственного экзамена (ЕГЭ), Государственной итоговой аттестации (ГИА), Единого национального тестирования (ЕНТ) и др.

Для того, чтобы оценить знания и умения учащихся, образовательным учреждениям и организациям, которые проводят данные педагогические исследования, необходимо разработать качественный инструмент измерения. Для этого первоначально необходимо подготовить высококвалифицированных специалистов в области тестологии и педагогических измерений.

Разработчики тестов должны быть ознакомлены с классической (СТТ) и современной (IRT) теориями тестов, математико-статистическими методами, применяемыми для проверки соответствия теста определенным критериям качества [4, 5].

Проблема в сфере современной педагогики бывших советских республик в том, что у большинства преподавателей ВУЗов и средних общеобразовательных учреждений, которые занимаются педагогическими измерениями, нет специальной подготовки по методике разработки тестовых заданий и применения педагогических тестов, поскольку во времена СССР педагогика по неизвестным причинам игнорировала данную методику оценивания качества знаний и умений учащихся.

Так как в нашей стране и в ряде стран СНГ для оценивания качества знаний и умений учащихся приняли методы тестирования и внедрили их в систему оценивания качества образования, то необходимо к ним относиться как к значимым для повышения качества образования.

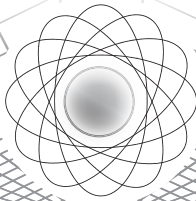
Настоящая статья предназначена для начинающих разработчиков педагогических тестов с целью повышения их профессионального уровня. Предлагаемые в статье примеры тестовых заданий могут быть использованы ими. При этом необходимо подходить к разработке тестовых заданий и теста как к научно-обоснованному методу оценки знаний учащихся, который требует обоснования отбора содержания теста, учета требований тестологии, нацеленных на выявление психометрических характеристик заданий на основе анализа результатов обработки эмпирических данных тестирования.

Некачественные тестовые задания являются неудачным инструментом, применение которого может дать искаженные результаты о знаниях и умениях учащихся.

Литература

1. *Челышкова М.Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. — М.: Логос, 2002. — 432 с.
2. *Аванесов В.С.* Проблема качества педагогических измерений // Педагогические измерения. 2004. № 2. С. 15.
3. *Gronlund N.E.* How to Construct Achievement Test. — N.J.: Prentice Hall, 1998.
4. *Hambleton R.K.* Application of Item Response Theory. — Vancouver: Educ. Res. Inst. B. C., 1983.
5. *Крокер Л., Алгина Дж.* Введение в классическую и современную теорию тестов. Учебник. — М.: Логос. — 2012.

Дата поступления рукописи (Received): 25.03.2022.
Опубликовано (Published): 16.11.2022.



РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

DEVELOPMENT OF DIGITAL LITERACY IN SCHOOL PHYSICS

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_33

С.А. Ловягин , старший методист, учитель физики, АНОО «Хорошевская школа», Москва; lovyagins@gmail.com	S.A. Lovyagin , senior methodologist, physics teacher, lead methodologist at private «Khoroshevskaya school», Moscow; lovyagins@gmail.com
Ключевые слова: обучение физике; цифровая грамотность; цифровые компетенции; ИКТ компетентность; цифровые инструменты; цифровые измерения; электронные таблицы; визуализация данных; компьютерное моделирование; видеоанализ; алгебраический калькулятор	Keywords: teaching physics; digital literacy; digital competences; ICT competence; digital tools; digital measurements, spreadsheets; data visualization; computer modelling; video analysis; algebraic calculator
Аннотация. В статье описаны 6 элементов цифровой грамотности, которые можно формировать при изучении физики в средней школе. Сформулированы метапредметные образовательные результаты, относящиеся к цифровой грамотности. Дан вариант включения их в явном виде в примерную рабочую программу по физике в виде отдельного подраздела познавательных метапредметных умений, который предлагается назвать «Базовые цифровые действия». Приведены примеры заданий, которые можно использовать на уроках физики	Abstract. The article describes 6 components of digital literacy that can be learned during studying physics in middle school. Objectives related to digital literacy are formulated. An option is given to include them explicitly in physics curriculum as a subsection of cognitive skills, which is proposed to be called «Basic digital actions». Examples of tasks that can be used in physics lessons are given
Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14215	

© Ловягин С.А., 2022

Введение

В современном мире цифровизация пронизывает все стороны нашей жизни: в быту, на рабочем месте, в общении постоянно используются многообразные цифровые помощники. Это — среда, в которой формируются современные поколения учащихся: *«Новые поколения детей рождаются и живут в сетевом информационном мире»* [1, с. 6]. Возможности цифровых средств намного превышают существующие варианты

их использования. Например, некоторым детям очень трудно запоминать формулы, обозначения, единицы измерения. Тогда как любой смартфон с доступом в интернет может решить проблему запоминания. Другой пример: если для решения простой задачи нужно преобразовать простейшую формулу, вероятность математической ошибки вырастает в разы. Использование алгебраического калькулятора снимает эту проблему. То, чего не способны сделать

учащиеся самостоятельно, они могут выполнить, применив соответствующие цифровые средства. *«Способность эффективно использовать эти средства в своей жизни должна стать одним из важнейших результатов современного образования»*, считает академик А.Л. Семенов, называя эту способность «расширенной личностью» [2]. Целью данной публикации является демонстрация возможности реализации этого подхода в обучении физике.

Цифровая грамотность

Способность эффективно использовать цифровые средства в своей жизни в современной литературе называют цифровой грамотностью. ЮНЕСКО определяет цифровую грамотность как *«способность безопасно и эффективно получать доступ, управлять, понимать, объединять, сообщать, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых технологий»* [5].

Цифровая грамотность — относительно новое и еще не устоявшееся понятие. Характерно, что в большом обзоре актуальных компетентностей и грамотностей, выполненном НИУ «Высшая школа экономики», авторы отказываются признать цифровую грамотность как отдельный вид грамотности. При этом аргументация строится только на примерах сравнения традиционных видов грамотности в цифровой и не цифровой форме и формулируется гипотеза об отсутствии когнитивных изменений: *«Традиционная грамотность (3Rs) в цифровой среде сталкивается с множеством инструментов, целей и контекстов. Она становится мультизадачной, мультицелевой и мультиконтекстной, при этом по своей сути, сохраняя задачу обработки информации, оставаясь неизменной. Традиционная письменная грамотность приобретает в цифровой среде новое измерение, но оно не похоже на качественный когнитивный сдвиг. Различия отмечаются в основном на поведенческом уровне»* [3, с. 52]. Делая акцент на «цифровой фор-

ме» работы с информацией, авторы упускают из виду тот факт, что умение пользоваться цифровыми технологиями является именно инструментальным, техническим умением в буквальном смысле этого слова и потому соответствует инструментальной роли грамотности, выделенной авторами книги. Иначе говоря, авторы предлагают оценивать когнитивные (познавательные) умения, тогда как для физики важен аспект умелого использования цифровых средств для решения предметных задач. Это и составляет основное содержание понятия цифровой грамотности в рамках данной статьи.

Подобное игнорирование значимости цифровой грамотности как отдельной способности может иметь очевидные негативные последствия для российской системы образования. То, чего нет в фокусе внимания педагога, не может целенаправленно формироваться в образовательном процессе, нагруженном большим количеством других целей. Важно отметить, что в новой редакции ФГОС 2021 г. цифровая грамотность (в Стандарте 2010 г. она называлась «ИКТ-компетенцией») занимает совсем мало места: «федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования обеспечивает... разумное и безопасное использование цифровых технологий (ЦТ), обеспечивающих повышение качества результатов образования и поддерживающих очное образование» [4, с. 2]. Новый ФГОС не описывает ИКТ-компетентность и владение ЦТ в части требований к результатам: в разделе 43.1 (метапредметные результаты — работа с информацией) вовсе не упоминаются ни ИКТ, ни цифровые технологии, т.е. овладение познавательными УУД может достигаться и без использования цифровых технологий. Также и при перечислении предметных результатов по физике упоминаются только цифровые измерения. Это оказало негативное влияние и на новую Примерную основную образовательную программу основного общего образования, утвержденную в 2022 г., в которой

использование цифровых технологий упоминается недопустимо редко.

Цифровая грамотность в обучении физике

Школьный предмет физика в силу технической направленности и прикладного характера его содержания обладает исключительными возможностями при формировании умения использовать цифровые технологии для решения предметных задач. Наряду с информатикой и технологией физика может формировать именно инструментальные («аппаратные») компоненты цифровой грамотности: умение пользоваться технологиями, инструментами, приложениями для работы с информацией. Причем формировать их непосредственно в предметном контексте: цифровые технологии сегодня — основной инструмент ученого-исследователя и инженера. Соответствующие инструменты вполне доступны учащимся основной ступени средней школы, что иллюстрируют примеры заданий по развитию различных цифровых умений, приведенные в конце данной статьи.

Список образовательных результатов рабочей программы по физике должен быть дополнен компонентами цифровой грамотности, специфичными именно для этого предмета. Предлагается расширить ими раздел метапредметных результатов по физике и включить в список познавательных универсальных учебных действий дополнительный подраздел «Базовые цифровые действия».

Ниже приведено описание базовых цифровых действий, которые можно формировать при изучении физики. Формулировки планируемых образовательных результатов допускают непосредственную проверку, так как содержат описание действий учащегося.

1. Цифровые измерения. Сбор данных цифровых датчиков: подключение, настройка цифровых лабораторий.

1.1. Учащийся может провести измерение набора значений физической величины с помощью цифровой лаборатории.

1.1.1. Может определить характеристики цифрового датчика: цену деления и диапазон измерений.

1.1.2. Умеет подключать различные типы датчиков к регистратору данных.

1.1.3. Умеет управлять регистратором данных: включать-выключать, входить в меню настройки, находить нужный режим и переключать режимы работы регистратора и датчика.

1.1.4. Умеет настраивать параметры регистратора для автоматического сбора данных: набор датчиков, частоту и число замеров.

1.1.5. Умеет передавать данные с регистратора на компьютер.

1.1.6. Знает, что результаты измерения хранятся в памяти регистратора в форме массива (таблицы).

1.1.7. Владеет специальной терминологией: датчик, регистратор, вход, частота замеров, число замеров, передача данных...

2. Электронные таблицы. Создание, заполнение и обработка данных в таблице.

2.1. Учащийся может фиксировать, читать и обрабатывать данные эксперимента в таблице.

2.1.2. Умеет размечать таблицы для записи данных: подписывать заголовки строк и столбцов.

2.1.3. Умеет указывать наряду с названием или обозначением величины единицы измерения.

2.1.4. Умеет находить нужное значение искомой величины в таблице.

2.1.5. Владеет специальной терминологией: строка, столбец, заголовок, ячейка, диапазон.

2.1.6. Умеет проводить несложные расчеты в таблице (среднее значение, расчет по формуле).

3. Графическая визуализация. Анализ графического представления данных (результатов измерений).

3.1. Учащийся может строить и анализировать график в специальном приложении на основе табличного представления данных.

3.1.2. Может определить формат данных и формат файла, подходящий для работы приложения.

3.1.3. Умеет открыть файл с данными в приложении, при необходимости очистив его от лишней информации и преобразовав в нужный формат.

3.1.4. Умеет выбирать в приложении вид представления данных (таблица, график, отдельные показания датчиков).

3.1.5. Умеет прочитать, какие величины отражены на графике, единицы измерения и масштаб по каждой из осей.

3.1.6. Умеет найти нужное значение, указать максимальное и минимальное значения, промежутки убывания и роста.

3.1.7. Владеет специальной терминологией: масштаб по оси, точка на графике, максимальное и минимальное значения, пик, отрицательный пик, промежуток, убывание и рост величины, линейный рост, горизонтальный участок.

4. Компьютерное моделирование. Создание компьютерной модели и проведение компьютерного эксперимента.

4.1. Учащийся может построить и исследовать компьютерную модель физического явления в специальной среде.

4.1.1. Умеет создавать объекты и сцены, моделирующие физические тела и физические явления.

4.1.2. Умеет менять параметры объектов в соответствии со свойствами реальных тел.

4.1.3. Умеет проводить эксперименты с компьютерной моделью.

4.1.4. Умеет анализировать поведение модели, получать необходимые данные и делать вывод о поведении реальных тел.

5. Видеоанализ. Фото- и видеофиксация экспериментов с целью получения данных.

5.1. Учащийся может зафиксировать на видео ход эксперимента для последующего анализа.

5.1.1. Умеет зафиксировать камеру, планшет или смартфон, выбрать удобный план, освещение и ракурс съемки.

5.1.2. Умеет выбирать режимы просмотра видео (крупный план, замедленный просмотр).

5.1.3. Умеет делать скриншоты и подписывать на них комментарии и указатели.

5.1.4. Умеет извлекать данные из видеозаписи (в том числе о времени событий).

5.1.5. Владеет специальной терминологией: план съемки, освещение объекта, ракурс съемки, режим просмотра, зум, временная шкала, скриншот, разметка, частота кадров.

6. Математическая обработка данных. Проведение расчетов на компьютере, в том числе с помощью алгебраических калькуляторов.

6.1. Учащийся может провести компьютерный расчет искомой физической величины, пользуясь возможностями алгебраического калькулятора.

6.1.1. Умеет вводить величины и постоянные в компьютер в требуемом формате.

6.1.2. Умеет записывать формулы для расчета.

6.1.3. Умеет получать искомое значение.

Результаты апробации

Описания цифровых компетенций и приведенные в приложении примеры заданий специально разработаны автором статьи и многократно использовались на уроках физики в АНОО «Хорошевская школа». Результаты многолетней апробации показывают их доступность для неспециализированных классов: практически все учащиеся, работая в паре, могут выполнить подобные задания, получить, обработать и проанализировать данные при помощи цифровых инструментов.

Ниже приводятся примеры заданий по физике для 7–9 классов, в которых учащиеся применяют различные цифровые технологии и осваивают их в процессе использования при решении предметных задач, постепенно формируя описанные в ста-

тье цифровые компетенции — компоненты цифровой грамотности, специфичные для изучения физики.

Исследование явления электромагнитной индукции с помощью цифровых датчиков. 8 класс

Лабораторное исследование «Явление электромагнитной индукции»

Цель работы

Исследовать условия появления электрического тока в замкнутом проводнике (контуре) под действием магнитного поля.

Оборудование:

- катушка с проводом,
- магнит,
- цифровой датчик тока (250 мА),
- цифровой датчик магнитного поля,
- цифровая лаборатория.



Рис. 1

Монтаж установки

1. Установите катушку на ребро, как показано на фотографии (рис. 1).
2. Положите вплотную к катушке датчик магнитного поля, ориентируя его вдоль оси катушки.
3. С противоположной стороны, также вдоль оси катушки, положите магнит.
4. Подключите датчики к входам цифровой лаборатории.
5. Подключите датчик тока к катушке.

Параметры измерений

Настройте приложение по сбору и ото-

бражению данных цифровой лаборатории: установите частоту 100 замеров в секунду.

Ход работы

1. Нажмите кнопку «Пуск» и несколько раз удалите магнит от катушки, каждый раз возвращая его к ней.
2. Разверните магнит противоположным полюсом к катушке и повторите те же действия, после чего остановите запись.

Обработка и анализ результатов

1. Изучите полученный график индукции магнитного поля рядом с катушкой. Найдите и подпишите на нем:

- промежутки увеличения и уменьшения магнитного поля,
- момент смены полюсов магнита,
- промежутки постоянства магнитного поля.

2. Изучите полученный график силы тока в катушке. Найдите и подпишите на нем:

- промежутки увеличения и уменьшения силы тока,
- моменты смены направления тока,
- нулевые значения силы тока.

3. Сравните графики магнитного поля и тока. Для удобства растяните временную шкалу так, чтобы одно удаление-приближение магнита занимало весь график. Аналогично можно переместить вверх-вниз и растянуть любой из графиков (тока и магнитного поля), для удобства сравнения совмещая их друг с другом. Ось индукции магнитного поля находится с одной стороны (справа или слева, в зависимости от подключения датчиков), а силы тока — с другой.

1) Напишите, в какие моменты опыта (что вы делали в это время с магнитом) сила тока:

- была равна нулю;
- была отлична от нуля;
- достигала максимальной величины.

2) Когда сила тока меняла направление?

4. Снова сожмите график, чтобы видеть целиком результаты опыта. Сравните между собой графики силы тока при удалении-

приближении магнита различными полюсами. В чем их отличие?

Вопросы и задания

1. При каком условии опыта в катушке появляется электрический ток (он называется индукционным током)?

2. Возникает ли индукционный ток при неизменном магнитном поле?

3. От чего зависит сила тока в проведенном опыте?

4. Найдите в интернете статью про электромагнитную индукцию в Википедии и прочтите ее первый раздел.

1) Подтверждает ли ваш опыт написанное в тексте?

2) Какие дополнительные факты вы обнаружили при помощи цифровых датчиков, о которых не говорится в этой статье?

3) Напишите дополнение к этой статье на основе полученных вами результатов.

Отчет о работе

1. Сохраните данные опыта, дав файлу имя (краткое название работы + фамилия учащегося).

2. Запишите вывод — ответ на вопрос: *при каких условиях в замкнутом контуре возникает электрический ток?*

Исследование состояния невесомости при падении предмета с помощью цифровых датчиков смартфона и графиков. 7 класс

Лабораторное исследование «Когда бывает невесомость?»

Цель работы: исследовать изменение веса при движении. Работаем в паре.

1. Установите на свой смартфон (планшет) приложение «Arduino Science Journal».

Устройство датчика (использован материал сайта <http://www.ferra.ru/ru/techlife/review/mems-part-1/#.WDgz2HdeOQM>).

В роли датчика выступает акселерометр. Принцип его работы показан на модели груза на пружине (рис. 2). Своим весом масса растягивает пружину (неподвижное состояние). Это фиксируется значением ускорения

свободного падения g ($9,8 \text{ м/с}^2 = 9,8 \text{ Н/кг}$), которое рассчитывается по формуле $g = F/m$.

В **невесомости** (нет веса) груз не будет растягивать пружину и значение измеряемой датчиком силы будет **нулевым** (по всем направлениям). И ускорение g тоже будет 0.

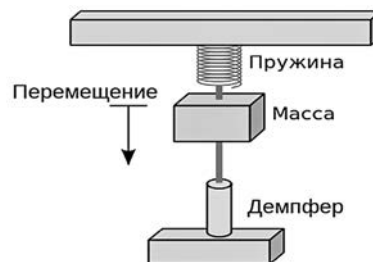


Рис. 2

Существует несколько видов конструкции акселерометра. Работа акселерометра может основываться на конденсаторном принципе. Подвижная часть такой системы представляет собой обыкновенный груз, который смещается в зависимости от наклона устройства. По мере его смещения изменяется емкость конденсатора и соответственно меняется напряжение. Исходя из этих данных, можно получить смещение груза, а вместе с тем и ускорение в данном направлении.

Знакомство с работой датчика

2. В режиме измерения ускорения (веса по оси Z) поэкспериментируйте в течение 5 минут со смартфоном, делая стандартные движения: ходьба, прыжок вверх, ..., и определите:

Что означает всплеск графика вверх?

Что означает всплеск графика вниз?

Цель 1. Изучите изменения веса при движении лифта.

1. Зайдите в лифт и положите смартфон на пол.

2. Запустите акселерометр по оси Z .

3. Отправьте лифт вниз, с 4 на 2 этаж, и сразу же нажмите на запись показаний датчика.

4. **Наблюдайте одновременно за пружиной, на которой висит груз, – когда и как меняется ее длина?**

5. После того, как лифт остановится, нажмите на «стоп».

6. Повторите измерения при движении лифта вверх, со 2 на 4 этаж.

7. Проанализируйте полученные графики. Поместите курсор на всплеск графика, чтобы было видно значение g в этой точке. Напишите краткие комментарии прямо в приложении.

Как менялся вес при разгоне лифта вверх?

Как менялся вес при остановке движения вверх?

Как изменился вес при старте движения вниз?

Как изменился вес при остановке движения вниз?

8. Сделайте скриншот графиков и приложите к ответу на задание.

Цель 2. Выясните, когда возникает невесомость.

Невесомость наблюдается при нулевом значении показаний датчика.

1. Держа смартфон горизонтально, поднимите его на высоту 1 м над мягкой поверхностью. Планшет нужно ронять только с высоты 50 см и только на **ОЧЕНЬ МЯГКУЮ ПОДУШКУ**.

2. Выберите акселерометр по оси Z и запустите запись показаний датчика.

3. Отпустите смартфон в свободное падение.

4. После падения смартфона на поверхность остановите запись.

5. По графику определите, когда была невесомость. Переместите курсор на это место графика.

Напишите комментарий в приложении.

В какой момент наблюдалась невесомость?

Что означает пик на графике?

Каково пиковое значение ускорения g ?

Чем это опасно?

6. Приложите скриншот графика с комментариями.

7. Выложите на платформу рабочий лист с ответами на все вопросы.

Определение характера движения мяча с помощью видеоанализа. 9 класс

Лабораторное исследование «Падения мяча»

Цель. На этом занятии вы:

- экспериментально определите характер (закономерность) падения мяча;
- научитесь работать с приложением для анализа видео Vernier Video Physics.

Вот такая история...

Галилей хотел исследовать, по какому закону тела падают на землю, но процесс этот был слишком быстр для возможностей наблюдения того времени. Сегодня у нас есть видео и другие полезные инструменты для исследования падения. Нам проще!

Ключевой вопрос: ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ ТЕЛА ПАДАЮТ РАВНОУСКОРЕННО?

Сформулируйте гипотезу.

Как можно проверить вашу гипотезу?

Распределите роли в группе

- Эксперт (проводит эксперимент и занимается расчетами).
- Лаборант (снимает видео и работает с приложением).

Оборудование и материалы

1. Теннисный мяч.
2. Смартфон или планшет с установленным приложением Vernier Video Physics.
3. Рулетка.

Задания

Вы можете исследовать свободное падение мяча, используя два инструмента:

- **видеосъемку** падения,
- **разметку** положений падающего мяча *через одинаковые промежутки времени*.

1. Съемка падения на видео.

- 1.1. Установите место старта и место финиша мяча.
- 1.2. Разместите смартфон неподвижно на ровной горизонтальной поверхности.
- 1.3. Измерьте расстояние между стартом и финишем.
- 1.4. Запустите съемку и одновременно с этим отпустите мяч.
- 1.5. После удара мяча о поверхность остановите съемку.

2. Разметка траектории падения.

2.1. Загрузите полученное видео в приложение Vernier Video Physics. Для этого нажмите плюс в левом верхнем углу $\Rightarrow$ Нажмите «Существующее видео» $\Rightarrow$ Выберите видео эксперимента $\Rightarrow$ Нажмите кнопку «Выбрать».

2.2. Установите масштаб, чтобы приложение понимало, сколько пикселей на экране занимает 1 метр. Перейдите в меню «Точка отсчета и масштаб», ухватите один из связанных белых кругов и перетащите его в точку старта движения, схватите второй круг и перетащите его в точку конца движения. Не забудьте изменить масштаб, для этого в верхнем окне введите измеренное вами расстояние.

2.3. Сделайте разметку траектории падения по точкам. Видео представляет собой последовательность фотографий (кадров), сделанных *через одинаковые промежутки времени*. На каждом кадре мяч занимает одно из положений на траектории падения. Перейдите в меню «Точки». Перемещением по шкале времени найдите момент начала движения. «Прицел» наведите на мяч и один раз кликните. После этого картинка изменится на следующий кадр, в котором нужно будет заново наводить «прицел» и фиксировать точку. Поставьте точки на каждом кадре до момента удара мяча о поверхность.

2.4. Нажмите на стрелку воспроизведе-

ния и посмотрите, как последовательно отмечаются положения мяча *через равные промежутки времени*. Обратите внимание на расстояния, пройденные за одинаковые промежутки времени (1/30 с).

3. Анализ характера движения.

3.1. Перейдите в окно «Графики». Нажмите на иконку графика справа вверх.

3.2. Листая графики, найдите график, который позволит вам проверить свою гипотезу. Проанализируйте его.

4. Сделайте вывод.

5. Подтвердилась ли гипотеза?

6. **Расчет ускорения** падающего мяча. Независимо от сделанного вывода считайте падение равноускоренным.

6.1. Используя данные графиков, рассчитайте ускорение свободного падения.

Литература

1. Асмолов А.Г., Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие. — М.: Изд-во «НексПринт», 2010.

2. Семенов А.Л. Результативное образование расширенной личности в прозрачном мире на цифровой платформе // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. 2020. Вып. 3. С. 592.

3. Универсальные компетентности и новая грамотность: от лозунгов к реальности / под ред. М.С. Добряковой, И.Д. Фрумина; при участии К.А. Баранникова, Н. Зиила, Дж. Мосс, И.М. Реморенко, Я. Хаутамяки; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020.

4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования РФ <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027>.

5. Law N., Woo D., de la Torre J, Wong G.A. Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2. — Montreal, UNESCO, 2018. — С. 6.

Дата поступления рукописи (Received): 16.05.2022.

Опубликовано (Published): 16.11.2022.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ КАК МЕТОДА РАЗВИТИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ

COMPUTER MODELLING AT PHYSICS LESSONS AS THE METHOD OF DEVELOPING STUDENTS ANALYTICAL THINKING.

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_41

Л.А. Кабанова , учитель физики высшей категории, «Лицей № 7», г.о. Электросталь Московской области; lara.kabanova.60@bk.ru	L.A. Kabanova , Physics teacher of the highest category Lyceum 7, c.d. Electrostal, Moscow Region; ara.kabanova.60@bk.ru
С.В. Кабанов , учитель информатики высшей категории, «Лицей № 7», г.о. Электросталь Московской области; kabanov_s_v@bk.ru	S.V. Kabanov , IT teacher of the highest category Lyceum 7, c.d. Electrostal, Moscow Region; kabanov_s_v@bk.ru
Ключевые слова: аналитическое мышление, моделирование, свободное падение, вязкое трение, дискретизация, трение покоя	Keywords: analytical thinking, modeling, free fall, viscous friction, discretization, static friction
Аннотация. В статье предложен метод развития аналитического мышления учащихся при интеграции уроков физики и информатики	Abstract. The article offers the method of Students analytical thinking developing through the integration of Physics and IT lessons

© Кабанова Л.А., Кабанов С.В.

Современного ученика чрезвычайно трудно мотивировать к познавательной деятельности, поиску пути к цели в потоках информации и коммуникации. Происходит это потому, что дети часто испытывают серьезные затруднения в восприятии учебного материала по всем школьным предметам.

Причина этого в недостаточно высоком уровне развития мышления, и прежде всего, аналитического.

Аналитическое мышление — это способность человека проанализировать конкретную ситуацию, сопоставить факты и сделать выводы на основе полученных данных. При аналитическом способе мышления человек раскладывает информацию на составляющие, структурирует данные и выясняет их соотношения между собой. Такой подход по-

зволяет принимать лучшее среди всех возможных решений.

Принцип работы аналитического мышления основывается на двух базовых процессах.

1. **Творческий процесс**, сопровождаемый поиском новых знаний и информации.

2. **Формальный процесс**, сопровождаемый анализом и синтезом данных, а также выводами и закреплением итогового результата в сознании.

Одним из способов развития аналитического мышления является моделирование ситуаций. Смысл состоит в том, что вам нужно придумать конкретную ситуацию, поставить цель (или несколько целей) и разработать эффективный метод ее (или их) достижения. При изучении физики в 9–10

классах есть немало тем, где возможно использование компьютерного моделирования.

Для примера предложим учащимся рассмотреть две ситуации.

Пример 1

При изучении темы «Свободное падение тел» учащимся предлагается проанализировать следующий текст.

Чудеса случаются: Весна Вулович (падение с высоты 10160 метров)

26 января 1972 года самолет модели «Макдоннелл Дуглас ДС-9» «Югославских авиалиний» летел из Стокгольма в Белград с посадками в Копенгагене и Загребе. На участке Копенгаген–Загреб полет проходил в штатном режиме: борт занял нужную высоту 10160 метров, и все было нормально. Неожиданно его фюзеляж буквально развалился на части. Это был террористический акт, ответственность за который взяло на себя «Хорватское национальное движение».

На борту было 23 пассажира и 5 членов экипажа. Кроме Весны не выжил никто. Обломки самолета упали над Чехословакией. Жители деревни услышали это и побежали к месту крушения. Весну нашел бывший солдат вермахта Бруно. Он нащупал у девушки пульс и оказал первую помощь. Бруно понял, что у нее сломан позвоночник и не стал пытаться перемещать ее самостоятельно.

Стюардесса выжила после падения самолета, но у нее были сломаны рука и нога, 3 позвонка, причем один раздроблен, также в нескольких местах был проломлен череп. 16 месяцев она провела в больнице, а ходить заново училась четыре с половиной года. Когда она полностью восстановилась, то вернулась в профессию и всю жизнь отработала бортпроводником.

Это отрывок из статьи одного из зарубежных журналов того времени.

Учащимся необходимо проанализировать

статью и ответить на следующие вопросы.

1. Как такое могло случиться?
2. Что помогло выжить стюардессе?

Таким образом, ученикам предлагается указать факторы выживания.

Но прежде необходимо оценить, с какой же скоростью могла приземлиться стюардесса. Ученики знают, как рассчитать скорость при свободном падении

$$v = \sqrt{2gh}.$$

Используя данную формулу, легко подсчитать значение. Но здесь встает естественный вопрос: какое значение брать для ускорения свободного падения? Ведь оно, как известно, различно для разных местностей. Из следующей таблицы 1 ученикам надо выбрать подходящее.

Расчеты можно вести до 3–4-х знаков после запятой, а затем округлить полученное значение до двух знаков.

Используя все эти данные, можно убедиться в том, что скорость приземления была очень большой. Она составила 446,47 м/с, что соответствует 1607,29 км/ч! Разве может человек выжить при приземлении с такой скоростью?

Значит, что-то повлияло на уменьшение этой скорости. После обсуждения делаются выводы и формулируются факторы возможного выживания.

Факторы возможного выживания

1. Реальная скорость ниже (за счет вязкого трения).
2. Амортизация при встрече с поверхностью (густая растительность, наличие мягкого склона, заросшая водная поверхность, строения с мягкой кровлей и их сочетание).
3. Неоднократное кратковременное соприкосновение с поверхностью, увеличивающее время торможения (ударотскок, например, при падении на высокое дерево с кроной типа ели).

Но если ограничиться только приведенными расчетами и обсуждением, то картина будет неполной. Поэтому считаем целе-

Таблица 1

Ускорение свободного падения для некоторых городов

Город	Долгота	Широта	Высота над уровнем моря, м	Ускорение свободного падения, м/с^2
Алматы	76,85 в.д.	43,22 с.ш.	786	9,78125
Берлин	13,40 в.д.	52,50 с.ш.	40	9,81280
Будапешт	19,06 в.д.	47,48 с.ш.	108	9,80852
Вашингтон	77,01 з.д.	38,89 с.ш.	14	9,80188
Вена	16,36 в.д.	48,21 с.ш.	183	9,80860
Владивосток	131,53 в.д.	43,06 с.ш.	50	9,80424
Гринвич	0,0 в.д.	51,48 с.ш.	48	9,81188
Каир	31,28 в.д.	30,07 с.ш.	30	9,79317
Киев	30,30 в.д.	50,27 с.ш.	179	9,81054
Мадрид	3,69 в.д.	40,41 с.ш.	667	9,79981
Минск	27,55 в.д.	53,92 с.ш.	220	9,81347
Москва	37,61 в.д.	55,75 с.ш.	151	9,8154
Нью-Йорк	73,96 з.д.	40,81 с.ш.	38	9,80247
Одесса	30,73 в.д.	46,47 с.ш.	54	9,80735
Осло	10,72 в.д.	59,91 с.ш.	28	9,81927
Париж	2,34 в.д.	48,84 с.ш.	61	9,80943
Прага	14,39 в.д.	50,09 с.ш.	297	9,81014
Рим	12,99 в.д.	41,54 с.ш.	37	9,80312
Стокгольм	18,06 в.д.	59,34 с.ш.	45	9,81843
Токио	139,80 в.д.	35,71 с.ш.	18	9,79801

сообразным применить на этом этапе урока компьютерное моделирование.

Моделирование — неотъемлемая часть нашей жизни, хотя мы об этом и не задумываемся. Все наше представление об окружающем мире есть не что иное, как набор моделей, сформированных нашими органами чувств. Человеческая речь тоже является моделью. Любая научная дисциплина строит модель мира, опираясь на установленные в ее рамках законы. Поэтому любая построенная модель несовершенна и имеет строго определенные рамки применения. Использование ее вне этих рамок может привести к неправильным результатам.

При сознательном построении модели выделяют несколько последовательных этапов.

1. Выбор объекта моделирования.
2. Изучение и выбор основных параметров объекта.

3. Выбор типа модели.
4. Построение модели.
5. Изучение модели (эксперимент).
6. Уточнение модели.

Применение компьютера позволяет визуализировать результаты, в простейшем случае в виде графика или диаграммы. Но в силу специфики современной вычислительной техники любой моделируемый процесс надо дискретизировать, т.е. непрерывное сделать прерывистым, чтобы внутри дискреты параметры оставались неизменными и менялись скачком на границе. Дискретизировать можно либо в пространстве, либо во времени.

Необходимо указать на тот факт, что при расчетах по формулам из школьного курса физики не учитывалось вязкое трение. Сила вязкого трения определяется большим рядом факторов: температурой и плотностью среды, формой движущегося тела и его

скоростью. В первом приближении можно учесть только зависимость от формы тела и его скорости. Падающего человека (в бессознательном состоянии) можно уподобить шару. Тогда скорость падения будет рассчитываться по формуле:

$$V_n = V_{n-1} + g - 0,4 \frac{V_{n-1}^2}{m}.$$

Формула (в ней отсутствует время, так как период дискретизации выбран 1 с) является рекурсивной, поэтому ее удобно использовать в электронной таблице. Вычисления производились с временной дискретизацией в 1 с. Для человека массой 80 кг скорость падения составляет примерно 34 м/с.

А это уже совершенно другая скорость. И если процесс торможения будет достаточно длительным (несколько секунд), то существует возможность остаться в живых.

При торможении непременно возникнут перегрузки. Человек их переносит по-разному. Лучше, если перегрузка действует в направлении грудь-спина, и хуже, если ее направление голова-ноги.

Исследования дают следующие данные. Посмотрите рисунок.



Рис. 1

Знаком «+» помечены зоны выживаемости.

Данный пример очень ярко показывает, что нельзя ограничиваться только сухими

формулами, нужна интеграция знаний из различных областей науки. Все эти знания у современных детей есть, но они разрозненны, и наша задача научить их объединять и делать правильные выводы.

Пример 2

Все расчеты и построение графиков можно выполнить в программе Microsoft Excel или в аналогичной из пакета OpenOffice.

С каким ускорением скользит брусок массой m по наклонной плоскости с углом наклона α при коэффициенте трения μ ?

Запишем 2 закон Ньютона для проекций на наклонную плоскость и перпендикуляр к ней.

$$ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}},$$

$$N = mg \cos \alpha.$$

Сила трения $F_{\text{тр}}$ определяется формулой:
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha.$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha,$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha,$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Подобная задача встречалась ученикам 10 класса при решении задач по теме «Движение тел под действием нескольких сил».

Из полученной формулы можно сделать вывод о зависимости ускорения от угла наклона и коэффициента трения. Но если смоделировать данное движение с помощью компьютера, то вырисовывается одна любопытная деталь. Обратимся к таблице 2.

Таблица 2

угол, град	угол, рад	ускорение
0	0	–3,924
5	0,087266463	–3,0540702
10	0,174532925	–2,160897
15	0,261799388	–1,2512781
20	0,34906585	–0,3321362
25	0,436332313	0,58953339
30	0,523598776	1,50671632
35	0,610865238	2,41243222
40	0,698131701	3,29978806

45	0,785398163	4,16203051
50	0,872664626	4,99259741
55	0,959931089	5,78516762
60	1,047197551	6,53370921
65	1,134464014	7,23252533
70	1,221730476	7,87629757
75	1,308996939	8,46012642
80	1,396263402	8,97956861
85	1,483529864	9,43067085
90	1,570796327	9,81

Дискретизация расчетов проведена с шагом в 5 градусов. И в пяти первых строках таблицы значения отрицательны. Что это значит? Как это можно объяснить? Неправильные формулы? Некорректные расчеты? Или что-то еще?

С точки зрения школьного учебника все верно, но есть одно **НО**. Формулы взяты из **ДИНАМИКИ**, т.е. тело должно двигаться. А оно у нас вначале покоилось. Значит надо принимать во внимание силу трения **ПОКОЯ**, которая не подчиняется динамическим законам.

Поэтому и получается, что положенное на наклонную плоскость тело должно самостоятельно ползти вверх, пока угол наклона не очень большой.

Этот факт требует досконального обсуждения, чтобы учащиеся поняли, что нет

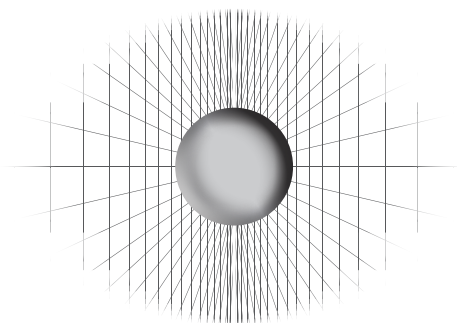
плохих законов или моделей, а всегда есть рамки применения законов и использования моделей.

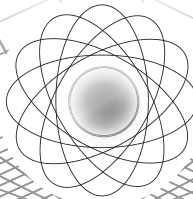
Оба рассмотренных примера показывают, что изучаемые в школьном курсе физики законы и закономерности имеют ограниченные рамки применения и получение неправильного результата говорит о том, что в данной ситуации используемые законы не работают в полной мере.

Литература

1. Угринович Н.Д., Босова Л.Л., Михайлова Н.И. Практикум по информатике и информационным технологиям. — М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004.
2. Клейнберг С. Почему. Руководство по поиску причин и принятию решений. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017.
3. <https://trends.rbc.ru/trends/social/6220d6629a7947b4c7bf5566>
4. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций, углубленный уровень / под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М.: Просвещение, 2014.
5. <https://www.gazeta.ru/science/2022/01/26/14459953.shtml>

Дата поступления рукописи (Received): 11.09.2022.
Опубликовано (Published): 16.11.2022.





О НАБЛЮДЕНИИ ДИФРАКЦИИ СВЕТА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

ABOUT THE OBSERVATION OF LIGHT DIFFRACTION AT HOME

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_46

А.Ю. Милинский , д.ф.-м.н., доцент, Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, Амурская область; a.milinskiy@mail.ru	A.Yu. Milinskiy , DrSci (Physics and mathematics), Associate professor, Blagoveshensk State Pedagogical University, Blagoveshensk, Amur region; a.milinskiy@mail.ru
О.М. Шкарина , студент, Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, Амурская область; olga.mixailowna0324@gmail.com	O.M. Shkarina , student, Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveshensk, Amur region; olga.mixailowna0324@gmail.com
Ключевые слова: дифракция, домашний эксперимент, смартфон	Keywords: diffraction, home experiment, smartphone
Аннотация. В статье описана домашняя лабораторная работа по наблюдению дифракции лазерного излучения и расчету по дифракционной картине разрешения дисплея смартфона. Даны методические рекомендации в соответствии с опытом ее выполнения со школьниками и студентами педагогического ВУЗа	Abstract. The article describes home laboratory work on observing the diffraction of laser radiation and calculating the resolution of a smartphone display from the diffraction pattern. Methodological recommendations are given in accordance with the experience of its implementation with schoolchildren and students of a pedagogical university

© Милинский А.Ю., Шкарина О.М., 2022

Эксперименты и демонстрации, проводимые учителем во время уроков физики, при несомненной их важности полностью не решают задачи приобретения учащимися знаний по физике. Это возможно только совместно с выполнением обучающимися самостоятельных домашних экспериментов [1]. Как показывает опыт, преподавание физики в средней школе не всегда сопровождается экспериментальным подтверждением физических явлений. Это может быть связано с нехваткой времени, с формальным подходом к процессу обучения либо с отсутствием укомплектованной лаборатории. Кроме того, с учетом сложной эпидемиологической обстановки, учащиеся

зачастую были вынуждены учиться в дистанционном формате, что не позволяло им выполнять лабораторные работы с использованием школьного физического оборудования. В этой связи домашний физический эксперимент является на сегодня одним из дидактических резервов для повышения качества экспериментальной подготовки учащихся. Именно в процессе выполнения домашнего эксперимента происходит формирование представления об эксперименте как о методе познания физических законов и явлений. Следует отметить, что в процессе выполнения школьниками такого эксперимента происходит активное вовлечение родителей в образовательный процесс [2].

Зачастую выполнение домашних экспериментов сводится к простому наблюдению физических явлений. Методически более значимыми являются такие из них, которые после наблюдения сопровождаются строгими математическими расчетами физических величин. Нужно понимать, что дома у ребят набор приборов для измерения физических величин весьма скромнен и чаще всего ограничивается линейкой. Тем не менее это не мешает проводить подобные эксперименты на высоком уровне, поскольку подавляющее большинство школьников имеют смартфоны — высокотехнологичные электронные устройства с множеством высокочувствительных датчиков [3]. Например, в работе [4] было показано, что, используя только смартфон и картонную трубу, можно с высокой точностью определить скорость звука. Авторы работы [5] предложили при помощи смартфона определять количество теплоты при ударе.

В данной статье приводится один из возможных вариантов домашней лабораторной работы по наблюдению дифракции Фраунгофера лазерного излучения и расчета периода отражательной дифракционной решетки, в качестве которой использовался дисплей смартфона.

Явление дифракции Фраунгофера световых лучей в домашних условиях можно наблюдать на различных объектах: лазерном диске, тюле, узкой щели и т.д. [6]. При этом главный недостаток — невозможность рассчитать на основе полученной дифракционной картины значения периода дифракционной решетки (размера отверстия), что сводит весь опыт к простому наблюдению явления. Мы предлагаем лабораторную работу по наблюдению дифракции света и расчету периода дифракционной решетки, которую могут без особых материальных и временных затрат проделать учащиеся в домашних условиях. В качестве двумерной отражательной дифракционной решетки используется дисплей смартфона. Преимущество такого подхода — известная плотность

пикселей и известное разрешение дисплея, которое можно посмотреть в настройках смартфона. В этой связи представляется очень простым проверить результаты расчета периода дифракционной решетки — расстояния между центрами двух пикселей на дисплее смартфона.

Возможная схема опыта по наблюдению дифракции лазерного излучения на дисплее смартфона приведена на рисунке 1. Однако такая постановка опыта больше подходит для физической лаборатории, в которой есть необходимое оборудование. Для выполнения школьниками данного эксперимента дома достаточно попросить помощи одного из членов семьи. Предварительно нужно закрепить на стену миллиметровую бумагу, которая будет являться экраном для наблюдения дифракционной картины. Далее один участник эксперимента должен взять лазерную указку и навести лазерный луч на дисплей смартфона так, чтобы отраженный луч падал на миллиметровую бумагу (рис. 2). Второму участнику в это время необходимо сфотографировать на другой смартфон полученную дифракционную картину. После этого, используя фотографию, нужно определить расстояние $2l$ (см. рис. 3) между максимумами одинакового порядка и расстояние D (см. рис. 2) между точкой падения лазерного луча на смартфон и экраном. На рисунке 3 показана фотография дифракционной картины от дисплея смартфона при расстоянии смартфон-экран около метра.

Определить период дифракционной решетки d (расстояние между центрами двух пикселей) можно, используя выражение для главных дифракционных максимумов дифракционной решетки:

$$d \sin \varphi = \pm k \lambda, \quad (1)$$

где k — номер максимума, λ — длина волны лазерного излучения, φ — угол между направлением на главный максимум и на k -й. Учитывая, что при условии $D \gg d$, $\sin \varphi \approx \tan \varphi = l/D$, получим

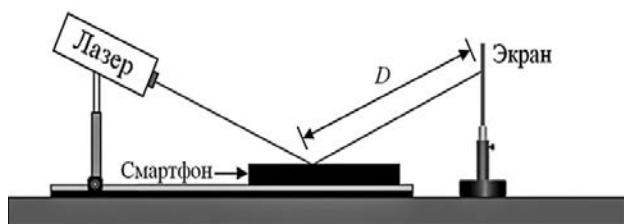


Рис. 1. Схема установки для наблюдения дифракции лазерного излучения на отражательной дифракционной решетке — дисплее смартфона. На рисунке показано расстояние D от дисплея смартфона до главного максимума на экране



Рис. 2. Фотография опыта по наблюдению дифракции лазерного излучения на дисплее смартфона

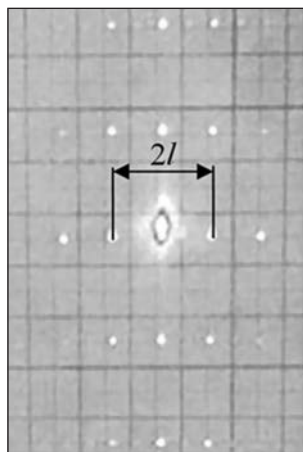


Рис. 3. Фотография дифракционной картины лазерного излучения от дисплея смартфона. Показано расстояние $2l$ между максимума первого порядка

$$d \approx \pm \frac{k\lambda D}{l}. \quad (2)$$

После нахождения d необходимо измерить длину h активной части дисплея смартфона и рассчитать разрешение дисплея N (количество пикселей) по данному направлению, используя выражение:

$$N = \frac{h}{d}. \quad (3)$$

Опыт проведения такого эксперимента со школьниками и студентами педагогического ВУЗа позволяет сделать следующие методические рекомендации. Во-первых, расчет параметра d следует проводить, используя горизонтально расположенные на экране максимумы (см. рис. 3), поскольку при использовании вертикально расположенных максимумов может возникать ошибка до двух раз. В связи с этим, для расчета d по двум направлениям нужно выполнять опыт дважды с ориентациями смартфона, отличающимися на 90° . Во-вторых, не желательно, чтобы дисплей смартфона имел защитную пленку или защитное стекло. В-третьих, опыт нужно повторять несколько раз и находить среднее значение d .

Рассмотрим возможный перечень заданий для выполнения учениками домашней лабораторной работы по наблюдению дифракции лазерного излучения от дисплея смартфона и расчету разрешения дисплея.

1. Используя смартфон и лазерную указку, получить дифракционную картину на миллиметровой бумаге, предварительно закрепленной на стене (см. рис. 2).

2. Сфотографировать дифракционную картину, воспользовавшись помощью члена семьи.

3. Определить расстояние $2l$ между двумя первыми дифракционными максимумами по горизонтали (см. рис. 3).

4. Прodelать пять раз пункты 1–3 и посчитать среднее значение расстояния $2l$ между дифракционными максимумами первого порядка

$$\overline{2l} = \frac{(2l)_1 + (2l)_2 + (2l)_3 + (2l)_4 + (2l)_5}{5}.$$

5. Определить при помощи линейки (измерительной ленты) расстояние D от точки падения лазерного луча на смартфон до экрана. Следует выбрать расстояние D не менее метра.

6. Записать длину волны лазера. Если на лазерной указке длина волны не указана, то ее можно оценить, зная цвет лазерного излучения.

7. Рассчитать период дифракционной решетки (расстояние между центрами двух пикселей), используя выражение

$$d \approx \frac{2\lambda D}{2l}.$$

8. Измерить длину h активной части дисплея в направлении, совпадающем с направлением горизонтальных дифракционных максимумов.

9. Посчитать разрешение N_1 (количество пикселей) по выбранному направлению, используя формулу

$$N_1 = \frac{h}{d}.$$

10. Прodelать указанные выше пункты 1–9, повернув телефон на 90° , и определить N_2 .

11. Сравнить полученные значения N_1 и N_2 с разрешением дисплея смартфона, посмотрев его в настройках.

12. Сделать выводы.

Таким образом, в работе приводится домашняя лабораторная работа по наблюдению дифракции лазерного излучения от дисплея смартфона. Наблюдение явления дифракции сопровождается расчетом разрешения дисплея смартфона, что позволяет учащимся проверить результаты расчетов.

Опыт проведения лабораторной работы позволяет сделать вывод о положительном влиянии на мотивацию школьников к изучению физики.

Литература

1. Луцай Е.В. Домашние лабораторные работы по физике в средней школе // Вестник ПсковГУ. Серия «Естественные и физико-математические науки». 2014. № 4. С 165–168.

2. Филиппова И.Я. Вовлечение школьников в физику — от игрушек к проектной деятельности // Видеонаука: сетевой журн. 2020. №3 (19). URL: <https://videonauka.ru/stati/31-metodika-prepodavaniya-estestvenno-nauchnykh-distiplin/269-vovlechenie-shkolnikov-v-fiziku-ot-igrushek-k-proektnoj-deyatelnosti> (дата обращения 17.02.2022).

3. Размачева Ю.А. Использование мобильных устройств при обучении физике учащихся школ // Научный руководитель. 2018. № 3. С. 58–66.

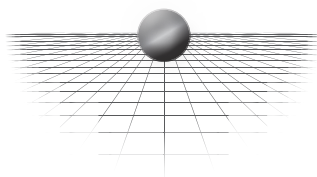
4. Hellesund. S. Measuring the speed of sound in air using a smartphone and a cardboard tube // Phys. Educ. 2019. V. 54. Iss. 3. P. 035015.

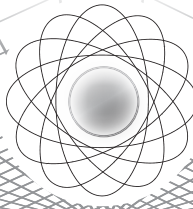
5. Милинский А.Ю., Барышников С.В. Творческий подход к проведению физического эксперимента на примере изучения закона сохранения энергии при ударе // Физика в школе. 2022. № 1. С. 40–44.

6. Toisoul A., Ghosh A. Practical Acquisition and Rendering of Diffraction Effects in Surface Reflectance // ACM Transactions on Graphics. 2017. V. 36. Iss. 5. P. 1–16.

Дата поступления рукописи (Received): 09.03.2022.

Опубликовано (Published): 16.11.2022.





ПРОБЛЕМА ВНЕЗЕМНОЙ ЖИЗНИ КАК ДИДАКТИЧЕСКИЙ АТТРАКТОР В ПРЕПОДАВАНИИ АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

THE PROBLEM OF EXTRATERRESTRIAL LIFE AS A DIDACTIC ATTRACTOR IN TEACHING ASTRONOMY AND NATURAL SCIENCE

Научная статья

Scientific article

УДК 372.853

DOI 10.47639/0130-5522_2022_8_50

В.В. Свиридов , д.ф.-м.н., профессор, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж; prof.Sviridov@mail.ru	V.V. Sviridov , DrSci (Physics and Mathematics), Professor, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh; prof.Sviridov@mail.ru
Е.И. Свиридова , к.п.н., доцент, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж; sei_19@mail.ru	E.I. Sviridova , PhD (Pedagogy), Assistant Professor, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh; sei_19@mail.ru
Е.С. Степанова , магистрант, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж; stepanova329@gmail.com	E.S. Stepanova , Student of master's, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh; stepanova329@gmail.com
Ключевые слова: общее образование, астрономия, естествознание, дидактический аттрактор, проблема внеземной жизни	Keywords: general (secondary) education, astronomy, natural science, didactic attractor, problem of extraterrestrial life
Аннотация. Показано, что астрономию и естествознание на базовом уровне общего образования следует рассматривать как учебные дисциплины нового типа, естественнонаучные, общекультурные, структурные элементы которых (дидактические аттракторы) должны отличаться высокой связностью как внутренней, так и внешней. Дано определение дидактического аттрактора, указаны его необходимые свойства (атрибуты). Показано, что проблема внеземной жизни может служить полноценным аттрактором для школьных курсов астрономии и естествознания	Abstract. It is shown that astronomy and natural science at the basic level of general (secondary) education should be considered as educational disciplines of a new type, namely, as scientific cultural ones. Their structural elements (called didactic attractors) should stand out for their high connectivity, both internal and external. The definition of the didactic attractor is given, its necessary properties (attributes) are indicated. It is shown that the problem of extraterrestrial life can serve as a full-fledged attractor for school courses in astronomy and natural science

© Свиридов В.В., Свиридова Е.И., Степанова Е.С., 2022

1. Астрономия и естествознание как общекультурные учебные дисциплины

Школьные дисциплины можно, несколь-

ко условно, подразделить на инструментальные и общекультурные. Основная цель инструментальных состоит в том, чтобы сформировать у обучающихся компетенции

решения четко поставленных проблем четко выделенных областей знания (или технологии) с помощью четко сформулированных техник. Общекультурные же преследуют, в основном, цель формирования внутренней культуры, то есть приобщения обучающегося к принятой в данном историческом обществе системе ориентиров, позволяющей ему (ей) понять свое место и роль в этом мире, истолковать и оценить произошедшее и на этой основе выбрать образ действий на будущее.

Примерами ярко выраженных инструментальных дисциплин могут служить математика и физика, примерами дисциплин явно общекультурных — история и литература. Эти же примеры иллюстрируют отсутствие резкой границы между двумя классами. Математика, как известно, — одно из лучших средств воспитания культуры мышления вообще. Изучение физики безусловно способствует формированию мировоззрения. Тем не менее, *преимущественно* инструментальный характер математики и физики (а также других естественнонаучных дисциплин) в российской школе кажется неоспоримым.

В 80-е годы прошлого века в естественно-математический цикл общего образования ворвалась идея интегрированного естественнонаучного курса [1–3]. В настоящее время дисциплина «Естествознание» узаконена действующими ФГОС. Однако у многих учителей ее преподавание вызывает трудности, обусловленные тем, что содержанием «Естествознания» служит не корпус пусть адаптированных, но, тем не менее, сугубо научных знаний, представлений и методов, а целостная естественнонаучная картина мира [4]. Она, конечно, основана на достижениях науки, но все же представляет собой *картину*, живой образ, ценность которого не только и даже не столько в достоверности, математической строгости и практической эффективности, сколько в красоте, эмоциональной привлекательности и человеческом измерении, т.е. в том, что в

традиционных естественнонаучных предметах не акцентируется. Анализ требований ФГОС к предметным результатам освоения физики и естествознания [5] подтверждает, что курс естествознания мыслится законодателем как общекультурный, а не инструментальный. Этот вывод мог бы показаться удивительным, если бы необходимость гуманитаризации, как инструмента построения *действительно* интегрированных естественнонаучных дисциплин, не была обоснована достаточно давно [4, 6]. Сейчас она уже не вызывает сомнений, по крайней мере, у разработчиков УМК по естествознанию, прямо декларирующих цель «*дать человеку основы естественнонаучной компетентности и гуманистических идеалов в их единстве*» [7, с. 6].

А что же астрономия? До своего исчезновения из стандарта общего образования, как свидетельствуют классические учебники [8] и методические разработки того времени, она выстраивалась по шаблонам инструментальной дисциплины, несмотря на декларации о том, что астрономия «*является важным общеобразовательным предметом... [а ее] идеологическое значение является решающим при определении роли астрономии в системе образования*» [9, с. 8]. Сейчас, по нашему мнению, ситуация изменилась принципиально.

Астрономия в школах России перестала быть обязательным предметом в 1991 г. В 2017 г. принадлежащее ей по праву место вернули, но оказалось, что сам предмет изменился настолько, что перестал в это место вписываться. За это время было открыто и увязано с экзотическими формами материи (темная материя, темная энергия) ускоренное расширение Вселенной. Бурно развивалась релятивистская астрофизика (черные дыры, гравитационное микролинзирование, гравитационные волны). Практически с нуля возникла теория эволюции галактик, основанная на факте присутствия сверхмассивных черных дыр в галактических ядрах. В 1995 г. была открыта первая

планета за пределами Солнечной системы, в 1999 г. — вторая, а к настоящему моменту подтверждено существование нескольких тысяч экзопланет, разнообразие астрономических характеристик, физико-химических параметров и эволюционных треков которых никакому фантасту и не снилось [10, 11].

Астрономы-исследователи могут гордиться и заказывать смокинги для нобелевских церемоний. Перед астрономами-методистами встают нелегкие вопросы: что и как со всем этим делать?

Во-первых, при сохранении традиционных методических подходов элементарно не хватит основного образовательного ресурса — учебного времени — для втискивания такого объема нового материала в 35-часовой курс.

Во-вторых, дело не только в объеме, но и в архитектуре курса, требующей кардинального пересмотра. Так анализ [12] приказа Минобрнауки о возвращении астрономии [13] показывает, что знакомство с понятием и свойствами черных дыр необходимо при изучении минимум трех разделов курса из восьми. Но для этого само понятие черной дыры и его контекст (свойства пространства-времени) должны стать одним из краеугольных камней курса, чего существующая структура последнего не допускает.

Наконец, в-третьих, многие новые темы, определяющие лицо современной астрономии, слишком сложны для изложения в школьном курсе на том уровне строгости и математической точности, который принят в традиционной методике преподавания естественнонаучных дисциплин. Движение планет и космических аппаратов вполне описывается средствами классической механики, осваиваемыми в школе. Для описания движения звезд в галактиках (с целью, например, построения ротационных кривых, анализ которых стал одним из доказательств существования темной материи) классическая механика еще работает, но ее школьного варианта уже недостаточно. То

же относится к процессам миграции экзопланет в их планетных системах [10, 11]. А черные дыры и гравитационные волны, описываются общей теорией относительности, у математического и понятийного аппарата которой не существует никакого варианта, адаптированного к школьному уровню.

Для разрешения этих проблем новой методической тактики преподавания астрономии недостаточно. Нужна новая стратегия. А стратегия предполагает постановку масштабных перспективных целей, отвечающую на фундаментальный вопрос: чего мы, в конечном счете, хотим добиться? Зачем всем изучать астрономию?

Ясную формулировку ответа на последний вопрос дает передовица «Учительской газеты», опубликованная как раз во время подготовки 506-го приказа МОН: *«Никакой другой предмет не помогает лучше и глубже осознать и определить человеку свое место в мироздании»* [14]. Но эта формулировка почти дословно совпадает с приведенным выше квалифицирующим признаком общекультурных дисциплин!

Эксперты в области преподавания астрономии дополняют и конкретизируют общий тезис о ее чрезвычайной мировоззренческой значимости рядом важных уточнений (например, [15]).

1. Пик интереса к астрономии у детей наблюдается в 5–7 лет. Поэтому лучше преподавать ее в младших и средних классах.

Важный для нас аспект этого уточнения в том, что главное для астрономии в школе, все-таки, не инструментальные компетенции (формировать которые в младшем возрасте вряд ли возможно), а общая картина мироздания.

2. Если астрономию невозможно ввести отдельным предметом в младших и средних классах, лучше интегрировать элементы астрономических знаний в предметы существующие.

Это прямое экспертное указание на то, что астрономия важна не столько сама по

себе, сколько как база и инструмент интеграции знаний о природе. А интегрированный характер учебного курса, как обсуждалось выше, с необходимостью делает его общекультурным.

3. В сознании не только школьников, но и взрослых людей (включая, увы, некоторых учителей) наука астрономия ожесточенно и далеко не всегда успешно конкурирует с псевдонаукой астрологией.

Осознанный личный выбор в пользу науки требует не только знакомства с научными знаниями, но и понимания методов и этических норм получения, проверки и использования знаний в сопоставлении с методами и ценностными установками псевдонаук и иных вненаучных форм культуры. А такого рода проблематика характерна скорее для общекультурных дисциплин.

Таким образом, на наш взгляд, современная организация преподавания астрономии и естествознания (по крайней мере, на базовом уровне) должна исходить из (пока) непривычного для естественнонаучного образования тезиса, что эти дисциплины следует рассматривать как общекультурные. Необходимы новые (по крайней мере, для естественно-математического цикла) организационные и методические подходы к построению дисциплин естественных, но при этом общекультурных. В настоящей работе сделана попытка предложить один из возможных таких подходов.

2. Проблема структурирования общекультурных естественнонаучных учебных дисциплин

Привычная организация естественнонаучной учебной дисциплины в общем воспроизводит древовидную структуру соответствующей науки, сформировавшуюся в ходе ее эволюции. Разделы разбиваются на подразделы, подразделы на темы, и так далее.

Такая организация материала порождает проблему внутрипредметных и межпред-

метных связей, наличие которых неизбежно приводит к отличию реальной содержательной структуры предметной области от формально заявляемого дерева разделов и тем [16]. В качестве примера укажем на вышеупомянутую проблему места черных дыр в школьном курсе астрономии. В науке — прототипе учебного предмета — острота проблемы отчасти сглаживается за счет глубокой специализации. Но для *общего* образования это неприемлемо даже для инструментальных дисциплин. Для дисциплин же общекультурных проблема структурирования приобретает принципиальный характер.

Общий подход к решению этой проблемы описан многими авторами [2, 6, 17–19] применительно, в основном, к естествознанию. Но основная идея вполне применима и к школьной астрономии, если рассматривать ее как общекультурный предмет. Идея состоит в том, что основные структурные элементы общекультурной дисциплины не должны иметь четко установленных «тематических» границ. Напротив, их основным свойством должна выступать максимальная связность, количество и интенсивность точек плодотворного контакта с другими элементами, и не только внутри данной дисциплины.

Единого общепринятого термина для такого рода структурных элементов пока не сложилось. Разные авторы обозначают их как «универсальные понятия» [17], «концептуальные идеи» [2], «ведущие идеи» [7], «трансдисциплинарные концепции» [19] и т.п. Что более существенно, пока не сложилось четкое определение их сути и необходимых свойств. Тем не менее, сама идея необходимости структурных элементов принципиально нового типа для построения общекультурных естественнонаучных дисциплин продолжает оставаться привлекательной и, при всей своей неоформленности, полезной для практической разработки таких дисциплин.

В работе [20] обосновано утверждение бо-

лее общего порядка: не только отдельные новые дисциплины (или обновленные «старые», как астрономия), но и перспективная образовательная система в целом должны выстраиваться как система структурных элементов нового типа — дидактических аттракторов. По определению [20], дидактический аттрактор есть проблемная область культуры (включая науку), выбираемая для освоения обучающимися и обладающая тремя обязательными свойствами (атрибутами).

Атрибут 1: субъективная привлекательность. Аттрактор должен быть привлекательным для обучающихся в силу своей актуальности, популярности или даже моды, практической полезности или даже выгоды, и т.п.

Атрибут 2: объективная притягательность. Аттрактор должен обладать системой разветвленных внешних связей с разными областями науки, а также философии, искусства, экономики, политики и других форм культуры, не исключая религию. Другими словами, от них к аттрактору должны вести многочисленные, ясно видимые и важные пути мысли и действия.

Первые два атрибута совместно объясняют выбор термина «аттрактор».

Атрибут 3: внутренняя интегрированность. Сам аттрактор должен представлять собой интегрированный комплекс взаимосвязанных разнородных, но равно важных составляющих. Элементы аттрактора — это тоже аттракторы, только, может быть, с меньшей областью притяжения и меньшим количеством связей. Стремление разложить аттрактор на элементарные дидактические единицы («первоэлементы») в лучшем случае бесплодно, а в худшем — разрушительно.

В подходе [20] образовательный процесс понимается и организуется как освоение обучающимися ряда аттракторов. Это должно позволить обучающемуся гибко варьировать индивидуальные образовательные траектории, а преподавателям и организаторам —

оперативнее и эффективнее откликаться на изменения в научных знаниях, технологиях, общественном осмыслении их значимости и пределов безопасного применения. При этом протяженность и перекрытие областей притяжения аттракторов должны в конечном итоге обеспечить освоение всего общественно необходимого культурного багажа независимо от конкретной реализации образовательной траектории.

Рассмотренное определение аттрактора и его атрибутов хорошо соответствует упомянутым в начале раздела представлениям различных авторов о структурных элементах общекультурной естественнонаучной дисциплины. Другими словами, последние — это, в общем, и есть аттракторы, только с некоторыми ограничениями, обусловленными встроенностью не в перспективную, а в существующую образовательную систему с ее ригидной структурой. Преимущество их трактовки как аттракторов заключается в достаточно четком определении сути аттрактора, описания его свойств и способа функционирования — полноценного в составе перспективной образовательной системы и ограниченного в составе системы существующей.

Подводя итог раздела, можно утверждать, что эффективная структура общекультурных естественнонаучных дисциплин, таких как естествознание и астрономия, должна представлять собой систему дидактических аттракторов. Следующая задача заключается в разработке содержания конкретных аттракторов и их методического сопровождения. Для естествознания эта задача, так или иначе, решается усилиями авторов существующих УМК. Среди фактически разработанных и предложенных к разработке аттракторов здесь можно назвать, например, «Структура естественнонаучного знания», «Эволюционная картина мира» [7], «Абиотические факторы и приспособленность к ним живых организмов» [21], «Человек как природное явление» [22], «Естественнонаучная информационная картина мира» [18].

Далее мы рассмотрим один из возможных аттракторов курса астрономии (который может пригодиться и для естествознания).

3. Проблема внеземной жизни как дидактический аттрактор

В «Обязательном минимуме» по астрономии [13] есть пункт «Проблема существования жизни во Вселенной». Удивление от его помещения в раздел «Звезды» несколько смягчается соседством с пунктом «Внесолнечные планеты», но искусственность такого построения все равно бросается в глаза. Мы полагаем, что проблему внеземной жизни (далее — ПВЖ) следует рассматривать не как вставной элемент, а как дидактический аттрактор, который, при должной методической разработке, может стать одним из краугольных камней всего курса астрономии в его общекультурной версии.

Для начала продемонстрируем, что ПВЖ отвечает определению аттрактора и обладает всеми его атрибутами. Прежде всего, она действительно есть проблема, т.е. *«объективно возникающий в ходе развития познания вопрос или целостный комплекс вопросов, решение которых представляет существенный практический или теоретический интерес»* [23]. О практическом интересе, конечно, пока говорить рано, но по масштабу теоретического интереса немногие другие проблемы могут с ней сравниться.

ПВЖ обладает бесспорной субъективной привлекательностью (**первым атрибутом** аттрактора). Мало кого из подростков (да и взрослых) оставляет равнодушным описание или, тем более, показ на экране странных инопланетных существ, пусть пока и воображаемых. Объективным мерилom популярности темы могут служить объемы продаж научно-фантастической литературы и сборы от проката таких фильмов как «Дюна» или «Аватар».

Еще более объективный индикатор — миллиардные вложения в проекты, прямо или косвенно нацеленные на поиск внезем-

ной жизни, такие как SETI (поиск внеземных цивилизаций), экспедиции межпланетных роботов (начиная с американских «Викингов», еще в 1970-х годах непосредственно на месте искавших признаки жизнедеятельности марсианских организмов), и в подготовку специалистов для всей этой деятельности. Эти затраты не окупятся ни в каком сколько-нибудь предвидимом будущем. Зачем же человечество идет на них? Ответ фундаментален: *чтобы понять себя*. Во всей Вселенной человеку интереснее всего он сам. Кто мы такие: закономерный венец творения или случайный результат игры безмерных сил Космоса [24]? Поэтому внутренний интерес человечества к ПВЖ гарантирован.

ПВЖ обладает разветвленной сетью связей с самыми разнообразными ветвями науки и культуры, т.е. **вторым атрибутом** аттрактора.

На первый взгляд, ПВЖ проходит преимущественно по ведомству биологии. Однако даже ее постановка является *междисциплинарной* проблемой. В яркой и конкретной форме это продемонстрировал известный писатель-фантаст, ученый и популяризатор науки А. Азимов в очерке «Жизнь в той ее форме, которая нам неизвестна» [25]. Будучи по научной специальности биохимиком, он сделал попытку выяснить, возможна ли жизнь на основе иной *химии*. Но еще до Азимова ставились (и тоже писателями, которые были одновременно крупными учеными) вопросы о возможности жизни на *нехимической* основе [26, 27].

Если даже не заглядывать столь далеко за границы того, что установлено более или менее достоверно, а ограничиться рамками существующей научной дисциплины «Астробиология» [28], все равно она требует привлечения методов и результатов практически всего спектра естественных наук. Например, одно из направлений астробиологии — исследование экстремофилов, реальных земных организмов, способных выживать в условиях экстремальных темпе-

ратур, давлений, химического окружения, уровней радиации... Идея в том, что если даже земная жизнь способна существовать в «космических» условиях, то есть вероятность встретиться с чем-то подобным и за пределами Земли. Для оценки этой вероятности надо «всего лишь» выяснить возможные параметры внеземной среды и возможные способы адаптации жизни к ним. Но это задача по преимуществу не биологическая, а планетологическая, т.е. геолого-химико-физико-астрономическая.

Таким образом, ПВЖ имеет разветвленные и неискоренимые взаимосвязи практически со всем корпусом естественнонаучных знаний. А как насчет связей с *гуманитарными составляющими* культуры? Да тоже все в порядке. Прямая связь ПВЖ с фундаментальным *философским* вопросом о соотношении Человека и Вселенной обсуждалась выше. Что касается связей с *искусством*, то к уже упоминавшимся мощным пластам научно-фантастических литературы и кинематографа, сюжеты которых опираются на особенности форм внеземной жизни, можно добавить произведения фантастической живописи, а также дизайн соответствующих компьютерных игр.

ПВЖ имеет важные *этические, политические* и даже *юридические* аспекты не только умозрительные, но и вполне практические, которые учитывают при управлении межпланетными аппаратами [29]. А острым отношениям между ПВЖ и *религиозными* представлениями уже многие сотни лет, и они продолжают оставаться все такими же актуальными и дискуссионными [30, 31].

Итак, первыми двумя атрибутами аттрактора ПВЖ обладает в полной мере. Осталось выяснить, можно ли сказать то же о **третьем атрибуте** — внутренней интегрированности? Ответ: да, и это немедленно демонстрирует любая попытка конкретной методической разработки ПВЖ. Так, если начинать даже не с проблемы определения жизни, а с более простого и практически-го вопроса о том, где именно имеет смысл

искать внеземную жизнь, сразу возникает *комплекс* взаимосвязанных вопросов разнородной дисциплинарной принадлежности.

В рамках одного из вариантов гипотезы *панспермии*, рассматривавшегося еще С. Аррениусом, семена жизни могут присутствовать непосредственно в космическом пространстве, перемещаясь в нем под действием давления звездного света. У этой идеи с полдюжины очевидных аспектов — разнородных, взаимосвязанных и равно необходимых для обоснованного суждения о гипотезе в целом.

Другая вполне научная гипотеза предлагает искать следы внеземной жизни в метеоритах, таких как «марсианский метеорит» ALH84001, в котором в 1990-е годы были обнаружены включения, по форме и химическому составу похожие на окаменевшие микроорганизмы. Понимание сути этого факта, оставившего заметный след в общечеловеческой культуре (его публичную презентацию открывал лично президент США), и его адекватная оценка требуют: знания того, что такое метеориты в иерархии небесных тел; представления об устройстве Солнечной системы и траекториях движения ее членов; владения основами космонавтики; представления о радиометрических методах датировки древних образцов; знания основ геохимии, органической химии и химии живого и т.д.

Если же, как принято в современной астробиологии, сузить ПВЖ до поиска возможных местообитаний жизни земного типа, использующей в качестве субстрата конденсированную среду (твердую поверхность планеты, объем океана или плотной атмосферы), мы сразу же сталкиваемся с вопросом: а какими *в принципе* могут быть физико-химические свойства реальных субстратов? Это вопрос о свойствах планет (и их спутников). Поскольку на данный момент внесолнечных планет известно уже на порядок больше, чем всех планет и спутников в Солнечной системе [11], ответа следует основывать, прежде всего, на данных

по экзопланетам. Понимание и оценка этих данных требуют ознакомления с космогонией, небесной механикой, геологией, геохимией, физикой фазовых превращений и т.д. При этом надо отметить ошеломительность разнообразия и экстремальность физики и химии экзопланет. Чего стоят только разговоры об алмазных или железных дождях или об океанах глубиной в тысячи километров [10]!

Возможность возникновения и существования внеземной жизни в тех формах, которые мы можем представить, сильно зависит от характеристик звезды (звезд), вокруг которой (которых) обращается гипотетический носитель жизни. Это естественным образом включает в аттрактор «Внеземная жизнь» звездную астрономию, астрофизику и космогонию. Наконец, последним (по порядку, но не по значению) аргументом в пользу имманентной внутренней интегрированности ПВЖ назовем необходимость тесной увязки эволюционной истории жизни и ее абиотического окружения.

Подводя итог разделу, можно утверждать, что ПВЖ в полной мере является дидактическим аттрактором с областью притяжения, покрывающей значительную часть традиционной предметной области школьного курса астрономии. Однозначно за ее пределами оказывается разве что релятивистская астрономия. На основании аналогичного обсуждения можно также показать, что аттрактор ПВЖ, при условии более широкого развертывания биологических и экологических аспектов, можно использовать и как элемент структуры курса естествознания.

Методика использования аттрактора «Внеземная жизнь» в преподавании общекультурных естественнонаучных дисциплин будет рассмотрена во второй части работы.

Литература

1. Ильченко В.Р. Эволюция естественнонаучной картины мира. Факультатив // Физика в школе. Сборник нормативных документов. — М.: Просвещение, 1987. — С. 159–165.
2. Суравегина И.Т., Иванова Р.Г. Идеи и структура интегрированного курса «Естествознание» (V–VII классы) // Химия в школе. 1990. № 6. С. 42–46.
3. Хрипкова А.Г., Мяжкова А.Н., Калинова Г.С. Создание интегрированного курса — объективная необходимость // Биология в школе. 1990. № 1. С. 48–50.
4. Свиридов В.В. Место курса «Естествознание» в средней школе // Вестник Российского университета Дружбы народов. Серия «Фундаментальное естественнонаучное образование». 1997. № 3(1–3). С. 211–213.
5. Свиридов В.В., Гольдфарб М.В. Гуманитарная природа курса «Естествознание» сквозь призму требований ФГОС // Физика в школе. 2016. № S3. С. 79–84.
6. Тарасов Л.В. Необходимость перестройки преподавания естественных предметов на основе интегративно-гуманитарного подхода // Физика в школе. 1989. № 4. С. 32–44.
7. Алексашина И.Ю. Естествознание. Методика преподавания. 10 класс. — М.: Просвещение, 2017. — 223 с.
8. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Учебник для 10 класса. — М.: Просвещение, 1983. — 143 с.
9. Левитан Е.П. Методика преподавания астрономии в средней школе. — М.: Просвещение, 1965. — 227 с.
10. Таскер Э. Фабрика планет: Экзопланеты и поиск второй Земли. — М.: Альпина нон-фикшн, 2019. — 486 с.
11. Homer J. et al. Solar System Physics for Exoplanet Research // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 2020. V. 132:102001. 115 pp.
12. Глуценко Н.В. Методические особенности представления темы «Черные дыры» в школьном (базовом) курсе астрономии. Выпускная квалиф. работа бакалавра по напр. 44.03.05 Педагогическое образование. — Воронеж: Воронежский гос. педагогич. ун-т, 2018. — 57 с.
13. О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного обще-

го и среднего (полного) общего образования, утвержденный приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. N 1089: Приказ Минобрнауки России от 07.06.2017 № 506. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71597416/>.

14. Звезда на ладони. *Per aspera ad astra!* // Учительская газета. 2017. № 6 (7 февраля). — URL: <https://ug.ru/zvezda-na-ladoni-per-aspera-ad-astra/>.

15. Страна, которая первой вышла в космос, не может не изучать в школе астрономию // Астровывзов. — Казанский федеральный университет, 2017. — URL: <https://astrochallenge.kpfu.ru/strana-kotoraya-pervoj-vyshla-v-kosmos-ne-mozhet-ne-izuchat-v-shkole-astronomiyu/>.

16. Свиридов В.В., Кочукова М.В. Структурирование предметной области на основе системного подхода // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2017. Т. 274. № 1. С. 92–97.

17. Пентин А.Ю. Непрофильные предметы в профильной школе: естественные науки для «пользователя» // Интернет-журнал «Эйдос». 2003. 17 апреля. — URL: <http://www.eidos.ru/journal/2003/0417-01.htm>.

18. Свиридов В.В., Свиридова Е.И. Концепции современного естествознания: Учеб. пособие для вузов. — М.: Изд-во «Юрайт», 2018. — 358 с.

19. Суханов А.Д., Голубева О.Н. Концепции современного естествознания. — М.: Агар, 2000. — 451 с.

20. Свиридов В.В., Свиридова Е.И. Перспективная образовательная система как сеть аттракторов // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2021. Т. 6. № 5. С. 760–768. — URL: <https://www.gramota.net/materials/4/2021/5/5.html>.

21. Габриелян О.С., Сладков С.А. Естествознание. 10–11 классы. Рабочие программы. — М.: Дрофа, 2013. — 112 с.

22. Мансуров А.Н., Мансуров Н.А., Пентин А.Ю. Естествознание. Базовый уровень: программа для старшей школы : 10–11 классы. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 80 с.

23. Проблема // Новая философская энциклопедия: т. 3. — М.: Мысль, 2010. — С. 356.

24. Шкловский И.С. О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной // Вопросы философии. 1976. № 9. С. 80–93.

25. Азимов А. Жизнь в той ее форме, которая нам неизвестна // В кн. Азимов А. Вид с высоты. — М.: Мир, 1965. — С. 52–66.

26. Кларк А. Из солнечного чрева // Кларк А. Солнечный ветер. — М.: Изд-во Эксмо, 2002. — С. 208–214.

27. Хойл Ф. Черное облако // Сборник НФ. Выпуск № 4. — М.: Знание, 1966. — С. 8–203.

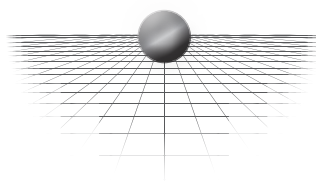
28. Астробиология // Большая Российская энциклопедия, 2004. — URL: <https://bigenc.ru/physics/text/4024457>.

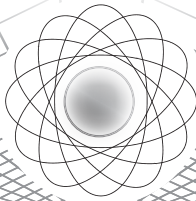
29. Хавина Е. 13 теорема этики. Правила поведения в космосе // За науку. 2018. № 3(1954). С. 46–49.

30. Круглый стол «Православие о внеземной жизни» // Азбука веры. — URL: <https://azbyka.ru/pravoslavie-o-vnezemnoj-zhizni#1>

31. Сакун О. Трудные вопросы: инопланетяне // Vatican News. 2015. — URL: <https://www.vaticannews.va/ru/world/news/2020-05/trudnye-voprosy-inoplanetyane.html>.

Дата поступления рукописи (Received): 12.04.2022.
Опубликовано (Published): 16.11.2022.





К ЮБИЛЕЮ

FOR THE JUBILEE



К юбилею Лидии Александровны Бордонской

12 ноября 2022 года исполняется 75 лет со дня рождения доктора педагогических наук, профессора Забайкальского государственного университета Лидии Александровны Бордонской. Интерес к людям, огромный запас знаний и широта взглядов, преданность делу и духу физического образования, трепетное отношение к истории, честь и достоинство — вот основные черты этого замечательного человека.

Лидия Александровна с золотой медалью окончила школу в Чите и с отличием физико-математический факультет Читинского государственного педагогического института им. Н.Г. Чернышевского.

В очной аспирантуре Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина она под руководством С.Е. Каменецкого занималась исследованием проблем изучения электродинамики в средней школе и в 1976 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме: «Электромагнитное поле в курсе физики 9 класса». В работе был предложен новый дедуктивный подход к изучению электродинамики, согласно которому учебный материал разворачивался от общего к частному, раздел «Основы

электродинамики» строился на базе понятия электромагнитного поля и представления электрического и магнитного полей как проявлений единого электромагнитного поля. Новаторские идеи С.Е. Каменецкого и Л.А. Бордонской нашли отражение в школьных учебниках и вузовских учебных пособиях, публикациях научно-методического журнала «Физика в школе».

После защиты кандидатской диссертации Лидия Александровна основала и поддерживает центр методической и педагогической науки в Забайкалье.

Она всегда была убеждена в том, что непременным условием успешности профессиональной деятельности является сочетание педагогической и научной работы. Еще с конца 70-х гг. Лидия Александровна увлеклась вопросами общекультурного содержания науки физики. Увидев и осознав негативные последствия разрыва между естественнонаучной и гуманитарной компонентами культуры, она начала активную работу по его ликвидации в содержании образования. Результатом многолетней плодотворной работы явилось опубликованное в 1997 г. уникальное учебное посо-

бие «Физические задачи общекультурного содержания», которое содержит не только теоретико-методические замечания о физических задачах общекультурного содержания, но и представляет собой сборник задач, раскрывающих взаимосвязи физической науки с различными сферами человеческой деятельности.

Лидия Александровна за время своих исследований масштабно рассмотрела проблему общекультурной составляющей физической науки как важнейшего элемента содержания современного физического образования и в 2002 г. под руководством профессора С.Е. Каменецкого в Московском педагогическом государственном университете защитила докторскую диссертацию по теме «Теория и практика отражения взаимосвязи науки и культуры в школьном физическом образовании и подготовке учителя физики». Научная новизна и теоретическая значимость ее исследования состоит в том, что была разработана концепция отражения взаимосвязи науки и культуры в современном физическом образовании и подготовке учителя физики.

Л.А. Бордонская всегда занимает активную жизненную позицию. В разные годы она являлась деканом физического факультета Читинского государственного педагогического института им. Н.Г. Чернышевского (1983–1987 гг.), заведующей кафедрой физики, теории и методики обучения физике (1997–2004 гг.), директором Научно-исследовательского института развития образования (2003–2008 гг.). Долгие годы была членом совета факультета, секретарем Ученого Совета университета, с 2009 г. работала заместителем председателя редакционного совета журнала «Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского». С 1996 г. и по настоящее время Лидия Александровна руководит научно-исследовательской лабораторией по проблемам высшей школы. Она читает многочисленные учебные курсы,

является руководителем магистерских программ, научным руководителем аспирантов (с 1994 г.) и докторантов (с 2007 г.). Под ее руководством выполнено и защищено 10 кандидатских и 2 докторские диссертации.

Высокая квалификация и преданность науке снискали Л.А. Бордонской заслуженный авторитет и уважение коллег. В разные годы она являлась членом учебно-методической комиссии по физике учебно-методического объединения по специальностям педагогического образования Министерства образования и науки РФ; членом Зонального Совета преподавателей физики, методики физики, астрономии и общетехнических дисциплин педвузов Урала и Сибири; членом Сибирского регионального научно-методического Совета Министерства образования и науки РФ по дисциплине «Концепции современного естествознания»; входила в состав редакционного совета журнала «Наука и школа» (журнал ВАК). В настоящее время является членом редколлегии журнала «История науки и техники» (журнал ВАК).

Результаты научной деятельности Л.А. Бордонской отражены в многочисленных публикациях (свыше 190). Это статьи, программы, методические рекомендации и пособия, учебники для школы и ВУЗа.

Заслуги этого замечательного педагога перед образованием были по достоинству оценены педагогической общественностью. Она имеет награды: знак отличия «Отличник народного просвещения»; почетные звания — «Почетный работник высшего профессионального образования России», «Знак почета университета (Забайкальский государственный педагогический университет им. Н.Г. Чернышевского)», «Почетный профессор Забайкальского государственного университета»; медаль «За заслуги перед Читинской областью».

Редакция журнала «Физика в школе» поздравляет Лидию Александровну и желает ей всего самого наилучшего, надеется на дальнейшее сотрудничество.

К поздравлениям редакции присоединяются многочисленные коллеги.

Глубокоуважаемая Лидия Александровна!

Коллектив кафедры теоретической физики и методики преподавания физики Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева сердечно поздравляет Вас с юбилеем!

Ваш день рождения дает нам замечательный повод подчеркнуть Ваши достоинства и достижения. Доктор педагогических наук, профессор, Вы являетесь автором многих научно-методических статей, учебников, учебных пособий, которые имеют заслуженный успех и получили широкую известность. Ваша научно-педагогическая деятельность многогранна: это — преподавательская деятельность по обучению студентов, повышению квалификации учителей физики и огромная работа в качестве научного руководителя аспирантов и докторантов. Вы обладаете редким сочетанием знаний, способом мышления физика и интуицией талантливого педагога. В кандидатской диссертации Вами разработана методика изучения электродинамики, одного из трудных для учащихся разделов школьного курса физики и основного понятия этого раздела — электромагнитного поля.

Докторская диссертация явилась подтверждением необходимости, целесообразности и возможности включения общекультурной составляющей науки физики в содержание подготовки будущего учителя физики. Эта идея направлена на преодоление противостояния и разобщенности естественнонаучной и гуманитарной культур. Вами предложены несколько путей модернизации учебных курсов. Это насыщение изучаемого материала гуманитарной информацией; корректировка содержания по ходу изучения соответствующих вопросов в логике рассмотрения основного учебного материала; специфические включения, вставки в занятия, так называемые «гума-

нитарные паузы»; выделение обобщающих тем общекультурного содержания на заключительном этапе обучения. Вами разработаны варианты конкретных учебных курсов, в которых отражены взаимосвязи науки и культуры: «Концепции современного естествознания», «Естественнонаучные методы в гуманитарных исследованиях», «Физические задачи общекультурного содержания». В этом особом классе задач раскрыты взаимосвязи науки и культуры, приведены описания физических явлений и процессов в самых разных ситуациях: в живописи, литературе, искусстве, строительстве, природе, технике, бытовой деятельности, предложены варианты специальных дидактических средств, конкретизированы методы и приемы, позволяющие раскрыть общекультурную составляющую науки физики.

Вся Ваша жизнь связана с Забайкальским государственным университетом, коллеги которого знают Вас как вдумчивого ученого, талантливого руководителя. Нас, бывших аспирантов и докторантов, до сих пор связывает кафедра теории и методики обучения физике им. А.В. Пёрышкина в Московском педагогическом государственном университете, коллеги которой и наш замечательный научный руководитель Самуил Ефимович Каменецкий дали нам «путевку» в дальнейшую жизнь.

Мы искренне благодарны Вам за неоценимую помощь и поддержку при защите кандидатских и докторских диссертаций, выполненных соискателями нашей кафедры.

Дорогая Лидия Александровна! Искренне желаем Вам долголетия, крепкого здоровья, благополучия и неугасающего интереса, вдохновения в деле обучения студентов, научного руководства аспирантами и докторантами.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ФИЗИКА В ШКОЛЕ» В 2022 ГОДУ**СЛОВО ОБ УЧИТЕЛЕ**

Петрова Е.Б., Федорова Н.Б., Кузнецова О.В. К 120-летию со дня рождения А.В. Перышкина, № 5, с. 3.

СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ

Смык А.Ф. Вклад Г.Г. Де-Метца в развитие физического образования в России (1890–1930 гг.), № 3, с. 3.

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ

Разумовская И.В., Шаронова Н.В., Прангишвили М.Э., Соловьева Т.А. Атомные подводные лодки, № 2, с. 3.

Редчина Д.И., Голованова А.В., Наумов А.В. Почетный профессор МПГУ Нобелевский лауреат У.Э. Мёрнер принял участие в фестивале NAUKA 0+, № 2, с. 13.

Смирнова Л.Н., Кудрявцев В.В. Актуальные и современные направления в физике элементарных частиц, № 7, с. 3.

Смирнова Л.Н., Кудрявцев В.В. Коллайдер LHC — грандиозный инструмент XXI века, № 1, с. 3.

Смирнова Л.Н., Кудрявцев В.В. Стандартная модель и бозон Хиггса, № 6, с. 3.

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ

Антонова Н.А. Курсы повышения квалификации для учителей физики по формированию читательской грамотности обучающихся, № 4, с. 18.

Антонова Н.А. Формирование читательской грамотности при обучении физике в рамках подготовки в PISA, № 7, с. 19.

Анурин А.С. Способы формирования понятия «симметрия» на уроках естествознания в старшей школе, № 4, с. 14.

Белоусов А.А. Роль измерений на практических занятиях по естествознанию, № 1, с. 21.

Кабардин О.Ф., Кабардина С.И. И снова о законе Архимеда, № 6, с. 20.

Крутова И.А., Стефанова Г.П., Кириллова Т.В. Экспериментальные исследования учащихся по «открытию» физических законов, № 5, с. 12.

Масленникова Ю.В., Фаддеев М.А., Зворыкин И.Ю. Экспериментальные задачи по курсу «Геометрическая оптика», № 4, с. 7.

Нестеров В.П. Диагностика способностей обучающихся, одаренных в области физики, для построения индивидуальных образовательных траекторий, № 7, с. 14.

Никифоров Г.Г., Сауров Ю.А. Деятельность с экспериментальными задачами для формирования мышления и мировоззрения, № 1, с. 13.

Парфентьева Н.А. Интегрирование наук, № 3, с. 13.

Парфентьева Н.А., Домбровский И.А., Панфилова М.И. Связь физики и химии — единство и различие. Межпредметные связи, № 4, с. 3.

Сауров Ю.А., Рублев А.И. Лабораторное исследование явления действия жидкости на погруженное в нее тело (закон Архимеда), № 2, с. 17.

Филиппов В.В., Манаенкова О.А. Методические аспекты выполнения заданий ЕГЭ по физике: раздел «Механика», № 8, с. 9.

Чулкова Г.М., Елантьев А.И. Как образуется радуга? № 6, с. 31.

Шалденков Н.Ю., Комаров Б.А., Костицын Д.Р., Сбоева А.В. Обучение основам общеориентировочного анализа условия физической задачи, № 6, с. 12.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бордонская Л.А., Игумнова Е.А., Серебрякова С.С. Образовательное событие интегрированного характера — научное шоу «Создай атмосферу» (онлайн-формат), № 6, с. 38.

Гурьянов И.А., Мартемьянова Т.Ю. Закон Архимеда на уроках физики и школь-

ных олимпиадах: от простого к сложному, № 2, с. 25.

Касерес М.О., Кривенко И.В., Исприян С.Р. Особенности исследовательских проектов в профильном и базовом сегментах физики, № 5, с. 19.

Лебединцев В.Б., Минова М.В. Совместное изучение по технологии переформулирования вопросов, № 8, с. 16.

Солдатенков М.Д., Чулкова Г.М. О подходах к реализации экспериментальной деятельности по физике, № 7, с. 28.

Стефанова Г.П., Ракин Г.В. Обучение школьников общему подходу изучения процессов передачи и обработки информации с применением технических устройств на уроках физики, № 3, с. 19.

Хинич И.И., Родионов Д.С., Пронин В.П., Попова И.О. Технологии дистанционного зондирования Земли при выполнении ученических исследовательских проектов, № 2, с. 30.

Хусравбеков Л.Д. Разработка качественного инструмента для педагогических измерений, № 8, с. 27.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Латипов З.А., Сабинова Ф.М. Использование технологии визуализации для формирования умения решать задачи при изучении темы «Волновая оптика», № 2, с. 20.

Ловягин С.А. Развитие цифровой грамотности на уроках физики, № 8, с. 33.

Кабанова Л.А., Кабанов С.В. Использование компьютерного моделирования на уроках физики как метод развития аналитического мышления учащихся, № 8, с. 41.

Никитина Т.В. Цифровые навыки учителя физики в школьном физическом эксперименте, № 5, с. 28.

Очков В.Ф. Комета 1812 года: проверим алгеброй гармонию, № 1, с. 26.

Очков В.Ф. Маятник-сердце, № 6, с. 46.

Очков В.Ф. Сказка о зайце и геометрической оптике, № 4, с. 26.

Степанов С.В., Артамонов Ю.В., Пичугин С.В., Муренцов С.В. Моделирова-

ние процессов микромира с использованием инновационных технологий, № 7, с. 35.

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ

Алексеев Б.Ф. Творческий подход к решению задач, № 2, с. 44.

Казакова Е.Л., Мошкина Е.В., Сергеева О.В. Особенности решения задач при наличии сил трения, № 2, с. 47.

Лозовская Л.Б., Морозов О.А. К вопросу о решении задач на мостовые схемы по теме «Постоянный электрический ток», № 1, с. 51.

Мукушев Б.А. Пути использования метода анализа размерностей при обучении физике, № 7, с. 42.

Мукушев Б.А., Нуркасымова С.Н. Метод «от противного» как способ решения физических задач на доказательство, № 3, с. 40.

Сабинова Ф.М., Имамова А.М. Использование метода ключевых ситуаций при обучении решению задач по физике в VIII классе (на примере темы «Тепловые явления»), № 6, с. 55.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Бауэр А.В., Бобылев Ю.В., Грибков А.И., Романов Р.В. Криволинейное распространение света: натурные эксперименты, компьютерное моделирование, математическая теория и их использование в обучении, № 5, с. 35.

Жакин С.П. Генератор медленных электрических колебаний на транзисторе, № 4, с. 42.

Жакин С.П., Рогова И.Н. Прибор для изучения законов динамики вращательного движения твердых тел, № 1, с. 33.

Казакова Ю.В. Штормглас, или Идея одного проекта, № 2, с. 42.

Кузьминых И.Г. Экспериментальная работа «Измерение влажности воздуха». X класс, № 2, с. 36.

Лекомцев Д.Г. Батарея для лабораторных работ по электродинамике со звуковым извещением о коротком замыкании, № 7, с. 49.

Майер В.В., Варакина Е.И. Демон-

страционные опыты перед изучением основ специальной теории относительности, № 3, с. 29.

Мартемьянова Т.Ю. Экспериментальный подход к изучению числа Пифагора в контексте научно-практического образования школьников, № 1, с. 44.

Мишинский А.Ю., Барышников С.В. Творческий подход к проведению физического эксперимента на примере изучения закона сохранения энергии при ударе, № 1, с. 40.

Мишинский А.Ю., Шкарина О.М. О наблюдении дифракции света в домашних условиях, № 8, с. 46.

Саулевич Ф.А., Ситникова Ж.А. Использование химических датчиков в учебной лаборатории, № 5, с. 51.

Семенищев В.С. О возможности проведения в школе лабораторных занятий по теме «Радиоактивность», № 3, с. 36.

Ханнанов Н.К., Ханнанов М.Н. Решеточные спектрометры для физического практикума и исследовательской деятельности в школе, № 4, с. 30.

Чулкова Г.М., Ломакин А.И. Модельное исследование жесткого диска, № 5, с. 45.

ШКОЛА–ВУЗ

Леонова Н.А. Исторические традиции физического образования школьников в современных условиях, № 3, с. 27.

АСТРОНОМИЯ

Каирова М.А. Методические особенности преподавания современного курса астрономии в школе, № 2, с. 55.

Королев М.Ю. Реликтовое излучение от COBE до WMAP и «Планка», № 3, с. 52.

Королев М.Ю. Реликтовое излучение: современные исследования с помощью наземных телескопов и перспективы на будущее, № 6, с. 59.

Кузнецова И.В., Прохоров М.Е. Развитие исследовательских навыков учащихся в новой практической работе по физике на базе открытых научных данных, № 3, с. 44.

Петрова Е.Б., Каргаполова А.М., Трифонов В.А., Трифонова М.А. Использование интернет-ресурсов для создания лабораторных работ по астрономии, № 4, с. 48.

Попова Т.Н. Измерение времени: от древности до наших дней, № 4, с. 54.

Прозаровская Л.А. К вопросу об экспериментальном исследовании уровня правовой компетентности учителя астрономии при обучении в системе дополнительного профессионального образования, № 7, с. 52.

Прозаровская Л.А. Правовая компетентность учителя астрономии в современной школе, № 5, с. 56.

Свиридов В.В., Свиридова Е.И., Степанова Е.С. Проблема внеземной жизни как дидактический аттрактор в преподавании астрономии и естествознания, № 8, с. 50.

Соколов А.С., Бобырев А.Н., Неделько С.А., Царьков И.С. Школьный радиотелескоп, № 3, с. 59.

Шатовская Н.Е. Астрономический турнир как форма организации учебно-исследовательской работы школьников, № 1, с. 56.

К ЮБИЛЕЮ

Исаев Д.А. Научная школа Наталии Сергеевны Пурьшевой, № 4, с. 61.

НАМ ПИШУТ

Акопов В.В. О двух формулах зависимости магнитного сопротивления контура от числа витков, № 7, с. 62.

Михалицын Дм.Дм. Индуктивность в цепи переменного тока, № 1, с. 63.

Старшов М.А. Задача Нового года, № 3, с. 39.

Старшов М.А. Спиннер-гирокосп, или Волчок без оси, № 2, с. 63.

ПЕРСОНАЛИИ

Сауров Ю.А. И.И. Нурминский: память об ученом и человеке... № 7, с. 59.

Мельников Р.А., Саввина О.А. Академик Николай Геннадиевич Басов (к 100-летию юбилею со дня рождения), № 8, с. 3.



Всероссийский фестиваль науки Наука 0+

Фестиваль открыт и доступен для всех. Его мероприятия можно посещать всей семьей, классом, курсом. Такая многоцелевая аудитория и разносторонняя направленность подразумевает особый стиль такого мероприятия. Поэтому его организация принципиально отличается от любых других известных форматов популяризации науки — выставок, конференций, лекториев, экскурсий, конкурсов, дней открытых дверей и т.д. Фестиваль науки уникален: он включает в себя почти все перечисленные формы общения с большой аудиторией.

На фестивале создается праздничная атмосфера, которая должна подчеркивать значимость прикосновения к науке, к знаниям. А самое главное, он позволяет любому человеку стать полноправным участником событий. Этого добиваются тем, что все представленные на выставках экспонаты интерактивны: их можно не только посмотреть и потрогать, но и самостоятельно испробовать их в действии. При проведении дискуссии включиться в нее может любой желающий. Научные опыты для школьников, как правило, проходят в игровой форме.

Важным элементом фестивалей является конкурс «Ученые будущего», на котором юные исследователи из всех регионов демонстрируют плоды своей интеллектуальной деятельности.



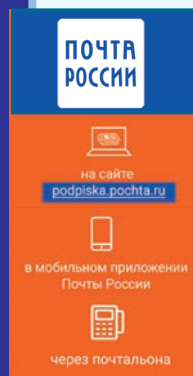
Фото на обложке: участники конкурса «Ученый будущего — 2022»

ПОДПИСКА 2023. I 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 • БиблиоШкола – biblioclub.ru • Знаниум – znanium.com

- 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, 2022, № 8, 1–64

ISSN 0130-5522

