

# ФИЗИКА

ISSN 2077-0049  
ИЗДАЕТСЯ С 1992 г.  
№ 3 (969)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
fiz.1september.ru

## № 3

«Я иду на урок», 11 кл.

Ядерная физика

с. 6

Законы Ома и Джоуля–Ленца

с. 11

Графики в курсе физики

с. 45

*21 марта – день  
весеннего равноденствия,  
начало астрономической  
весны*

Актуальные проблемы  
преподавания:  
целеполагание, планирование,  
конструирование...

с. 21

Термометр Галилея

с. 53



издательский  
дом  
1september.ru

## Первое сентября

март  
2015

Подписка на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru) или по каталогу «Почта России»: 79147 (бумажная версия); 12757 (CD-версия)

## ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Английский язык – А.Громушкина,

Библиотека в школе – О.Громова,

Биология – Н.Иванова,

География – и.о. А.Митрофанов,

Дошкольное образование – Д.Тюттерин,

Здоровье детей – Н.Сёмина,

Информатика – С.Островский,

Искусство – О.Волкова,

История – А.Савельев,

Классное руководство

и воспитание школьников – М.Битянова,

Литература – С.Волков,

Математика – Л.Рослова,

Начальная школа – М.Соловейчик,

Немецкий язык – М.Бузова,

ОБЖ – А.Митрофанов,

Русский язык – Л.Гончар,

Спорт в школе – О.Леонтьева,

Технология – А.Митрофанов,

Управление школой – Е.Рачевский,

Физика – Н.Козлова,

Французский язык – Г.Чесновицкая,

Химия – О.Блохина,

Школа для родителей – Л.Печатникова,

Школьный психолог – М.Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ДОМ «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Зарегистрировано ПИ № ФС77-58440 от 25.06.14  
в Роскомнадзоре

Подписано в печать: по графику 10.12.14,  
фактически 10.12.14. Заказ №

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая  
типография», филиал «Чеховский Печатный  
Двор» Ул. Полиграфистов, д. 1, Московская  
область, г. Чехов, 142300; сайт: www.chpd.ru;  
e-mail: sales@chpk.ru; факс: 8 (496) 726-54-10,  
8 (495) 988-63-76

Электронные публикации рецензируются,  
но не оплачиваются. Подробнее см.  
Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте  
журнала <http://fiz.1september.ru> в разделе  
Правила для авторов публикаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ  
И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: [1september.ru](http://1september.ru)

## МЕТОДИКА

4–5



Н.А. Плужникова  
Электронная поддержка  
элективного курса

## КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

6–9



А.А. Шмырёв  
Физика атомного ядра,  
11 кл.

11–12



Н.В. Лешкевич  
Описание электрических  
цепей с помощью законов  
Ома и Джоуля–Ленца, 11 кл.

## ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ

9–10

С.Г. Коскокова  
О некоторых проблемах  
школьных учебников

## ЭКСПЕРИМЕНТ

13–15

Н.В. Брендина  
Цифровая лаборатория  
позволяет повысить  
качество урока физики

53–59

М.А. Бражников  
Термометр Галилея –  
забава или научный  
прибор?

## ПОРТФОЛИО

16–19



О.М. Заборьева  
Нашему городу 60 лет!!!



К материалам, обозначенным  
этим символом,  
см. электронные дополнения  
в своём Личном кабинете  
на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru).

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

21–29

С.Я. Ковалева  
Актуальные проблемы  
преподавания физики в условиях  
реализации ФГОС ООО:  
целеполагание, планирование,  
конструирование: Лекция 1

60



Рефераты электронных  
публикаций

## АСТРОНОМИЯ

30, 31  
34, 35

Проф. В.М. Чаругин  
Звёздное небо в апреле

## И ШКОЛЬНИКУ, И УЧИТЕЛЮ, И...

32–33

К.Ю. Богданов  
Физика вам в помощь...

36–37

У нас в гостях журнал  
«Квантик»: Почему птицы не  
глохнут?  
А.С. Бердников

37



Л.В. Пигалицын  
Новости науки и техники

38

Н.Д. Козлова  
«ЕГЭ» по-американски

## АБИТУРИЕНТУ

39–41

В.П. Демков, В.В. Озолин,  
Г.Э. Солохина  
Российская аэрокосмическая  
олимпиада школьников по  
физике-2014

42–44

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ  
С.В. Дворянинов,  
проф. З. Краутер  
Что такое моделирование

45–52

А.М. Рейман  
Графики в курсе физики

## ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Уважаемые подписчики бумажной версии журнала!

Дополнительные материалы к номеру и электронная версия журнала находятся в вашем Личном кабинете на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

Для доступа к материалам воспользуйтесь, пожалуйста, кодом доступа, вложенным в январский номер журнала (№ 1/2015).

Срок действия кода с 1 января по 30 июня 2015 года.

Для активации кода:

• Зайдите на сайт [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

• Откройте личный кабинет (зарегистрируйте, если у вас его ещё нет)

• Введите код доступа и выберите своё издание

Справки: [podpiska@1september.ru](mailto:podpiska@1september.ru) или через службу поддержки на портале «Первого сентября»





## РЕДАКЦИЯ:

**Главный редактор:**  
Нана Дмитриевна  
Козлова  
8-919-104-5657

**Консультанты:**  
И.Д. Воронова,  
В.А. Козлов,  
Н.Ю. Милюкова,  
Т.А. Соловейчик,

**Корреспонденты:**  
Е.В. Гуденко  
Ж.В. Чопорова

**Дизайн макета:**  
И.Е. Лукьянов  
**Корректурa и набор:**  
И.С. Чугреева

**Вёрстка:**  
Д.В. Кардановская

Иллюстрации: Фотобанк Shutterstock,  
если не указано иное

Журнал распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 18 000 экз.

Тел. редакции: **(499) 249-2883**

E-mail: **fiz@1september.ru**

Internet: **fiz.1september.ru**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Н.Д. Козлова** – председатель, **Л.Э. Генденштейн** (к.ф.-м.н., ИСМО РАО), **М.Д. Даммер** (проф., д.п.н., ЧГПУ, г. Челябинск), **М.Ю. Демидова** (д.п.н., МЦКО, г. Москва), **В.Г. Довгань** (проф., к.в.н., член РАКЦ и АМТН, чл.-корр. МИА, г. Москва), **А.Н. Крутский** (проф., д.п.н., АГПА, г. Барнаул), **Б.И. Лучков** (проф., д.ф.-м.н., НИЯУ МИФИ, г. Москва), **В.В. Майер** (проф., д.п.н., ГГПИ, г. Глазов), **Н.С. Пурешева** (проф., д.п.н., МПГУ, г. Москва), **Ю.А. Сауров** (проф., д.п.н., чл.-корр. РАО, ВятГПУ, г. Киров), **А.Л. Стасенко** (проф., д.ф.-м.н., МФТИ, г. Жуковский), **А.А. Шаповалов** (проф., д.п.н., АГПА, г. Барнаул), **О.А. Яворук** (проф., д.п.н., ЮГУ, г. Ханты-Мансийск, ХМАО).

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Н.Д. Козлова** (председатель, к. т. н.), **Л.П. Алексеева** (к. ф.-м. н.), **М.А. Бражников** (ИХФ РАН), **В.А. Грибов** (к.ф.-м.н., МГУ им. М.В. Ломоносова), **С.Я. Ковалева** (зам. гл. редактора, к.п.н., МБОУ ВПО АСОУ МО), **Л.В. Пигалицын** (Нар. учитель России, МБОУСОШ № 2 с УИПФМЦ, г. Дзержинск), **В.М. Чаругин** (д.ф.-м.н., проф. МПГУ, действительный член РАКЦ).

## ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

**Почта России:**  
бумажная версия – **79147**  
CD-версия – **12757**

## ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: **(499) 249-4758**  
E-mail: **podpiska@1september.ru**

## С днём 8 марта, коллеги!



Лоуренс Альма-Тадема (*Lawrence Alma-Tadema*, 1836—1912). Ожидания. 1885

Кто может чуду приказать: Свершись! –  
От собственного крика холодея?  
Мне кажется, я жду уже всю жизнь.  
Мне кажется, я жду почти с рожденья.  
Я буду ждать до самого конца.  
Я буду ждать за смертью и за далью.  
Во мне стучат сестёр моих сердца,  
Сестёр по жизни и по ожиданью.  
В этот час миллионы моих незнакомых сестёр,  
Ничего не сказав, никому и ни в чём не покаюсь,  
Ожидают мгновенья взойти на костёр,  
На костёр настоящей любви и сгореть, улыбаясь.  
В этот час мои сёстры на гребне такой высоты  
Простирают в бессмертье зовущие нежные руки.  
Не придётся вам пусть никогда ждать любимых с войны,  
Ждать любимых своих под часами надежды и муки.  
В этом взрывчатом мире забытой уже тишины,  
Где над всеми бессонное время летит безучастно,  
Не придётся вам пусть никогда ждать любимых напрасно.  
Рядом с бронзой царей, разжиревших на жи и крови,  
Рядом с бронзой героев, рискнувших собой в одночасье,  
Должен выситься памятник женщине, ждущей любви,  
Светлый памятник женщине, ждущей обычного счастья.  
Вновь приходит зима в круговерти метелей и стуж,  
Вновь для звёзд и снежинок распахнуто небо ночное.  
Я дождусь, обязательно счастья дождусь,  
И хочу, чтобы вы в это верили вместе со мною.

Ну, приходи же, любимый, приходи...

*Р. Рождественский.*

Поэма «Ожидание (монолог женщины)», 1982  
<http://er3ed.qrz.ru/rozhdestwensky-r-ozhidanie.htm>

Женская мечта – об идеальной любви, мужская – об идеальной женщине.

*С. Рогачёв*

# Электронная поддержка элективного курса «Подготовка к ЕГЭ по физике»



Представлен опыт использования электронного обучения при подготовке учащихся к ЕГЭ по физике. Приведено описание совместной работы учителя и учащихся на сайтах: «Решу ЕГЭ», «Интернет-урок». В ЭП дана программа курса 10-го класса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электронные пособия, дистанционное обучение, ЕГЭ по физике

**Н.А. ПЛУЖНИКОВА**  
Plygnikova@mail.ru,  
МКОУ Руднянская СОШ  
им. А.С. Пушкина,  
р. п. Рудня, Волгоградская обл.

Сейчас в России происходит становление новой системы образования, ориентированной на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Это сопровождается существенными изменениями в практике учебно-воспитательного процесса. Так, набирает силу новая организационная форма – дистанционное обучение, базирующееся на самостоятельном изучении учебного материала, поддерживаемое средствами ИКТ. Успешно сочетая различные виды дистанционного обучения, можно разнообразить учебный процесс, сделать его интереснее, исключить монотонность учебного труда как преподавателя, так и учащегося.

Дистанционное обучение можно успешно использовать и для подготовки к сдаче ЕГЭ по физике – ведь из-за сокращения количества учебных часов, уже не говоря о часах, выделяемых на дополнительных занятиях (а порой их просто нет), школьникам необходимо много заниматься самостоятельно. И в этом, как мне кажется, могут помочь ресурсы интернет-порталов, ориентированных именно на индивидуальную подготовку учащихся к ЕГЭ.

В рамках проекта «Дистанционное сетевое обучение» я веду двухгодичный элективный курс по физике для старших классов «Подготовка к ЕГЭ по физике» (1 ч/нед., 15 учащихся из шести сельских школ). Но одного занятия в неделю мало, поэтому предложила учащимся дополнительно самостоятельно прорабатывать материал с последующим его обсуждением на очных занятиях и в ходе консультаций со мной. ИКТ-поддержку я создала на базе электронных ресурсов с порталов **Решу ЕГЭ** [1] и **Интернет-Урок** [2]. Объем курса 68 ч (34 ч – 10-й класс; 34 ч – 11-й класс).

Теоретическая часть курса состоит из учебных занятий и видеоуроков, выложенных на сайте «Интернет-Урок», к которым учащийся обращается по заданному мной адресу. Практическая часть состоит из тестовых заданий, выложенных на сайте

«Решу ЕГЭ», и задач разного уровня сложности (их электронный адрес указывается в соответствующем фрагменте курса).

Учащиеся, просматривая видеоуроки, повторяют теорию по данной теме, затем выполняют практические задания на основе изложенной теории, а на занятиях обсуждают вопросы, вызвавшие затруднения. Программа курса для 10-го класса (тема «Механика») представлена в ЭП (см. личный кабинет подписчика. – *Ред.*), а пример заданий для двух занятий – в табл. 1. В качестве практического задания предложен вариант ЕГЭ 130449 (URL: <http://phys.reshuege.ru/test?id=130446>)

Таблица 1

Изучаемые темы, количество учебных часов	Адрес сайта для теоретической подготовки
Вводное занятие, 1 ч	<a href="http://phys.reshuege.ru/manual">http://phys.reshuege.ru/manual</a> <a href="http://www.interneturok.ru/">http://www.interneturok.ru/</a>
<b>Механика</b>	
1. Кинематика, 4 ч	
1.1 Механическое движение и его виды	<a href="http://interneturok.ru/ru/school/physics/10-klass/mehanikakinematika/kinematika-mehnicheskoe-dvizhenie-sistema-otscheta-materialnaya-tochka-traektoriya-put?seconds=0">http://interneturok.ru/ru/school/physics/10-klass/mehanikakinematika/kinematika-mehnicheskoe-dvizhenie-sistema-otscheta-materialnaya-tochka-traektoriya-put?seconds=0</a>
1.2. Равномерное движение	<a href="http://interneturok.ru/ru/school/physics/10-klass/mehanikakinematika/ravnomernoe-pryamolineynoe-dvizhenie?seconds=0">http://interneturok.ru/ru/school/physics/10-klass/mehanikakinematika/ravnomernoe-pryamolineynoe-dvizhenie?seconds=0</a>

По мере изучения курса:

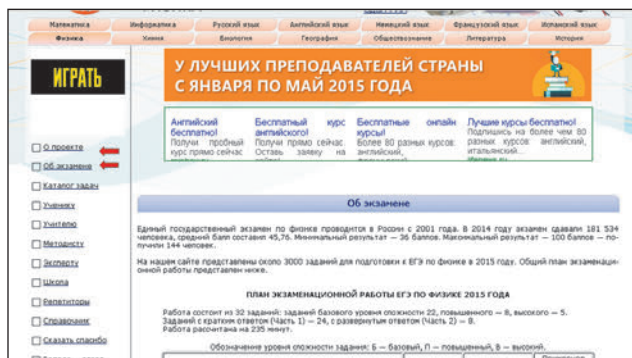
– *учитель*: • формирует практические задания из материалов Федеральной базы тестовых заданий ЕГЭ через сервис «Создать собственный тест» и размещает их на сайте • проверяет и рецензирует выполненные задания • проводит мониторинг выполнения учащимися практических заданий • проводит коррекцию знаний;

– *учащийся*: • самостоятельно прорабатывает теоретические вопросы • выполняет практические задания • знакомится с отзывом учителя на выполненную практическую работу • получает консультации учителя • по желанию, выполняет предложенные на сайте тестовые задания.

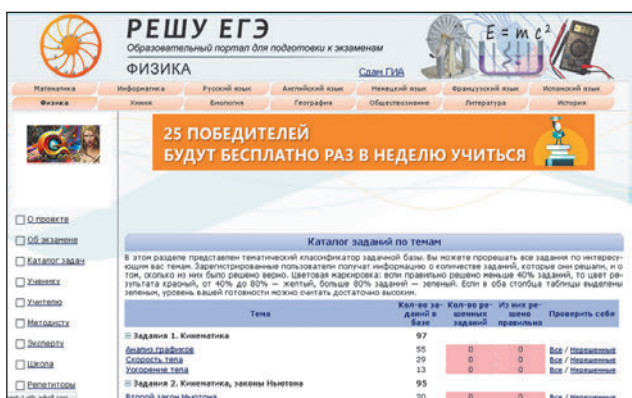


## Поэтапная организация дистанционного обучения

**Этап 1.** На вводном занятии заходим на портал [1], регистрируемся, знакомимся с навигациями и сервисом (страницы **О проекте**, **Об экзамене**).



**Этап 2.** Учитель знакомится с каталогом задач, чтобы в дальнейшем их использовать (страница **Каталог задач**).



**Этап 3.** Учитель создаёт собственные тестовые задания (страница **Школа**).

- Количество тестовых заданий не ограничено, для каждого система выдаёт индивидуальную ссылку, которую и нужно сообщить учащимся.
- Ученик получает задание в таком виде:



• Если вы хотите, чтобы учащиеся увидели правильные ответы сразу после окончания работы, выберите опцию «Составить домашнюю работу». При выборе опции «Составить контрольную работу» номера заданий в тексте работы выводиться не будут, а набранные баллы, ответы и решения появятся в ста-

тистике у учащихся только после проверки работы учителем.

**Этап 4.** Учащийся (дома или в школе) вводит полученную от учителя ссылку (страница **Ученику**) и проходит тестирование.

• Система автоматически проверяет решения заданий частей *A* и *B*, и выводит результат на экран, а также предъявляет учителю загруженные учащимися решения заданий части *C* для просмотра и оценивания.

**Этап 5.** Учитель оценивает выполненное учеником задание (страница **Эксперту**) и смотрит статистику по написанным им работам.

**Этап 6.** Используя «Программу анализа контрольных работ» *Власовой Т.А.* [3], учитель ведёт статистику по каждому ученику.

Представленный материал можно использовать в общеобразовательных учреждениях любого типа по любому предмету. Рекомендую ознакомиться с опытом работы учителя Кравец В.В. [4] на сайте «Сеть творческих учителей». Созданный ею курс «Дистанционная подготовка к ЕГЭ по физике» [4] предназначен для учащихся 11-го класса общеобразовательных учреждений, в том числе обучающихся в экстернате, дистанционно или на дому.

## Литература

1. Решу ЕГЭ URL: <http://phys.reshuege.ru/teacher>
2. Интернет-Урок URL: <http://www.interneturok.ru/>
3. Власова Т.А. Программа анализа контрольных работ URL: [www.it-n.ru/attachment.aspx?id=145758](http://www.it-n.ru/attachment.aspx?id=145758); [http://www.it-n.ru/board.aspx?cat\\_no=5500&tmpl=Thread&BoardId=78086&ThreadId=474335](http://www.it-n.ru/board.aspx?cat_no=5500&tmpl=Thread&BoardId=78086&ThreadId=474335)
4. Кравец В.В. Дистанционная подготовка к ЕГЭ по физике URL: [http://www.it-n.ru/board.aspx?cat\\_no=5500&BoardId=78086&tmpl=Thread&ThreadId=543884](http://www.it-n.ru/board.aspx?cat_no=5500&BoardId=78086&tmpl=Thread&ThreadId=543884)



**Надежда Анатольевна Плужникова** – учитель физики высшей квалификационной категории, Почётный работник общего образования РФ, награждена Почётной грамотой Министерства образования РФ. Окончила Волгоградский ГПИ им. А.С. Серафимовича в 1983 г., педагогический стаж 28 лет. Активно пропагандируя современные образовательные технологии,

даёт открытые уроки, проводит мастер-классы, руководит РМО учителей физики. Победитель районного этапа конкурса «Учитель года-1996», лауреат областного этапа этого конкурса. Участник школьных проектов «Дистанционное обучение», «Сетевое взаимодействие», «Профильное обучение». Постоянный член жюри муниципальных олимпиад по физике, эксперт предметной комиссии ГИА по физике. Ученики – победители и призёры муниципальных и областных конкурсов исследовательских проектов. Взгляд на мир можно выразить так: «Три пути ведут к знанию: путь размышления – этот путь самый благородный, путь подражания – это путь самый лёгкий и путь опыта – это путь самый горький».

# Физика атомного ядра



Приведён конспект обобщающего урока физики в форме защиты информационных проектов. Урок проходит в рамках предметной недели естественно-математического цикла и отличается формой подготовки и защиты исследовательских проектов. На этапе работы над проектом формируются в среде **Moodle** как сами исследовательские работы, так и открытый банк вопросов ко всем проектам, что способствует развитию у обучающихся коммуникативности, умению анализировать ситуацию, способности к самооценке и самоанализу. Ученические презентации, раздаточный материал, критерии оценок и ответы на вопросы см. в ЭП.

Обобщающее занятие в форме защиты проекта, 2 ч, 11-й класс

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», педагогический проект, 11 класс, предметная неделя естественно-математического цикла, обобщающий урок, физика атомного ядра

**А.А. ШМЫРЁВ**

admin@sc7.su,  
СОШ с углублённым изучением  
иностранного языка  
при Посольстве РФ в ФРГ,  
г. Берлин

Обобщающий урок по теме «Физика атомного ядра» проводится в форме защиты проектов и является итоговым уроком при изучении темы «Квантовая физика». Подготовка к уроку защиты проектов проходит в форме создания базы данных информационного проекта, и каждый ученик изучает, анализирует и обобщает информацию по предложенной теме. Отбранная и обобщённая учениками информация представляется учителю в виде компьютерной презентации за неделю до урока, что позволяет сформировать открытый банк всех информационных проектов, размещаемый в образовательной среде **Moodle** (<http://sdo.rh3gx.ru>). Учащиеся знакомятся со всеми проектными работами и задают вопросы по каждому информационному проекту. Таким образом, в среде **Moodle** создаётся условно закрытый банк вопросов, то есть задающие не видят вопросы других участников проекта, а авторы проекта знакомятся со всеми заданными им вопросами. После формирования банка вопросов авторы проектов отвечают на вопросы, касающиеся своего информационного пространства. Учитель наблюдает за всей процедурой формирования обучающей среды и создаёт свой банк вопросов, которые предлагается учащимся непосредственно на обобщающем уроке в качестве оценки информационных проектов и создания ученического конспекта урока.

Итоговая оценка ученического проекта формируется исходя из:

- вклада своего информа-

- ционного проекта в единый банк проектов по данной теме
- ответов на вопросы оппонентов
- качества вопросов для других проектов, то есть личного вклада в банк вопросов
- защиты своего проекта на обобщающем уроке.

### Цели урока:

- воспитательные – пробудить у учащихся интерес к профессиональной проектной деятельности
- повысить уровень культуры
- продолжить развитие потребности к познанию
- воспитывать интерес, познавательную потребность;
- обучающие – формировать навыки публичного выступления, умение отстаивать свои идеи и решения, доброжелательно вести дискуссию, аргументировано отвечать на вопросы, критически оценивать свою и чужую работу;
- развивающие – формировать умения давать самооценку, проводить самоанализ, анализировать и обобщать учебный материал
- развивать способность преодолевать трудности
- развивать деловые и коммуникативные качества.

**Методы проведения занятия и обучения:**

- словесные – рассказы, беседы
- наглядные – демонстрация рисунков, схем, образцов, расчётов, описаний
- самостоятельная работа с учебником, поиск информации в интернете
- контроль за чётким соблюдением учащимися этапов создания базы данных проектов и вопросов к ним.

### Ход урока

#### I. Организационный этап (5 мин)

*Учитель приветствует учеников и даёт краткий анализ работ, представленных в банке информационных проектов, стимулируя положительный эмоциональный настрой на работу.*

#### II. Формулирование целей урока и постановка задач (5 мин)

*Учитель.* Вы завершили выполнение творческих проектов и сегодня выносите их на обсуждение –

Ученические презентации и раздаточный материал выложены на сайте <http://berlinschool.edusite.ru/urok-nucleus.rar>, а также в ЭП (см. Личный кабинет подписчика). – Ред.

расскажете о своих трудностях и достижениях, ответите на вопросы товарищей.

*Ученики обсуждают цели урока. Учитель обобщает всё предложенное и делает вывод о том, что на занятии предстоит систематизировать знания, научиться публично выступать и отстаивать свои идеи, развивать умение оценивать результаты своей работы и работы товарищей. Главная цель занятия – формирование опыта создания творческих проектов.*

### III. Актуализация опорных знаний (5 мин)

*Учитель.* Сформулируйте, пожалуйста, проблемные вопросы, которые возникли у вас в ходе проектной деятельности. Ответив на них, вы актуализируете свои знания. Представьте, что вы – учёные, занимающиеся проблемами атомной физики. В ходе нашей научной конференции мы должны выяснить, какие вопросы возникают перед современной атомной физикой, исследовать перспективы развития этого направления в физике.

### IV. Вводный инструктаж к уроку (5 мин)

*Учитель.* Каждый учащийся получит оценку, которая будет складываться из трёх составляющих: публичное выступление (10 мин), ответы на вопросы по проекту как из открытого банка вопросов, так и на вопросы, подготовленные учителем. Краткое сообщение по своему проекту должно содержать: • название темы проекта, её обоснование • краткую историческую справку (при необходимости) • основные идеи проекта • практическое назначение исследовательской работы (например, для защиты себя от радиации) • самоанализ результатов работы.

*Все учащиеся работают в единой творческой группе – каждый отвечает за свою часть работы и за проект в целом. Это способствует зарождению ответственности, общности, обязательности. На каждом столе лежат заранее подготовленные бланки с критериями оценки проектов (Приложение 1), а также заготовки, позволяющие обучающимся создать конспект урока (Приложение 2). Весь класс участвует в оценивании выступления.*

### V. Защита проектов (10 мин на каждый, всего 60 мин на 6 проектов)

*Защита проекта проходит в виде беседы, дискуссии и анализа проделанной работы. Предлагается следующий план защиты проекта: краткое изложение основных идей проекта • анализ банка вопросов оппонентов, ответы на наиболее значимые • знакомство с банком закрытых вопросов, сформированных учителем (Приложение 2), краткие ответы на них.*

*После завершения процесса защиты учитель организует дискуссию, в ходе которой ученики отмечают сильные стороны и недостатки проекта.*

### VI. Заключительная часть. Самоанализ и самооценка результатов учащимися (10 мин)

*После того как все проекты представлены, учитель совместно с учащимися подводит общие итоги урока: • Что мы с вами успели сделать? (Деятельностный итог) • Чему вы научились, в чём стали умнее, сознательнее? (Развивающие итоги) • На какие вопросы, поставленные в начале урока, вы смогли ответить, познакомившись с материалом урока? (Содержательные итоги) • Кому вы можете сказать спасибо за совместную работу, за эмоциональную поддержку? (Эмоциональные итоги урока).*

*При подведении итогов учащиеся выбирают лучшие работы, проводят связь своей работы с реальной жизнью. Отметки каждому проекту выставляются после коллективного обсуждения, исходя из трёх составляющих: • суммирования общей суммы баллов, поставленных оппонентами (учащимися) за представление (презентацию) данного проекта (части А и Б Приложения 1) • оценивания умения ученика анализировать и структурировать открытый банк вопросов, обоснованно отвечать на наиболее значимые и часто встречающиеся вопросы (часть В Приложения 1) • оценивания глубины проработки данного проекта, которая определяется в процессе ответов на закрытый банк вопросов. Следует отметить, что данная составляющая оценивания проекта наиболее значимая, так как способность ученика ответить на заранее неизвестные вопросы определяет степень исследования своего проектного задания (часть Г Приложения 1)\*. В заключение учитель называет победителей, выставляет отметки, благодарит за урок, прощается с учащимися.*

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Оценка проекта\*\*

**Тип проекта:** исследовательский, информационный

**Форма проекта:** презентация, конспект урока

**Название проекта:** \_\_\_\_\_

**Фамилия, имя оппонента** (учащегося), оценившего проект: \_\_\_\_\_

**Часть А. Содержание** (оценка от 5 до 25 баллов)

Эффективность обобщения информации \_\_\_\_\_

Степень привлечения знаний из других предметных областей \_\_\_\_\_

\*Как показала практика, учащиеся, которые формально отнеслись к своей исследовательской работе, то есть просто скачали уже готовую работу из интернета, не в состоянии ответить на большинство вопросов из закрытого банка, что позволяет признать неудовлетворительной данную исследовательскую работу.

\*\*Критерии оценок см. в ЭП. – Ред.



Перспективы развития данной тематики \_\_\_\_\_  
 Степень творческого вклада в подборе материалов,  
 их увлекательность \_\_\_\_\_  
 Наличие цитируемых источников \_\_\_\_\_  
 Общая оценка \_\_\_\_\_

### Часть Б. Дизайн (от 3 до 15 баллов)

Оформление презентации логично, отвечает требованиям эстетики, дизайн не противоречит содержанию презентации \_\_\_\_\_  
 Текст легко читается, фон сочетается с графическими элементами \_\_\_\_\_  
 Звуковое сопровождение текста улучшает восприятие \_\_\_\_\_  
 Общая оценка \_\_\_\_\_

### Часть В. Ответы на вопросы из открытого информационного банка (от 4 до 20 баллов)

Анализ всех вопросов из открытого банка \_\_\_\_\_  
 Структурирование вопросов \_\_\_\_\_  
 Анализ часто встречающихся вопросов \_\_\_\_\_  
 Ответы на заданные вопросы \_\_\_\_\_  
 Общая оценка \_\_\_\_\_

### Часть Г. Ответы на вопросы из закрытого информационного банка (от 0 до 40 баллов)

На все вопросы (макс. 40 баллов) \_\_\_\_\_  
 На большинство вопросов (30 баллов) \_\_\_\_\_  
 На половину вопросов (20 баллов) \_\_\_\_\_  
 На менее чем половину вопросов (10 баллов) \_\_\_\_\_  
 На несколько вопросов (5 баллов) \_\_\_\_\_  
 Общая оценка \_\_\_\_\_

Итого сумма баллов частей А–Г: \_\_\_\_\_.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2\*

Создание учебного конспекта урока по результатам защиты проектов (*дополните предложения*)

### Проект 1. Открытие радиоактивности.

#### Методы регистрации элементарных частиц

1. Радиоактивность открыл \_\_\_\_\_
2. Первооткрыватель радиоактивности обнаружил, что кусок соли урана создаёт \_\_\_\_\_
3. Мария и Пьер Кюри выяснили, что \_\_\_\_\_
4. Радиоактивное излучение в магнитном поле разделяется на \_\_\_\_\_
5. Элементарные частицы регистрируют с помощью \_\_\_\_\_
6. Сцинтилляционный счётчик основан на явлении \_\_\_\_\_
7. Счётчик Гейгера основан на явлении \_\_\_\_\_
8. В камере Вильсона заряженные частицы оставляют \_\_\_\_\_

\*Примерные ответы см. в ЭП. – Ред.

9. В пузырьковой камере мы наблюдаем \_\_\_\_\_
10. В искровой камере след частицы – это \_\_\_\_\_

### Проект 2. Радиоактивные превращения.

#### Изотопы. Открытие нейтрона

1. В процессе радиоактивного распада химический элемент \_\_\_\_\_
2. Число протонов в ядре атома соответствует в таблице Менделеева \_\_\_\_\_
3. Число нейтронов в ядре элемента можно узнать, если \_\_\_\_\_
4. При альфа-распаде заряд ядра \_\_\_\_\_
5. При бета-распаде заряд ядра \_\_\_\_\_
6. При гамма-распаде заряд ядра \_\_\_\_\_
7. Изотопы, это – \_\_\_\_\_
8. Изотопы одного элемента в таблице Менделеева находятся \_\_\_\_\_
9. Радиоактивные изотопы возникают при \_\_\_\_\_
10. Радиоактивные изотопы применяются \_\_\_\_\_
11. Впервые нейтрон был открыт при зондировании \_\_\_\_\_
12. Нейтрон обладает следующими характеристиками: заряд = \_\_\_\_\_, масса = \_\_\_\_\_, проникающая способность \_\_\_\_\_
13. Нейтроны используются для \_\_\_\_\_

### Проект 3. Строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер

1. Атомное ядро состоит из \_\_\_\_\_
2. Модель строения атома называется планетарной потому, что \_\_\_\_\_
3. Впервые протонно-нейтронную модель атомного ядра предложили \_\_\_\_\_
4. В записи  ${}^A_ZX$ ,  $X$  – это \_\_\_\_\_,  $Z$  – это \_\_\_\_\_,  $A$  – это \_\_\_\_\_
5. В состав атома входят: \_\_\_\_\_
6. В зависимости от значений  $Z$ ,  $A$ ,  $N$  различают \_\_\_\_\_
7. Известны следующие изотопы водорода: \_\_\_\_\_
8. Дефект массы – это \_\_\_\_\_
9. Энергия связи – это \_\_\_\_\_
10. Более устойчивы ядра элементов, находящиеся в \_\_\_\_\_ части таблицы Менделеева.

### Проект 4. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор

1. Ядерные реакции – это \_\_\_\_\_
2. При делении ядер урана-235 образуются \_\_\_\_\_
3. При делении ядер урана-238 образуются \_\_\_\_\_
4. Под действием быстрых нейтронов делится уран с порядковым номером \_\_\_\_\_
5. Под действием медленных нейтронов делится уран с порядковым номером \_\_\_\_\_
6. Цепные ядерные реакции – это \_\_\_\_\_

7. Первый ядерный реактор (страна, год) был разработан группой учёных под руководством \_\_\_\_\_

8. В ядерном реакторе графит служит для \_\_\_\_\_; уран – для \_\_\_\_\_; кадмий – для \_\_\_\_\_; вода – для \_\_\_\_\_

9. Ядерный реактор представляет опасность в случае \_\_\_\_\_

### Проект 5. Термоядерные реакции. Атомная энергетика

1. Термоядерная реакция идёт при температуре \_\_\_\_\_

2. Для того чтобы произошла термоядерная реакция, ядра должны \_\_\_\_\_

3. Высокая температура при термоядерной реакции необходима для \_\_\_\_\_

4. Можно привести следующие примеры термоядерных реакций: \_\_\_\_\_

5. Наиболее перспективна термоядерная реакция: \_\_\_\_\_

6. Основное преимущество термоядерной реакции состоит в том, что \_\_\_\_\_

7. Наибольших успехов в осуществлении термоядерной реакции достигли учёные нашей страны, а именно: \_\_\_\_\_

8. Атомная энергетика – это \_\_\_\_\_

9. Основным химическим элементом атомной энергетике является \_\_\_\_\_

10. При распаде урана тепло выделяется в результате \_\_\_\_\_

11. Во многих странах требуют запрета применения атомной энергии в связи с \_\_\_\_\_

### Проект 6. Метод меченых атомов. Биологическое действие радиации

1. Меченые атомы – это \_\_\_\_\_

2. В биологии меченые атомы применяются для \_\_\_\_\_

3. В медицине меченые атомы применяются для \_\_\_\_\_

4. В сельском хозяйстве меченые атомы применяются для \_\_\_\_\_

5. В археологии меченые атомы применяются для \_\_\_\_\_

6. В промышленности меченые атомы применяются для \_\_\_\_\_

7. Под воздействием радиации у человека возникают \_\_\_\_\_

8. Известны следующие источники внешнего облучения: \_\_\_\_\_

9. Внутреннее облучение человека происходит в результате \_\_\_\_\_

10. Защититься от излучения можно с помощью \_\_\_\_\_



**Андрей Анатольевич Шмырёв** – учитель физики и информатики высшей квалификационной категории, к. п. н., радиолюбитель-коротковолновик 1 категории, позывной RX3RX. Окончил в 1983 г. Тамбовский ГПИ, педагогический стаж 31 год. Работал учителем физики и информатики в школе села Заворонежское Мичуринского района Тамбовской области, затем в школе № 7 г. Мичуринска, далее в школе при Посольстве РФ в ФРГ. Дважды Соросовский учитель, победитель конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2007», награждён грамотой МОиН РФ (2004). Педагогическое кредо: от сомнения – к исследованию, от исследования – к истине. Хобби: радиоконструирование (А.А. Шмырёв, Радиостанция своими руками. СПб.: Наука и Техника, 2004. URL: [http://www.radioamator.ru/load/radiostancija\\_svoimi\\_rukami\\_shmyrev\\_a\\_a\\_2004/21-1-0-190](http://www.radioamator.ru/load/radiostancija_svoimi_rukami_shmyrev_a_a_2004/21-1-0-190)).

## О некоторых проблемах школьных учебников

Представлено мнение учителя сельской школы о школьных учебниках, внесены предложения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** школьные учебники, сельская школа

**С.Г. КОСКОКОВА**

[gakeriya@gmail.com](mailto:gakeriya@gmail.com),  
МБОУ СОШ п. Кажым,  
Койгородский район,  
Республика Коми

■ Я, учитель физики с педагогическим стажем 29 лет, хочу поделиться наболевшим. Начну издалека. Одной из основных задач нашей школы является создание единой картины мира. На это нацелена методика межпредметных связей. А всегда ли это учитывается при составлении школьных учебников?

В небольшой поселковой школе по причине нехватки кадров зачастую приходится работать по совместительству. Естественно, я досконально знаю содержание популярных учебников физики (7–11 кл.) [1–5] и химии (8–11 кл.) [6–9], знакома с учебниками географии. Очень беспокоят некоторые, мягко говоря, «нестыковки» в изложении материала, а также дублирование некоторых разделов даже в курсах одного и того же предмета. А ведь сколько учебного времени можно было бы сэкономить! Привожу лишь несколько примеров:

1. Строение атома мы начинаем изучать в курсе физике 8-го класса во II четверти, начиная с простейших опытов Ш. Кулона, А. Иоффе, Р. Милликена. Строение атома даётся как аксиома, электрон вводится как частица, которая вращается по орбите вокруг ядра атома [2]. Химики же одновременно раскры-

вают строение атома, знакомя с понятием радиоактивности, работами А. Беккереля, Э. Резерфорда, М. Склодовской-Кюри [6]. Здесь электрон не только частица, но электронное облако, которое может принимать довольно причудливые формы. При этом обе «ипостаси» характеризуются четырьмя квантовыми числами (кстати, понятие «квант» и другие понятия квантовой физики вводятся только в 11-м классе).

В 9-м классе в IV четверти физики вновь открывают строение атома, начиная теперь уже с понятия радиоактивности, а затем, в третий раз (!) – в 11-м классе. В итоге, в курсе физики мы три раза открываем строение атома, а в курсе химии – один раз и навсегда!

Кроме того, раздел «Атомная физика» в курсе 11-го класса почти полностью дублирует тот же раздел в курсе 9-го класса. Аналогичная ситуация и с разделами «Кинематика» и «Динамика» в 9-м и 10-м классах.

2. Тема «Электролиз» изучается в 9-м классе в курсе химии и в 10-м классе – в курсе физики.

3. Учебник физики для 9-го класса [3] буквально напичкан темами из 10-го и 11-го классов [4, 5]. В итоге много текста, причём не всегда понятного учащимся, и совсем мало закрепления или его вовсе нет. Вот, например, как вводится понятие ЭМВ: «В ЭМВ именно векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  периодически меняются по модулю и по направлению, то есть колеблются». Больше о векторе  $\vec{E}$  ничего нет, тогда как понятие напряжённости электрического поля  $\vec{E}$  вводится только в 10-м классе, причём за несколько уроков и с решением задач.

4. В курсе химии для 9-го класса дано определение: «Электрохимический ряд напряжений металлов – это ряд, в котором металлы расположены в порядке возрастания их стандартных электродных потенциалов и убывания восстановительных свойств». Для кого дано такое определение? Понятие электрического потенциала вводится в курсе физики только в 10-м классе!

5. В учебнике химии [6] в разделе «Строение атома» вводятся квантовые числа. Спрашивается – зачем? Ведь квантовая физика по программе изучается только в 11-м классе – на уроках физики!

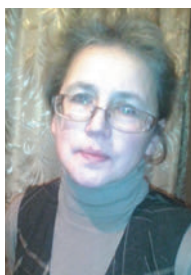
6. В учебниках географии для 6-го класса вводятся такие понятия, как атмосферное давление, причина возникновения ветров (в частности, бризов), ртутный барометр (хотя физика начнётся в 7-м!), барометр-анероид, смена времён года и про-

чее. Текст не иллюстрируется ни одним опытом – хочешь – верь, а хочешь – нет. Поэтому, приходя на уроки физики в 7-м классе, дети как будто в первый раз слышат об этих понятиях. Проблему можно решить, если в 5–6-м классах ввести пропедевтический курс физики по учебникам [10, 11]. Тем более, что его успешная апробация прошла в нашей республике в городах Сыктывкар и Воркута.

Авторы многих учебников не знают или не хотят знать последовательности изложения учебного материала в «смежных» предметах. Благая идея создания у детей целостной картины мира сможет реализоваться только в том случае, если уважаемые авторы учебников естественного цикла будут хоть изредка заглядывать в содержание учебников своих «коллег по цеху»! Мы, учителя, уже давно привыкли и, наверное, смирились с существующим положением вещей, но всё-таки хочется, чтобы «лёд тронулся». Может быть, нужны какие-то коррекционные комиссии, которые бы занялись контролем более-менее логичной структуры совокупного учебного материала? Надо не забывать, что учебники – это, прежде всего, учебные книги для детей, а не методические пособия для учителя!

#### Литература

1. Пёрышкин А.В. Физика-7. М.: Дрофа, 2008.
2. Пёрышкин А.В. Физика-8. М.: Дрофа, 2010.
3. Пёрышкин А.В., Гутник Е.М. Физика: 9 класс. М.: Дрофа, 2012.
4. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: Учебник для 10 класса. М.: Просвещение, 2009.
5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 11 класса. М.: Просвещение, 2009.
6. Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. Химия: 8 класс. М.: Вентана-Граф, 2010.
7. Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. Химия: 9 класс. М.: Вентана-Граф, 2006.
8. Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Химия. Органическая химия. 10 класс: базовый уровень. М.: Просвещение, 2009.
9. Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Химия: 11 класс. М.: Просвещение, 2009.
10. Степанова Г.Н. Физика. 5 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. СПб: СТП Школа, 1998.
11. Степанова Г.Н. Физика. 6 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. СПб: СТП Школа, 1998.



**Светлана Геннадьевна Коскова** – учитель физики и химии первой квалификационной категории, окончила Коми ГПИ в 1985 г., педагогический стаж 29 лет. Всё время работала в школе п. Кажым. Награждена Почётными грамотами Койгородского района «За добросовестный многолетний труд» (1999); «За активное участие в районном конкурсе профессионального мастерства «Учитель года-2009»». Руководитель ШМО учителей естественных наук. Четверо выпускников продолжили образование: *Ремшуев Илья* (Ухтинский ГТУ), *Косков Пётр* (Сыктывкарский лесной институт), *Бурдаков Александр* (Сыктывкарский медицинский колледж) и *Некрасова Наталья* (Сыктывкарский госуниверситет). Семья: муж и два сына (19 лет и 24 года). Хобби: велосипед, бег, лыжи.



# Описание электрических цепей с помощью законов Ома и Джоуля–Ленца

Представлен обобщающий комбинированный урок-практикум.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», законы Ома и Джоуля–Ленца



Технология группового обучения, обобщающий комбинированный урок-практикум, 11-й класс

**Н.В. ЛЕШКЕВИЧ**

inv56@mail.ru,

МАОУ лицей № 17, г. Сухой Лог,  
Свердловская обл.

Кто смолоду больше делает и думает сам, тот становится потом надёжнее, крепче, умнее...  
(фраза приписывается В.М. Шукшину)

Мы, учителя, ищем разные способы оживления урока, чтобы придать тому или иному виду деятельности оригинальные приёмы, активизирующие учащихся и повышающие интерес к знаниям с учётом их возраста и способностей. Одной из эффективных я считаю технологию группового обучения, основой которой является деятельностный подход. Действительно, для решения единой познавательной задачи необходимо объединение всех её членов и их тесное взаимодействие, при этом через выполнение определённой роли в своей группе формируется коммуникативная компетентность, обеспечивается широкая самостоятельность, развивается инициатива, совершенствуется культура мышления и поведения, работа выполняется при высокой активности в деловой эмоциональной атмосфере.

**Дидактические требования к уроку:** • поставить учеников на место исследователей, отыскивающих закономерности, важные как в теоретическом, так и в практическом отношении • предложить задания, доступные ученикам и соответствующие их уровню • включить в урок элементы занимательности и здоровьесбережения.

**Цели урока:** • закрепить пройденный материал по данной теме • развивать компетенции обучающихся (информационные, коммуникативные), познавательный интерес и мотивацию к учению • совершенствовать умения школьников по сборке электрических цепей.

Карта урока и раздаточный материал даны в ЭП (см. свой личный кабинет). Занятия проводятся по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика. 11 класс. М.: Просвещение, 2009. – Ред.

**Задачи урока:** • создать условия для продуктивной работы • проверить и оценить теоретические знания о физических приборах и законов электродинамики • «снять» усталость обучающихся • проверить и оценить умения по сборке электрических цепей и применению законов Ома и Джоуля–Ленца для расчётов необходимых величин • подвести итоги урока • объяснить домашнее задание.

**Оборудование:** источники тока, ключи, лампочки, амперметры, вольтметры.

**Планируемый результат:** повторить законы Ома и Джоуля–Ленца, предъявить умение применять их на практике.

**Организация урока.** Класс делится на группы по 3–4 человека, в каждой назначается ответственный, который на бланке записывает коллегиальные оценки (по 5-балльной системе) каждого члена группы за каждый этап урока и среднюю оценку за урок.

## Ход урока

### I этап. Проверка теоретических знаний (10 мин)

#### Конкурс 1: Физические приборы

Какая группа быстрее заполнит табл. 1?

Таблица 1

Физический прибор	Для чего применяется	Как обозначается на схемах	Цена деления шкалы
1. Источник тока			
2. Амперметр			
3. Вольтметр			
4. Реостат			
5. Ключ			
6. Лампочка			

#### Конкурс 2: Физические законы, ...

Какая группа быстрее заполнит табл. 2 и составит самую интересную антирекламу одного из электроприборов? (Задание способствует формированию коммуникативно-речевых умений и развивает культуру речи, что является существенным условием качественного усвоения учебного материала.)

Таблица 2

**Физические законы, величины, формулы, единицы**

№	Закон или величина	Формулы	Единица физической величины	Формулировка
1	Закон Ома для участка цепи	?	Ампер	?
2	?	$Q = U \cdot I \cdot t$	?	?
3	Работа тока	?	?	?
4	?	?	?	Мощность тока равна отношению работы тока за время $t$ к этому интервалу времени
5	?	$I = \mathcal{E} / (R + r)$	?	?

**II этап. Сборка электрических цепей (15 мин)**

Повторение инструктажа по ТБ, работа с реальными приборами и заполнение табл. 3 (два варианта): сборка электрической цепи по указанной схеме, проведение измерений, расчёт количества теплоты, выделившейся в лампочке за 1 мин, определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока (лабораторного источника питания).

Учителю всегда следует помнить, что каждый взрослый человек «родом из детства». Всю свою жизнь он реализует тот потенциал здоровья, интеллекта, физической и творческой дееспособности, который был заложен и сформирован в детстве. Напряжённый труд на уроке требует смены видов деятельности. Уставший ребёнок чаще нарушает дисциплину, отвлекается, мешает одноклассникам и учителю. Исходя из многолетнего опыта работы могу сказать, что привести ученика в рабочее состояние помогают физкультпаузы. Я разработала небольшой комплекс упражнений, связанный с

условными обозначениями на схемах электрических приборов. Этот комплекс помогает включиться мышечным группам рук и одновременно способствует запоминанию обозначений приборов на схемах, так как положения рук напоминают рисунок обозначений приборов. Так, например, электрическая лампа обозначается  $\text{---}\otimes\text{---}$ , и ученики, скрестив руки, произносят слово «лампочка».

Физкультурная пауза является неизменным этапом моих уроков. Когда я говорю: «Внимание, объявляется...», – весь класс хором продолжает: «Физкультурная пауза».

Таблица 3

**Сборка электрических цепей**

В..	Схема	Задание	Формулы	Результаты измерений				
				I, А	U, В	R, Ом	t, с	Q, Дж
I		Определите сопротивление лампы и количество теплоты, выделившейся в ней за 1 мин	$R = U/I;$ $Q = U \cdot I \cdot t$					
II	а)	Определите ЭДС источника тока (напряжение на клеммах источника)	$\mathcal{E} = U$	_____				
	б)	Определите внутреннее сопротивление источника тока и внешнее сопротивление цепи	$r = \frac{\mathcal{E} - U}{I};$ $R = U/I;$ $\mathcal{E} > U$	I, А	$\mathcal{E}$ , В	U, В	r, Ом	R, Ом



Положения рук во время упражнений на физкультпаузе напоминают рисунок условных изображений приборов

**III. Завершающий этап (6 мин)**

Подведение итогов, объявление результатов, выясняется соответствие планируемого результата достигнутому, проводится инструктаж по домашнему заданию.

Выводы. Напряжённая, но сильная работа на уроке, где присутствует дух соревнования, не вызывает у обучающихся усталости, а сопровождается эмоциональным подъёмом вследствие царящей атмосферы успеха. Смена деятельности снижает утомляемость и способствует росту интереса к учёбе. Хотелось бы отметить, что успешная учебная деятельность на уроке во многом зависит от энергии самого учителя, его настойчивости и вдохновения.

# Цифровая лаборатория позволяет повысить качество урока физики

Представлены элементы ряда подходов к использованию цифрового эксперимента на уроке физики для повышения качества: практико-ориентированного, поуровневого, «перевёрнутого обучения».

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровой эксперимент, универсальные учебные действия

**Н.В. БРЕНДИНА**  
brennata71@mail.ru,  
МБОУ СОШ № 56,  
г. Киров

Отличительными характеристиками современного общества являются быстрое обновление и смена информации, каждодневное появление технических новшеств, массовая коммуникация всех сфер деятельности, рост мобильности населения, появление новых профессий и всё возрастающая конкуренция компаний за компетентные кадры. Кадровая проблема остро обозначилась во всех сферах деятельности. Чтобы наши ученики были успешны в XXI в., необходимо формировать соответствующие навыки: креативность и предприимчивость; умение работать с информацией и медиасредствами; ИКТ-грамотность; эффективность коммуникации, совместной работы; способность решать проблемы; умение критически и системно мыслить, саморазвиваться, быстро адаптироваться. Следовательно, необходимы изменения в организации образовательного процесса.

Направления преобразований регламентированы и описаны в новом ФГОС. Главное изменение – в деятельности учителя и учащихся на уроке. Ученик из пассивно исполняющего указания учителя субъекта становится активным действующим лицом на уроке.



Хорошо согласуется с современным системно-деятельностным подходом к проектированию и организации урока внедрение электронных средств обучения как инструментов достижения новых образовательных результатов. Без компьютера, проектора, интерактивной доски уже невозможно представить себе урок, причём они используются вовсе не только для демонстрации электронных версий наглядных средств обучения. Наши дети, живущие в мире всевозможных электронных устройств и гаджетов, уже не списывают задания с листочка для решения дома, а достают свои телефоны или планшеты и фотографируют. Поэтому современная образовательная среда должна включать технологии того же уровня.

В настоящее время в школах существует большой арсенал как программных, так и аппаратных электронных средств обучения. В прошлом году в рамках реализации программы модернизации в школы были поставлены комплекты цифровых лабораторий для кабинетов физики, биологии и начальных классов. Цифровая лаборатория – реальное учебное оборудование с цифровыми датчиками, сигнал с которых поступает на компьютер и обрабатывается соответствующей программой.

Возможны различные варианты использования цифровой лаборатории на уроке. Если просто заменить традиционное оборудование на цифровое и продолжать выполнять лабораторную работу по инструкции, то подход к обучению не изменится. Важно, чтобы цифровые датчики и компьютер обеспечили новое качество, и прежде всего: кратковременность эксперимента; цифровую обработку данных (графики, таблицы); вариативность применения (с одним датчиком большое количество работ и экспериментальных заданий); стимулирование осознанности и мотивированности процесса учения; объединение личностного и деятельностного подходов к формированию мотивов учащихся.

Новое качество нам позволяет организовать поуровневый подход к выполнению учебных экспериментальных заданий, то есть дать возможность каждому конкретному школьнику выбрать уро-



вень задания в соответствии с уровнем его исследовательских умений. Ход действий при выполнении учебного задания и его результат определяются инструкциями трёх типов.

**3-й, самый сложный, уровень:** учащимся даются не конкретные образцы выполнения работы, а общие принципы в обобщённом виде, опираясь на которые, они строят ориентировочную основу действий с конкретными объектами. Другими словами, учащиеся знакомятся с проблемой, сами формулируют цель и выдвигают гипотезу, планируют и осуществляют эксперимент, объясняют полученные результаты. Такая работа позволяет формировать навыки целеполагания, выдвижения гипотез и их обоснования, прогнозирования, самостоятельного создания способов решения проблем.

**2-й уровень:** учащимся даётся часть образца выполнения задания в готовом виде, а часть – в виде указаний для дальнейшей деятельности, то есть ученики знакомятся с проблемой, принимают цель эксперимента и его гипотезу, сами планируют работу, выполняют опыты и объясняют результаты. При этом формируются УУД: планирование учебных действий, прогнозирование и др.

**1-й уровень:** учащимся даётся алгоритм деятельности, школьники учатся работать по готовому плану, использовать справочную литературу. Но очень часто в таких работах определяется то, что уже известно ученикам и приведено в учебнике, и никак не способствует формированию мотивации к обучению.

Рассмотрим, например, работу «Греют ли варежки?», 8-й класс, с использованием датчика температуры (см. фото).



**3-й уровень.** Спланируйте и проведите экспериментальное подтверждение своей гипотезы о том, греют ли варежки.

**2-й уровень**

*Цель:* определить, греют ли варежки.

*Гипотеза:* отметьте ваше предположение:

- варежки греют;
- варежки сохраняют моё тепло.

*Прогнозирование.* Комнатная температура \_\_\_°С.

Спланируйте работу по проверке гипотезы, проведите эксперимент, выполните анализ данных, сделайте выводы.

**1-й уровень**

*Цель:* определить, греют ли варежки.

*Гипотеза:* Отметьте ваше предположение:

- варежки греют;
- варежки сохраняют моё тепло.

*Прогнозирование.* Температура в классе \_\_\_°С.

(Таблица – такая же, как и на 2-м уровне – здесь не показана. – Ред.)

*Ход работы*

1. Подключите датчик температуры к компьютеру.
2. Откройте программу «Практикум» (Научные развлечения).
3. Определите температуру в классе. Сбросьте значения.
4. Слегка касаясь датчиком открытой ладони, определите максимальное значение температуры у каждого ученика в группе.
5. Измерьте температуру внутри рукавицы, лежащей на столе.
6. Определите температуру ладони в варежках.
7. Проанализируйте данные:
  - Что является источником тепла в этом эксперименте?
  - Если варежки не выделяют тепло сами по себе, то почему в рукавицах тепло?
  - Объясните разницу между производством тепла и сохранением тепла.

Количественный цифровой эксперимент наиболее эффективен, если познавательная деятельность школьников организуется как самостоятельное учебное исследование в небольшой группе. Совершая «учебное открытие», ученики приобретают новые знания на основе «своего» экспериментального исследования. Анализ и оценка результатов цифрового эксперимента позволяет формировать навыки критического мышления, такие УУД, как анализ, сравнение, обобщение, устанавливать закономерности, выдвигать и экспериментально проверять гипотезы, прогнозировать результаты эксперимента и объяснять различие в прогнозе и результате, формулировать выводы.

Новые возможности для достижения новых образовательных результатов открывает и использование элементов «перевернутого обучения». Ученикам предлагается провести эксперимент с неизвестными явлениями, основываясь на новых идеях *до того*, как они будут изучены на уроке. Ученики самостоятельно проводят эксперимент и пытаются его объяснить, найти причинно-следственные связи, используя имеющиеся знания, жизненный опыт, предположения. При этом они знакомятся с новым материалом, самостоятельно его добывая и осмысливая, то есть совершают «учебное открытие». Затем находят подтверждение или опровержение своих выводов в тек-

Параметр	Прогнозируемая температура	Максимальная измеренная температура	Верность прогноза
Температура рук			
Температура в пустых варежках			
Температура в варежках на руках			

сте учебника, в дополнительной литературе или в обсуждениях с учителем.

**Пример 1 (работа в группах).** Дан датчик температуры, подключённый к ноутбуку. Предлагается создать такие внешние условия, чтобы на графике наблюдалось изменение температуры. Опишите созданные условия. Объясните результат.

Какие знания вы использовали при проведении эксперимента? Каких знаний вам было недостаточно? Какие возникли трудности при объяснении эксперимента.

**Пример 2. Фронтальная работа.** На доске представлен график зависимости  $s(t)$  (рис. а). Спрогнозируйте, как нужно двигаться, чтобы получился такой график?

После выдвижения предположений и их обсуждения к доске вызываются добровольцы и с помощью цифрового датчика расстояния (рис. б) проводят проверку. Таким образом, графическое представление движения уже носит не только теоретический, но и практический аспект (рис. в).

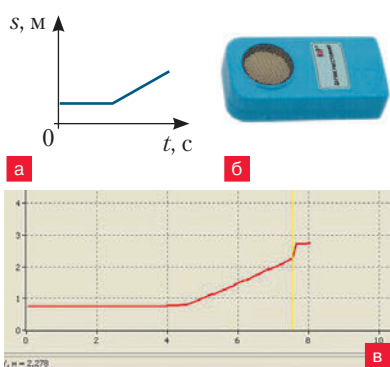
Пассивность не способствует обучению, для получения не только предметных, но и метапредметных результатов необходимо включить учеников в активную образовательную деятельность. В этом случае формируются умения самостоятельно определять новые познавательные задачи, умения самостоятельно планировать пути достижения целей (планировать ход эксперимента), соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать действия при изменении условий, организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность, ИКТ-компетентности.

Ещё один аспект достижения нового качества урока физики – использование практико-ориентированных заданий. Современные школь-

ники хотят чётко знать, для чего они выполняют то или иное действие. Цифровые эксперименты никогда не оставляют их равнодушными, но если в результате мы получаем полезные в повседневной жизни практические навыки и знания, познавательный интерес многократно возрастает. Кроме того, создание проблемной ситуации и её разрешение в условиях сотрудничества учащихся также приводит к активизации умственной деятельности и получению востребованных образовательных результатов.

**Пример 3 (работа в группах).** На уроке обобщения знаний по теме «Тепловые явления» группам предлагается обсудить вопрос типа: как утеплить обувь для полярников, имея три пары носков, сухую траву (мох, перья, бумагу), два полиэтиленовых пакета, две пары войлочных стелек, фольгу? как выбрать правильные спортивные носки? как изготовить термос? из какой кружки приятнее пить чай – из алюминиевой или фарфоровой? какой пар горячее – сухой или влажный? каким маслом кашу не испортишь? После обсуждения предложений в группах они проверяются с помощью датчиков температуры, результаты анализируются, выбирается лучший вариант, формулируются советы, например, как утеплить имеющуюся у учеников зимнюю обувь на случай морозов. Таким образом, формируются целостное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки; умение самостоятельно планировать пути достижения целей; умение делать выводы на основе экспериментальных данных; мотивация учения; умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность.

Подводя итог, можно сказать, что интерактивные задания с цифровой лабораторией способствуют одновременному усвоению как общеучебных, так и предметных универсальных действий. В результате образовательный процесс интенсифицируется, организуется продуктивное обучение, увеличивается доля самостоятельной работы учащихся по добытию и отбору информации, формированию нового знания на уроке, стимулируется процесс познания – от увлечения к учению, познанию и саморазвитию.



расстояния (рис. б) проводят проверку. Таким образом, графическое представление движения уже носит не только теоретический, но и практический аспект (рис. в).

Пассивность не способствует обучению, для получения не только предметных, но и мета-

**Наталья Владимировна Брендина** – учитель физики высшей квалификационной категории, замдиректора по информатизации и инновационным проектам, окончила КГПИ им. В.И. Ленина в 1994 г. по специальности «Учитель физики и информатики», педагогический стаж 20 лет. Участник всероссийских, муниципальных конференций, образовательных форумов, фестивалей. Призёр V Международного конкурса авторов цифровых образовательных ресурсов «IT-эффект». Победитель конкурсного отбора лучших педагогических работников областных образовательных учреждений в номинации «Лучший учитель», победитель Всероссийского конкурса учителей России в рамках ПНПО, лауреат премии Президента РФ. Жизненное кредо: жизнь настолько коротка, что каждое действие должно приводить к результату. Педагогическое кредо: уважение, вера в успех каждого, творчество, радость. Замужем, две дочери 7 лет и 17 лет. Хобби: путешествия, кулинарные новинки.





# Нашему городу 60 лет!!!



Приведены ученические микропроекты на тему 60-летия родного города.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: г. Волжский, юбилей, ученический микропроект

**О.М. ЗАБОРЬЕВА**  
omzaboreva@list.ru,  
МБОУ СОШ № 30  
имени С.Р. Медведева,  
г. Волжский,  
Волгоградская обл.

В прошлом году наш замечательный город Волжский отметил свой юбилей. За 60 лет своего существования он украсился новыми зданиями, памятниками, парками и скверами. Мои ученики приглашают вас познакомиться с городом и его достопримечательностями с помощью... физики. Они выбрали те места, которые любят посещать сами, или те, где работают их родители, или те, что связаны со славной историей родного города, сфотографировали их, составили краткую историческую справку, придумали физические задачки «на тему» и сделали микропрезентации (с решениями задач). Здесь я представляю работы очень коротко, а подробнее их можно посмотреть в электронном приложении к журналу.



1

## 7-й класс

*Волкова Екатерина.* В городском центре отдыха «Бирюза» есть большой, просторный, светлый, красивый бассейн (фото 1) ★ Ванна-бассейн длиной 40 м и шириной 15 м залита водой до высоты 2,5 м. Определите массу воды в бассейне. (Ответ. 1 500 000 кг.)

*Голово Татьяна.* Больше всего я люблю каток «КруглыйГод» (фото 2) в ТРК «ПланетаЛето»



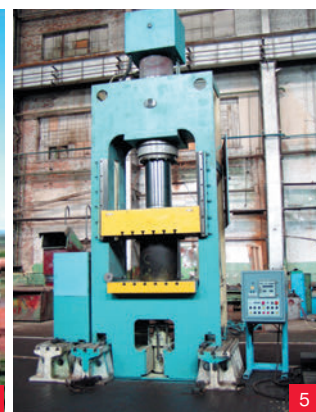
2



3



4



5



Город Волжский с высоты птичьего полёта

(фото 3) ★ Какую работу совершает фигурист, поднимая партнёршу массой 49 кг на высоту 90 см? (Ответ. 441 Дж.)

*Зубков Егор.* В 1958 г. Правительство СССР приняло решение построить в г. Волжский абразивный завод. Строительство было начато весной 1959 г. и закончилось в 1969 г. (фото 4). В цехах этого завода используются разные гидравлические прессы (фото 5) ★ Какое давление оказывает большой поршень гидравлического прессы на тело, если площадь малого поршня равна 120 см<sup>2</sup>, а большого 0,2 м<sup>2</sup>? Действующая сила 120 Н. (Ответ. 2 кН.)

*Князькин Вадим.* 25 марта 1966 г. начал работать Волжский завод синтетического волокна (ныне ОАО «Сибур-Волжский»). В 2013 г. началось производство пропиленных полиамидных и полиэфирных кордных тканей ★ Мощность ткацкого станка 25 кВт. Какую работу совершает станок за 1 час? (Ответ. 90 МДж.)

*Кулакова Екатерина.* На ледовой арене «Волжский» (57 × 27 м, высота бортов 1,2 м) (фото 6) можно проводить мероприятия любого уровня ★ Определите давление фигуристки на лёд, если её масса 45 кг, длина лезвия конька 30 см, ширина 0,5 см. (Ответ. 150 кПа.)





6



7



8

**Морозова Диана.** На центральной площади города в 1984 г. установлен памятник В.И. Ленину (фото 7) ★ Какова масса постамента, если высота всего памятника 16 м, высота бронзовой статуи Ленина 7 м, площадь постамента  $1 \times 1$  м. Плотность гранита  $2600 \text{ кг/м}^3$ ? (Ответ. 23,4 т.)

**Петраков Иван.** В ТРК «ВолгаМолл» дети могут покататься на паровозике «Чих-Пых» (фото 8) ★ Найдите длину пути в одном «заезде». Для этого вычислите скорость на определённом участке пути (пусть она будет средней скоростью) и измерьте время, за которое «Чих-Пых» проезжает круг. (Ответ. 319,2 м.)

**Полякова Полина** ★ На городском катке в канун Нового года катались 17 человек, из них пятеро – дети одинаковой массы 42 кг. Остальные – взрослые, общей массой 753 кг. На катке была установлена ель массой 6 кг. Найдите общую нагрузку на лёд. (Ответ. 9496,2 Н.)

**Пономарёва Аня.** В Волжском как вид транспорта распространён трамвай (фото 10). Трамвайные пути проложены по всему городу, поэтому в любой конец можно добраться за 10–15 мин ★ От остановки «Ул. Королёва» до остановки «Ровесник» трамвай идёт 1,5 мин со скоростью 40 км/ч. Найдите расстояние между остановками. (Ответ. 1 км.)

**Поплевина Полина** ★ Ребята договорились встретиться на катке в ТРЦ «ПланетаЛето» в 12:00. Женя живёт в 3,8 км от катка. За ней заехал папа в 11:45 и отвёз на машине, средняя скорость машины 40 км/ч. Маше нужно пройти пешком 3 мин, а затем проехать 3 остановки на маршрутке, скорость которой 50 км/ч. Расстояние между остановками 800, 600 и 700 м. Кто прибудет к катку первым, если Маша вышла в 11:30, и ей пришлось прождать маршрутку 7 мин? Движение детей считать равномерным. (Ответ. Маша.)

**Севостьянов Георгий.** Велосипедист выехал из Волжского в Волгоград (фото 11). Первый час он ехал со скоростью 12 км/ч, второй час – со скоростью 15 км/ч. Какое расстояние между Волжским и Волгоградом? (Ответ. 27 км.)

**Ситников Андрей.** Найдите массу воздуха в Пирамиде Аквапарк (фото 12), если длина стороны квадрата, являющегося основанием пирамиды, составляет 50 м, а высота пирамиды 33 м. (Ответ. 35 475 кг.)

**Снурников Максим** ★ Рассчитайте среднюю скорость движения на автомобиле от ЗАГСа № 1 до памятника Ленину по двум маршрутам (фото 13): 1-й – длина 6 км, время в пути 17 мин; 2-й – 5,7 км, 19 мин. (Ответ.  $\approx 5,9 \text{ м/с}$ ;  $5 \text{ м/с}$ .)

**Филиппова Вероника,** 7 кл. Если Волжская ГЭС вырабатывает электроэнергию  $24 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$ , то какая за час производится работа? (Ответ.  $86 \text{ 400 МДж}$ .)



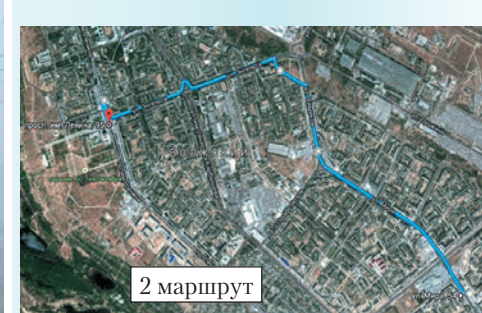
11



12



1 маршрут



2 маршрут



9



10

13





14

*Шуваева Ирина.* Ахтуба (казах. *Ак-тубе* – белые холмы) – левый рукав Волги, отделяющийся от неё напротив северной части Волгограда ★ По Ахтубе плывёт катер со скоростью 20 км/ч. За 2 дня катер должен проплыть третью часть всей реки (179 км). Сколько тратит времени в день катер, если он проплывает одинаковое расстояние за день? Считаем течение постоянным. (*Ответ.* 4,5 ч.)

### 8-й класс

*Гришина Дарья.* В городе много детских площадок ★ Обруч скатывается без проскальзывания с горки высотой 1,1 м (*фото 14*). Какую скорость будет иметь центр обруча у основания горки, если начальная скорость обруча равна 0? (*Ответ.* 3,3 м/с.)

*Жупанова Дарья.* В нашем Дворце творчества детей и молодёжи (*фото 15*) много интересных кружков, в том числе авиамодельный. Кордовые модели самолётов летают на микродвигателях внутреннего сгорания ★ Сколько топлива израсходуется во время воздушного боя за 4 мин? КПД микродвигателя 40%, мощность 300 Вт. (*Ответ.* 4,9 см<sup>3</sup>.)

*Катунов Дмитрий.* В одном из красивейших уголков города, в старинном здании, построенном в 1881 г., разместилась Муниципальная Картинная галерея. Одним из параметров, влияющих на сохранность картины, является влажность. Найдём влажность воздуха в галерее. (*Ответ.* 77%.)

*Крамер Константин.* Волжская ГЭС – крупнейшая гидроэлектростанция в Европе (*фото 16*). Ввод её в эксплуатацию сыграл решающую роль в энергоснабжении Нижнего Поволжья и Донбасса и объединении между собой крупных энергосистем



15

Центра, Поволжья, Юга. По плотине гидроузла проложены постоянные железнодорожные и автодорожные переходы через Волгу. Кроме того, ГЭС обеспечивает орошение и обводнение больших массивов засушливых земель Заволжья ★ Водосливная плотина Волжской ГЭС во время паводков пропускает каждую секунду объём воды, равный 68 000 м<sup>3</sup>. Зная, что высота плотины 44 м, определите мощность водяного потока. (*Ответ.*  $29 \cdot 10^6$  кВт.)

*Перевозчиков Никита.* Волжский филиал компании Лукойл–ТТК обеспечивает жителей и промышленные предприятия теплом и горячей водой ★ В понижающей насосной работают 5 насосов производительностью по 1250 м<sup>3</sup>/ч. 3 насоса работают постоянно, причём один – в режиме частотного регулирования (ЧРП). Какой объём воды перекачивают эти 3 насоса, если загрузка в режиме ЧРП составляет 47%? (*Ответ.* 3087,5 м<sup>3</sup>/ч.)

*Сайфутдинова Елизавета* ★ В ТРЦ «ВолгаМолл» есть эскалаторы. Скорость каждого 0,5 м/с. Подняться с 1-го этажа на 2-й можно за 23,4 с. Общая длина эскалаторов 46,8 м. Сколько эскалаторов в ТРЦ «ВолгаМолл»? (*Ответ.* 4.)

*Солонин Дмитрий* ★ Мощность Волжской ГЭС (*фото 17*) равна 2592,5 МВт. Найдите работу, которую совершит ГЭС в 2014 г. (*Ответ.* 81 757 МДж.)

*Хоруженко Анастасия.* Волжский трубный завод производит бесшовные трубы ★ Мощность электросталеплавильной печи (*фото 18*) равна 110 МВт. За какое время расплавятся 165 т железной шихты при выплавке железа? Принять начальную температуру шихты 20 °С и что вся работа электрического тока идёт на плавление. (*Ответ.* 24,2 мин.)

### 9-й класс

*Братчикова Екатерина,* 9 кл. Одно из мест приятного времяпровождения – ТРК «ВолгаМолл» (*фото 8*). Там есть и магазин «Спортмастер», где я и наблюдала тестирование кардиодатчика Torgo H-102. ★ После пробежки одного из покупателей по беговой дорожке датчик показал пульс 75 (ударов в минуту). Зная, что после бега период сокращений сердечной мышцы уменьшился на 0,3 с, скажите, как изменился пульс. (*Ответ.* Увеличился на 45.)

*Буняева Виктория.* Старая водонапорная башня, построенная в 1952 г. вмещает 600 т воды ★ Какая рабо-



16



17





18

та совершается за день против сил тяжести, если каждую секунду насос подаёт в башню 30 л воды на высоту 10 м? (Ответ. 254 016 кДж.)

**Какаулина Анастасия** ★ Человек поднимается по движущемуся эскалатору. В первый раз он насчитал 10 ступенек, во второй раз, двигаясь с втрое большей скоростью, – 15 ступенек. Сколько ступенек человек насчитал бы на неподвижном эскалаторе? (Ответ. 20.)

**Калашикова Кристина** ★ Из какого металла изготовлена втулка подшипника производства Волжского подшипникового завода (бывшего ГПЗ 15), если её масса 240 г, а объём 32,5 см<sup>3</sup>?

**Литвинов Никита** ★ С оси колеса обозрения, высота которого – от крыши нижней кабинки до пола верхней – 25 м, падают капли через  $t = 4$  с после того, как предыдущая капля приземлится. Кабинка с волжанином в шляпе диаметром  $D = 60$  см спустилась к месту высадки (прямо под осью) как раз в тот момент, когда капля упала на землю. Какова должна быть минимальная скорость волжанина, чтобы следующая капля не упала на шляпу? (Ответ. Не менее 0,1 м/с.)

**Наводкина Анастасия** ★ Какая минимальная сила необходима для того, чтобы сдвинуть с места шахматную фигуру (фото 19) массой 4 кг, если коэффициент трения  $\mu = 0,5$ ? Ускорение свободного падения считать 10 м/с<sup>2</sup>. (Ответ. 20 Н.)

**Никулов Сергей** ★ Напор воды на Волжской ГЭС 44 м. Когда через турбины станции проходит 9258 м<sup>3</sup> воды ежесекундно, развиваемая ими мощность составляет 2592,5 МВт. Определите КПД гидротурбин станции. (Ответ. 64,9%.)

**Прудниченкова Юлия и Чаава Артём** ★ На пересечении ул. Мира и ул. Александрова возводится жилой комплекс



20



19

«Троя» из трёх 19-этажных зданий высотой 60 м каждое (фото 20). Башенный строительный кран мощностью 40 кВт поднимает груз из 100 газобетонных блоков на крышу комплекса за 2 мин. Чему равен КПД крана, если масса одного блока 20 кг? (Ответ. 22,5%.)

**Пузина Елизавета.** В состязании участвовали 3 спортсмена – первый и второй массой 50 кг, а третий 55 кг. Они прыгали с вышек высотой  $h_1 = h_3 = 3$  м,  $h_2 = 5$  м соответственно. Определите, у кого из спортсменов работа силы тяжести при прыжке была больше. (Ответ. У второго.)

**Сафонова Софья** ★ Двое малышей весело проводили время на детской площадке. Петя решил понаблюдать за ними. Один малыш бросил на землю мячик вертикально вниз с высоты своего роста, и тот отскочил вверх на высоту Петиной макушки. С какой скоростью был брошен мяч, если рост Пети 160 см, а малыш в два раза ниже Пети? (Ответ. 4 м/с.)

**Ушакова Дарья.** Все члены моей семьи работают на Волжском трубном заводе ★ Найдите массу стальной трубы (фото 21), если её длина равна 12 м, наружный диаметр 400 мм, внутренний диаметр 390 мм. (Ответ. 580,75 кг.)

**Фролов Максим.** Центральный стадион в г. Волжский построен в 1955 г., а с 1959 г. носит имя основателя города Фёдора Логинова ★ Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Вратарь сумел упруго отразить удар, и мяч отскочил назад с той же по модулю скоростью, а сам удар длился 0,025 с. Найдите среднюю силу удара. (Ответ. 800 Н.)

**Фролова Ангелина** ★ Двери ТРЦ «ВолгаМолл» вращаются с постоянной скоростью, совершая 5 оборотов за 125 с. Определите частоту вращения дверей, период обращения и линейную скорость человека, входящего через них на расстоянии 100 см от оси вращения двери. (Ответ.  $\nu = 0,04$  Гц;  $T = 20$  с;  $v \approx 0,25$  м/с.)

**Яковлева Анна.** Зачем на заводских трубах делают молниеотводы? Почему нижний конец молниеотвода нужно закапывать поглубже, где слой земли влажные?



21





ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ г. МОСКВЫ  
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»  
МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР: ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»



# 2015

23 МАРТА – 17 АПРЕЛЯ

## РАСПИСАНИЕ ДНЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАРАФОНА

<b>23 марта</b>	День учителя технологии *	<b>3 апреля</b>	День учителя информатики
<b>24 марта</b>	<b>Открытие Марафона</b> День классного руководителя	<b>4 апреля</b>	День учителя физики
<b>25 марта</b>	День школьного психолога День учителя ОБЖ	<b>5 апреля</b>	День учителя математики
<b>26 марта</b>	День здоровья детей, коррекционной педагогики, логопеда, инклюзивного образования и лечебной физической культуры	<b>7 апреля</b>	День учителя истории и обществознания
<b>27 марта</b>	День учителя начальной школы (день первый)	<b>8 апреля</b>	День учителя МХК, музыки и ИЗО
<b>28 марта</b>	День учителя начальной школы (день второй)	<b>9 апреля</b>	День школьного и детского библиотекаря
<b>29 марта</b>	День дошкольного образования	<b>10 апреля</b>	День учителя литературы
<b>31 марта</b>	День учителя географии	<b>11 апреля</b>	День учителя русского языка
<b>1 апреля</b>	День учителя химии	<b>12 апреля</b>	День учителя английского языка
<b>2 апреля</b>	День учителя биологии	<b>14 апреля</b>	День учителя французского языка
		<b>15 апреля</b>	День школьной администрации
		<b>16 апреля</b>	День учителя физической культуры
		<b>17 апреля</b>	День учителя немецкого языка <b>Заккрытие</b>

[marathon.1september.ru](http://marathon.1september.ru)

-  Обязательная предварительная регистрация на все дни Марафона с 20 февраля 2015 года на сайте [marathon.1september.ru](http://marathon.1september.ru)
-  Каждый участник Марафона, посетивший три мероприятия одного дня, получает официальный именной сертификат (6 часов)  
В дни Марафона ведущие издательства страны представляют книги для учителей  
Начало работы каждого дня – 9.00. Завершение работы – 15.00

УЧАСТИЕ БЕСПЛАТНОЕ. ВХОД ПО БИЛЕТАМ

**РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ, РАСПЕЧАТЫВАЙТЕ СВОЙ БИЛЕТ И ПРИХОДИТЕ!**

Место проведения Марафона: МПГУ, ул. Малая Пироговская, дом 1, стр. 1 (в 5 минутах ходьбы от ст. метро «Фрунзенская»)

\* Место проведения Дня учителя технологии: ЦО № 293, ул. Касаткина, 1а (ст. метро «ВДНХ»)

По всем вопросам обращайтесь, пожалуйста, по телефону **8-499-249-3138** или по электронной почте [marathon@1september.ru](mailto:marathon@1september.ru)

# Актуальные проблемы преподавания физики в условиях реализации ФГОС ООО: целеполагание, планирование, конструирование

Представлен обзор основных проблем глобального образования второй половины XX в. Показан тренд на развитие универсальных качеств личности, компетенций, которые могут быть востребованы в широком диапазоне профессий. Для достижения поставленных обществом целей педагоги должны владеть как историей вопроса, так и системой формируемых универсальных учебных действий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глобальный кризис образования, компетентности, ФГОС, универсальные учебные действия

Дистанционный курс  
16-017 (36 ч)  
Педагогического  
университета  
«Первое сентября»

**С.Я. КОВАЛЕВА**  
svekova@mail.ru, к. п. н.,  
ГБОУ ПО МО Академия  
социального управления,  
г. Москва

## ЛЕКЦИЯ 1. Закономерности реформирования системы образования и ФГОС

### 1.1. Глобальный процесс изменения приоритетов в образовании

Период со второй половины XX в. по настоящее время можно охарактеризовать как время многоэтапных реформ систем образования всех индустриально развитых и развивающихся стран мира. Об этом говорят и СМИ, и сухая статистика, и международные документы. Это подтверждается значительными государственными финансовыми вливаниями. Так, отчисления на образование составляют: в странах Европы 7–8% от ВВП, в США – 11%, в Китае – 12%, в Японии – 14%, в Финляндии – 16,4%, в Южной Корее – до 23% (в России, к сожалению, лишь 3,5–4,8%) [1]. Очевидно, что чем сложнее уклад и взаимоотношения в обществе, тем больший объём знаний и норм необходимо передать подрастающему поколению.

Классик педагогики Д. Дьюи (1859–1952), профессор философии, писал: «Цель воспитания, по сути, всегда состояла в том, чтобы дать молодёжи те знания, которые необходимы ей для постоянного развития, постепенного становления человека как члена общества. Эту цель преследовало воспитание у аборигенов австралийского буша задолго до прихода белых людей. Эту же цель преследовало и воспитание молодёжи во времена расцвета Афин. Эту же цель преследует и современное воспитание, происходит ли оно в сельской школе в горах Теннесси или в очень престижной прогрессивной школе» [цит. по 2,

с. 187]. Слово «воспитание» в данном контексте, безусловно, соответствует нашим понятиям «образование» и «обучение».

Одним из базовых факторов быстрого экономического роста новых индустриальных стран, таких как Южная Корея, Сингапур, Гонконг, а также Португалии, Таиланда и Греции (до вступления в Евросоюз) являются успехи в области образования, достижение определённого уровня грамотности (практически всеобщей).

XX–XXI вв. характеризуются большей скоростью изменений во всех сферах жизни, чем в прошлые столетия: очень быстро (нередко за время жизни одного поколения) рушатся государства, создаются новые технологии, изменяются кардинально уклады жизни, появляются новые технологические продукты и новые потребности человека, меняются формы и условия работы. Достаточно сказать, что за всё время существования цивилизаций вплоть до I в. н. э. насчитывается десятка два открытий, в основном, в области математики и естественных наук (системы счисления, элементарная геометрия, закон Архимед), а за последнее столетие – сотни открытий в разных сферах человеческой деятельности (от первых экспериментов по изучению стратосферы, землетрясений, электромагнитных излучений в начале XX в. до клонирования млекопитающих и расшифровки генома человека в конце).

В наше время накопление знаний во всех сферах идёт с такой скоростью, что методы работы или технические достижения успевают устаревать, не получив широкого распространения. Человечество становится обществом господства знания и информации. Коитиро Мацуура, Генеральный директор ЮНЕСКО в 1999–2009 гг., так определил перспективы развития государств: «Сегодня общепризнано, что знание превратилось в предмет колоссальных экономических, политических и культурных интере-

сов настолько, что может служить для определения качественного состояния общества, контуры которого лишь начинают перед нами вырисовываться» [3].

Для будущего Общества знания будет характерен переход значительной части трудоспособного населения в сферу услуг, в сферу интеллектуальной деятельности, так как третья промышленная революция приведёт к значительному росту производительности труда и высвобождению традиционных рабочих мест. Очевидно, что работодатель и сейчас более всего заинтересован в специалистах, обладающих достаточным багажом знаний и навыков, способных быстро перестраиваться и овладевать новыми методами работы, работать в группе, руководить и подчиняться, проявляющим творческую инициативу при выполнении задания. «Работа завтрашнего дня будет всё более заключаться в производстве, обмене и изменении знаний. Наши общества будут полностью вовлечены в процесс ассимиляции непрерывного потока новых знаний. Спрос на знания будет как никогда значительным, но их качества изменятся. Нужно будет уже не только быть подготовленным к какому-либо конкретному виду деятельности, который из-за научного и технологического прогресса может быстро устареть. В инновационных обществах спрос на знания будет соответствовать потребностям в постоянной перекавалификации» [3, с. 61].

Таким образом, предполагается, что люди уже в недалёком будущем должны будут учиться всю жизнь, и делать это быстро и эффективно, чтобы выдержать конкуренцию на рынке труда. Соответственно ключевой позицией будущего образования является возможность научиться познавать, научиться делать, научиться жить вместе, научиться жить. При этом под привычными сочетаниями слов «научиться делать» подразумевается не просто овладение станком или прибором или какими-то другими профессиональными навыками и умениями, а «умение работать, совершенствоваться в своей профессии, а в более широком смысле – приобретать компетентность, дающую возможность справляться с различными ситуациями...» [4, с. 13].

В США, Франции, Англии, Германии, Японии, Австралии и многих других странах уже произошла ориентация образования на создание гибкой и доступной образовательной системы для каждого, на учёт потребностей человека в знаниях и его неповторимой индивидуальности, на развитие требуемых качеств при максимально возможном предложении разнообразных форм и способов обучения через курсы по выбору, индивидуальные траектории обучения, многоуровневую дифференцированную систему базовых курсов и дополнительных занятий [5].

Реформы образования стимулировали распространение компетентностной терминологии, которая пришла в педагогику из социальных дисциплин. Там активно исследовались такие понятия как «коммуникативная компетентность», «социальная компетенция» и другие компетентности. Так, в работе английского психолога Дж. Равена «Компетентность в современном обществе», появившейся в Лондоне в 1984 г., предложено развёрнутое определение компетентности. Автор представляет компетентность как явление, состоящее «из большого числа компонентов (до нескольких десятков. – С.К.), многие из которых относительно независимы друг от друга, ... некоторые компоненты относятся скорее к когнитивной сфере, а другие – к эмоциональной, ... эти компоненты могут заменять друг друга в качестве составляющих эффективного поведения» [цит.



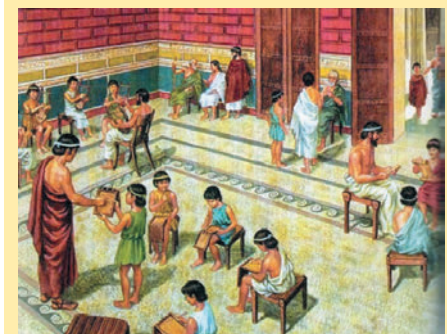
Древний Египет: учиться могли только дети фараона и его семьи, жрецов и высокопоставленных чиновников и, лишь изредка, – те, кто очень хотел учиться. Все школы были при храмах.



Шумер: идеал образования сложился к 1-му тысячелетию – овладение письмом, составлением документов, искусством пения и музыки, умение принимать разумные решения, знание магических обрядов, сведений из географии и биологии, математических вычислений.



Древняя Греция: после семи лет мальчики из рук матери и кормилицы передавались на попечение отца и раба-педагога (греч. педагог – сопровождающий ребёнка), который следил за воспитанием мальчика и сопровождал его в школу. С 16–18 лет мальчики могли продолжить образование в гимназиях, школах риторов и философов.



Древний Рим: во второй половине I в. н. э. появилась государственная школа, открытая для всех желающих. Если во время занятий обнаруживалось, что одежда ученика неопрятна, его наказывали, а при повторяющихся случаях неряшливости с позором выгоняли из школы.



http://www.istoriya.ru/images/izdella/forma/indian\_school.jpg



Древняя Индия: вплоть до V в. до н. э. воспитание и обучение в Древней Индии основывалось на индуистской идее: каждый человек должен развивать свои нравственные, физические и умственные качества, чтобы органично вписаться в свою касту. Мальчики начинали обучение в 7–8 лет, но обучение чтению и счёту начиналось за несколько лет до того. Затем начиналось обучение у учителя, отношения которого с учениками складывались по модели отец – дети: ученики жили в доме у учителя, во всём повиновались и почитали его.

Древний Китай: школы в Китае возникли, по преданиям, в 3-м тысячелетии до н. э., первые письменные свидетельства сохранились в XVI–XI вв. до н. э. Учились лишь дети свободных и состоятельных людей. В основе школьного обучения лежало почитание старших, наставник воспринимался как второй отец. В период правления династии Хань (206 до н. э. — 220 н. э.) в Китае сформировалась трёхступенчатая система, состоявшая из начальных, средних и высших учебных заведений.



Конфуций с учениками

http://www.istoriya.ru/images/izdella/forma/confucius\_student.jpg

http://www.istoriya.ru/images/izdella/forma/srednevekovye-studenty.jpg



В Европе в раннем Средневековье в школах обучалось, в основном, духовенство. Позже появились школы элементарного образования (дети 7–10 лет) и большие школы (для детей постарше). В воспитании и обучении переплелись языческая, античная и христианская традиции. Особое место в системе образования занимали церковные школы: соборные и монастырские. В конце XII в. соборные школы были преобразованы во всеобщие, а затем в университеты.

В 1552 г. была основана школа Christ's Hospital для сирот и детей из бедных семей в Итоне. Для учеников была введена форма. В наши дни ученики Christ's Hospital уже не дети-сироты, а будущая экономическая и культурная элита Великобритании.



Английские школьники XVIII в. в школьной форме

По материалам сайта

[http://www.istoriya.ru/articles/school\\_uniform.php](http://www.istoriya.ru/articles/school_uniform.php)

http://www.istoriya.ru/images/izdella/forma/old-england-uniform.jpg

по 6]. В списке оказались и психологические качества личности (уверенность, настойчивость, ответственность), и характеристики приобретённых достижений (способность к целеполаганию, умение что-то делать, знание чего-либо), и состояние внутренней жизненной позиции (готовность к совершенствованию, склонность к действию, к решению проблем). Некоторые исследователи ограничиваются всего несколькими компетентностями, необходимыми для эффективной профессиональной деятельности. Например, для педагогической деятельности это могут быть «знания, умения, навыки, а также способы и приёмы их реализации в деятельности, общении, развитии (саморазвитии) личности»; в социальной психологии – это совокупность знаний, умений и навыков, необходимых для общения с людьми, определяется как коммуникативная компетентность [7].

Британские исследователи выделяют три вида общей компетентности:

- *интегративная компетентность* – способность к интеграции знаний и навыков и их использованию в условиях быстро меняющейся внешней среды;
- *психологическая компетентность* – умение ориентироваться и контролировать внутренние и внешние эмоциональные воздействия, прогнозировать и управлять поведением людей;
- *профессиональная компетентность* – способность осуществлять деятельность различных сферах [цит. по 8].

По Равену, компетентность – это специфическая способность эффективно выполнять конкретные действия в предметной области.

Нам представляется наиболее адекватным определение Хуторского А.В.:

- компетенция – это совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определённому кругу предметов и процессов, и необходимых для качественной продуктивной деятельности;
- компетентность – владение, обладание человеком соответствующей *компетенцией*, включающей его личностное отношение к предмету деятельности [9].

Несмотря на то, что, как мы видели выше, учёными исследованы компетенции/компетентности как по отдельности, так и комплексно, а Комиссией по образованию ЮНЕСКО были сформулированы документы, в которых термины «компетенция»/«компетентность» положены в основу понимания концептуальных идей реформирования систем образования государств, сами эти слова однозначно до сих пор не определены, единый их смысл не регламентирован. Советом Европы в 1996 г. (на симпозиуме в Берне) было предложено в качестве основной рекомендации го-

сударствам и нациям осуществлять реформу образования через реализацию *ключевых компетенций* (*key competencies*). Именно их и должны приобрести обучающиеся. К ключевым были отнесены политические и социальные компетенции; компетенции, связанные с жизнью в мультикультурном обществе; компетенции, относящиеся к владению (*mastery*) устной и письменной коммуникацией; компетенции, связанные с возрастанием информатизации общества; а также способность учиться на протяжении всей жизни [6].

Таким образом, глобальное стратегическое изменение в требованиях к специалистам, эффективность адаптации личности к изменениям в профессиональной среде, а также востребованность на протяжении всей жизни каждого человека как активного члена общества, его саморазвитие и совершенствование своих компетенций, то есть постоянное самообразование, – всё это полностью меняет отношение общества и государства к воспитанию и обучению подрастающего поколения. Данный процесс уже нашёл отражение в реформах образования практически во всех странах мира.

## 1.2. Кризис отечественной системы образования

В нашей стране реформа системы образования идёт уже третье десятилетие. Многие слушатели курсов системы повышения квалификации Московской области и г. Москвы, с которыми автору приходилось общаться, нередко сетуют, что непоправимо сломалась эффективная система образования Советского Союза – хорошая, почти без изъянов, что

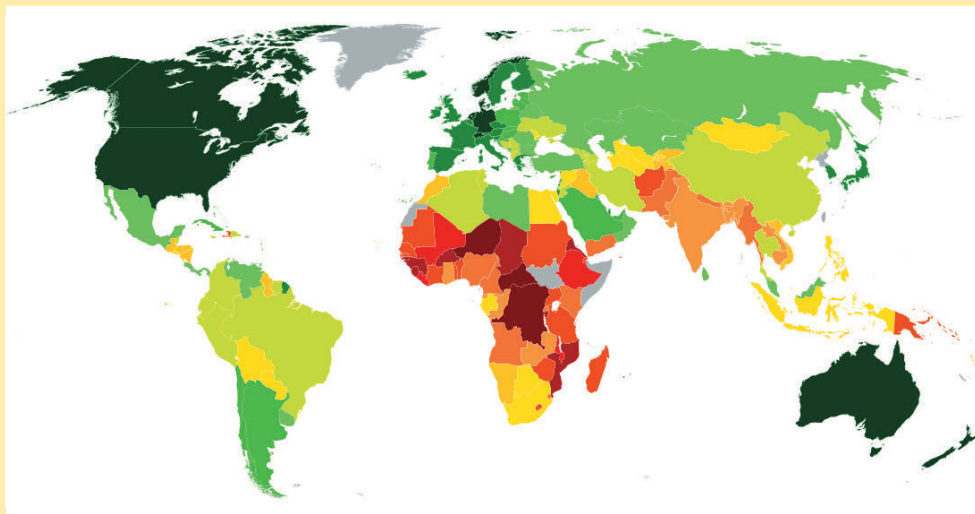
надо было её не кардинально реформировать, а только немного подправить. К сожалению факты говорят о другом. Остановимся на некоторых ярких моментах прошлого.

*Картинка первая.* Достаточно спросить у человека, получившего образование в той, другой стране (СССР): «Что тебе сказали наставники (или руководители), когда ты пришёл в первый раз после института на работу?» Автор задавала такой вопрос неоднократно в разных аудиториях. 70–80% опрошенных отвечают, улыбаясь с грустью, одно и то же: «Забудьте всё то, чему вас учили в институте. Начинаяте с...» .... (далее зависит от специфики профессии). И многие специалисты несколько лет/месяцев (зависит от специальности) осваивали необходимые практические навыки, позволяющие эффективно самореализоваться. Именно поэтому была распространена система наставников почти во всех производственных сферах.

*Картинка вторая.* Вспомним один из главных этапов жизни школьника – окончание среднего образовательного учреждения и дальнейшее поступление в вуз. Очень часто абитуриенты приезжали поступать в вуз из посёлка в город, из регионального центра – в столичный, из одного города – в другой. Однако многие, даже имея хороший аттестат, не могли ответить на самые простые вопросы приёмной комиссии. Например, ученица-медалистка на вопрос, чем отличается электрический ток в предложенной цепи от тока короткого замыкания, не смогла ничего ответить, не нарисовала схемы, не написала ни одной формулы. Это, конечно, исключительный случай, но именно из-за таких примеров в СМИ постоянно

### ИНДЕКС РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА

Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) – комплексный показатель для стран во всём мире. Этот индекс используется для выявления отличий между **развитыми, развивающимися** и **недостаточно развитыми** странами, а также для оценки воздействия экономической политики на качество жизни. Индекс был разработан в 1990 г. пакистанским экономистом Махбубом-уль-Хаком и индийским



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f8/UN\\_Human\\_Development\\_Report\\_2014.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f8/UN_Human_Development_Report_2014.svg.png)

экономистом Амартьей Сенем. Страны делятся на четыре большие категории по их ИРЧП: **очень высокий, высокий, средний** и **низкий** уровень развития человеческого потенциала.

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_индексу\\_развития\\_человеческого\\_потенциал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_индексу_развития_человеческого_потенциал)

поднимался вопрос о непрофессионализме наших школьных учителей. Кто виноват? Учителя, поставившие хорошие оценки? Ученик, не ответивший на простой вопрос? Родители, не сумевшие подготовить своего ребёнка психологически к испытаниям и стрессовым ситуациям? Члены приёмной комиссии, задавшие «плохой» вопрос?

Каждый участник системы образования уверен, что он-то уж делал всё правильно. При этом хорошо известно, что в разных вузах одинакового профиля и уровня за один и тот же ответ можно было получить совершенно разные оценки. (Проводился простой эксперимент: одну работу показали разным преподавателям и попросили оценить по 10-балльной шкале. В результате получился разброс – от 2 до 10 баллов.) Очевидно, что система подготовки выпускников и оценивания их знаний давала сбой: требования государства к работе учителей и преподавателей приёмных комиссий были формально едины, а результат получался непредсказуемый.

*Картинка третья.* Экзамены по обязательным предметам в общеобразовательной школе (их количество определялось законодательно) принимались по одним и тем же билетам, обучение велось по одним и тем же примерным программам для всей страны. Но по всей стране учителя выпускных классов в конце учебного года сами составляли 2-е и 3-и вопросы к билетам – подбирали задачи, формировали лабораторные работы. Проверку и контроль этой деятельности осуществляли методисты района и заведующие учебной частью образовательных учреждений, причём это никак

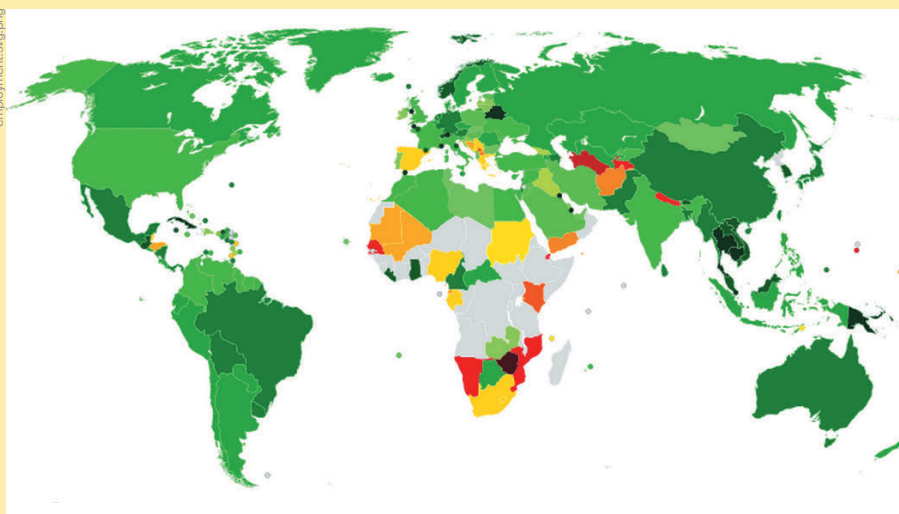
не связывалось с качеством ответов учащихся на вступительных испытаниях в вузы. Поэтому часть педагогов вписывали в билеты задачи для абитуриентов, а часть – задачи из сборников для 9-го класса. В результате среди абитуриенты были такие, кто так и не увидел приборов на уроках, и такие, кто в принципе так и не узнал, как решать задачи повышенного уровня сложности. Часто положительные оценки абитуриентам выставлялись только за теорию. Таким образом, контроль достижений выпускников осуществлялся учителем, который их обучал, и результат полностью зависел от личностных качеств педагога.

*Четвёртая картинка.* Из основных версий чернобыльской аварии, признаваемых экспертным сообществом, более или менее серьёзно рассмотрены только те, в которых аварийный процесс начинается с быстрого неконтролируемого роста мощности с последующим разрушением твэлов. Наиболее вероятной считается версия, согласно которой «исходным событием аварии явилось нажатие кнопки АЗ-5 в условиях, которые сложились в реакторе (выделено мной. – С.К.) РБМК-1000 при низкой его мощности и извлечении из реактора стержней РР сверх допустимого количества» [10]. Другими словами, причина катастрофы – крайняя некомпетентность: нажатая кем-то не в тот момент кнопка почти при абсолютной образованности персонала.

Какие здесь нужны ещё комментарии о состоянии системы образования?! Очевидно, что в конце XX в. система образования попала в затянувшийся кризис. Как правило, мои оппоненты в этот момент сразу вспоминают наших специалистов, которых охотно

### УРОВЕНЬ БЕЗРАБОТИЦЫ В МИРЕ ПО СОСТОЯНИЮ НА ЯНВАРЬ 2009 Г.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/44/World\\_map\\_of\\_countries\\_by\\_rate\\_of\\_unemployment.svg/863px-World\\_map\\_of\\_countries\\_by\\_rate\\_of\\_unemployment.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/44/World_map_of_countries_by_rate_of_unemployment.svg/863px-World_map_of_countries_by_rate_of_unemployment.svg.png)



Важным показателем развития страны является уровень безработицы – отношение числа безработных в выделенной группе (общее количество активного населения, женщины, молодёжь, сельчане,...) к её численности. Чаще всего выражается в процентах. Согласно определению Международной организации труда, человек в возрасте 10–72 лет (в России, по методологии Росстата, 15–72 лет) является активным трудящимся. В представленной диаграмме цвет соответствует показателю безработицы по отношению ко всей группе трудоспособного населения.

< 2%	3–6%	7–10%	...	17–20%	21–30%	31–39%	...	40–50%	51–69%	70–89%	>90%
------	------	-------	-----	--------	--------	--------	-----	--------	--------	--------	------

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Безработица#mediaviewer/File:World\\_map\\_of\\_countries\\_by\\_rate\\_of\\_unemployment.svg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Безработица#mediaviewer/File:World_map_of_countries_by_rate_of_unemployment.svg)



брали на работу «за рубежом», и наших олимпиадников-международников, которые возвращались на Родину с победой. В этом случае не надо забывать о том, что обе категории – не массовое явление на основе базового всеобщего образования. Это и особые способности учащихся, и вклад выдающихся тренеров, специалистов. Такие люди составляют очень небольшую долю обучаемых и педагогического сообщества. Можно *a priori* назвать эту долю.

В любой конкретной группе людей зависимость количества субъектов с определёнными значениями какого-то качества (мышления, способностей) от величины изучаемого показателя носит куполообразный характер. «Куполообразная» зависимость интеллектуальных способностей была выявлена уже на рубеже XIX–XX вв. первыми исследователями интеллекта. В. Штерн в 1915 г. писал: «Уже полвека тому назад Гальтон высказал предположение, что людей в массе по степени одарённости можно симметрично распределить согласно кривой Гаусса. Такой закон очень приближителен, но привлекает исследователей...» [11].

На рис. 1 цифры на оси абсцисс соответствуют показателям способностей: «0» – средние в исследуемой возрастной группе, «+1» – средние в группе на год старше, «+2» – средние в группе на 2 года старше (это и есть «олимпиадники») [12].

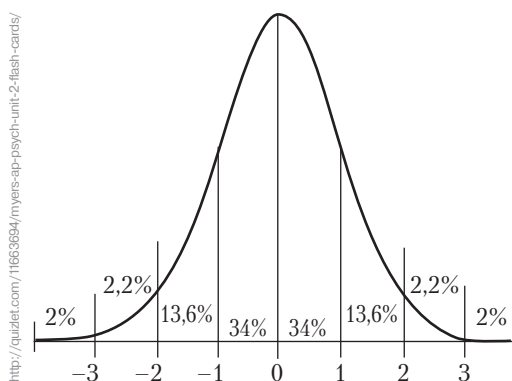


Рис. 1. Процент нормального распределения баллов в возрастной группе

Образование для основной массы школьников всегда строилось по законам и правилам, определяемым стратегическими целями и возможностями государства. Наша традиционная система обучения за долгие годы развития СССР приобрела определённые черты,

## РЕЙТИНГ ВУЗОВ МИРА-2014

Знаменитая на весь мир консалтинговая компания из Британии *Quacquarelli Symonds (QS)* опубликовала свой ежегодный рейтинг лучших вузов мира. Рейтинг составляется по методике QS, которая признана в мире одной из самых передовых и объективных. В актуальный рейтинг вошло в общей сложности 863 высших учебных заведения.

При составлении рейтинга сотрудники QS основываются на следующих шести критериях: 1) индекс цитируемости научных трудов (влияние на сводный индекс: 20%); 2) репутация в академической среде (влияние на сводный индекс: 40%); 3) относительная численность иностранных преподавателей (влияние на сводный индекс: 5%); 4) относительная численность иностранных студентов (влияние на сводный индекс: 5%); 5) соотношение числа преподавателей к числу студентов ВУЗа (влияние на сводный индекс: 20%); 6) отношение работодателей к выпускникам соответствующих вузов (влияние на сводный индекс: 10%).

Лидером рейтинга лучших университетов мира стал Массачусетский технологический институт – уже третий раз подряд. На второй строчке рейтинга расположился Кембриджский университет. Последним в тройке лучших стал Имперский колледж Лондона.

Десятка лидеров: четыре вуза Великобритании и шесть из США (в том числе Гарвардский и Оксфордский университеты, Университетский колледж Лондона, Стэнфордский университет, Калифорнийский технологический институт, Принстонский и Йельский университеты). Что касается РФ, то в 200 лучших попал только МГУ им. М.В. Ломоносова, заняв 114-е место (120-е в 2013 г. и 116-е в 2012 г.). Петербургский госуниверситет оказался только лишь на 233-м месте, МГТУ имени Н.Э. Баумана – на 322-м месте, Новосибирский госуниверситет – на 328-м.

Впервые за всю историю рейтинга в него вошли НИЯУ МИФИ (490-е место), Саратовский НИУ (группа 601–650) и МИСиС (группа 701+). Всего же в рейтинг попал 21 российский вуз, причём все они либо закрепились на своих прежних местах, либо продвинулись вперёд, улучшив свою академическую репутацию. Среди них 11 лучших, с точки зрения рейтинга, университетов России либо остались на прежних позициях, либо сильно улучшили свои показатели в плане узнаваемости среди работодателей. Единственным российским вузом, который смог улучшить показатель по индексу цитирования, стал Новосибирский госуниверситет.

Профессии, которые будут востребованы в ближайшем будущем <http://mistudenti.ru/na-kogo-idi-uchitsya-ili-samyie-vostrebovannyye-professii.html>:  
 • **IT-специалисты** (быстрый рост числа интернет-пользователей подстёгивает компании, они открывают свои представительства и интернет-магазины, что делает востребованными специальности дизайнер, веб-программист)  
 • **строители** (будут востребованы всегда, особенно архитекторы, инженеры, дизайнеры)  
 • **нанотехнологи** (в нашем обществе очень часто можно услышать шутки и сарказм по поводу отечественных нанотехнологий, но они уже используются в медицине, строительстве и промышленности, а в будущем станут применяться повсеместно)  
 • **менеджеры** (эта профессия нужна во многих сферах: менеджер по продажам, менеджер по кадрам – одни из самых востребованных. Умение грамотно общаться, быть активным и целеустремленным, чувствовать собеседника с одного взгляда – важные качества профессии)  
 • **учитель, педагог, врач** – будут востребованы всегда, но оплата их труда сильно варьируется.

<http://e-educ.ru/305-reyting-vuzov-mira-2014-po-versii-qs.html>

которые многие учителя воспринимают как само собой разумеющееся и как незыблемую норму, так как в этой системе они выросли и сформировались как специалисты, являются её интеллектуальным и социальным продуктом. Рассмотрим особенности этой системы.

*Первая* – почти детективная история формирования специфической урочной системы. «В истории отечественной педагогики советского периода “судьба” урока складывалась непросто. В послеоктябрьский период урок был изгнан из школы как “досадный анахронизм”. Возвращённый “сверху” в школьную жизнь известными постановлениями партии 30-х гг., не обеспеченный ни теоретически, ни методически, ни кадрово, он стал одной из существенных причин массовой неуспеваемости и второгодничества, явился актуальной теоретической проблемой» [1, с. 2]. Административными решениями за десятки лет в школе утвердилась к 1950-м гг. практика малоэффективного комбинированного урока с окостеневшей структурой. «Социальный заказ» нового типа, сформулированный решениями XX съезда КПСС (1956), Законом о школе (1958) и скорректированный в связи с принятием третьей Программы партии (1961), ставил задачу приведения системы образования в соответствие с потребностями «коммунистического строительства». С принципиальными изменениями содержательно-процессуального характера урока связывалась задача ликвидации отрыва школы от жизни [1, с. 3].

С новым Законом о школе (1958) началось «очеловечивание» отечественной педагогики и её основного элемента – урока. Началось стимулирование направления на творческое развитие учащихся, на расширение политехнического образования, усиливалась связь обучения с производственными процессами, создавались новые формы занятий – всё это активно изучалось и внедрялось в образовательный процесс. За последующее десятилетие целый ряд учёных-дидактов, таких как Е.Я. Голант, Б.П. Есипов, И.Т. Огородников, М.Н. Скаткин разработали наиболее эффективные организационные формы ведения урока. В частности, было доказано, что 4-этапный (опрос, объяснение нового материала, опрос, домашнее задание) урок имеет существенные недостатки: до 40% учебного времени занимал опрос; закрепление, отличающееся от опроса лишь тем, что проводилось после рассказа учителя, учащиеся были перегружены домашними заданиями, которые делались, в основном, ради оценки. Основным видом «деятельности» ученика являлось прослушивание массива информации (75% учебного времени). «Построение уроков по единой схеме без учёта характера изучаемого материала и возраста учащихся приводило к четырёхкратному дублиро-

ванию учебного материала (рассказ учителя, его повторение в порядке закрепления, домашнее задание, опрос на следующем уроке), что ослабляло процесс развития мышления из-за глубокого торможения коры головного мозга, подвергавшейся длительно-му однородному раздражению» [1, с. 34].

Принятые в 1964, 1966 гг. постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР ознаменовали определённый отказ от установок Закона о школе 1958 г. Но за почти десятилетие разрешённой вольности педагоги массово подошли к пониманию зависимости эффективности учебного процесса от структуры урока, к насущной необходимости личностно-ориентированного обучения [1, с. 14].

В дальнейшем структура урока не подвергалась кардинальным изменениям, не затрагивалась постановлениями и распоряжениями государственного уровня, однако вариативность и произвольность не приветствовалась. Требования к структуре урока со стороны органов управления образовательным процессом на десятилетия остались почти на уровне 1930-х гг.: отслеживались те же 4 основных этапа урока и особенности их организации, которые не способствуют развитию учащихся.

Следующая особенность нашей образовательной системы – утверждённые законодательно требования к результатам обучения, направленные на овладение теоретическим материалом. Это – знания умения, навыки, описываемые в Федеральном компоненте государственного стандарта основного общего образования и средства, с помощью которых предлагается этого достигать. При малом количестве предметов (относительно малом по сравнению с вариативными программами нынешнего XXI в.) учебная нагрузка была большой. Например, в 1970–1980-е гг. было 4–5 ч/нед. по физике, 3–4 ч/нед. по химии, 6–8 ч/нед. по математике, не считая обязательных факультативных и дополнительных занятий, обязательных экзаменов по многим предметам (почти по всем предметам сразу после войны, до 7 экзаменов в выпускных классах в 1970–1980-е гг.). И количество «насаждаемых» знаний даже в рамках традиционных уроков давало результат, достаточный для выполнения социального заказа общества. Для основной массы учителей организационно-методические стереотипы и жёсткие требования образовательных программ к теоретическим знаниям учащихся были нормой, что утвердило знаниевую парадигму образования в нашем обществе. Технологии развития мышления учащихся на уроках, методики формирования творческих способностей были прерогативой педагогов-новаторов.

Следующая важная особенность педагогической образовательной системы конца XX в. была обусловлена устаревшими требованиями к дея-

тельности педагога со стороны общества, а именно – к оцениванию его работы по количеству выставленных отметок. При сокращении учебных часов (по физике – с 5 до 2 в неделю за годы реформ, начиная с 1990-х) и сохранении требований к числу оценок за учебный период, учителя вынуждены проводить многочисленные контрольные мероприятия – самостоятельные работы, зачёты, диктанты, опросы, фронтальные практические работы и тому подобное. Чтобы выставить оценку за четверть, педагоги вынуждены по-прежнему «накапливать» по 3–4 оценки каждому ученику за месяц (нормы устанавливались на региональном и местном уровнях). Произведём простой расчёт: при количестве обучаемых учителем десяти классов по 25 человек ему необходимо выставить 750 оценок в месяц, то есть при 25 рабочих днях – по 30 оценок в день, то есть по 5–6 оценок за каждый урок. Получается, что для выполнения норм накопления оценок еженедельно требуется контрольное мероприятие, что не способствует развитию учащихся, ориентирует их учебную деятельность только на получение оценки.

Очевидно, что при такой интенсивности контроля знаний и умений и учителю, и ученикам остаётся просто выучивать массивы информации, чтобы затем как-то воспроизвести (и забыть). То есть жёсткие требования накопления достаточного для отчётности количества отметок приводят автоматически к усилению формального подхода к их получению как со стороны учащихся, так и со стороны учителя.

Чтобы ярче представить процесс изменения образовательной системы, рассмотрим график изменения количества часов в неделю по физике в 10–11-м классах в зависимости от времени (рис. 2) [цит. по 13]. Жёлтым в коричневых клеточках проставлены годы (1966, 1968, 1977...) этапов реформирования системы образования в стране. Мы видим, что на момент введения профильного обучения в начале нашего века произошло как бы частичное восстановление количества часов по предмету для тех, кто желает изучать физику (2004 г. отмечен выноской с текстом). При этом для учащихся основных общеобразовательных классов осталось обязательным изучение физики в объёме 2 ч/нед. при сохранении всех остальных требований к процессу обучения.

Подведём некоторые итоги. Из рассмотренных выше нескольких особенностей, характеризующих состояние образовательной системы нашего государства во второй половине XX в., очевидно, что к началу XXI в. накопились противоречия: между управлением образовательным процессом и требованиями со стороны общества к достижениям педагогов и их учеников; между необходимым уровнем

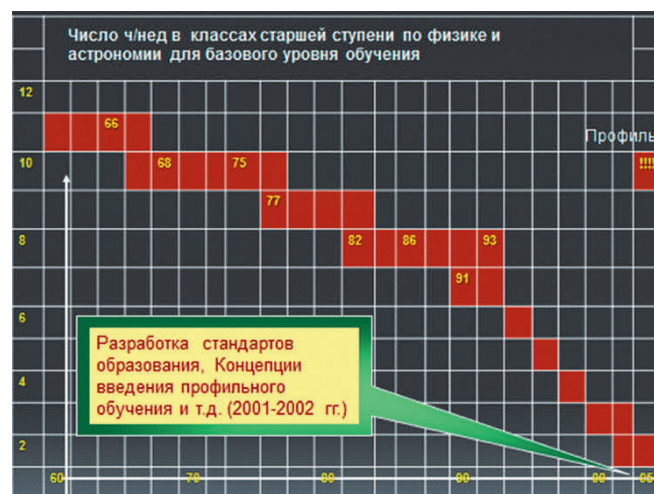


Рис.2

развития личности ученика и господствующей знаниевой парадигмой; между требуемым компетентностным подходом к образованию специалиста и слабой практической направленностью преподавания предметов от школы до вуза в стране; между жёсткой структурой уроков в общеобразовательных учреждениях, растущими требованиями к достижениям учащихся и большой информационной нагрузкой содержанием предметов.

З.И. Калмыкова (д. психол. н.) в 1990-е гг. в своей работе, посвящённой психологическим предпосылкам развивающего обучения и основанной на обширном эксперименте, сделала интересное заключение о советской системе обучения [14]: «Наша система преподавания тормозит развитие не только слабых (она для них сложна), но и сильных школьников (она для них чрезмерно легка). Данные свидетельствуют: с возрастом показатели обученности и развития слабых учеников всё больше отстают от средневозрастных, а соответствующие показатели сильных – всё больше приближаются к ним...».

К сожалению, в 2000-х, как показывают независимые исследования, мало что изменилось. Для объективной оценки уровня подготовленности российских школьников к жизни в современном обществе и сравнения этого уровня с международным наша страна с 1995 г. участвует в различных исследованиях. Например, регулярно несколько десятков школ страны вместе со всеми учащимися и учителями проходят тестирование в рамках Международной программы оценки образовательных достижений учащихся *PISA (Programme for International Student Assessment)*, которая осуществляется Организацией экономического сотрудничества и развития ОЭСР (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*). Оно проводится трёхлетними циклами. В 2009 г. прошёл четвёртый, в котором приняли участие



65 стран. В очередной раз были проверены «грамотность чтения», «естественнонаучная грамотность» и «математическая грамотность» 15-летних учащихся. Ключевой вопрос исследования – *«обладают ли учащиеся 15-летнего возраста, получившие общее обязательное образование, знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в обществе?»* Главная цель всех заданий – проверить не уровень освоения школьных программ, а способность учащихся применять полученные в школе знания и умения в жизненных ситуациях [15]. Наши учащиеся заняли в 2009 г. 41–43-е место по читательской грамотности, 38–39-е место по математической грамотности, 38–40-е место по естественнонаучной грамотности [15, 16]. Ниже в таблице показана динамика положения России среди участников данного исследования.

Год	Число стран-участниц	Место России
2012	65	31–39
2009	65	41–43
2006	57	37–40
2003	40	32–34
2000	32	27–29

«Результаты исследования *PISA* обозначили дефициты российских учащихся в сформированности ряда важных умений: осуществлять поиск информации по ключевым словам; анализировать процессы проведения исследований; составлять прогнозы на основе имеющихся данных; интерпретировать научные факты и данные исследований; выявлять научные факты и данные исследований, лежащих в основе доказательств и выводов; интерпретировать графическую информацию; проводить оценочные расчёты и прикидки». Исследование 2012 г. дало несколько лучшие результаты (соответственно 38–42, 31–39, 34–38 места) [15].

Рассмотренные примеры, выделенные особенности и проиллюстрированная результативность образовательной системы заставляют сделать вывод, что реализованные этапы реформы системы образования в конце XX и в начале XXI вв., компьютеризация образовательных учреждений, даже всеобщий переход на новые стандарты (2004) не внесли существенных изменений в достижения наших школьников (невысокий уровень подготовленности наших выпускников к активному применению знаний примерно остаётся постоянным в течение последних 10 лет). Решение этих проблем лежит в совершенствовании стратегии и тактики

образовательной политики государства, в изменении целевых установок образования.

## Литература

1. Золотарёва С.А. Развитие Теории урока в советской дидактике периода середины 50-х – середины 60-х годов. Дис. на соис. уч. ст. к. п. н. Хабаровск: Хабаровский ГПУ, 1998. С. 17.
2. Джон Дьюи. Индивидуальная психология и воспитание. / Пер. с англ. Д.А. Ольшанского статьи из журнала «The Philosopher» 1936, № XII. // Электронная библиотека научной литературы по гуманитарным дисциплинам. URL: [www.i-u.ru/biblio](http://www.i-u.ru/biblio)
3. К обществам знания. Всемирный доклад ЮНЕСКО. Париж: Изд-во ЮНЕСКО, 2005. 231 с.
4. Ж. Делор и др. Образование – сокровище (Learning: The Treasure Within): Доклад Международной комиссии по образованию XXI века. Изд-во ЮНЕСКО, 1998. URL: <http://www.ifap.ru>
5. Разумовский В.Г. Проблемы обучения физике и опыт зарубежной школы. //Физика в школе. 2009. № 8. С. 9–18.
6. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2006/0505.htm>
7. Немов Р.С. Психологический словарь. М.: Владос, 2007. 559 с. (С. 177.)
8. Лебедева М.Б., Шилова О.Н. Что такое ИКТ-компетентность студентов педагогического университета и как её формировать? // Информатика и образование. 2004. № 3.
9. Хуторской А.В. Практикум по дидактике и современным методикам обучения. СПб.: Питер, 2004. 541 с.
10. Сайт Википедия. Свободная энциклопедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Авария\\_на\\_Чернобыльской\\_АЭС](http://ru.wikipedia.org/wiki/Авария_на_Чернобыльской_АЭС).
11. Штерн В. Умственная одаренность: Репринтное издание 1915 г. СПб: Питер, 1997. (С. 43.)
12. Новости телеканала «Россия К». [http://tvkultura.ru/article/show/article\\_id/2098](http://tvkultura.ru/article/show/article_id/2098)
13. Гурина Е.В. Проблемы обучения в физико-математическом профиле. // Физика в школе. 2006. № 6.
14. Калмыкова З.И. Психологические предпосылки развивающего обучения // Физика в школе. 1991, № 3, с. 69–74.
15. Портал Центра оценки качества образования. URL: <http://www.centeroko.ru/>
16. Демидова М.Ю. Основные результаты сравнительных исследований качества школьного физического образования в РФ. //Физика. Первое сентября. 2012. № 1.

Продолжение следует

# Звёздное небо в апреле

Описано звёздное небо, даны звёздные карты в зените, южной и северной частях горизонта, фазы Луны, планеты, метеорные потоки. Приведено составное фото полного затмения Луны, астрофото туманностей Шарплесс 249 и Медуза, а также клочковатая структура остатков взрыва сверхновой в созвездии Паруса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** астрономия, звёздное небо, звёздные карты, туманности Шарплесс 249 и Медуза, взрыв сверхновой в созвездии Паруса

Проф. В.М. ЧАРУГИН,  
charugin2010@mail.ru,  
академик РАКЦ  
г. Москва

1 апреля 2015 г. – 2 457 113-й юлианский день. Солнце в Москве и в пунктах, расположенных на широте Москвы, восходит около 6<sup>ч</sup>, а заходит около 19<sup>ч</sup> 10<sup>м</sup> по московскому времени. Так как астрономические сумерки на широте Москвы длятся 1 ч 12 мин до восхода и после захода Солнца, то начало астрономических наблюдений, когда появляются самые слабые звёзды на небе, наступают в 20<sup>ч</sup> 20<sup>м</sup>. 30 апреля – 2 455 142-й юлианский день Солнце заходит около 20<sup>ч</sup> 10<sup>м</sup>, сумерки длятся около 1 ч 26 мин, поэтому по-настоящему небо предстанет во всей своей красе только после 21<sup>ч</sup> 30<sup>м</sup>. В самых северных районах, за Полярным кругом, наступают белые ночи, граница которых спускается всё южнее и южнее, в конце месяца она уже будет проходить по 60-й параллели. Солнце в апреле движется по созвездию Рыб и в третьей декаде вступает в созвездие Овна. В античные времена в этом созвездии находилась точка весеннего равноденствия, с тех пор эта точка обозначается знаком Овна ♈, хотя в настоящее время точка весеннего равноденствия находится в созвездии Рыб. 19 апреля Солнце переходит из зодиакального знака Овна в знак Тельца.

4 апреля во время полнолуния произойдёт полное лунное затмение. Полную фазу увидят жители Сибири, Приморья, Камчатки и Дальнего Востока. Максимальная теневая фаза составит 1,005 при прохождении Луны через северную часть земной тени, причём полная фаза затмения будет длиться всего 12 мин. С Луны в это время наблюдается полное и частное солнечное затмение. Определе-

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на 20<sup>ч</sup> 15 апреля в Москве.

Лунное затмение наступает, когда Луна входит в конус тени, отбрасываемой Землёй. Но Луна не исчезает полностью, а окрашивается на небе в тёмно-красный цвет. Это происходит из-за того, что даже в фазе полного затмения Луна продолжает освещаться солнечными лучами, которые, проходя по касательной к Земле, рассеиваются в её атмосфере и за счёт этого частично достигают нашего естественного спутника. Поскольку земная атмосфера наиболее прозрачна именно для лучей красно-оранжевой части спектра, то они в большей мере и достигают поверхности Луны. Это объясняет окраску лунного диска в мрачные тёмно-красные тона (см. с. 64).

Моменты протекания затмения по мировому времени:

- $P_1 = 8^{\text{ч}} 39^{\text{м}} 38^{\text{с}}$  – первый контакт Луны с полутенью Земли;
- $U_1 = 10^{\text{ч}} 15^{\text{м}} 24^{\text{с}}$  – первый контакт Луны с тенью Земли;
- $U_3 = 15^{\text{ч}} 45^{\text{м}} 05^{\text{с}}$  – последний контакт края Луны с тенью Земли;
- $P_5 = 15^{\text{ч}} 00^{\text{м}} 46^{\text{с}}$  – последний контакт Луны с полутенью Земли.



Полное лунное затмение 15 апреля 2014 г.

ние точных моментов контактов затмений из наблюдений играет важную роль в построении точной теории движения Луны. Ну а цвет тени Земли может дать представление о загрязнении земной атмосферы и процессах, протекающих в её верхних слоях.

Выйдем на улицу в 20<sup>ч</sup> 30<sup>м</sup> и посмотрим на небо вблизи зенита. Встав спиной к Полярной звезде, увидим южнее зенита в верхней кульминации созвездие Рака. Зодиакальное созвездие Рака находится между созвездиями Близнецов и Льва. Оно едва заметно, так как в нём нет ярких звёзд. Солнце, двигаясь среди ярких звёзд созвездия Близнецов, в середине июля попадает в это неприметное созвездие, как в пустоту. По-видимому, по этой причине древним это место на небе и казалось тёмной дырой, воротами из потустороннего мира, откуда спускались души, чтобы вселиться в лю-

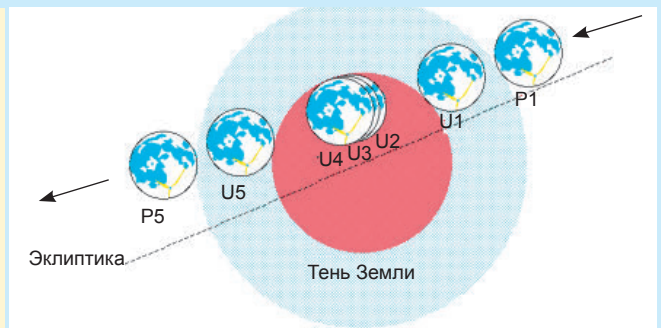
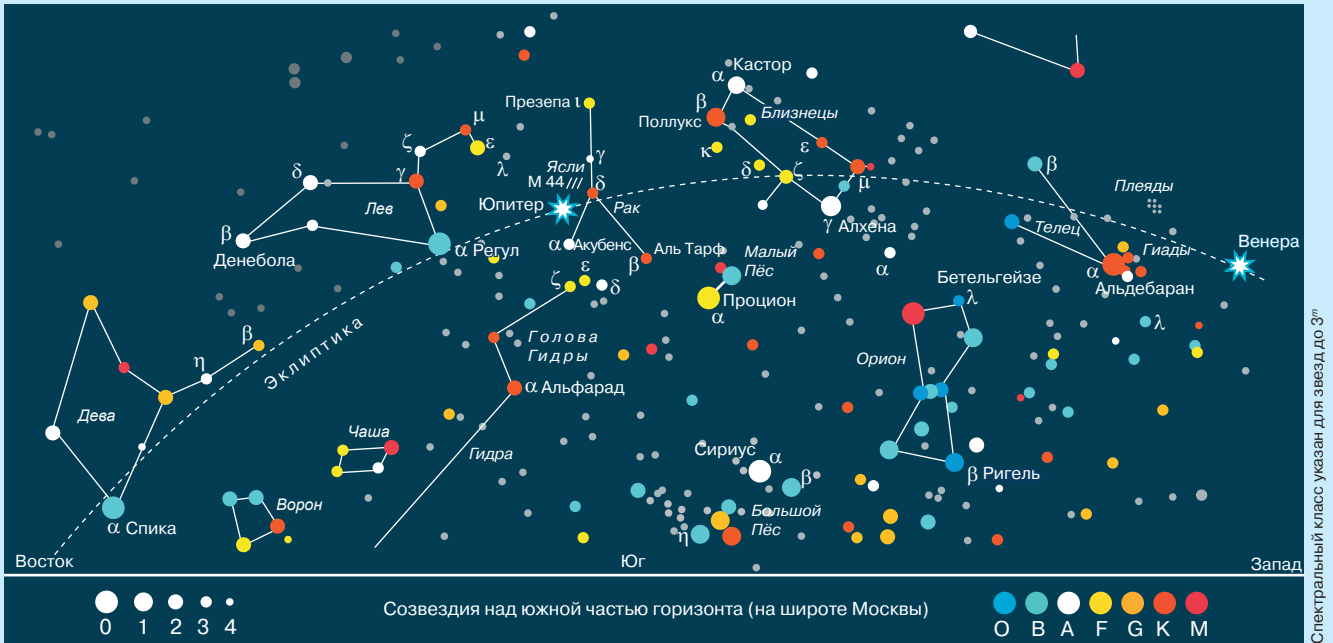


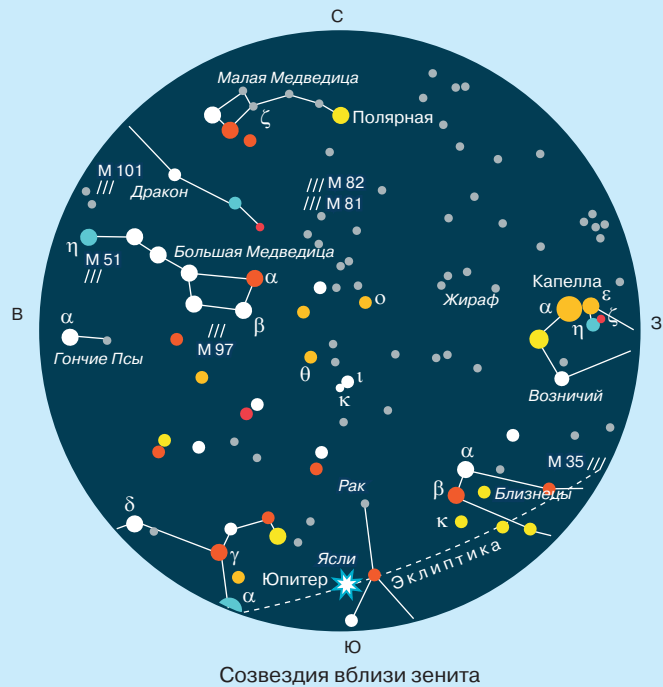
Схема протекания полного лунного затмения [2]



дей при рождении. В античные времена Солнце пересекало это созвездие в день летнего солнцестояния, достигая своей максимальной высоты. Поэтому для точки летнего солнцестояния, которая сейчас находится в созвездии Тельца, был принят знак созвездия Рака ♋.

Это созвездие вызывало большой интерес. Так, у римского писателя Макробия в его сочинении «Развалины» мы читаем: «Вот причины, по которым двум знакам, называемыми нами вратами или преградами солнечного пути, даны имена Рака и Дикой Козы (Козерога). Рак ползёт, отступая назад, и не прямо, а вбок: точно так же Солнце, придя в этот знак, начинает отступать назад и косвенно спускаться...». То, что Солнце перед летним солнцестоянием вначале поднимается, а после, как рак, пятится назад, опускаясь к экватору, было замечено во многих античных странах. И у разных народов возникали его сходные названия: Рак, Краб, Водяной Жук, Омар, Креветка, Лангуст. Конечно, были и другие, не связанные с данной ассоциацией, названия. Так, у ассирийцев на месте зодиакального Рака изображался бык, у кельтов – дуб, у японцев – цветок ириса, а у жителей Тибета – обезьяна. Египтяне наряду со священным жуком-скарабеем помещали в созвездии Рака львицу. Попробуйте найти это созвездие, хотя оно и состоит из слабых звёзд. Отличительной особенностью является наличие небольшого туманного пятнышка 3,7<sup>m</sup> – рассеянного звёздного скопления Ясли.

В античные времена астрологи придавали большое значение и созвездию Рака, и этой туманности. Халдейские астрологи, а позднее и греки, уверяли, что именно через эти тёмные ворота сходили души с неба, чтобы воплотиться в зарождающиеся человеческие существа. Ряд учёных считает, что древние китайцы называли точнее звёздное скопление Ясли *нагромождением трупов*, то есть кучей мёртвых тел, что гораздо точнее. Поскольку большинство названий созвездий пришло к нам из Китая, не исключено, что египтяне потом поместили в этом месте Рака как символ разрушения и смерти, потому что это животное питается трупами. У



древнеримского учёного Плиния Старшего написано: «В знаке Рака есть две маленькие звезды, называемые ослятами, на небольшом расстоянии между ними... маленькое облачко, называемое яслями». Двумя «ослятами» были звёздочки δ и γ. Арабы также называли эту группу *аль-малаф – вязанка сена*, которую вешают ослу на шею.

У Эратосфена, жившего в III в. до н. э., в «Катастеризмах» читаем об этом созвездии: «Он, как считается, помещён среди созвездий Герой, и вот за что. Когда Геракл истреблял Гидру, все прочие звери сражались на его стороне, и один только Рак, как сообщает в «Гераклее» Паниасид, выпрыгнул из болота и укусил его за ногу. Геракл, очевидно, в гневе раздавил Рака ногой. Вот почему он удостоился великой чести быть причисленным к двенадцати знакам. Некоторые из его звёзд называются Ослами, которых поместил на небо Дионис.

Продолжение см. на с. 34



## Физика вам в помощь...

### Светлой памяти К.Ю. Богданова посвящается

Наш коллега, просматривая уйму научной и научно-популярной литературы, в том числе англоязычной, два года щедро делился со всеми желающими находками на своём блоге Facebook URL: <http://www.facebook.com/#!/groups/37854668887522/>. В его группе было более 300 человек. Сообщения, захватывающие дух фотографии, иллюстрации, фоторепортажи вызвали оживлённые дискуссии среди участников группы, учителей и преподавателей физики. Часть этих материалов мы уже публиковали (см. № 2–12/2013). Надеемся, что и оставшиеся материалы отработают после безвременной кончины Константина Юрьевича на благо нашего любимого предмета, украсив уроки физики многих наших читателей.

Редакция

• В подмосковном городе Красногорске есть участок высоковольтной 500-киловольтной линии электропередач, где очень сильно провисают провода. Настолько сильно, что под ними попросту страшно ходить: расстояние до них от земли составляет всего около 5 м. При езде на велосипеде от руля сильно бьёт током, а пройтись в дождь с зонтиком в тех местах решится только сумасшедший. Причём, провода расположены не на пустыре, а прямо в жилой зоне. Рядом дома и больница. Дело в том, что ЛЭП создаёт довольно сильное электрическое поле. Люминесцентная лампа под линией электропередач горит безо всяких проводов. Лампа самая обыкновенная, типа тех, что используются для освещения в офисах. Разве что подлиннее – 1,5 м вместо 75 см. Лампа горит не только на земле, но и просто в воздухе, а также в руках.



Почему светится лампа? Потому что на её концах есть напряжение, которое создаёт электромаг-

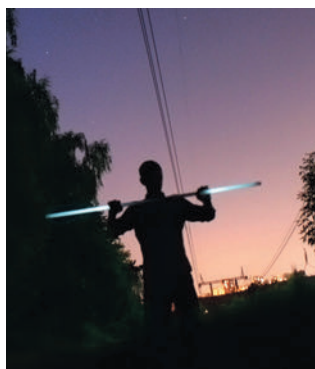
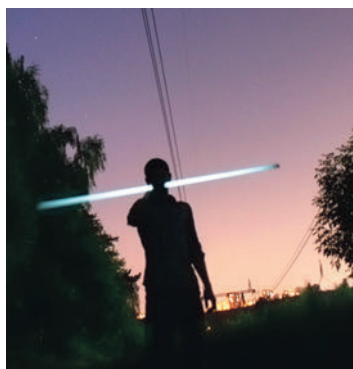
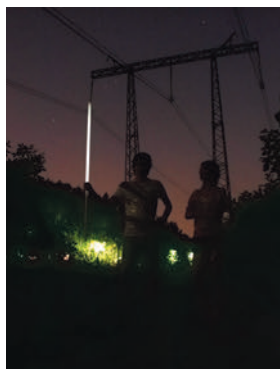
нитное поле ЛЭП. Электростатический потенциал на проводах очень высок, а потенциал на земле, как известно, нулевой. Иными словами, между проводами и землёй существует разность потенциалов. И на концах лампы тоже, потому что один из концов стоящей вертикально лампы всегда ближе к проводам, а второй дальше, либо находится на земле.

Но эта разность потенциалов всё же недостаточна, чтобы дать ток, представляющий опасность для человека. А раз ток такой слабый, то и лампу он зажечь не должен. Кроме того, люминесцентные лампы устроены не так-то просто: внутри расположены специальные стартеры, которые зажигают её. И всё же лампа горит!

Потому что такие лампы в принципе горят по другим причинам. Вместо раскалённой вольфрамовой дуги внутри стеклянной трубки имеются пары ртути, которые создают ультрафиолетовое излучение (преобразуемое в видимый свет белым люминофором на стекле) за счёт напряжения, но не на концах лампы, а на протяжении всей её длины, то есть и на контактах, и на самой ртути. Поле под линией электропередач заставляет светиться пары ртути, поэтому для свечения не нужен стартер. Лампа светится очень сильно, если воткнуть её в землю, немного слабее, если держать её вертикально в руках и ещё слабее, если держать её горизонтально. Причина в разном напряжении на лампе: воткнутый в землю конец обеспечивает моментальный путь для стекания тока, в вертикальном положении создаётся большая разность потенциалов за счёт разного

расстояния от концов лампы до проводов. Если лампу взять за середину двумя руками, то свечение становится равномерным. В промежутке между руками оно угасает вовсе, а также быстро падает на участке от руки до нижнего конца.

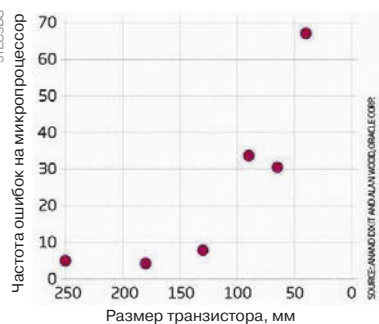
<http://andrewmarcus.ru/other/lep>



• Этот снимок сплющенной суперлуны сделал Олег Артемьев с борта МКС. Коллекцию снимков суперлуны с Земли можно посмотреть на его сайте <http://www.theguardian.com/science/gallery/2014/aug/10/supermoon-skies-perigee-around-the-world-in-pictures>



• Чем меньше размер транзистора, тем больше он «чувствует» космические лучи. Как видно на графике, сбои у транзисторов размером 40 нм происходят в 7 раз чаще, чем у транзисторов размером 130 нм. Исследования показали, что космические частицы, энергия которых может достигать энергии теннисного мяча, летящего со скоростью 120 км/ч, легко могут привести к сбою компьютера, управляющего двигателем автомобиля, привести к внезапному ускорению и аварии. При этом на высоте 3 км сбои компьютеров наблюдаются в 10 раз чаще, чем на уровне моря. Поэтому перед тем,

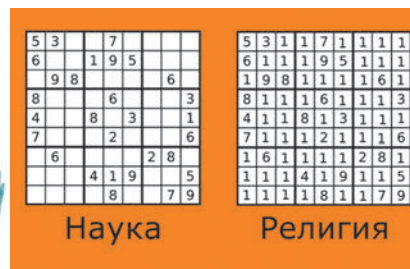


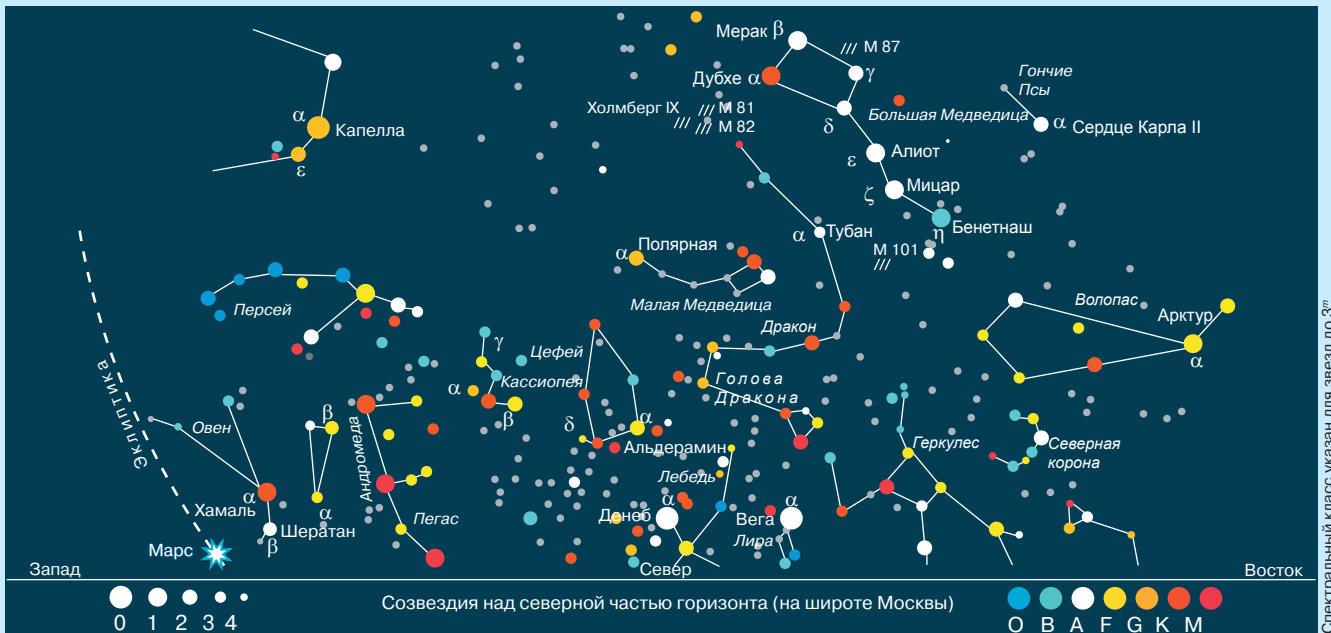
как развивать наноэлектронику, надо защититься от космических лучей или всем переселиться в заброшенные шахты. <http://www.newscientist.com/article/mg22329880.600-cosmic-ray-blitz-space-invaders-that-fry-electronics.html>

• Верующих и в России, а также в США и в ряде других стран становится всё меньше. Хотя немало стран, где тенденция обратная. Опрос проводился Институтом Гэллага в 38 странах, жителям задавали вопрос: «Независимо от того, посещаете вы храмы или нет, считаете ли вы себя религиозным человеком?» (*Irrespective of whether you attend a place of worship or not, would you say you are a religious person?*)



<http://www.newscientist.com/article/mg22229670.600#.U2J9Z9uGiZu>





Продолжение. Начало см. на с. 30

Возле них различимы также Ясли. История их такова. Рассказывают, что когда боги выступили в поход против Гигантов, Дионис, Гефест и Сатиры отправились на ослах. Гигантов ещё не было видно, но ослы учуяли их близость и заревели, а те, услышав звук, убежали. За это ослы сподобились чести быть в созвездии Рака с западной стороны. Рак имеет на панцире две яркие звезды (это Ослы, а видимая в созвездии туманность – Ясли, подле которых они, надо полагать, и стоят); на каждой из правых ног у него по одной яркой звезде, а из левых – на передней две яркие, на второй также две, на третьей одна и столько же на конце четвертой; у пасти одна; на правой клешне три равновеликие; на левой клешне одна. Всего восемнадцать.» [1]. Сейчас самое время проверить это древнее описание созвездия Рака. В Москве из-за засветки неба сделать это трудно, но за городом вполне возможно.

В античные времена очень внимательно относились к наблюдениям туманности Ясли, точно так же как Плеяд и Гиад. Её ослабление или исчезновение служило метеорологической приметой и указывало на приближение дождя. Диаметр этого звёздного скопления составляет 90', а его блеск около 5<sup>м</sup>. Оно хорошо видно в бинокль, а в хороший телескоп в нём можно насчитать около 600 молодых и горячих звёзд. Возраст этого звёздного скопления оценивается в 400 млн лет. По сравнению с Солнцем, возраст которого оценивается в 4,5 млрд лет, скопление звёзд Ясли – просто дитя.

Что касается созвездия Близнецов, то в их ногах, между звёздами  $\mu$  и  $\eta$ , расположена очень слабая туманность *Sharpless* (Шарплесс) 249. Светящаяся дуга правее и ниже центра астрофото – туманность Медуза. Хорошо заметны отходящие от неё «щупальца». Туманность имеет в поперечнике около 300 св. лет и удалена от нас на 5000 св. лет. Туманности Медузы и Шарплесс 249 представляют собой часть гигантского пузыря, раздутого взрывом сверхновой звезды около 30 000 лет назад. Внутри находится пульсар – быстро вращающаяся (десятки оборотов в секунду) нейтронная

звезда, которая поддерживает активность и свечение туманности. Плотность пульсара сравнима с плотностью ядерного вещества – около миллиарда тонн на кубический сантиметр.

В созвездии Паруса, не видимом в наших широтах, наблюдается ещё один необычный остаток взрыва сверхновой, см. астрофото. Сверхновая взорвалась примерно 11 000 лет назад. Люди той далёкой эпохи могли некоторое время видеть на небе странную светящуюся точку. Внешние слои звезды расширились в межзвёздной среде, порождая ударную волну. На астрофото, выполненном в рентгеновском диапазоне, запечатлена клочковатая структура из светящихся волокон сжатого ударными волнами газа. В нём идёт радиоактивный распад, и в результате взаимодействия этой ударной волны с межзвёздной средой возникает излучение во многих диапазонах. В центре этого остатка сверхновой находится пульсар.

На юго-востоке восходит созвездие Девы, его ярчайшая звезда Спика только что поднялась над горизонтом. По созвездиям Девы, Льва, Рака, Близнецов и Тельца, а также Луне, можно проследить за расположением эклиптики на небесной сфере. Под Девой, на юго-востоке, у самого горизонта можно различить созвездие Ворона, а несколько западнее – созвездие Чаши.

Если продлить линию, соединяющую звезды  $\gamma$  и  $\alpha$  Льва на юг, то она укажет на одинокую сравнительно яркую звезду второй величины Альфарад (от арабского *аль-фард* – *пустынный*), получившую имя благодаря своему уединённому положению в этой области неба. Альфарад – ярчайшая ( $\alpha$ ) в созвездии Гидры, протянувшаяся с юго-востока на северо-запад. Голова Гидры (звёзды  $\beta$ ,  $\epsilon$  и  $\zeta$ ) расположена под Раком недалеко от Прочиона ( $\alpha$  Малого Пса). В античные времена считалось, что Альфарад находится в «груди» Гидры, поэтому иногда её называют Сердцем Гидры. Над юго-западной точкой горизонта блистает ярчайшая звезда земного неба Сириус –  $\alpha$  Большого Пса. Созвездие Ориона опускается к горизонту на юго-западе. Над Орионом хорошо





Туманности Шарплесс 249 (*Sharpless 249*) и Медуза (*справа*)

видно созвездие Тельца, его рога выделяются звёздами  $\beta$  и  $\zeta$ . На юго-востоке поднимается летнее созвездие Девы с яркой Спикой ( $\alpha$ ).

Повернувшись лицом к северу, увидим много уже знакомых созвездий. В нижней кульминации находятся Цефей и Лебедь с ярким Денебом. На северо-западе ещё высоко над горизонтом можно увидеть созвездие Персея с «дьявольской звездой» Алголь ( $\beta$  Персея).

На юго-востоке вверх ногами восходит Геркулес, его колени упираются в голову Дракона, который хорошо заметен под К о в ш о м Малой Медведицы. Восточнее Геркулеса поднимается жемчужное ожерелье звёзд Северной Короны. Пройдёт несколько месяцев, и эти созвездия перейдут на южную сторону неба.

## ПЛАНЕТЫ [2]

**Меркурий** ( $1,9^m$ ) движется по созвездиям Рыб и Овна, появляется на вечернем небе после верхнего соединения с Солнцем 10 апреля, со второй декады он виден в течение почти часа в лучах вечерней зари. В дальнейшем условия его видимости улучшатся.

**Венера** ( $4^m$ ) движется по созвездиям Овна и Тельца и хорошо видна в вечерние часы.

**Марс** ( $1,4^m$ ) движется по созвездию Овна, его можно наблюдать в течение часа в лучах вечерней зари. 22 апреля он сблизится с Меркурием.

**Юпитер** ( $-2,1^m$ ) движется попятно по созвездию Рака, после стояния 8 апреля меняет попятное движение на прямое, его угловой диаметр около  $40''$ . Планета видна всю ночь и удобна для наблюдений. Хорошо видны Галилеевы спутники, за которыми интересно следить, наблюдая изменение их конфигурации.

**Сатурн** ( $0,2^m$ ) движется попятно по созвездию Скорпиона, его угловой диаметр  $18''$ . Планета видна поздно вечером свыше 5 ч. В телескоп хорошо различимо кольцо с достаточ-



Остатки взрыва сверхновой в созвездии Паруса в виде клочковатой структуры из светящихся волокон сжатого ударной волной газа (*снято в рентгеновских лучах*)

но большим углом раскрытия ( $25^\circ$ ), а также заметны полосы и детали как на поверхности, так и в самом кольце. Особенно хорошо видна щель Кассини, а в телескопы средней силы заметно деление Энке. Из спутников лучше всего (даже в бинокль) виден Титан.

**Уран** движется по созвездию Рыб, 6 апреля происходит его соединение с Солнцем, поэтому он не виден.

**Нептун** ( $4,8^m$ ) движется в непосредственной близости от звезды  $\zeta$  Водолея, что, несомненно, помогает найти планету имея подробную карту звёздного неба. Её можно попытаться найти на утреннем небе со второй половины апреля.

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

**Виргиниды I** (по лат. названию созвездия Девы – *Virgo*) – период активности потока с 26 марта по 7 апреля, максимум активности приходится на 11 апреля (до 6 мет./ч). Наблюдаются медленные яркие метеоры и болиды. Радиант расположен западнее Спики ( $\alpha$  Девы). Лучше наблюдать вблизи и после полуночи.

**$\alpha$  Виргиниды** – активны весь апрель с максимумом 11 апреля (до 7 мет./ч). Метеоры резко очерчены, жёлто-оранжевые, медленные, без следов. Радиант находится восточнее Спики, и лучше производить наблюдения после полуночи.

**Аквилиды** (по лат. названию созвездия Орла – *Aquila*) – период активности с 19 по 23 апреля, без отчётливого максимума, наблюдается до 5 метеоров в час. Это хорошо заметный поток, связан с кометой 1844 II. Наблюдаются после полуночи.

**Сагиттиды-1** (по лат. названию созвездия Стрелы – *Sagitta*) – период активности с 19 по 23 апреля, без отчётливого максимума.

## Литература

1. Арат. Явления / Небо, наука, поэзия. Античные авторы о небесных светилах, об их именах, заходах планет и приметах погоды: Сб. под ред. Н.А. Фёдорова и П.В. Щеглова. М.: Изд-во МГУ, 1992. 208 с.: ил.
2. Козловский А.Н. Астрономический календарь на 2015 год; 2014 год.

Фазы Луны	Дата	1	4	8	12	15	18	22	25
	Фаза								
		Полнолуние		Последняя четверть		Новолуние		Первая четверть	

## У нас в гостях журнал «Квантик»



## ПОЧЕМУ ПТИЦЫ НЕ ГЛОХНУТ?

А.С. БЕРДНИКОВ

beerdoss@mail.ru,

Центр педагогического мастерства, г. Москва



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Художник Ольга Демидова

Такой вопрос мне часто приходил на ум, когда я проходил мимо стаи весело чирикающих воробьёв. Даже поодаль бывает неприятно от такого звонкого гвалта. Хочется будто бы «зажмурить» уши. А для самой птицы её песня должна быть ещё в десятки раз громче. Оказалось, что у птиц есть специальный защитный механизм – образно говоря, они действительно умеют «зажмуривать» уши!

Очень громкие звуки могут повредить уши и даже привести к глухоте. Бороться с громкими звуками, причём не только птицам, но и всем животным, помогает так называемый *акустический рефлекс*. Напомним вкратце устройство уха. Посмотрите на рис. 1. Из ушной раковины вглубь черепа идёт наружный слуховой проход, упирающийся в барабанную перепонку. Давайте на это место посмотрим внимательней (рис. 2). Колебания воздуха (звук), пройдя по слуховому проходу, заставляют колебаться барабанную перепонку. Её вибрация передаётся по цепочке из трёх косточек – молоточка, наковальни и стремечка – во внутреннее ухо, концентрируя звук. О том, что происходит со звуком во внутреннем ухе, мы здесь рассказывать не будем, а разберёмся, как звук ослабляется, прежде чем попадёт во внутреннее ухо.

На рис. 2 видны две мышцы (тёмно-красные), которые отвечают за акустический рефлекс. Первая натягивает барабанную перепонку (как и сказано в её названии). Перепонке становится труднее колебаться, и она начинает слабее дёргать молоточек, во внутреннем ухе звук становится тише.

Так мышца защищает внутреннее ухо, например... от звуков жевания. Вы, наверное, замечали, что если кто-то рядом жуёт капусту, вы слышите вполне умеренный хруст, а вот когда капусту жуёте вы сами, в ушах стоит такой треск! Если бы не мышца, напрягающая барабанную перепонку, треск был бы ещё громче. Эта мышца защищает нас и от звуков, неслышимых со стороны – вызванных вибрациями при глотании, зевании и прочем.

На самом деле, мышцу, напрягающую барабанную перепонку, используют в качестве такого глушителя совсем немногие животные. Это и не удивительно: другая интересная мышца – стремечная – гораздо лучше справляется с этой ра-



↓  
В ПРИРОДЕ ЛЕТУЧИЕ МЫШИ ИМЕЮТ ЗАБАВНУЮ ПРИВЫЧКУ "ЗАПРАВЛЯТЬСЯ" ВОДОЙ НА ЛЕТУ. В СВОИХ ОПЫТАХ ЗООЛОГИ ШТЕФАН ГРАЙФ И БЬЕРН СИМЕРС ОСТАВЛЯЛИ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ В ТЕМНОЙ КОМНАТЕ С РОВНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНОЙ ВНУТРИ, И МЫШИ ПЫТАЛИСЬ НА ЛЕТУ ПИТЬ С ПЛАСТИНЫ, ПРИНИМАЯ ЕЁ ЗА ВОДНУЮ ГЛАДЬ.  
↑





ботой. Это самая маленькая скелетная мышца человека, контролирующая самую маленькую кость человека – стремечко (рис. 3). Напрягаясь, стремечная мышца уменьшает колебания стремечка, отодвигает его от внутреннего уха, и проводимый стремечком звук приглушается. Когда мы слышим громкий звук или как раз перед тем, как мы сами громко запоём или закричим, эти две мышцы напрягаются и оберегают наши уши.

Это и есть акустический рефлекс. Он срабатывает у певца, слушателя концерта, оркестрантов, стрелка... У птиц он развит сильнее, но особо важна его роль для животных, использующих эхолокацию – для летучих мышей, например. Чтобы ориентироваться в полной темноте, они издают короткие крики (как правило, в ультразвуковом диапазоне, не слышимые человеческим ухом) и слушают их отражения от окружающих предметов. По эху они хорошо восстанавливают окружающий рельеф. Чтобы отчётливо слышать слабое эхо, летучим мышам важно «уклониться» от прослушивания своего начального громкого крика. В этом им и помогает акустический рефлекс.

Многие люди могут сознательно напрягать эти мышцы. При этом слышно, как мышцы работают – ведь они сокращаются не плавно, а рывками, десятки раз в секунду.

Чтобы сознательно управлять акустическим рефлексом, можно тренироваться, зевая от души (только не переусердствуйте!) и, ловя ощущения и усилия, после которых появляется характерный шум в ушах. Даже если вы не можете намеренно вызвать акустический рефлекс, его можно пронаблюдать другим способом – громко хлопнув в ладоши рядом с ухом. Сразу после хлопка вы почувствуете, как сработали мышцы, защищающие ваши уши от возможной угрозы.

По материалам журнала № 4/2014

### ЧИТАЙТЕ «КВАНТИК» –

ежемесячный иллюстрированный журнал для школьников 4–8 классов – и вы узнаете много интересного об окружающем мире!



Подписной индекс по каталогу Роспечати 84252.  
Сайты: <http://kvantik.com>;  
<http://kvantik12.livejournal.com>

## Новости науки и техники

Дан обзор последних сообщений в интернете. Расширенный обзор см. в ЭП.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Нобелевская премия-2014, телепатия, самолёт-летающая тарелка, перчатки «лапы геккона», зарождение жизни на Земле

### Нобелевская премия по физике 2014 г.

108-я по счёту Нобелевская премия присуждена в 2014 г. японским физикам из Нагойского университета Исаму Акасаки (*Isamu Akasaki*) и Хироши Амано (*Hiroshi Amano*), а также профессору Калифорнийского университета (США) Сюдзи Накамура (*Shuji Nakamura*)



[http://elementy.ru/images/news/nobel\\_prize\\_2014\\_4\\_600.jpg](http://elementy.ru/images/news/nobel_prize_2014_4_600.jpg)

«за изобретение эффективных голубых светоизлучающих диодов, позволившее создать яркие и экономичные источники белого света». Светодиоды, – это полупроводниковые устройства, преобразующие энергию электрического тока в световое излучение вследствие эффекта электролюминесценции. В 1907 г. его впервые наблюдал при прохождении тока через кристалл карбида кремния ассистент Гульельмо Маркони и сам впоследствии крупный изобретатель-радиотехник Генри Джозеф Раунд (*H.J. Round*), а спустя 16 лет независимо переоткрыл сотрудник Нижегородской радиолоборатории Олег Лосев. Почти сто лет спустя появились светодиоды на базе полупроводниковых гетероструктур, – сначала красного свечения, затем жёлтого, зелёного и, наконец, голубого. Эффективные светодиоды выращивают на бездефектных кристаллах базисного полупроводника, а затем легируют их нужными добавками и в нужных пропорциях. Разработанную исследовательскими группами технологию освоила полупроводниковая индустрия, и теперь сверхяркие полупроводниковые голубые светодиоды используются чуть ли не повсеместно.

<http://elementy.ru/news/432340>

См. также в ЭП: • Первое доказательство реальности телепатии • ЕКА опубликовало фото попрыгушек аппарата «Филь» по комете • Русская православная церковь допустила участие кометы в зарождении жизни на Земле • Астрофизики запутались между сверхмассивной черной дырой и яркой голубой переменной • Новая технология позволит ускорять частицы на предельно коротких дистанциях • Первый в мире самолёт-летающая тарелка • Летящий скейтборд на магнитной подушке • «Лапы геккона» (перчатки с микроскопическими плитками, которые «работают» благодаря силам межмолекулярного притяжения) позволяют лазить по отвесным стенам.

Народный учитель России Л.В. ПИГАЛИЦЫН  
[levp@rambler.ru](mailto:levp@rambler.ru), ПоЦАКО, г. Нижний Новгород  
[www.levpi.narod.ru](http://www.levpi.narod.ru)



# «ЕГЭ» по-американски

**103.** Счётчик Гейгера – газонаполненный детектор радиации, регистрирующий электрические импульсы, которые порождаются высокоэнергичными частицами при пролёте через газ. Пусть источником частиц является радий. Изменяется ли, в соответствии с принципом неопределённости Гейзенберга, сам радий, когда производятся измерения?

*Ответ.* Нет, ведь радий не взаимодействует со счётчиком Гейгера. Когда мы подносим счётчик к радиоактивному источнику, то счётчик взаимодействует с излучёнными частицами, а не с самим источником. Изменения претерпевают эти частицы, а не источник. Следовательно присутствие счётчика не может изменить скорость распада радиоактивного источника.

Paul G. Hewitt. Next-Time Question.NTQ\_Nuclear\_1QA

**104.** И при ядерном делении и при ядерном синтезе высвобождается большое количество энергии. В результате синтеза пары ядер изотопов водорода энергия высвобождается первоначально в виде:

- A) энергии гамма-излучения;
- B) кинетической энергии разлетающихся частиц;
- C) потенциальной энергии образующихся ядер гелия;
- D) тепловой энергии;
- E) комбинации всех перечисленных составляющих.

*Правильный ответ – B,* в виде кинетической энергии двух образующихся частиц – ядра гелия и нейтрона. Интересно, что при синтезе двух изотопов водорода не может образоваться единственное ядро гелия, хотя суммы протонов и нейтронов до и после реакции равны. Причина в законе сохранения импульса и энергии: такое ядро не может улететь, потому что у исходных ядер импульса не было. Оно не может и остаться в покое, потому что энергия должна куда-то деться. Итак, «одиночке» ядро гелия ни улететь, ни остаться на месте не может! В реакции синтеза необходимо рождение, по крайней мере, двух частиц, чтобы энергия распределилась между ними, или, как в плотном ядре Солнца, существование множества соседних ядер, способных поглотить высвобождающуюся энергию.

Paul G. Hewitt. Next-Time Question.NTQ\_NTQ\_Nuclear\_7QA

## Next-Time Question

When a U-235 nucleus absorbs a neutron and undergoes nuclear fission, about 200 MeV of energy is released. But in what form? Interestingly, most of this energy initially appears in the form of

- a) gamma rays.
- b) kinetic energy of emitted neutrons.
- c) kinetic energy of the fission fragments.
- d) heat.
- e) each of these, about equally.

**Answer: c. kinetic energy of the fission fragments**  
Some energy is emitted in the form of gamma rays and some goes into the kinetic energy of emitted neutrons, but most of the energy of nuclear fission is in the kinetic energy of the fission fragments. The positively-charged fragments repel each other and fly apart at high speed. Soon their energy is shared among many atoms as internal energy. It then spreads as heat.

In what form is energy released in nuclear fission?



## Next-Time Question

A Geiger counter measures radioactive decay by registering the electrical pulses produced in a gas tube when high-energy particles pass through it. The particles emanate from a radioactive source—say, radium. In accord with Heisenberg's Uncertainty Principle, does the act of measuring the decay rate of radium in any way alter the radium?



**Answer:**

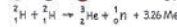
No, because the radium doesn't interact with the Geiger counter. When the counter is brought near the radium, the interaction involved is between the Geiger counter and the emitted particles, *not* between the counter and the radium. What is altered by this measurement is the particles that emanate from the radium—but not the radium itself.



Rest assured that a radiation counter doesn't change the decay rate of a radioactive source!

## Next-Time Question

Both nuclear fission and nuclear fusion release enormous energy. When a uranium nucleus fissions, the released energy is mainly kinetic energy of the repelling fragments. When a pair of hydrogen isotopes fuse, the energy initially released is in the form of



- a) gamma radiation.
- b) kinetic energy of recoiling particles.
- c) potential energy of the helium nucleus that is formed.
- d) heat.
- e) a combination of all of the above.

**Answer: b. kinetic energy of recoiling particles**

The energy initially and typically released in the fusion of hydrogen isotopes is divided between the kinetic energy of the 2 particles produced—a helium nucleus and a neutron. Interestingly, a pair of hydrogen isotopes can't fuse to produce a lone helium nucleus—even though the numbers of protons and neutrons add up correctly. Why? Momentum and energy conservation: If a lone helium nucleus flies away after the reaction, it adds momentum that wasn't there before. Or if it remains motionless, there's no mechanism for energy release. So it can't move and it can't sit still! A fusion reaction requires the creation of at least 2 particles to share the released energy—or, in some cases, like in the dense core of the Sun, a neighboring nucleus to absorb some of the energy.

**105.** Когда нейтрон налетает на ядро урана-235, происходит ядерная реакция деления с выделением 200 МэВ энергии. По большей части это:

- A) энергия гамма-излучения;
- B) кинетическая энергия продуктов реакции – нейтронов;
- C) кинетическая энергия всех продуктов реакции;
- D) тепловая энергия;
- E) все перечисленные составляющие поровну.

*Правильный ответ – C,* хотя какую-то часть составляют и все выше перечисленные виды энергии. Положительно заряженные осколки ядра взаимно отталкиваются и разлетаются с огромной скоростью. Их энергия превращается во внутреннюю энергию множества атомов и выделяется в виде тепла.

Paul G. Hewitt. Next-Time Question.NTQ\_Nuclear\_6QA

Н.Д. КОЗЛОВА (пер. с англ.)

# Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике-2014



Представлены задачи одного из вариантов первого тура Российской аэрокосмической олимпиады школьников. Олимпиада входит в перечень МОиН РФ (см., например, <http://info.olimpiada.ru/article/442>) и даёт право на льготы при поступлении в вузы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** абитуриенту, Российская аэрокосмическая олимпиада школьников, механика, электродинамика, термодинамика, оптика

В.П. ДЕМКОВ, В.В. ОЗОЛИН,  
Г.Э. СОЛОХИНА  
МАИ (НИУ), г. Москва

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} - \frac{3t_0}{4} = 9,25 \text{ с}$$

и искомую протяжённость дистанции:  $s = s_1 = s_2 \approx 50 \text{ м}$ .

## ВАРИАНТ 1-ГО ТУРА

1. Двое школьников соревнуются в беге. Разгоняются они с одинаковыми ускорениями  $a = 0,35 \text{ м/с}^2$ , но один школьник замешкался и стартовал на 1 с позже, зато разогнался на 1 с дольше. После разгона оба школьника продолжали бег равномерно и финишировали одновременно через  $\Delta t = 20 \text{ с}$  после команды «старт». На какой дистанции они соревновались?

<i>Дано:</i> $a = 0,35 \text{ м/с}^2$ , $t_0 = 1 \text{ с}$ , $\Delta t = 20 \text{ с}$ . $s = ?$	<i>Решение</i> Обозначим через $t_p$ время разгона первого школьника. Тогда путь, пройденный им за время разгона, равен $s'_1 = \frac{at_p^2}{2}$ , а скорость
---	---

школьника в конце разгона  $v_1 = at_p$ .

Следовательно, весь путь первого школьника:

$$s_1 = s'_1 + v_1(\Delta t - t_p) = \frac{at_p^2}{2} + at_p(\Delta t - t_p).$$

Для второго школьника:

– путь за время разгона  $s'_2 = \frac{a(t_p + t_0)^2}{2}$ ;

– скорость в конце разгона  $v_2 = a(t_p + t_0)$ ;

– весь путь:

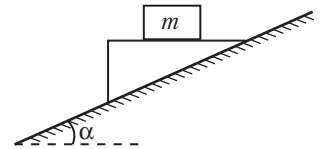
$$s_2 = s'_2 + v_2(\Delta t - t_p - 2t_0) = \frac{a(t_p + t_0)^2}{2} + a(t_p + t_0)(\Delta t - t_p - 2t_0).$$

Поскольку школьники соревновались на одной дистанции ( $s_1 = s_2$ ), получаем:

$$\frac{at_p^2}{2} + at_p(\Delta t - t_p) = \frac{a(t_p + t_0)^2}{2} + a(t_p + t_0)(\Delta t - t_p - 2t_0).$$

После преобразований находим время разгона первого школьника:

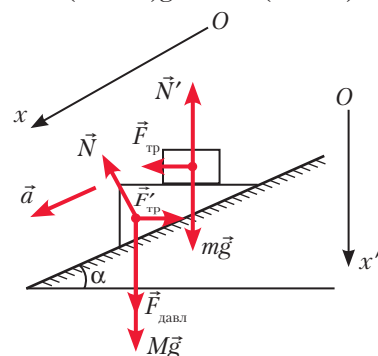
2. С наклонной плоскости с углом при основании  $\alpha = 30^\circ$  соскальзывает без трения клин, верхняя грань которого горизонтальна (см. рисунок). На клине покоится брусок массой  $m = 200 \text{ г}$ . Определите силу давления бруска на поверхность клина.



<i>Дано:</i> $\alpha = 30^\circ$ , $m = 0,2 \text{ кг}$ . $F_{\text{давл}} = ?$	<i>Решение</i> Расставим силы, действующие на брусок и клин, находящиеся на наклонной плоскости (см. рисунок).
--	---

Учитывая, что брусок относительно клина покоится, запишем уравнение движения системы клин–брусок в проекциях на ось  $x$ :

$$(m + M)g \sin \alpha = (m + M)a.$$



Отсюда найдём ускорение бруска и клина:  $a = g \sin \alpha$ . Теперь запишем уравнение движения бруска в проекциях на ось  $x'$ :  $mg - N' = ma \sin \alpha$ .

Сила давления бруска на клин по величине равна силе реакции со стороны клина на брусок, следовательно:

$$F_{\text{давл}} = N' = m(g - a \sin \alpha) = mg(1 - \sin^2 \alpha) = mg \cos^2 \alpha \approx 1,5 \text{ Н}.$$

3. Движущийся шар сталкивается с неподвижным шаром. После абсолютно упругого центрального

соударения шары разлетелись в противоположные стороны с равными по величине скоростями. Определите отношение масс шаров.

<i>Дано:</i> $v_2 = v_1$ $m_2/m_1 = ?$	<i>Решение</i> По условию, удар шаров абсолютно упругий. Следовательно, выполняются законы сохранения импульса и механической энергии:
--	---

$$\begin{cases} m_1 v = -m_1 v_1 + m_2 v_2, \\ \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}, \end{cases}$$

где закон сохранения импульса записан в проекции на ось, направленную по начальной скорости первого шара и знак «минус» в правой части обусловлен тем, что первый шар после удара отлетает в направлении, противоположном его начальному движению.

С учётом равенства величин скоростей шариков после удара получим:

$$\begin{cases} m_1(v + v_1) = m_2 v_1, \\ m_1(v^2 - v_1^2) = m_2 v_1^2. \end{cases}$$

Разделив эти уравнения друг на друга, получим:

$$v - v_1 = v_1 \Rightarrow v = 2v_1.$$

Окончательно получаем:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v + v_1}{v_1} = 3.$$

4. В доверху наполненной водой чаше плавает кусок льда массой  $m_1$ , в который вморожен деревянный брусок массой  $m_2$ . Сколько воды выльется из чаши, когда лёд растает, а брусок будет плавать на поверхности воды? Ответ обоснуйте.

<i>Дано:</i> $m_1$ , $m_2$ $\Delta t = ?$	<i>Решение</i> Запишем условие плавания льда с замороженным бруском:
--	---

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2)g &= F_A \Rightarrow \\ \Rightarrow (m_1 + m_2)g &= \rho_{\text{в}} V_{\text{погр}} g. \end{aligned}$$

Следовательно, в воде будет находиться часть льда объёмом

$$V_{\text{погр}} = \frac{m_1 + m_2}{\rho_{\text{в}}}.$$

После таяния всего льда массой  $m_1$  в чаше появится такая же масса воды, занимающая объём

$$V_{\text{в}} = \frac{m_1}{\rho_{\text{в}}}.$$

Условие плавания бруска после таяния льда:

$$m_2 g = F'_A \Rightarrow m_2 g = \rho_{\text{в}} V'_{\text{погр}} g.$$

Таким образом, плавающий брусок вытеснит объём воды  $V'_{\text{погр}} = \frac{m_2}{\rho_{\text{в}}}$ .

Поскольку  $V_{\text{в}} + V'_{\text{погр}} = \frac{m_1 + m_2}{\rho_{\text{в}}} = V_{\text{погр}}$ , то после того, как лёд растает, а брусок будет плавать на поверхности воды, уровень воды в чаше не изменится. Следовательно, вода из сосуда не выльется,  $\Delta t = 0$ .

5. Два одинаковых шарика соединены лёгкой пружиной и расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Первоначально пружина сжата на  $\Delta x = 4$  см, а шарики удерживаются связывающей их нитью. После пережигания нити шарики стали совершать гармонические колебания в горизонтальной плоскости. Определите амплитуду и период этих колебаний. Масса каждого шарика  $m = 50$  г, жёсткость пружины  $k = 10^2$  Н/м.

<i>Дано:</i> $\Delta x = 0,04$ м, $m = 0,05$ кг, $k = 100$ Н/м <sup>2</sup> . $A = ?$ $T = ?$	<i>Решение</i> После освобождения пружины шарики будут совершать колебания относительно центра масс системы с одинаковыми амплитудами
---	--

$A = \frac{\Delta x}{2} = 0,02$  м и одинаковыми периодами колебаний

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}}$ , где  $k_1 = 2k$  – жёсткость половины пружины. Окончательно получаем:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} \approx 0,1 \text{ с.}$$

6. Аэростат с жёсткой оболочкой заполнили водородом при температуре  $t_1 = 17$  °С. Под влиянием солнечной радиации температура газа поднялась до  $t_2 = 27$  °С, и излишек газа массой  $m = 5$  кг вышел через предохранительный клапан. Чему равен объём аэростата, если давление внутри аэростата оставалось неизменным и равным атмосферному  $p_0 = 10^5$  Па? Молярная масса водорода  $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

<i>Дано:</i> $T_1 = 290$ К, $T_2 = 300$ К, $m = 5$ кг, $p_0 = 10^5$ Па, $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. $V = ?$	<i>Решение</i> Запишем уравнение Менделеева–Клапейрона для начального и конечного состояний водорода в аэростате:
--	--

$$\begin{cases} p_0 V = \frac{M}{\mu} RT_1, \\ p_0 V = \frac{M - m}{\mu} RT_2, \end{cases}$$

где  $M$  – начальная масса водорода в аэростате. Исключая эту массу из системы уравнений, получаем:

$$M = \frac{p_0 V \mu}{RT_1}, \quad p_0 \mu V \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = m RT_2,$$



откуда находим объём аэростата

$$V = \frac{mRT_1T_2}{\mu p_0(T_2 - T_1)} \approx 1807 \text{ м}^3.$$

7. Идеальному одноатомному газу в сосуде сообщают количество теплоты  $Q = 100$  Дж. При этом давление газа изменяется обратно пропорционально объёму. Определите изменение внутренней энергии и работу газа в данном процессе.

Дано:

$$Q = 100 \text{ Дж},$$

$$p = c/V.$$

$$\Delta U - ? A - ?$$

Решение

Поскольку давление газа изменялось обратно пропорционально объёму, то имеем изотермический процесс ( $pV = \text{const}$ ).

Следовательно, изменение внутренней энергии газа равно  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0$ .

Согласно первому началу термодинамики:  $Q = \Delta U + A$  – всё подведённое к газу тепло идёт на совершение газом работы:  $A = Q = 100$  Дж.

8. В двух соседних вершинах квадрата со стороной  $a = 1$  м находятся одинаковые по величине одноимённые точечные заряды. Напряжённость электрического поля в двух других вершинах квадрата  $E = 12,6$  В/м. Определите величину каждого заряда. Среда – вакуум.

Дано:

$$a = 1 \text{ м},$$

$$E = 12,6 \text{ В/м}.$$

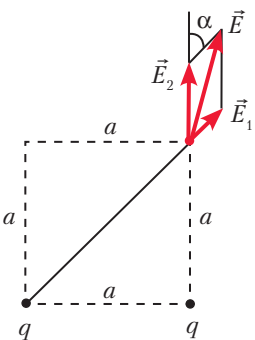
$$q - ?$$

Решение

Примем, что оба заряда положительные. Изобразив векторы напряжённости поля  $\vec{E}_1$  от первого заряда и  $\vec{E}_2$  от второго заряда, воспользуемся принципом суперпозиции электрических полей (см. рисунок). Тогда на основании теоремы косинусов можно записать:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos(180^\circ - \alpha)},$$

где  $\alpha = 45^\circ$ .



Подставляя величины  $E_1 = \frac{kq}{a^2}$

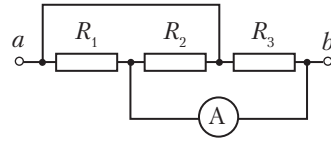
и  $E_2 = \frac{kq}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq}{2a^2}$ , получаем:

$$E = \frac{kq}{2a^2} \sqrt{5 + 2\sqrt{2}}.$$

Следовательно, искомая величина заряда равна

$$q = \frac{2a^2 E}{k\sqrt{5 + 2\sqrt{2}}} \approx 1 \text{ нКл}.$$

9. Разность потенциалов между точками  $a$  и  $b$  участка цепи, представленного на рисунке, равна  $\Delta\phi = 5$  В. Считая амперметр идеальным, определите его показания, если  $R_1 = R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 5$  Ом.



Дано:

$$\Delta\phi = 5 \text{ В},$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом},$$

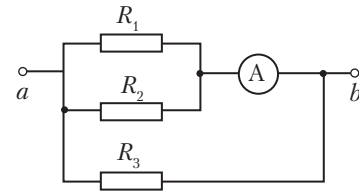
$$R_2 = 20 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 5 \text{ Ом}.$$

$$I - ?$$

Решение

Участок цепи можно представить в виде, показанном на рисунке.



Общее сопротивление параллельно включённых резисторов  $R_1$  и  $R_2$  равно  $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .

Ток через амперметр определяем с помощью закона Ома для участка цепи:

$$I = \frac{\Delta\phi}{R} = \frac{\Delta\phi(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = 0,5 \text{ А}.$$

10. На дне водоёма глубиной  $h = 1$  м находится точечный источник света. Определите наибольшее расстояние, которое проходят лучи света до того, как выйдут из воды в воздух. Показатель преломления воды  $n = 1,33$ .

Дано:

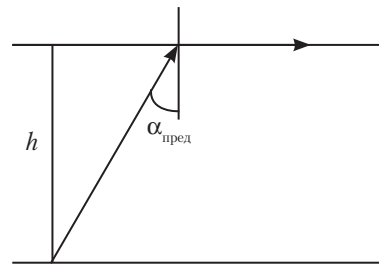
$$h = 1 \text{ м},$$

$$n = 1,33.$$

$$L_{\text{max}} - ?$$

Решение

Источник света находится в среде, более плотной, чем воздух. Поэтому лучи, падающие на границу раздела вода–воздух под углами большими, чем предельный угол полного внутреннего отражения  $\alpha_{\text{пред}}$ , не выйдут из воды.



Значение  $\alpha_{\text{пред}}$  находим из закона преломления света:  $\sin \alpha_{\text{пред}} = \frac{1}{n}$ . Из геометрии рисунка получаем, что максимальное расстояние в воде пройдёт луч, распространяющийся под углом  $\alpha_{\text{пред}}$ :

$$L_{\text{max}} = \frac{h}{\sin \alpha_{\text{пред}}} = \frac{h}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_{\text{пред}}}} = \frac{nh}{\sqrt{n^2 - 1}} \approx 1,5 \text{ м}.$$

# Что такое моделирование

Описана математическая модель несложного физического процесса – равномерного вытекания крема из резервуара.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** физическая модель, математическая модель, скорость, производная

**С.В. ДВОРЯНИНОВ**  
dvoryan@yandex.ru,  
редакция журнала «Математика  
в школе»,  
проф. **З. КРАУТЕР**  
siegfried.krauter@t-online.de,  
г. Людвигсбург, Германия

## Как возникла эта заметка

На день рождения мама испекла Толе Втулкину торт. Торт сверху украшала надпись: *Поздравляем!* Все буквы мама сделала из крема с помощью кондитерского шприца. Этот шприц похож на медицинский, только большой – своего рода дозатор. Загружается в шприц крем, сверху вставляется поршень. Начинаем вдвигать поршень. Поршень сжимает воз-

дух и тем самым давит на крем. Крем выдавливается из шприца. Желательно, чтобы надпись на торте получалась одинаковой толщины, поэтому за любые равные временные промежутки шприц должен выдавать один и тот же объём крема. Сам шприц – та его часть, в которой помещается крем, – состоит из двух частей: верхняя – цилиндр, нижняя – конус.

Так вот, Толик заметил, что сначала поршень надо двигать с постоянной скоростью, а затем, когда крем поступает из конуса, – всё быстрее и быстрее. Он решил разобраться, как меняется уровень крема в кулинарном шприце. Так Толик познакомился с математическим моделированием.

## Модель дозатора

Наши читатели наверняка слышали о моделировании. Моделирование – это исследование реальных процессов с помощью упрощённых представлений о реальном устройстве и процессах, в нём протекающих. В данном случае речь, конечно, идёт о кондитерском шприце и выдавливании крема. Создадим упрощённую *физическую* модель. Во-первых, будем считать, что диаметр цилиндра и большего основания конуса шприца – одинаковы (так приблизительно и есть в некоторых старых конструкциях). Во-вторых, пренебрегая диаметром нижнего отверстия, будем рассматривать не усечённый, а полный конус (в действительности их диаметры находятся в соотношении примерно 1 : 10). В-третьих, предположим, что между кремом и поршнем изначально образовался воздушный зазор, величина которого заметно не меняется при движении поршня (это возможно, когда мы цилиндрическую часть шприца заполнили кремом примерно наполовину, включая конус). В-четвёртых, считаем, что мы выдавливаем не вязкий крем (который при попадании в него при выдавливании воздуха из-под поршня делает «Пых», то есть рвётся), а сплошную невязкую жидкость, например, воду, которая при этом вытекает с постоянной скоростью. Уравнение (или систему уравнений), однозначно описывающее процессы в *физической* модели (выдавливание «крема», а в данном случае – воды), можно назвать *математической* моделью. Сейчас мы расскажем об этой математической модели.

Пусть имеется резервуар, в котором находится некоторое вещество (для определённости будем говорить о воде). Пусть через отверстие в нижней части вода вы-

<http://www.1plus.ru/img4/d/dimoxod/shprich.jpg>  
[http://flamberru.files/ist/128887310/1311668452\\_g.jpg](http://flamberru.files/ist/128887310/1311668452_g.jpg)



текает из резервуара со скоростью  $v$  литров в секунду (л/с). Исследуем, как будет меняться уровень воды в резервуаре в зависимости от времени  $t$ . Уровень воды будем измерять вдоль вертикали от вершины конуса.

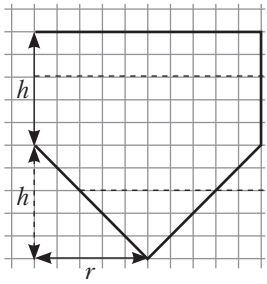


Рис. 1

Уточним постановку задачи. Пусть резервуар состоит из двух частей: верхняя – цилиндр высотой  $h$ , и радиусом основания  $r$ , рис. 1. Длины будем измерять в дециметрах, время в секундах. Нижняя часть цилиндра – опрокинутый конус с теми же высотой  $h$  и радиусом основания  $r$ .

Пусть в начальный момент при  $t = 0$  резервуар полностью заполнен водой:

– объём верхней (цилиндрической) части равен  $V_{\text{в}} = \pi r^2 h$ ,

– объём нижней (конической) части  $V_{\text{н}} = \frac{1}{3} \pi r^2 h$ .

Общий объём воды:  $V = V_{\text{в}} + V_{\text{н}} = \frac{4}{3} \pi r^2 h$ .

Вся жидкость выльется из резервуара за время

$$T = \frac{V}{v} \Rightarrow T = \frac{4}{3v} \pi r^2 h \text{ (с)}.$$

В верхней части (цилиндрической) резервуара воды в три раза больше, чем в нижней (конической), объём воды в резервуаре уменьшается с постоянной скоростью  $v$ , поэтому в течение времени

$$0 \leq t \leq \frac{3}{4} T = T_1 = \frac{1}{v} \pi r^2 h$$

вода будет вытекать из верхней части резервуара, в течение времени  $T_1 \leq t \leq T$  – из нижней части.

На первом этапе процесса ( $0 \leq t \leq T_1$ ) объём воды в цилиндре меняется со временем как

$$V_{\text{в}}(t) = \pi r^2 h - vt.$$

Если уровень воды, отсчитываемый от вершины конуса, равен  $y$ , то высота водяного столба в цилиндре равна  $y - h$ , и поэтому  $\pi r^2 h - vt = \pi r^2 h (y - h)$ , откуда

$$y_1(t) = 2h - \frac{v}{\pi r^2} t. \quad (1)$$

Функция (1) описывает закон, по которому понижается уровень воды в цилиндре на временном отрезке  $0 \leq t \leq \frac{3}{4} T = T_1$  – на это указывает нижний индекс 1. В частности, если  $y(0) = 2h$  – цилиндр заполнен доверху, если  $y(T_1) = y\left(\frac{\pi r^2 h}{v}\right) = -h + 2h = h$  –

цилиндр пуст.

Рассмотрим второй этап процесса ( $t \geq \frac{3}{4} T$ ): воды в цилиндре нет, вода вытекает из конуса. Пусть в мо-

мент времени  $t$  вода заполняет конус шприца не полностью, то есть  $y \leq h$ , радиус основания водяного конуса  $a \leq r$ . Из подобия двух треугольников следует уравнение  $\frac{a}{r} = \frac{y}{h}$ , и отсюда  $a = \frac{ry}{h}$ . Выражая объём

воды в конусе двумя способами, получаем:

$$\frac{4}{3} \pi r^2 h - vt = \frac{1}{3} \pi \left(\frac{ry}{h}\right)^2 y.$$

В левой части этого уравнения – объём оставшейся в конусе воды, в правой части – объём занимаемого ею конуса (обратите внимание, что в левой части первое слагаемое выражает начальный объём воды; если подставим  $t = \frac{3}{4} T$ , то получим как раз  $\frac{1}{3} \pi r^2 h$  – объём конуса). Отсюда последовательно получаем:

$$3h^2 v \left( \frac{4\pi r^2 h}{3v} - t \right) = \pi r^2 y^3,$$

$$y^3 = \frac{3h^2 v}{\pi r^2} \left( \frac{4\pi r^2 h}{3v} - t \right),$$

$$y_2(t) = k \sqrt[3]{T - t}, \quad (2)$$

где  $k = \sqrt[3]{\frac{3h^2 v}{\pi r^2}}$  и  $T_1 = \frac{3}{4} T \leq t \leq T$ . На этот временной

отрезок указывает нижний индекс 2.

Итак, на отрезке  $0 \leq t \leq T$  уровень воды в резервуаре описывается кусочной функцией, определяемой формулами (1) и (2). График функции показан на рис. 2. Уровень воды понижается, соответственно функция убывает.

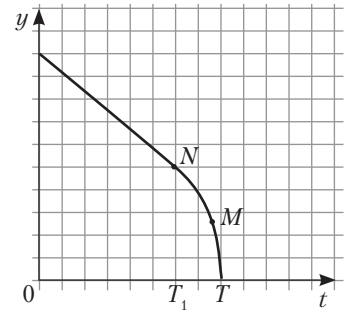


Рис. 2

Важной характеристикой переменной величины  $y(t)$  является скорость её изменения. Скорость выражается производной. На отрезке  $0 \leq t \leq \frac{3}{4} T = T_1$  функция  $y_1(t) = \frac{-v}{\pi r^2} t + 2h$  является линейной, её производная совпадает с коэффициентом при независимой переменной и с угловым коэффициентом прямой  $y_1'(t) = \frac{-v}{\pi r^2}$ , см. рис. 2.

В конечных точках отрезка рассматривается односторонняя производная, равная на интервале  $T_1 = \frac{3}{4} T < t < T$  согласно формуле (2):

$$y_2'(t) = k \cdot \frac{1}{3} \cdot (T - t)^{-\frac{2}{3}} \cdot (-1)$$

или

$$y_2'(t) = \frac{-k}{3 \cdot \sqrt[3]{(T - t)^2}}. \quad (3)$$



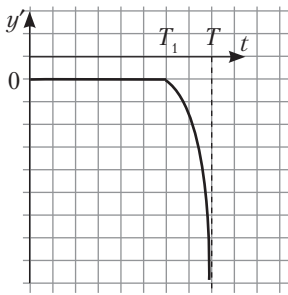


Рис. 3

Заметим, что по мере приближения переменной  $t$  к значению  $T$  знаменатель в (3) стремится к нулю, и поэтому  $|y'_2(t)|$  неограниченно возрастает. Это означает, что угловой коэффициент касательной к графику функции  $y(t)$  в точке  $M$  (см. рис. 2) при стремлении точки  $M$  к точке  $(T; -\infty)$  стремится к бес-

конечности. График скорости понижения уровня показан на рис. 3.

А теперь присмотримся к точке  $N$ , в которой «склеиваются» две линии – прямая (1) и парабола (2) на рис. 2.

В точке «склейки» возможны два варианта: излом или же гладкий переход. Это зависит от значений производных. По формуле (3):

$$y'_2(T_1) = \frac{-k}{3 \cdot \sqrt[3]{(T - T_1)^2}}. \quad (4)$$

$$\text{Подставляя в (4) } k = \sqrt[3]{\frac{3h^2v}{\pi r^2}} \text{ и } T - T_1 = \frac{\pi r^2 h}{3v},$$

несложно получить:

$$y'_2(T_1) = \frac{-v}{\pi r^2} = y'_1(T_1).$$

Равенство производных означает, что в точке «склейки» прямолинейный отрезок графика касается дуги параболы – графика функции (2), и потому излома нет (рис. 2). В таких случаях говорят, что два графика склеены гладким образом.

### Заключение

Казалось бы, что может быть проще модели воды, вытекающей из резервуара с постоян-

ной скоростью? Но посмотрите, что нам потребовалось для математического описания этого процесса: функции, причём кусочно-заданные, формулы объёма различных тел, подобие треугольников, производная функция, касательная к графику... Недаром говорят: математика – это язык науки.

А что дала нам *математическая* модель для описания физического процесса? График зависимости  $y(t)$  – непрерывная гладкая функция, значит при заданных условиях крем из шприца будет выдавливаться непрерывной сплошной струёй, однако для обеспечения постоянства объёмной скорости «выдавливания» крема на коническом участке необходимо, чтобы на нём поршень двигался со всё возрастающей скоростью. Это явно неудобно, возможно, поэтому в современных шприцах коническая насадка существенно меньше характерных размеров цилиндра, а шприц кремом лучше наполнять так, чтобы воздушного зазора не было.

### Послесловие

Конечно, с точки зрения физики, модель страдает одним важным недостатком – она описывает несколько нелепую конструкцию шприца при некотором частном случае заполнения его кремом, причём требуется специальное исследование, насколько сильно утверждение, что во время всего движения расстояние между кремом и поршнем не меняется. Однако то, что нам удаётся на наглядном *бытовом* примере проследить (упрощённо!) цепочку: реальный объект → физическая модель → математическая модель → предсказание (всё возрастающая скорость движения поршня), то есть продемонстрировать ученикам некоторую работающую схему теории познания, что, как представляется, отвечает современным задачам образования.



**Сергей Владимирович Дворяниов** – к. ф.-м. н., окончил Куйбышевский госуниверситет в 1975 г., аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова в 1979 г., в 1985 г. получил звание доцента по кафедре дифференциальных уравнений Куйбышевского госуниверситета. Редактор журнала «Математика в школе», автор многочисленных статей в журналах «Математика в школе», «Математика для школьников», «Математика. Первое сентября», «Квант», «Потенциал», «Математическое образование», «Физика для школьников», «Фрактал», «Квантик». Видеозаписи лекций на Летней математической школе малого мехмата см. на сайтах <http://mmmf.msu.ru/lect/lect15.html> (лекции 14, 16) и <http://kvantik.com/online.html> (страница он-лайн кружка журнала «Квантик, занятие 13).



**Зигфрид Краутер** – профессор Высшей педагогической школы (г. Людвигсбург, Германия), в 1990–1994 гг. – её проректор, в 1994–1998 гг. – ректор. Будучи студентом, в 1960-е гг. изучал физику и математику в университетах Штутгарта и Гёттингена, педагогику – в университете Тюбингена. Автор статей в журналах «Квант», «Потенциал», «Математическое образование», «Математика. Первое сентября».

# Графики в курсе физики

Приведены олимпиадные и не олимпиадные задачи, решаемые с помощью графиков. Описан ряд приёмов анализа графиков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** графики, касательные, время установления, площадь под графиком, изломы

Продолжение. См. № 2/2015

**А.М. РЕЙМАН**

rey\_noc@mail.ru, к. ф.-м. н.,  
с. н. с. ИПФ РАН, НОЦ ИПФ  
РАН, г. Нижний Новгород

## Какую информацию можно извлечь из графика?

**Касательные.** До сих пор мы рассматривали простейшую информацию, которую можно получить из графиков – точки пересечения отрезков, экстремумы кривых и асимптоты. Но это ещё не всё.

Начнём с класса задач, которые часто предлагают на олимпиадах разного уровня, особенно в экспериментальном туре. Так или иначе, все они связаны с процессами установления – выход на постоянную скорость падения шарика в вязкой жидкости, зарядка конденсатора или установление постоянного тока в цепи с катушкой. В таких задачах предлагается найти характерное время установления постоянной величины и исследовать зависимость этого времени от параметров системы.

Для начала решим «честно», то есть аналитически, одну из таких задач.

**Задача 8.** Шарик массой  $m$  осторожно опускают в вязкую жидкость, для которой модуль силы сопротивления прямо пропорционален модулю скорости:  $F_c = rv$ . Определите характерное время установления постоянной скорости.

**Решение.** Выделим два разных участка по времени. На начальном участке сила вязкого трения мала по сравнению с силой тяжести, движение можно считать равноускоренным, то есть скорость возрастает линейно с течением времени. С ростом скорости сила сопротивления возрастает и, в конце концов, становится равной силе тяжести, после чего движение будет происходить с постоянной скоростью  $v_0 = mg/r$ . Но описать промежуточные состояния «на пальцах» не получится. Для этого надо честно решить уравнение движения.

Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось для момента времени, когда шарик имеет скорость  $V$ :  $mdV/dt = mg - rV$ . Получим дифференциальное уравнение 1-го порядка относительно  $V$ . Чтобы решить его, давайте представим скорость в виде двух слагаемых, одно из которых зависит от времени, а второе – нет:  $V(t) = v_0 - v$ . Подставив это решение в уравнение, получим  $mdv/dt = -rv$ , а это уже урав-

нение, которое допускает интегрирование. Получим  $dv/v = -(r/m)dt$ . При взятии интеграла от левой части получается *логарифм скорости*, что обычно заставляет математиков поморщиться. Здесь можно честно обезразмерить переменную. Например, ввести  $x = v/v_0$ , тогда уравнение принимает вид:  $dx/x = -(r/m)dt$ . Интегрируя, получим  $\ln x = -(r/m)t + C$ , где  $C$  – постоянная интегрирования. Чтобы её определить, учтём начальные условия: в момент времени  $t = 0$  скорость шарика  $V$  была равна нулю, то есть  $v = v_0 \rightarrow x = 1$ . Отсюда  $C = 0$ ,  $x = \exp\left(-\frac{r}{m}t\right)$ .

$$\text{Окончательно: } V = v_0 \left[ 1 - \exp\left(-\frac{r}{m}t\right) \right].$$

График зависимости скорости шарика от времени представлен на рис. 12, здесь  $y = V/v_0$ , а  $x = rt/m = t/\tau$ . Нетрудно видеть, что наши рассуждения о двух участках справедливы. Скорость постепенно растёт и выходит асимптотически на уровень  $v_0$ . Теперь проведём касательную к кривой в точке  $t = 0$  и найдём точку пересечения её с прямой, соответствующей установившейся скорости. Наклон касательной в т.  $x = 0$  равен производной по времени  $k = v_0 r/m = v_0/\tau$ . Тогда для точки пересечения получим  $t = \tau$ .

Значение времени, при котором касательная, проведённая из 0, пересекает горизонтальную прямую (уровень установления), и называют *характерным временем установления*. Если подставить это значение в формулу скорости, получим, что к этому моменту времени скорость составляет  $v_0 e^{-1} = 0,63v_0$ . Ещё через такое же время скорость будет равна  $0,86v_0$ , а ещё через  $\tau$  равна  $0,95v_0$ .

Чаще всего считают, что *полное* время установления составляет  $3\tau$ , когда отличие от постоянного уровня не превышает 5%. В задаче о зарядке конденсатора это характерное время равно  $RC$ , в задаче об установлении тока в катушке индуктивности –  $L/R$ . Процесс установления заряда в цепи с конденсатором несложно реализовать экспе-

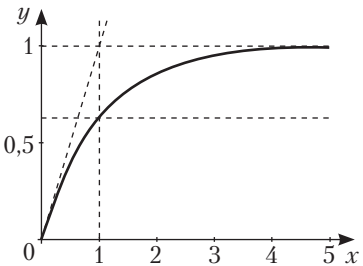


Рис. 12

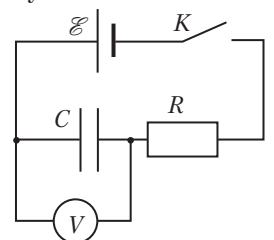


Рис. 13

риментально, для этого даже не требуется современное компьютеризированное оборудование (рис. 13): к источнику (батарейке) подсоединим конденсатор ёмкостью 47 мкФ (подойдёт электролитический, главное не перепутать полярность) и резистор сопротивлением 1 МОм). Время установления в такой цепи  $\tau$  составляет 47 с, что позволяет экспериментально снимать значения напряжения на конденсаторе обычным вольтметром, например, с интервалом 10 с. Мы вернёмся к этой кривой в дальнейшем ещё раз.

Рассмотрим также ещё одну кривую, которая встречается во многих задачах и описывает обратные процессы – разряд конденсатора, выключение тока в цепи с индуктивностью, торможение тела в вязкой среде и тому подобное. Это убывающая экспонента, для которой также полезно найти характерный масштаб. Причём это не обязательно процесс во времени. Пример – вывод барометрической формулы, то есть зависимости давления в изотермической атмосфере от высоты.

### Задача 9. Найти зависимость давления от высоты в плоской изотермической атмосфере.

*Решение.* Рассмотрим тонкий слой газа толщиной  $dh$ , находящийся на высоте  $h$ . Этот слой находится в равновесии, то есть сила тяжести газа, составляющего слой, уравновешивается разностью сил давления вышележащего и нижележащего слоёв.

Запишем условие равновесия:  $\rho g S dh = -S dp$ . Здесь  $S$  – площадь основания слоя,  $\rho$  – плотность газа на данной высоте. Её можно связать с давлением, используя уравнение состояния газа, в котором мы полагаем температуру постоянной:  $p = \frac{\rho}{M} RT$ . Тогда получаем дифференциальное уравнение, очень похожее на то, которое мы решали в задаче 6:

$$\frac{dp}{p} = -\frac{Mg}{RT} dh.$$

Его решение – зависимость давления от высоты

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{Mg}{RT} h\right) = p_0 \exp\left(-\frac{mg}{kT} h\right).$$

Здесь  $p_0$  – давление на нулевой высоте (на уровне земли),  $m$  – масса одной молекулы,  $k$  – постоянная Больцмана. Стоит также обратить внимание учащихся на то, что барометрическая формула, получающаяся из механики и уравнения Клапейрона–Менделеева, совпадает с формулой, получающейся из общих принципов молекулярно-кинетической теории (а здесь распределение всегда имеет характерный вид экспоненты от отношения энергии регулярных процессов, в данном случае – потенциальной энергии тяготения и тепловой энергии  $kT$ ). График этой зависимости представлен на рис. 14. Здесь по вертикали отложено давление, нормированное на величину  $p_0$ , а по горизонтали – вы-

сота, нормированная на характерную величину  $H = kT/(mg)$ . Так же, как и в предыдущем случае, проведём касательную в нуле и найдём точку её пересечения с осью абсцисс, это и будет значение  $H$  («единица», с учётом нормировки). Получившуюся

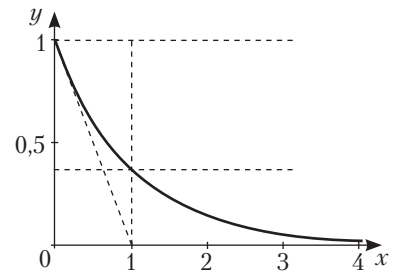


Рис. 14

величину можно считать характерным масштабом спада нашей кривой. На высоте  $H$  давление падает в  $e$  раз, то есть составляет 0,36 от давления  $p_0$ . Так же, как и в предыдущей задаче, можно показать, что на утроенной высоте давление составляет менее 5% от исходного значения.

Вывод этой формулы и анализ графика даёт повод поговорить с учащимися о некоторых следствиях из этой формулы. Например, очень часто школьники не верят, что давление с высотой падает плавно, ссылаясь на заученный в курсе физической географии факт уменьшения давления на 10,5 мм рт. ст. с подъёмом на каждые 100 м. Здесь как раз может пригодиться график с касательной, откуда можно найти, до какой высоты можно пользоваться такой упрощённой линейной формулой.

Дальше можно обсудить другой вариант записи зависимости давления от высоты – по основанию 2:  $p = p_0 2^{-h/h_0}$ , где  $h_0 = 0,693H$  – очень удобный для практики показатель: высота, на которой давление падает в 2 раза по сравнению с начальным. Не все учащиеся понимают, что показательную функцию можно представить по любому основанию, здесь можно «поиграть» с этим графиком, показав, что величины давлений, отсчитываемые с интервалом  $h_0$ , образуют геометрическую прогрессию (рис. 15).

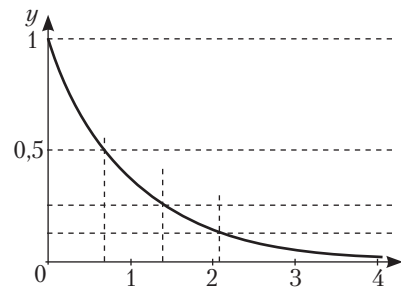


Рис. 15

Можно оценить высоту  $h_0$ , например, считая температуру равной 300 К (получится примерно 6,1 км), а затем сравнить полученное значение с реальной высотой, на которой давление падает вдвое (5,3 км). Далее полезно обсудить, почему теоретическое значение оказывается завышенным, и почему вообще температура воздуха меняется с высотой, то есть почему наша модель не работает. А ещё можно показать, как переход от давления к концентрации приводит к идее опыта Перрена по проверке барометрической формулы и экспериментальному определению числа Авогадро и постоянной Больцмана – одного из самых изящных опытов МКТ.



Задач, где встречается подобная зависимость (от времени, от координаты и так далее) очень много, но в школьной программе, пожалуй, подробно обсуждают её лишь в конце школьного курса, при изучении закона радиоактивного распада. Всё же более близкие школьникам задачи в школе стараются вообще не решать. В то же время изложенные здесь факты полезно знать олимпиадникам, которым иногда предлагаются задачи, где требуется определить характерное время процессов установления, причём, естественно, не решая дифференциальных уравнений. Вот здесь и может пригодиться приём с касательной, отсекающей на оси абсцисс характерный масштаб.

В завершение этого раздела давайте решим ещё одну задачу на время установления, предлагавшуюся на городской Нижегородской олимпиаде по физике.

**Задача 10.** Максимальный ток, который может выдержать предохранитель при комнатной температуре, составляет 1 А. При испытаниях предохранителя сначала через него длительное время пропускают ток 1 А, а затем скачком увеличивают его до 2 А. При этом предохранитель перегорает за 40 мс. За какое время перегорит предохранитель, если ток от 1 А скачком увеличить до 3 А?

*Решение.* Не будем решать дифференциальное уравнение, а проанализируем процессы, происходящие при протекании тока через предохранитель. Протекание тока сопровождается выделением в проводнике теплоты, часть которой отводится от него путём теплообмена с окружающей средой. При замыкании цепи вначале проводник имеет температуру, слабо отличающуюся от окружающей среды, при этом теплообменом можно пренебречь, и тогда температура растёт линейно с течением времени. Затем теплообмен, зависящий от разности температур проводника и окружающей среды, начинает возрастать до тех пор, пока не установится постоянный температурный режим, при котором количество теплоты, выделяющееся в проводнике за некоторый отрезок времени, равно энергии, уносимой от проводника за этот же отрезок времени путём теплообмена. Конечно, это всё справедливо в случае, когда проводник не достигает температуры плавления. Вот именно такой режим и реализуется при максимально допустимой силе тока: температура проволоочки несколько ниже температуры плавления, предохранитель горячий, но не разрушается.

Если мы теперь скачком увеличим силу тока, опять начнётся процесс установления, и на первом его этапе можно снова считать процесс линейным. Правда, придётся учесть теплоотвод, поскольку температура проволоочки уже значительно выше температуры окружающей среды. Поскольку для безопасной работы схемы важно, чтобы предохранитель перегорел

быстро, то очевидно, что это должно произойти именно на этой стадии изменения температуры, когда скорость её роста максимальна. Зависимость температуры от времени для всех трёх значений силы тока представлена на рис. 16. Здесь жирной линией обозначена кривая роста температуры плавкой вставки при максимальном допустимом значении силы тока, горизонтальный пунктир – температура плавления. Кривые 2 и 3

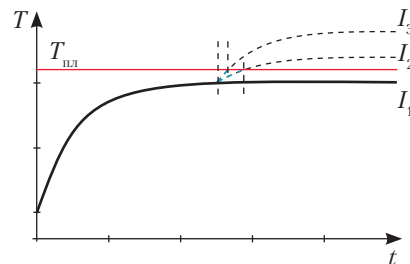


Рис. 16

показывают рост температуры проволоочки при пропускании тока  $I_2$  или  $I_3$ . Пунктирные продолжения этих линий показывают, что происходило бы с температурой, если бы проволоочка не разрушалась.

Запишем уравнение теплового баланса для первого случая:

$$\Delta Q_{\tau} = I_1^2 R \Delta t,$$

где  $\Delta Q_{\tau} = \alpha(T_{\text{пл}} - T_0)\Delta t$  – количество теплоты, уходящее за время  $\Delta t$  от проволоочки,  $T_{\text{пл}}$  – температура проволоочки, практически равная температуре плавления,  $T_0$  – температура окружающей среды.

Для второго и третьего токов:

$$I_{2,3}^2 R \Delta t = cm\Delta T + \Delta Q_{\tau} = cm\Delta T + I_1^2 R \Delta t.$$

Здесь  $\Delta T$  – изменение температуры за время  $\Delta t$ .

Скорость роста температуры  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = R \frac{I_{2,3}^2 - I_1^2}{cm}$

пропорциональна разности квадратов силы тока в первом и втором (третьем) случаях. Тогда при увеличении силы тока не в два, а в три раза скорость роста температуры увеличится в 8/3 раз, то есть температура достигнет критического значения за 15 мс.

Можно также учесть, что значительная часть времени уходит не на нагрев, а на расплавление проволоочки, когда температура не меняется. Интересно, что результат при этом не изменяется, количество теплоты, необходимое для плавления, равно количеству теплоты, выделяющемуся в проволоочке, поэтому соотношение времён до разрушения предохранителя остаётся прежним – 3 : 8. Отметим, что с достаточной точностью отсекаемые пунктиром участки являются отрезками прямой, поэтому можно с ними оперировать как с отрезками касательных.

**Площадь.** Рассмотрим ещё один класс задач, в которых графическая информация играет главную роль. Если в предыдущем разделе мы строили касательные, то есть графически вычисляли производную, то здесь речь пойдёт о площади под графиком, то есть об интегралах.

В 9-м классе, когда закладывается фундамент физического образования, многие учителя не обращают внимание школьников на графическое пред-

ставление информации, в том числе и на площадь под графиком. Простейший пример того, как обходят честные вычисления, – вывод формулы для потенциальной энергии деформированной пружины, или вычисление работы силы упругости. При этом рассуждают следующим образом: сила упругости при растяжении пружины от удлинения  $x_1$  до  $x_2$  изменяется, мы не умеем вычислять работу при изменяющейся силе, поэтому введём среднее значение этой силы  $F_{\text{cp}} = -k(x_1+x_2)/2$ . Тогда работа внешней силы, растягивающей пружину, равна  $A = F_{\text{cp}}(x_2 - x_1) = kx_2^2/2 - kx_1^2/2$ . Этот подход предлагается во многих учебниках для 9-го класса и приводит к тому, что ученик запоминает методику – если что-то изменяется, надо взять среднее значение, вычисляемое как среднее арифметическое двух крайних значений. Когда в 10-м классе мы начинаем разбирать более сложные задачи, приходится бороться с этим убеждением и демонстрировать случаи, где это простое правило приводит к неверному результату.

Такая же методика используется и при выводе формулы перемещения при равноускоренном движении, и этот навык впоследствии сильно мешает при решении олимпиадных задач. Проверив решения участников отборочного тура, автор много раз наткнулся на « $at^2/2$ », даже если в задаче речь идёт о колебательном движении. Может быть, гораздо полезнее и правильнее использовать графический подход? Пусть читатели простят меня за повторение очевидного вывода, но я приведу его, чтобы в дальнейшем не возвращаться к деталям графического подхода. Те же, кто и сами применяют такой подход, могут пропустить следующий абзац.

Итак, давайте построим график зависимости модуля силы упругости пружины (и равного ей модуля силы, которую мы прикладываем, чтобы эту пружину растянуть) от величины удлинения (рис. 17). Рассмотрим участок этого графика между начальным значением удлинения  $x_1$  и конечным  $x_2$ . Выделим на этом участке маленький отрезок шириной  $\Delta x$  вблизи удлинения  $x$ , и посмотрим, что происходит при очень небольшой деформации пружины на этом интервале. Здесь можно считать, что сила практически не изменяется, поэтому работу на этом интер-

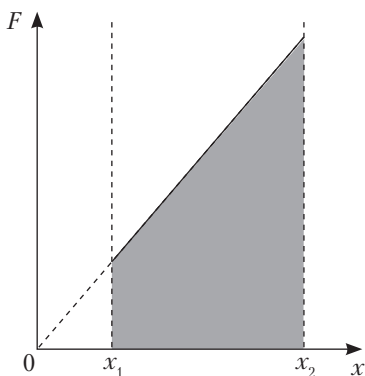


Рис. 17

вале можно считать по привычной нам формуле  $\Delta A = F\Delta x$ . Обратим внимание, что эта работа численно равна площади заштрихованной фигуры. Теперь нетрудно понять, что работа в случае переменной силы складывается из таких кусочков, то есть численно равна площади под графиком. В нашем случае это площадь трапеции,

которую учащиеся умеют вычислять. Очевидно, мы получим ту же формулу, что и в предыдущем абзаце, но ведь теперь мы можем применить её и к случаям, когда фигура не является трапецией!

Примеры некоторых задач мы здесь и рассмотрим. Начнём с очередной задачи Нижегородской городской олимпиады.

**Задача 11.** Винни-Пух висит на воздушном шарике на некоторой высоте. После выстрела Пятачка Пух начинает падать вниз так, что его ускорение увеличивается на всём пути линейно от нуля до ускорения свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Через 2 с Винни-Пух с ускорением  $g$  шлёпается на землю. Найдите скорость приземления Пуха.

*Решение.* Следует обратить внимание на то, что ускорение в задаче не постоянно, поэтому пользоваться привычными формулами кинематики здесь нельзя (вот та самая проблема, о которой упоминалось выше). Можно воспользоваться аналогиями из кинематики равнопеременного движения, только учесть, что вместо линейно возрастающей скорости здесь линейно возрастающее ускорение, а вместо квадратичной зависимости перемещения от времени – такая же зависимость для скорости. А можно решить эту задачу графически, учитывая, что скорость в конечной точке численно равна площади под графиком (рис. 18). Если  $a = \gamma t$ , где  $\gamma = g/t_0$ , то в момент падения получим  $v = gt_0/2 = 10 \text{ м/с}$ .

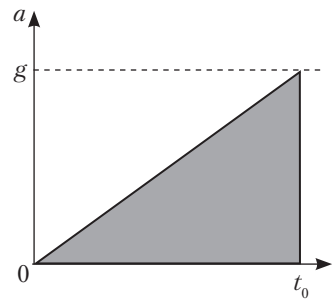


Рис. 18

Здесь аналогии действительно достаточно очевидны, и можно было бы обойтись без графика, но графическое решение уж очень просто и позволяет привести учащихся к решению более сложных задач.

Теперь рассмотрим ещё две кинематические задачи, которые легко решаются графически. Эти задачи предлагались на Городской олимпиаде восьмиклассникам, но справились с ними лишь те, кому на уроке или на спецкурсе объяснили, какой смысл имеет площадь под графиком.

**Задача 12.** Тело движется по прямой, его ускорение постоянно по модулю и равно  $1 \text{ м/с}^2$ , но меняет своё направление на противоположное раз в секунду в моменты времени  $t = 0, 1, 2, \dots$  с. Определить начальную скорость тела, если за 10 с его перемещение составило 10 м.

*Решение.* График зависимости скорости тела от времени представляет собой пилообразную ломаную ли-

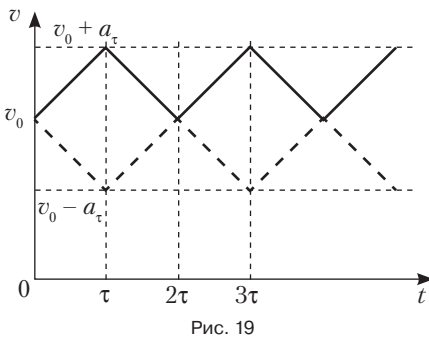


Рис. 19

где  $a = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $\tau = 1 \text{ с}$ , а  $v_0$  – искомая начальная скорость. Знак «+» или «-» соответствует направлению ускорения в течение первой секунды, совпадающему с направлением начальной скорости либо противоположному ему. Из условия задачи,  $s = 1 \text{ м}$ , откуда для значения скорости получаем  $v_0 = 1 \pm 0,5 \text{ м/с}$ .

**Задача 13.** У лыжника есть две любимые мази для лыж, улучшающие их скольжение. На несмазанных лыжах лыжник движется со скоростью 20 км/ч. При смазывании лыж мазью А его скорость возрастает до 25 км/ч, но за счёт стирания мази она равномерно уменьшается, падая на 1 км/ч каждые 10 минут. Через 50 минут мазь стирается полностью. При смазывании лыж мазью В скорость лыжника возрастает до 24 км/ч и остаётся таковой в течение первых 20 км, затем мазь перестаёт действовать. Какой мазью следует воспользоваться лыжнику на старте дистанции длиной  $s$  километров?

**Решение.** Построим график зависимости скорости движения лыжника от времени в случае использования мази А (сплошная линия) и мази В (пунктирная линия) (рис. 20). Путь, пройденный лыжником за время  $t$ , находится как площадь под графиком скорости. Из соображений симметрии площади сравниваются при  $t = 20$  мин. За это время при использовании любой мази любого типа лыжник пробежит 8 км. При  $s < 8 \text{ км}$  при одном и том же  $t$  площадь больше под графиком А, то есть следует использовать мазь А. При  $s > 8 \text{ км}$  следует использовать мазь В.

Когда эта задача была предложена учащимся, с ней справились далеко не все, хотя, казалось бы, за-

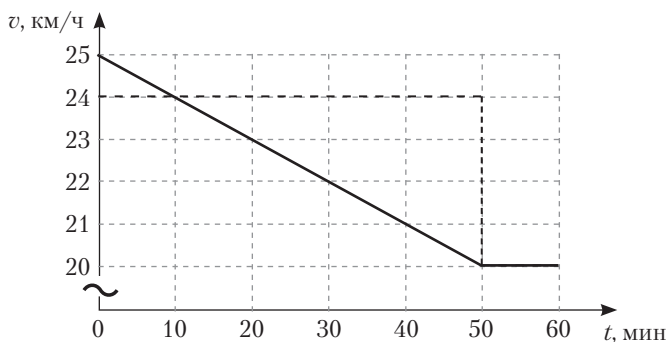


Рис. 20

нию (рис. 19). Перемещение тела соответствует площади под данным графиком. Площадь под каждым участком ломаной составляет по формуле площади трапеции  $\tau(v_0 + v_0 \pm a\tau)/2$ ,

задача довольно простая. И если некоторые задавали вопросы типа «а зачем вообще смазывать лыжи?», то другие невнимательно прочитали условие задачи. Они поняли условие истирания мази А так, что каждые 10 мин скорость падает на 1 км/ч, но не учли слова *равномерно*. В результате даже те из них, кто догадался построить график, получили вместо наклонной прямой ступенчатую линию, которая проходит выше пунктирной в течение первых 10 мин пути, затем 10 мин совпадает с ней, ещё 10 мин проходит ниже пунктирной линии со смещением на 1 км/ч и так далее. В этом случае задача также имеет решение, и ход рассуждений совершенно правильный, но ответ получится другим – мазь В следует использовать при  $s > 12 \text{ км}$ .

Проверяющие были изрядно озадачены при оценивании такого решения, так как ставить нули в данном случае сочли неверным, и снижали оценку на 2 балла за невнимательность.

Заметим, что не все кинематические задачи так просто решаются с помощью построения графика. Например, этого не скажешь о следующей задаче, которую также, оказывается, удобно решать графически, если правильно угадать, какой график следует построить.

**Задача 14.** Тело двигалось вдоль оси  $x$  от начального положения  $x_1 = 1 \text{ м}$  до конечного положения  $x_2 = 2 \text{ м}$ , причём его скорость  $v_x$  зависела от координаты следующим образом:  $v_x = a/x$ , где  $a = 1 \text{ м}^2/\text{с}$ . Найти время движения тела.

**Решение.** Вначале определим, сколько времени понадобится телу на прохождение небольшого расстояния  $\Delta x$ , в пределах которого его скорость практически постоянна. Очевидно,  $\Delta t = \Delta x/v_x$ . Отсюда следует идея решения. Построим график зависимости величины, обратной скорости тела, от его координаты (рис. 21). Тогда  $\Delta t$  равно площади выделенного на рисунке прямоугольника. Суммируя все промежуточные времена  $\Delta t$ , получим, с одной стороны, искомое время движения, а с другой – площадь под графиком, изображённым на рисунке. Таким образом, время движения равно площади трапеции, которая равна 1,5 с.

Здесь, нетрудно заметить, опять появляется идея разбиения графика на маленькие интервалы, которую мы обсуждали выше. Кстати, решить эту задачу можно и аналитически, «в лоб», но для этого надо уметь интегрировать степенные функции. Здесь же техника интегрирования

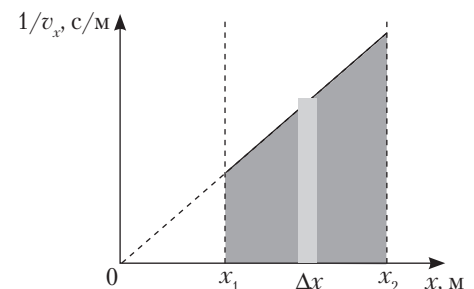


Рис. 21



заменяется идеей, как построить такой график, чтобы площадь под ним была равна искомой величине.

Рассмотрим ещё одну задачу, где интегрировать следует более сложную функцию, не имеющую очевидного физического смысла, хотя интеграл такой смысл имеет.

**Задача 15.** Две шайбы начинают одновременно двигаться параллельно с одинаковыми скоростями по гладкой горизонтальной поверхности. На пути одной шайбы встречается гладкая ямка с плавными краями, продольный размер которой много больше размеров шайбы, а на пути другой – выпуклость такого же размера и формы, расположенная на том же расстоянии от точки начала движения. На некотором расстоянии за препятствия перпендикулярно траекториям их движения расположен барьер. Какая шайба первой ударится о барьер? Построить график зависимости координаты от времени для обеих шайб, проанализировать возможные случаи.

*Решение.* Качественно поведение скорости  $v(t)$  и координаты  $x(t)$  для обеих шайб представлено на рис. 22. Жирным пунктиром показано поведение шайб в случае, если препятствий нет. Обе шайбы долетают до начала препятствий (т. А) в момент времени  $t_H$ , после чего скорости у них становятся различными, и, даже не решая задачу, понятно, что шайба, преодолевающая ямку, достигнет координаты  $x_B$  раньше шайбы, преодолевающей горку. Скорость первой шайбы только увеличивается до достижения дна ямки, тогда как скорость второй – уменьшается по мере приближения к вершине горки, поэтому вершины она достигнет позднее, чем первая – дна ямки.

Здесь интересно обсудить, что происходит, если первый график касается или пересекает ось абсцисс, например, можно ли продолжать график вправо после точки пересечения; всегда ли вторая шайба достигнет барьера? А если учащиеся захотят решить эту графическую задачу численно, например, написать программу для построения графиков, то им следует сначала определить зависимость скорости от координаты, затем найти график функции  $t(x)$ , после чего преобразовать его в более привычный вид.

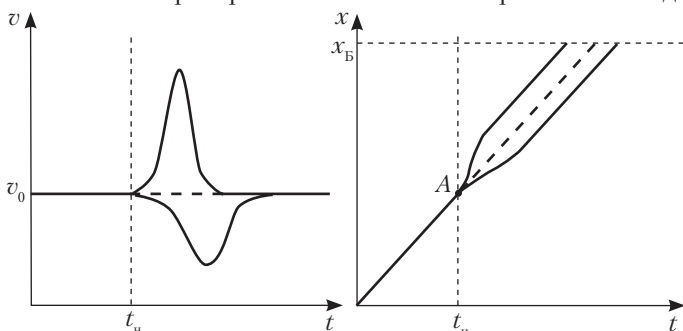


Рис. 22

Здесь также встретится интеграл от величины, обратной скорости:

$$t(x) = \int_0^{x_B} \frac{dx}{v(x)}.$$

Не стоит считать, что единственные задачи, где графическое интегрирование даёт быстрое решение, это задачи механики. Есть множество других задач, например, в термодинамике, где графики вообще играют большую роль (о ней поговорим далее). Рассмотрим два примера термодинамических задач.

**Задача 16** (автор А.А. Князев). В баллон в течение 5 мин закачивают 5 кг воздуха компрессором, мощность которого 1 кВт. На приведённом масштабном графике (рис. 23) видно, как увеличивалась температура газа по мере увеличения массы воздуха в баллоне. Оцените, какое количество теплоты получил газ, если КПД компрессора составляет 50%.

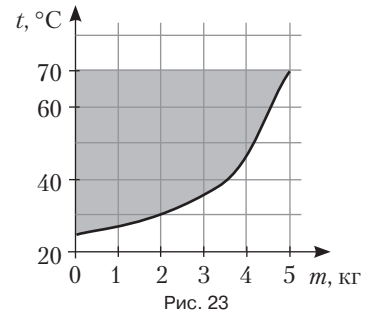


Рис. 23

*Решение.* Запишем выражение для первого начала термодинамики для элементарного процесса, происходящего при температуре  $T$  в интервале  $\Delta T$ :

$$\Delta Q = \frac{5}{2} R \cdot \frac{m(T)}{M} \cdot \Delta T + \Delta A.$$

Здесь мы считаем воздух практически двухатомным газом,  $M$  – средняя молярная масса; первое слагаемое представляет собой изменение внутренней энергии газа. Если разбить процесс на малые интервалы (которые будут иметь в наших осях вид горизонтальных полосок), а затем просуммировать по всему процессу, то:

$$Q = \Delta U + A, \text{ где } \Delta U = \frac{5R}{2M} \cdot \sum m(T) \cdot \Delta T,$$

то есть изменение внутренней энергии пропорционально площади над графиком  $T(m)$  (в данном случае «над» означает «между осью ординат и графиком»). Площадь указанного криволинейного участка не зависит от выбора шкалы температур, поскольку градус Кельвина равен градусу Цельсия, поэтому нет необходимости перестраивать график в абсолютную шкалу температур. В нашем случае эта площадь равна  $160 \text{ кг} \cdot \text{C}$  и  $\Delta U = 114\,621 \text{ Дж}$ . Работа, совершённая газом, численно равна полезной работе компрессора  $A = \eta \cdot N \cdot \tau$  (сомножители означают соответственно КПД, мощность компрессора и время его работы). Получаем  $A = 150\,000 \text{ Дж}$ ,  $Q = 264,6 \text{ кДж}$ .

Основная сложность при решении этой задачи заключается в том, что график в условии изображён в непривычных координатах. Кривая задана не в аналитическом виде, и площадь под ней надо опре-

делять численно по клеткам координатной сетки.

Бывают задачи, в которых график строится в привычных координатах, необходимых для вычислений, но само вычисление невозможно или сложно с учётом уровня математической подготовки учащихся. Например, рассмотрим задачу, которая предлагалась на Нижегородской олимпиаде десятиклассникам, которые (к моему большому сожалению) не проходили логарифмов, поэтому аналитически интегрировать гиперболу не могут. Однако в приведённой ниже задаче это и не требуется. Следует сказать, что с этой задачей на олимпиаде справились почти все участники.

**Задача 17.** Идеальный газ сжимают вдвое при постоянной температуре, при этом совершается работа  $A$ . а) Какую работу теперь надо совершить, чтобы сжать газ изотермически ещё вдвое? б) Какую работу надо совершить, если перед повторным сжатием охладить газ в четыре раза при постоянном объёме?

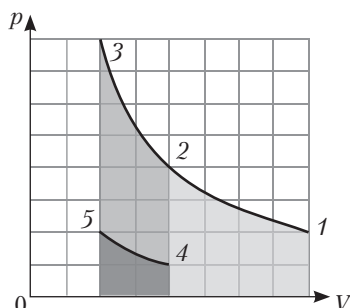


Рис. 24

Решение. Изобразим все описанные процессы на плоскости  $p, V$  (см. рис. 24). Работа  $A$  равна площади фигуры под кривой 1–2. При сжатии газа ещё вдвое работа  $A_1$  равна площади фигуры под кривой 2–3. Можно пред-

положить (впрочем, это можно доказать и прямым построением), что если сжать эту фигуру вдвое вдоль оси ординат и растянуть вдвое вдоль оси абсцисс, она полностью совпадёт с фигурой под кривой 1–2. Площадь фигуры при этом не изменится, следовательно,  $A_1 = A$ .

Если же перед сжатием газ в четыре раза охладить, работа по его сжатию  $A_2$  будет равна площади фигуры под кривой 4–5. Эта фигура получается сжатием фигуры под кривой 2–3 в четыре раза вдоль оси ординат. Следовательно,  $A_2 = A_1/4 = A/4$ .

**Изломы.** Один из моих учеников в начале 10-го класса утверждал, что графики бывают трёх видов – прямые, параболы и гиперболы. Впрочем, не он один, большинство приходящих после 9-го класса ко мне учеников думают так же. Затем дети в процессе изучения физики с удивлением узнают, что бывают и другие кривые. А ещё они узнают, что на графиках встречаются изломы, которые оказываются весьма информативными. Откуда же берутся эти изломы? Рассмотрим следующую простую задачу.

**Задача 18.** Электрик собрал схему (рис. 25), где  $R_1 = 1$  кОм,  $R_2 = 2$  кОм,  $R_3 = 1$  кОм,  $S_{1,2}$  – плавкие предохранители, рассчитанные на максимальный ток 100 мА. На схему подают напряжение  $U$ , начи-

мая с нулевого значения и постепенно его увеличивая. Построить график тока через схему в зависимости от напряжения. Сопротивлением предохранителей пренебречь.

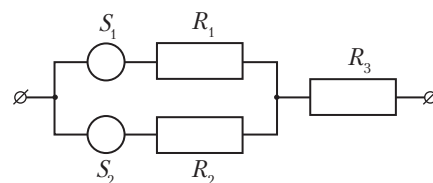


Рис. 25

**Решение.** Когда оба предохранителя целы, сопротивление схемы составляет  $5/3$  кОм, поэтому ток через  $R_3$  равен  $3U/5$  мА ( $U$  выражено в вольтах), ток через  $R_1$  равен  $2U/5$  мА. При  $U = 250$  В ток через  $R_1$  превысит 100 мА и первый предохранитель сгорит. Сопротивление схемы станет равным 3 кОм, а ток через  $R_3$  будет равен  $U/3$ . При  $U = 300$  В сгорит второй предохранитель, и при дальнейшем увеличении напряжения ток через схему будет равен нулю. График приведен на рис. 26.

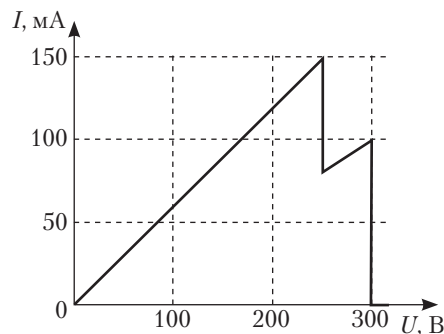


Рис. 26

Вот и появились изломы на нашем графике. Замечу, что и эту задачу можно предложить учащимся решать «в обратную сторону», то есть придумать задачу под данный график. Самое важное в такой задаче – интерпретация графика и определение процессов, которым соответствуют изломы. Рассмотрим технику решения этого класса задач на следующем примере.

**Задача 19.** При определении теплоёмкости 1 кг некоторого вещества путём измерения зависимости температуры  $t$  от количества подведённого тепла  $Q$  были получены данные, приведённые в таблице. Определите удельную теплоёмкость вещества.

$t, ^\circ\text{C}$	100	200	250	300	400	500	600
$Q, \text{кДж}$	0,0	14,0	21,0	35,0	74,0	95,0	116,0

**Решение.** Из определения удельной теплоёмкости вещества следует, что зависимость температуры вещества от количества подведённой теплоты линейна в случае, когда агрегатное состояние не изменяется  $t = t_0 + \frac{1}{cm} \cdot Q$ . Построим график по заданным точкам (рис. 27).

Видно, что группы точек в интервале температур 100–250  $^\circ\text{C}$  и 400–600  $^\circ\text{C}$  лежат на прямых с различными наклонами. Точка графика, соответствующая 300  $^\circ\text{C}$ , не принадлежит ни одной из прямых.

Таким образом, можно утверждать, что при температуре 300  $^\circ\text{C}$  происходит переход из одного агрегатного состояния в другое. Например, это может быть

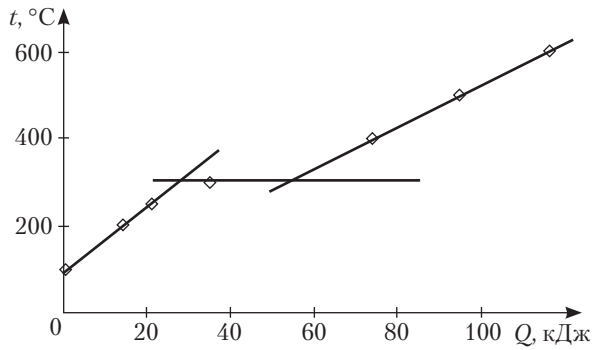


Рис. 27

кристаллическое вещество с температурой плавления  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для прямолинейных участков можно выразить удельную теплоёмкость через тангенс угла

наклона прямой:  $c = \frac{\Delta Q}{m\Delta t}$ . Тогда получим на одном

участке  $140\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ , а на другом  $210\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

Кстати, хотя это и не требуется в данной задаче, можно из данного графика оценить и удельную теплоту данного фазового перехода (удельную теплоту плавления). Измерив на графике расстояние между двумя точками пересечения горизонтального отрезка с наклонными, получим  $\lambda \approx 26,3\text{ кДж}/\text{кг}$ .

Рассмотрим ещё одну задачу для 8-го класса, в которой требуется верно интерпретировать изломы на графике.

**Задача 20.** На дне бака цилиндрической формы лежал деревянный брусок, привязанный к центру дна бака бечёвкой. В бак начали наливать с постоянной скоростью воду, причём уровень воды в баке изменялся во времени в соответствии с графиком, приведённым на рис. 28. Площадь сечения бака равна  $0,4\text{ м}^2$ , плотность дерева составляет  $0,8$  плотности воды. Бечёвка прикреплена к центру нижней стороны бруска. Определите объём бруска и длину бечёвки.

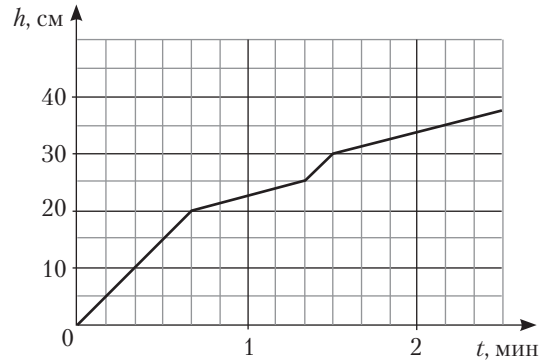


Рис. 28

*Решение.* При решении этой задачи основные трудности возникли из-за непонимания того, что происходит с бруском. Один участник олимпиады даже написал в своей тетрадке, что задача не имеет смысла, так как не может быть, чтобы воду наливали равномерно, а уровень воды поднимался неравномерно. Отчасти такое непонимание связано с тем, что обычно при изучении раздела про силу Архимеда рассматривают тело, размеры которого значительно меньше размеров сосуда.

Брусок отрывается от дна и начинает всплывать, когда сила Архимеда, действующая на него, превышает силу тяжести, то есть  $\rho_w gh \geq \rho_b gh_1$ , где  $h$  – высота уровня воды, а  $h_1$  – высота бруска, откуда  $h \geq 0,8h_1$ . После отрыва бруска от дна уровень воды начинает подниматься медленнее, поэтому на графике появляется излом, то есть  $h = 0,2\text{ м}$ , а  $h_1 = 0,25\text{ м}$ . Из геометрических соображений скорости прибывания уровня воды до и после всплывания бруска относятся как

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_0}{S_0 - S_1},$$

где  $S_0$  и  $S_1$  – площади горизонтального сечения бака и бруска. Скоростям  $v_1$  и  $v_2$  соответствуют наклоны участков графика, поэтому  $S_0/(S_0 - S_1) = 4$ , и  $S_1 = 0,3\text{ м}^2$ . Отсюда объём бруска  $V = S_1 h_1 = 75\text{ л}$ . Вторая точка излома графика соответствует моменту, когда брусок поднялся от дна на длину бечёвки, поэтому её длина  $l = 5\text{ см}$ .

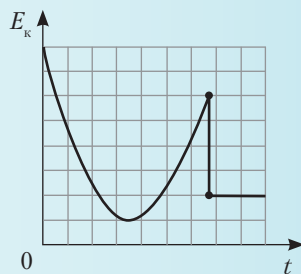
**Продолжение следует**

**РАБОТА НАД ОШИБКАМИ**

В № 1/2015, к сожалению, по вине редакции в статье М.Ю. Демидовой «Методические рекомендации по подготовке к ЕГЭ по физике в 2015 г.» допущена ошибка. На с. 8 пример 18 следует читать так (обратите внимание на рисунок):

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два утверждения, соответствующих данному графику.

- 1) Конечная скорость камня в 2 раза меньше его начальной скорости.
- 2) Конечная кинетическая энергия тела в 2 раза меньше её начального значения.



- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в ящик с песком на балконе.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в песок в кузов проезжающего мимо грузовика.
- 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на землю, испытав неупругий удар.

Ответ:

1	4
---	---

На с. 13 в таблице кодов ответов к примеру 18 должен быть соответственно ответ: 14.

Благодарим учителя физики, члена жюри конкурса «Я иду на урок», к. п. н. Ю.А. Каверина (с. Тамбовка, Воронежская обл.) за внимательное чтение журнала. Приносим извинения читателям.

*Редакция*



# Термометр Галилея – забава или научный прибор?

Описаны устройство термометра Галилея, принципы его работы и несложные опыты с устройством.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Галилей, термометр, Флорентийская академия наук, закон Архимеда

**М.А. БРАЖНИКОВ**  
birze@inbox.ru,  
ИХФ РАН, г. Москва

## Введение

«В поисках точного измерения температуры блистательный учёный Галилей открыл этот метод...» – так начинается рекламный проспект, рассказывающий нам о «термометре Галилея». Красочность и неординарность этого прибора вызвали желание лучше разобраться в его устройстве. Тем более, что за последние 25 лет принципы его работы обсуждались не раз в физических журналах [1–3], а благодаря своей наглядности «термометр Галилея» мог бы стать хорошим прибором, с которым можно было бы реализовать интересную научно-практическую работу со школьниками.

Посмотрим, что говорится о работе прибора в проспекте.

«...Если поместить твёрдое тело в жидкость равной с ним плотности, то при повышении температуры плотность жидкости уменьшается, и тело тонет. При понижении температуры наоборот, плотность увеличивается, и тело всплывает.

Поместим в сосуд с жидкостью несколько стеклянных шариков (рис. 1), слегка различающихся по весу\*, – все они будут тонуть при различных температурах. Таким образом, можно с большой точностью определять температуру жидкости по самому нижнему шарiku, который ещё держится на плаву в узком цилиндрическом сосуде (рис. 2). Все шарики калибруются по температуре погружения в интервале 0,5 °С. В результате соседние шарики различаются по весу на 60 мг.»

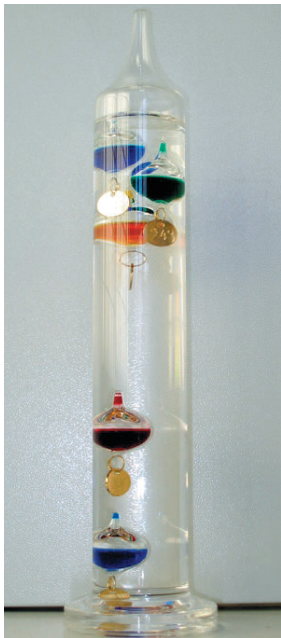


Рис. 1. Термометр Галилея – общий вид

\*Правильнее – «...по массе».

Попробуем разобраться, когда и кем был создан этот прибор и как он работает.

## История создания

Можно уверенно сказать, что создателем «термометра Галилея» был вовсе не Галилей [2–6]. Галилео Галилей изобрёл термоскоп, описание которого хорошо известно: «после изобретения термоскопа возникла основная задача – превращения его в термометр. Сам Галилей не решил этой задачи (он и не решал её)» [6]. Как и ряд других приборов, так называемый «термометр Галилея» обязан своим появлением Флорентийской Академии опытов (середина XVII в.), причём один такой термометр той эпохи сохранился до наших дней – это «*Termometro infingardi*» (*медленный термометр*) или «*Termometro Lento*» (*ленивый термометр*) [3]. Впервые термометры упоминаются в «Очерках о естественнонаучной деятельности Академии опытов» (1667). Описания четырёх из них снабжены иллюстрациями, которые репродуцируются во многих изданиях, – это, по принципу действия, обычные жидкостные термометры\*\*. О пятом же написано: «это более медленный и ленивый, чем любой из описанных ранее...», но поскольку «...он употребителен в различных частях Италии и других местах, то мы не можем не сказать коротко несколько слов об его устройстве...». Речь, по-видимому, [2] идёт о «термометре Галилея». Чтобы понять, правы ли историки науки, рассмотрим основные принци-

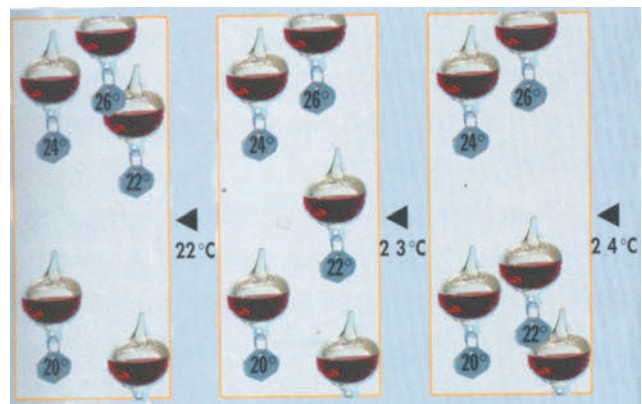


Рис. 2. Положение шариков при разной температуре

\*\*Они и получили историческое название *флорентийские*.

Таблица 1.  
Сравнение принципов работы термометров

Термометр	Флорентийский	«Галилея»
Общий принцип измерения температуры	«...об изменениях температуры судить по изменениям в других телах» ( <i>идея Галилея</i> )	
Физические явления, лежащие в основе работы	Изменение объёма жидкости с изменением температуры (закон линейного расширения)	– Плавание тел (закон Архимеда); – изменение плотности жидкости с изменением температуры (закон линейного изменения плотности)
Изобретение термометра [4–6]	Французский врач Рей, 1631 г., великий герцог Тосканский Фердинанд II, 1641 [5, 6] или Э. Торричелли [4]	Работы членов Академии Опытков по изучению термического изменения объёмов [4], изобретение ареометра (1657–1667 гг.)

пы работы двух термометров в сравнении (табл. 1, в скобках курсивом даны примечания – дополнительная «информация к размышлению»).

По сути, шарики в «термометре Галилея» являются чувствительными ареометрами, чутко реагирующими на изменение плотности жидкости *вследствие изменения её температуры\**. Его работа основывается на большем числе принципов, чем действие жидкостного, а также на исследованиях, которые были проведены позже создания флорентийского термометра (после смерти Галилея, 1642). Так что, имя Галилея – хороший бренд для продажи. Вместе с тем он предложил сам принцип измерения температуры, что иногда важнее конкретной конструкции.

Чувствительность ареометров к малейшим колебаниям плотности вследствие колебаний температуры высока, недаром на них указывается температура, при которой производится калибровка (15 °C или 20 °C). В середине XIX в. У. Томсоном (лордом Кельвином) был поставлен опыт, внешне практически в точности воспроизводящий «термометр Галилея», однако изменение плотности в нём происходило не вследствие изменения температуры, а в результате процесса диффузии. «У. Томсон употреблял более точный способ (*изучения диффузии жидкостей*. – М.Б.) помещая в сосуде известное число стеклянных пузырьков или шариков, удельные веса (= *плотности*. – М.Б.), которых заключались между удельными весами крепкого раствора (*соли*. – М.Б.) и воды. Вначале все поплавки плавают на поверхности раздела между двумя жидкостями, но по мере распространения диффузии они отделяются друг от друга и по их положениям можно судить об удельных весах на различных глубинах. Необходимо до начала опыта особенно старательно удалить воздух из обеих жидкостей посредством кипячения. Если это не сделано, то воздух, выделяющийся из жидкости, пристаёт в форме маленьких пузырьков к шарикам, так что они перестают указывать истинный удельный вес жидкости, в которую они погружены», – так опи-

сывал опыт Кельвина, его великий соотечественник Дж.-К. Максвелл [7, с. 239–240]\*\*. Обратим внимание на то, что из опыта Кельвина следует, что шарик плавает внутри жидкости, когда его **средняя** плотность равна **местной** плотности жидкости. В этой связи, вряд ли правомерно говорить о том, что на рис. 2, предлагаемом в проспекте, температура жидкости 23 °C в случае, когда шарик с биркой «22 °C» оказался посередине сосуда.

Принципы работы, заложенные в основу работы «термометра Галилея» и открытые в середине XVII в., находили разнообразное применение и реализовывались по-разному. В наши дни можно встретить такие термометры в различном исполнении от настольных до напольных, от комнатных до наружных. Сегодня их продают как сувениры, выполненные в виде цилиндра с погружёнными шариками особой формы. Однако похожие приборы применялись и для научных исследований с целью измерения низких температур, рис. 3 [8].

Несмотря на то, что «термометр Галилея» моложе флорентийского, он не получил широкого распространения как научный прибор, да и реальная точность его редко превосходит 1 °C, в то время как ртутные термометры, широко выпускаемые для научных исследований, имеют цену деления 0,1 °C.

Чтобы разобраться, почему термометры Галилея, известные в XVII в. во всех уголках Италии, теперь используются редко, рассмотрим более детально принципы их действия.

### Принципы действия

Итак, об изменении температуры в «термометре Галилея» судят по изменению глубины погружения стеклянного шарика. Предположим, что такой шарик

\*\*Обсудив с учениками принципы работы термометра Галилея, можно дать им для самостоятельной проработки идею опытов У. Кельвина, сначала задачу упростив. Пусть есть два стеклянных шарика – у одного плотность чуть меньше, чем плотность крепкого раствора солёной воды, а у другого чуть больше, чем плотность чистой (дистиллированной) воды. Как надо расположить жидкости в сосуде, чтобы исследовать процесс диффузии двух жидкостей, где расположатся шарики в начале опыта? Каково будет их поведение с течением времени? Как может повлиять на ход эксперимента повышение температуры?

\*Ареометр также был изобретён членами Академии Опыта.



Рис. 3. Термометр Галилея для жидкого воздуха в Музее Вальтера Нернста (*University of Göttingen Physicochemical Institute*): набор из восьми стеклянных сфер диаметром 18 мм. Диапазон измеряемых температур от  $-192,5\text{ }^\circ\text{C}$  до  $-185,5\text{ }^\circ\text{C}$  с шагом  $1\text{ }^\circ\text{C}$ .

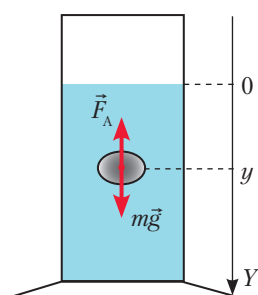


Рис. 4. К расчёту глубины погружения

плавает в жидкости (рис. 4). Зададимся двумя вопросами: возможно ли, чтобы шарик «зависал» в толще жидкости, то есть не всплывал и не тонул при неизменной температуре? На какое расстояние  $\Delta y$  сместится шарик, если температура изменилась на  $\Delta t$  (иными словами, какова чувствительность прибора)? В [1] предложена модель, в

которой рассматривается поведение несжимаемого тела в изотермической жидкости, то есть жидкости, в которой температура одинакова по всему объёму в любой момент времени. Средняя плотность шарика ( $\rho_b$ ) практически такая же, как и плотность ( $\rho_0$ ) самой жидкости. При неизменной температуре плотность жидкости будет меняться только вследствие сжимаемости под действием вышележащих слоёв, и как бы мала ни была эта сжимаемость, именно такое тонкое различие в плотностях должен чувствовать шарик, зависший, например, посередине сосуда, рис. 4. Запишем зависимость, приведённую в [1]:

$$\rho_y = \rho_0 \left( 1 + \frac{g\rho_0 y}{B} \right), \quad (1)$$

где  $\rho_0$  – плотность жидкости у поверхности, а  $\rho_y$  – плотность на расстоянии  $y$  от поверхности,  $B$  – модуль сжимаемости. Физический смысл величины  $B$  проще понять, если рассмотреть обратную величину:

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{\rho} \left( \frac{\Delta \rho}{\Delta p} \right),$$

которая характеризует, как меняется

плотность тела с изменением равномерного и всестороннего давления, которое в данном случае вызвано весом вышележащих слоёв жидкости. Как следует из сравнения данных, представленных в табл. 2, стекло в несколько десятков раз менее сжимаемо, чем жидкости (и расширяется оно при нагревании, см. ниже, в десятке раз меньше). Значит и сосуд, и сами пла-

вающие шарики можно считать телами неизменного объёма\*. Глубина  $y$ , на которой плавает шарик, тогда определяется соотношением:

$$y = B \frac{(\rho_b - \rho_0)}{g\rho_0^2} \quad (2)$$

(здесь учтено условие плавания тела:  $\rho_y = \rho_0$ ).

Таблица 2.

Свойства жидкостей и стекла при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  [3, 9, 10]

Вещество	Плотность $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup>	Модуль сжимаемости $B$ , 10 <sup>9</sup> Па	Температурный коэффициент, $\alpha$ , 10 <sup>-3</sup> град <sup>-1</sup>
Бензол	0,88	1,0	1,06–1,237
Вода	0,998	2,1	0,18–0,207
Глицерин	1,26	4,6	0,505–0,59
Керосин	≈0,8	1,2–1,5	0,955–0,960
Тетрахлорметан	1,594	1,1	1,23
Толуол	0,867	1,1	1,08–1,138
Этиловый спирт	0,79–0,83	0,85–1,05	1,10–1,12
Стекло (техническое)	2,2–2,6	≈45	0,01–0,03

Известно, что плотность большинства жидкостей меняется с температурой приблизительно линейно:

$$\rho_0(t) = \rho_{00}[1 - \alpha(t - t_0)], \quad (3)$$

где  $\alpha$  – температурный коэффициент объёмного расширения (см. табл. 2),  $\rho_{00}$  – плотность жидкости у поверхности при температуре  $t_0$ . Таким образом, можно оценить искомый  $\Delta y$ . При изменении температуры на  $\Delta t$  чувствительность термометра определяется отношением  $\Delta y/\Delta t$ . Выражение, полученное в [1]:

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{\alpha B}{g\rho_{00}} \quad (4)$$

получается при подстановке выражения (3) в (2) с последующим дифференцированием, либо прямым вычислением. В любом случае в ходе математических преобразований необходимо сделать несколько допущений, поскольку зависимость  $y(t)$  носит явно нелинейный характер. Приведём вариант математических выкладок.

Пусть глубина погружения шарика при  $t_0$  равна

$$y_0 = \frac{B}{g\rho_{00}^2} (\rho_b - \rho_{00}).$$

\*Полезно с учениками-исследователями отдельно обсудить табл. 2, проанализировать данные и сделать вывод.



При изменении температуры на  $\Delta t = t - t_0$  глубина погружения станет равной

$$y = \frac{B}{g\rho_{00}^2} \cdot \frac{[\rho_b - \rho_{00}(1 - \alpha\Delta t)]}{(1 - \alpha\Delta t)^2}.$$

Рассматривая малые  $\Delta t$  и очень малые глубины  $(\rho_b - \rho_{00}) \approx 0$ , находим:

$$\begin{aligned} \Delta y = y - y_0 &= \frac{B}{g\rho_{00}^2} \left[ \frac{[\rho_b - \rho_{00}(1 - \alpha\Delta t) - (\rho_b - \rho_{00})(1 - \alpha\Delta t)^2]}{(1 - \alpha\Delta t)^2} \right] = \\ &= \frac{B}{g\rho_{00}^2} \cdot \frac{[\rho_b - \rho_{00} + \rho_{00}\alpha\Delta t - \rho_b + \rho_{00} + 2\rho_b\alpha\Delta t - \rho_b(\alpha\Delta t)^2 - 2\rho_{00}\alpha\Delta t + \rho_{00}(\alpha\Delta t)^2]}{(1 - \alpha\Delta t)^2} = \\ &= \frac{B}{g\rho_{00}^2} \cdot \frac{[\rho_{00}\alpha\Delta t + 2(\rho_b - \rho_{00})\alpha\Delta t - (\rho_b - \rho_{00})\alpha^2\Delta t^2]}{(1 - \alpha\Delta t)^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Ведь мы заранее условились, что тело плавало, а для этого его плотность должна быть близка к плотности жидкости. Тогда формула (5) примет вид:

$$\Delta y \approx \frac{B}{g\rho_{00}^2} \cdot \frac{\rho_{00}\alpha\Delta t}{(1 - \alpha\Delta t)^2}. \quad (6)$$

Поскольку мы хотим оценить чувствительность прибора к малейшим изменениям  $\Delta t$ , то можно принять  $(1 - \alpha\Delta t)^2 \approx 1$ . В итоге получаем формулу, аналогичную (4)\*.

Итак, пусть температура жидкости изменилась на  $0,1^\circ\text{C}$ . Оценим, на сколько при этом изменится положение шарика. Все жидкости имеют приблизительно один и тот же порядок значений для величин, входящих в формулу (7). Рассмотрим спирт для примера, поскольку именно он был термометрической жидкостью в «*Termometro Lento*», значения при расчёте взяты в единицах СИ:

$$\Delta y \approx \frac{10^9 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{9,8 \cdot 800} \cdot 0,1 = \frac{100}{9,8 \cdot 0,8} \approx 13 \text{ м.}$$

Какой смысл имеет полученное число? Все разумные термометры имеют высоту, не превышающие  $1-2$  м, следовательно, теоретически чувствительность такого термометра должна быть чрезвычайно высокой. Шарик, отвечающий температуре  $20^\circ\text{C}$ , по сути, в равномерно прогретой жидкости может принимать лишь два положения: на дне и у поверхности. Более того, никоим образом среднее положение шарика « $22^\circ\text{C}$ », как показано на рис. 2, не будет отвечать промежуточному значению температуры  $23^\circ\text{C}$  между положениями  $22^\circ\text{C}$  и  $24^\circ\text{C}$ , которые «реги-

стрируются» с помощью шаров. Это первый практический вывод, предложенной модели.

Второй вывод заключается в том, что для каждого значения температуры необходимо иметь свой шарик, «термометр Галилея» – пример одного из первых приборов дискретного измерения непрерывной величины (в современных термометрах до 11 шариков). Понятно, что ими нельзя измерять температуру в широком диапазоне – потребуется слишком много шариков.

Рассмотрим теперь поведение нескольких шариков. Пусть, например, два шарика одинакового объёма  $V$  лежат на дне. На сколько минимально должны различаться их массы ( $\Delta m$ ), чтобы при повышении температуры на  $\Delta t$  один шарик остался на дне, а второй всплыл (теперь мы знаем, что он наверняка всплывёт даже при минимальной  $\Delta t$ )? Пусть наш термометр имеет высоту  $0,5$  м. Прежде всего, получим, что изменение плотности на глубине  $0,5$  м пренебрежимо мало для нашей оценки. Для примера возьмём спирт. Согласно формуле (1) имеем:

$$\rho_{0,5} = \rho_0(1 + 800 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-9}) = 1,000\,004\rho_0.$$

Итак, для оценки можем считать, что  $\rho_{0,5} \approx \rho_0$ . Тогда из формулы (3) с точностью до знака следует:

$$\Delta m = \rho_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot V, \quad (7)$$

Пусть  $V = 1 \text{ см}^3$ ,  $\Delta t = 0,1^\circ\text{C}$ . Тогда:

$$\Delta m = 0,8 \text{ г/см}^3 \cdot 1,1^\circ\text{C}^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 0,1^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ см}^3 \approx 0,1 \text{ мг.}$$

Для термометра высотой  $0,5$  м, внутренним диаметром  $4,5$  см и внешним  $5$  см шарики выполнены в виде сфероидов максимального диаметра  $2,5$  см и высотой  $2$  см, то есть имеют  $V \approx 8 \text{ см}^3$  [2]. Иными словами, чтобы различать температуры с точностью до  $0,1^\circ\text{C}$ , нужно уметь изготавливать шарики одинакового объёма, масса которых различались бы примерно на  $1$  мг (!) – это очень большая точность. При обычном шаге термометров Галилея  $1^\circ\text{C}$  или даже  $2^\circ\text{C}$  разность масс составит  $\sim 10$  мг и  $\sim 20$  мг соответственно, что технически выполнить уже легче. В заявленном описании  $\Delta m = 60$  мг.

Проанализируем формулу (7). Увеличение разности масс при данном шаге температур можно достичь, увеличивая объём шариков – но этот путь ограничен размерами самого прибора. Можно подобрать и оптимальную жидкость, например, если вместо спирта взять тетрахлорметан (жидкость с большей плотностью и чуть большим чем у спирта термическим коэффициентом расширения), то при  $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ ,  $\Delta m \sim 40$  мг. Изготовители не раскрывают, что является реальной жидкостью в термометрах, пишут о гидрогенизированных углеводородах [2, 3]. Можно сказать, что наши оценки, рассмотренные

\* Сам по себе вывод может быть не очень интересен, однако важно то, что прямая пропорциональность между изменением глубины погружения шарика и изменением температуры ( $\Delta y \sim \Delta t$ ) носит приблизительный характер.

в рамках модели изотермической жидкости, вполне хорошо согласуются с параметрами реально изготавливаемых приборов. Прежде чем обсудить недостатки рассмотренной модели, остановимся на некоторых конструктивных особенностях прибора, которые непосредственно связаны с физикой обсуждаемых процессов.

### Особенности конструкции

Один из принципов, на котором основана работа термометра – расширение жидкости с температурой. Кроме этого, рассматривая действие прибора, мы учли, что стекло расширяется в десятки раз меньше, чем помещённая в сосуды жидкость. Если бы шарики и цилиндр термометра были заполнены жидкостью полностью – это бы привело к неизбежному его разрушению при малейшем колебании температуры. Чтобы этого избежать, над жидкостью находится газ, который легко сжимается, что позволяет ей расширяться при изменении температуры\*. Конечно, цилиндр можно было бы сделать и открытым, но вследствие испарения (а углеводороды – летучи) жидкость в цилиндре очень быстро бы исчезла.

Как ни странно, но то, что шарики заполнены жидкостью чуть больше чем наполовину, способствует их устойчивости при плавании. Условия равновесия тела, как известно, состоят в том, что геометрическая сумма сил, действующих на тело, равна нулю и сумма моментов этих сил относительно любой оси также равна нулю. Для тела, плавающего в жидкости, первое условие должно выполняться «автоматически», то есть сила тяжести должна быть равна силе Архимеда. Но силы приложены, оказывается, к разным точкам: сила тяжести – к центру масс (т.  $O$ ), а сила Архимеда – к центру тяжести вытесненного объёма жидкости [11], в данном случае – к геометрическому центру шарика-поплавка (т.  $C$ ), рис. 5. Для тела произвольной формы возможны различные ситуации: т.  $C$  выше (рис. 5, а) или ниже т.  $O$  (рис. 5, б). В первом случае незначительное отклонение от положения равновесия приво-

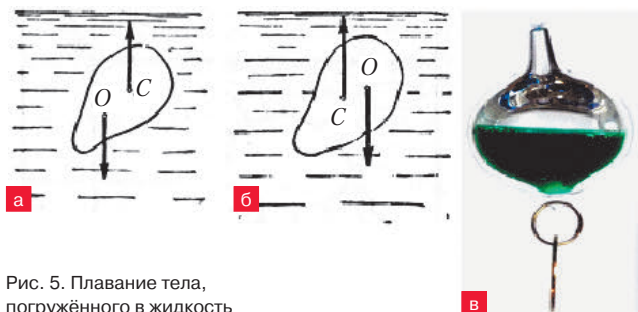


Рис. 5. Плавание тела, погружённого в жидкость

\*Можно обратить внимание учеников на то, что над жидкостью и в шариках, и в цилиндре есть «свободное» пространство, и предложить им попытаться самостоятельно объяснить, к чему бы привело его отсутствие.

дит к тому, что возникающий момент сил возвращает тело в первоначальное положение, во втором – момент сил отклоняет тело ещё больше. Шарик-поплавок термометра устроен как раз так (рис. 5, в), что он практически не изменяет своего положения при всплытии и погружении. Как у подводной лодки, у него есть верх и низ. Дополнительную устойчивость придаёт бирка с выбитой на ней температурой, которая понижает центр тяжести.

При всплытии шарики движутся устойчиво вверх, и по самому нижнему шарикю мы определяем температуру. Чтобы выплывшие шарики не влезли «без очереди», то есть не поменяли свой порядок, их диаметр должен быть чуть больше половины диаметра стеклянного цилиндра (например, 25 мм при внутреннем диаметре сосуда 45 мм). И ещё: каждый шарик окрашен в свой цвет – наверное, исторически это восходит к тому времени, когда о градусной мере температуры люди знали мало, кроме того, бирка может от вас «отвернуться» (см. рис. 5, в), да и само число видно только вблизи, цвет же виден издалека. (Подобный принцип подачи сигналов на городских башнях известен был давно, недаром и сейчас, говоря об уровне опасности, указывают цвета – красный, оранжевый и далее.) Иногда для каждого шарика изготавливают «свой» цилиндр [URL: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/51vfI5oYePL.\\_SX425\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/51vfI5oYePL._SX425_.jpg)].

Итак, мы выяснили принципы работы и устройства «термометра Галилея», оговорили его точность и конструктивные особенности. Но оказывается, что мы не учли ещё один важный фактор, который-то и ограничил сферу его применения. Чтобы понять, что упущено, обратимся к практике измерения.

### Измерение температуры

Чтобы проверить работу термометра Галилея, воспользуемся в качестве эталона ртутным термометром (диапазон измеряемых температур 0–50 °С, цена деления 0,1 °С). На рис. 6 приведены значения температуры, индикатором которых является

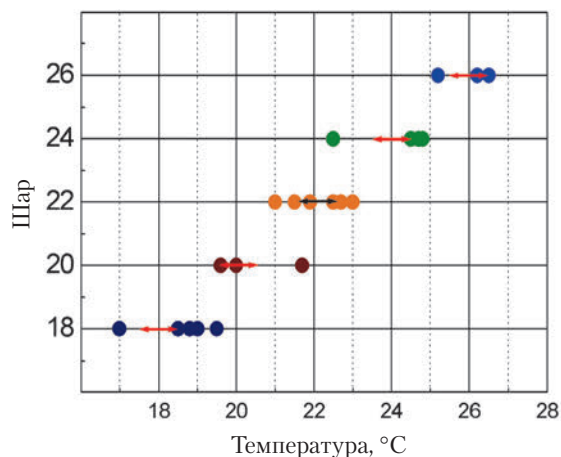


Рис. 6. Показания «термометра Галилея» при различных значениях температуры воздуха

шарик (нижний) в зависимости от показаний ртутного термометра. Измерения проводились в течение нескольких недель. Интервал погрешности, обусловленный точностью калибровки шариков,  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , показан на графике двусторонними стрелками.

Как видно из приведённых данных, показания термометра Галилея выходят за пределы допустимой ошибки. Более того, диапазоны значений температур, указываемые шариками «20», «22» и «24», заметно перекрываются. Исторически такой термометр был назван *ленивым*, поскольку не успевал быстро следовать изменениям температуры окружающей среды. Всё дело в том, что, рассматривая принципы работы, мы упустили существенную деталь – *механизм установления равновесной температуры* по всему объёму цилиндра. Такими механизмами являются теплопроводность, посредством которой осуществляется теплопередача от окружающей среды сквозь стекло, и конвекция, путём которой идёт выравнивание температуры в жидкости. Чтобы показания прибора были верны, необходимо, чтобы температура и жидкости, и шариков, и окружающей среды были одинаковы! Теплообмен внутри жидкости осуществляется за счёт конвекции, в основе которой лежит та же сила Архимеда. Чтобы жидкость пришла в движение в цилиндре, её необходимо охлаждать сверху, и нагревать снизу. Но в реальности термометр не только не успевает следить за изменениями температуры, но часто более тёплая жидкость оказывается сверху, а более холодная – снизу, и конвекции не происходит.

Очевидным это стало при попытке измерить весь диапазон температур, поместив прибор в водяную баню, начальная температура, которой была заведомо ниже  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (При этом сама баня, пятилитро-

вая банка с водой, располагалась в тёплой комнате.) При температуре воды  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$  все шары всплыли за  $\sim 2,5$  мин (рис. 7, а). Когда температура воды достигала  $19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , шарик « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » и не думал опускаться, а после лёгкого постукивания завис. Фото на рис. 7, б сделано при  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  – шарик « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » не опустился до конца, а шарик « $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ » начал движение вниз. Такое расположение шариков отражает не столько температуру окружающей среды, сколько распределение плотности в цилиндре прибора. Вода в «бане» циркулирует лучше за счёт большего диаметра сосуда при той же высоте, поэтому сверху температура всегда чуть выше, чем внизу. Это продолжается до тех пор, пока температура воды остаётся ниже температуры воздуха в комнате, что и приводит к нежелательному распределению температуры (= плотности) в самом «термометре Галилея». Жидкость в термометре сверху уже прогрета настолько, что опускается шарик « $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ », но внизу ещё достаточно холодная, чтобы шарик « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » потонул. В действительности, как мы увидим дальше, в данной ситуации сыграло роль то, что оба шарика были откалиброваны практически на одну и ту же температуру.

Но в узком цилиндре возможны ситуации, когда холодная жидкость вверху, тёплая – внизу, а их перемешивание запаздывает. Два наблюдения: • температура воздуха  $22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  – шар « $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ » всё ещё находится наверху, но при лёгком постукивании по цилиндру начинает медленно опускаться • температура воздуха  $26,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  – шар « $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ » после лёгкого постукивания медленно опускается вниз, рис. 8. Это значит «заниженные» показания термометра связаны с «застоем» тёплой жидкости внизу, а холодной – вверху.

Отрицательно могут сказываться на измерении температуры и солнечные лучи – они сильнее прогревают цветные шары, а, следовательно, и жидкость вокруг них. Итак, неравномерность прогрева жидкости – это самый серьёзный источник ошибок в показаниях прибора.

Другой источник ошибки – точность калибровки, заявленные  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  не вполне соответствуют всем шарам прибора. Так, шарик « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » не опускается, пока температура не достигнет  $\sim 19,2\text{--}19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; шарик « $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ » всплывает при температуре  $\sim 19,4\text{--}20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но тонет при  $\sim 20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Видно, что оба шара прокалиброваны примерно на одну температуру, которая для шара « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » оказывается завышенной.



Рис. 7. Измерения температуры в водяной бане: а – температура воды  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , все шарики вверху; б – температура воды  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , шарики « $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ », « $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ » и « $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ » – вверху, шарик « $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ » начал опускаться, шарик « $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ » завис посередине цилиндра



Таблица 3.

## Сравнение жидкостных термометров и термометра Галилея (показания в °С)

Начальная температура, °С	Термометр, чувствительность		Время, мин										
			6	9	12	21	30	36	60	63	2 ч	2 ч 53 мин	4 ч
Комнатная, 24,0–24,5	Температура, °С	Спиртовой 1 °С/дел.	24,0 – 24,5										24,0
Уличная, 11		Ртутный, 0,2 °С/дел.	22,5	22,8	23,0	23,5	24,0	24,2	24,2	24,2–24,6			23,8–24,0
Уличная, ≤ 18		Галилея 2 °С/шар	Все шары наверху, ≤ 18						≤ 22*	≤ 22	≤ 24**	< 24	≤ 22***

\*При лёгком сотрясении шары 18 °С и 20 °С стали опускаться.

\*\* Шар 22 °С опустился.

\*\*\* Шар 22 °С всплыл.

Мы провели ещё один эксперимент. Оба термометра – ртутный и Галилея – были на улице, где температура воздуха составляла в течение длительного времени всего 11 °С. Затем их оба внесли в комнату, в которой температура, по показаниям комнатного спиртового термометра, составила 24,0–24,5 °С. Результаты опыта представлены в табл. 3. Приблизительно за 30–40 минут ртутный термометр\* стал показывать истинную комнатную температуру, которая в течение последующих трёх часов колебалась в пределах 24,2–24,6 °С, что совпадало с показаниями комнатного термометра. Отметим, что опускание шара «22 °С» происходит, как показал дальнейший опыт, в интервале 24,2–24,4 °С. По-видимому, из четырёх шариков лишь шарик «20 °С» откалиброван с заявленной точностью.

Завершая разговор о «термометре Галилея», постараемся ответить на вопрос, которым озаглавлена статья. В основе работы прибора лежат вполне строгие научные принципы, которые при соблюдении определённых условий, позволяют измерять температуру с высокой точностью. Одно из таких условий – прецизионная калибровка шариков термометра, что непросто. У прибора есть завидное достоинство: его показания легко «читаются» – расположение цветных шаров видно издалека, и даже ребёнок, не умеющий читать, вполне может «охарактеризовать» температуру. И все же этот термометр – больше декоративный прибор. Любой термометр показывает «свою» собственную температуру – её изменения у «термометра Галилея» сильно «запаздывают». Кроме того, мы не можем быть уверены, что «охлаждение» или «нагревание» термометра в ходе изменения температуры окружающей среды происходит «правильно», а значит, не можем зараннее быть уверенными, что его показания верны.

\*Вопрос ученикам: почему оба термометра реагировали на погружение в холодную воду температурой 11 °С, гораздо быстрее, чем на перенос из холодного воздуха температурой 11 °С в тёплый!?

Тем не менее, мы познакомились и с фрагментом истории физики, провели поиск информации, описали модель работы прибора, проверили её на практике, выявили недостатки, заложенные как в модель, так и в конструкцию прибора, оценили его достоинства. Таким образом, мы провели учебное научное исследование.

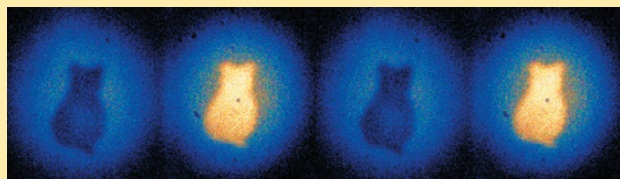


Рис. 8. После лёгкого постукивания шарик «24 °С» медленно опускается

## Литература

1. Nickas G.D. A Thermometer Based on Archimedes' principle. // *Americ. J. of Physics*. 1991. V. 57, p. 845–846.
2. Geballe R. Note on «A Thermometer Based on Archimedes' principle». // *Americ. J. of Physics*. 1991 V. 59, p. 90–91.
3. *Physik in unserer Zeit*. 1994. V. 25, issue 1, p. 44–45.
4. Льюис М. История физики. М.: Мир, 1970, 464 с.
5. Розенбергер Ф. История физики. Ч. II. / Изд. 2-е. М-Л.: Объед. Научн.-техн. Изд. НКТП СССР, 1937. 312 с.
6. Кричевский И.Р. Понятия и основы термодинамики. М.: Химия, 1970. 440 с.
7. Максвелл К. Теория теплоты. Киев: Типография И.Н. Кушнерова, 1888. 292 с.
8. <http://www.nernst.de/museum/museum.htm>
9. Кухлинг Х. Справочник по физике. М.: Мир, 1982.
10. Физические величины: справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991.
11. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М.: Наука, 1971.

Феномен сознания включает таинственные аспекты, которые используются во многих духовных учениях (включая религии) и психологических практиках. Обычно считается, что эти направления человеческого знания противоречат законам науки. Однако квантовая механика – сама в некотором смысле наука таинственная – позволяет включить феномены сознания и жизни в сферу науки.

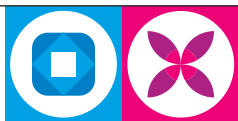


Вольфганг Паули, один из пионеров квантовой механики, в сотрудничестве с великим психологом Карлом Густавом Юнгом догадались об этом ещё в начале XX века. Однако лишь «многомировая» интерпретация квантовой механики, предложенная в 1957 году Эвереттом, предоставила инструменты, необходимые для построения квантовой теории сознания.

Известный учёный (физик и математик) Роджер Пенроуз, сторонник связи между квантовой механикой и сознанием, заявил в своей последней книге «Путь к реальности» (2004), что интерпретация Эверетта может быть оценена только после создания теории сознания. Автор, напротив, предложил в 2000 году так называемую Расширенную концепцию Эверетта, которая выводит главные черты сознания и сверхсознания (прямого видения истины) из квантовой механики. Это представлено в настоящей книге в форме, доступной для широкой аудитории.

**Менский Михаил Борисович** – доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения теоретической физики Физического института им. Лебедева РАН. Область научных интересов – квантовая теория поля, теория групп, квантовая гравитация, квантовая механика, квантовая теория измерений.

Реклама



### Состав УМК

- Программа
- Учебник
- Тетрадь для лабораторных работ
- Методическое пособие



**вентана  
граф**

www.vgf.ru

+7 (495) 234 07 53

+7 (499) 641 55 29

metod@vgf.ru

pr@vgf.ru

127422 Москва,  
Тимирязевская ул.,  
д. 1, стр. 3

## Физика

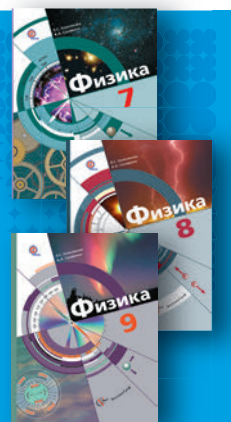
Линия учебно-методических комплектов для **7–9, 10–11** классов входит в систему УМК «Алгоритм успеха»

Авторы: Хижнякова Л.С., Снягина А.А.

### УМК для 7–9 классов

Учебный курс ориентирован на выполнение одной из главных целей изучения физики в основной школе — формирование у учащихся представлений о физической картине мира. Достижение этой цели возможно только при изучении механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлений на основе научного метода познания.

Содержание учебного курса, его конструирование опираются на естественно-научный метод познания. Предусмотрено выполнение фронтальных лабораторных работ, экспериментальных и теоретических заданий творческого характера. Эти виды деятельности направлены на развитие умений наблюдать физическое явление, выдвигать гипотезы исследования, проводить экспериментальную работу, измерять физические величины.



### УМК для 10–11 классов

(базовый и углублённый уровни)

Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов обучающихся в процессе изучения физики значительное внимание в курсе для старшей школы уделено знакомству с методами научного познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от обучающихся самостоятельной деятельности по их разрешению.





# Рефераты электронных публикаций



**АЛЕКСЕЕВА Е.В.** p-ever@ya.ru (ЧУ Первая школа, г. Москва) • «Физика вокруг нас». Продолжение пропедевтического учебного курса, 5–6 кл. (второй год обучения), 34 еженедельных получасовых (20–25 мин) занятия во внеурочное время. Пояснительная записка и полный комплект учебного материала к новым темам блока 9 «Физический калейдоскоп», изучаемым в марте, – мультимедийные презентации с видеофрагментами в сопровождении послайдового текста к каждой теме: **9.1. Ядерная физика** (Строение ядра. Ядерные реакции. Деление ядра. Ядерная бомба. Атомный реактор. Термоядерный синтез); **9.2. Люминесценция** (Виды люминесценции, применение и примеры. Биолюминесценция. Люминофоры); **9.3. Научный лайфхак** (Использование знаний по физике в реальных жизненных ситуациях). Для тех, у кого медленный интернет, на Яндекс-диске выкладываются полные версии каждого занятия с возможностью скачать каждый файл отдельно. Адреса см. в файлах с пояснительной запиской и с послайдовыми текстами.

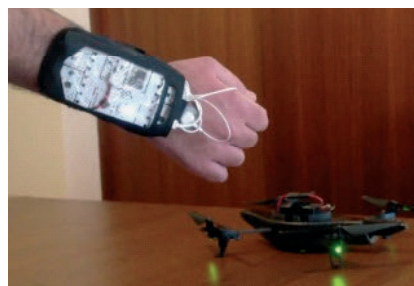


Холодный неон: нити из ПВХ с центральной металлической жилой светятся, когда к этой жиле приложено электрическое напряжение (явление электролюминесценции)



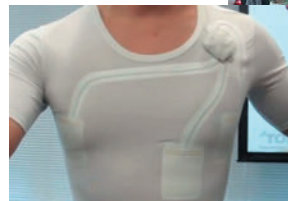
Примеры электролюминесцентного декора

**ПИГАЛИЦЫН Л.В.**, Народный учитель России levpr@ Rambler.ru (ПоЦАКО, г. Нижний Новгород). • **МикроЭВМ Ардуино в школьном физическом эксперименте: 11. Ардуино измеряет ёмкость конденсатора** (продолжение, см. № 1, 2/2015) • **Ардуино помогает создать умный текстиль** (профилактическую электронную одежду, одежду для диагностики, мониторинга и контроля за температурой, сердцебиением и пр., лечебную одежду, спортивную, военного назначения, декоративные ткани, светодрапировки, одежду для маскарада). Для создания «умной» одежды дизайнеры используют ткани с вплетёнными в них тонкими проводящими проволочками либо прошивают обычные ткани такими проволочками и электролюминесцентными нитями, которые соединяют с встроенными в одежду микропроцессорами, светоизлучающими диодами, плеерами и различными датчиками.

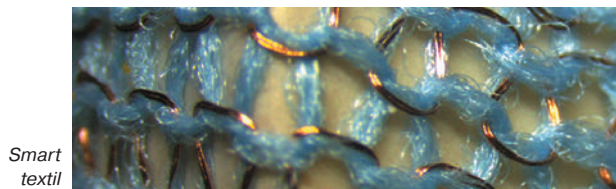


**Электроника в медицине:** плата насыщена датчиками, которые посылают сигнал на микропроцессор. На фото показана плата набора *Bitalino*, позволяющая управлять квадрокоптером, просто двигая пальцами руки

Спортивная и лечебная одежда



Плащ-невидимка



Smart textil



Одежда со светящимся узором





## ДИСТАНЦИОННЫЕ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

(с учетом требований ФГОС)

С 1 апреля начинается прием заявок на первый поток 2015/16 учебного года

### образовательные программы:

- НОРМАТИВНЫЙ СРОК ОСВОЕНИЯ – **108** УЧЕБНЫХ ЧАСОВ

Стоимость – 4990 руб.

- НОРМАТИВНЫЙ СРОК ОСВОЕНИЯ – **72** УЧЕБНЫХ ЧАСА

Стоимость – от 3990 руб.

По окончании выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца

Перечень курсов и подробности – на сайте [edu.1september.ru](http://edu.1september.ru)

Пожалуйста, обратите внимание:

заявки на обучение подаются только из Личного кабинета, который можно открыть на любом сайте портала [www.1september.ru](http://www.1september.ru)







Полное лунное затмение.  
Вид из космоса