

# ФИЗИКА №6

ISSN 2077-0049

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ГАЗЕТА ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

16-31 марта 2011

основана в 1992 г.

fiz.1september.ru



издательский дом  
**Первое сентября**

1september.ru

Ф И З И К А

индексы подписки Почта России - 79147 (инд.); - 79603 (орг.) Роспечать - 32032 (инд.);

- 32596 (орг.)

**ГАЗЕТЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:**

**Первое сентября** – Е.Бирюкова,

**Английский язык** – А.Громушкина,

**Библиотека в школе** – О.Громова,

**Биология** – Н.Иванова,

**География** – О.Коротова,

**Дошкольное**

**образование** – М.Аромштам,

**Здоровье детей** – Н.Сёмина,

**Информатика** – С.Островский,

**Искусство** – М.Сартан,

**История** – А.Савельев,

**Классное руководство**

**и воспитание школьников** – О.Леонтьева,

**Литература** – С.Волков,

**Математика** – Л.Рослова,

**Начальная школа** – М.Соловейчик,

**Немецкий язык** – М.Бузова,

**Русский язык** – Л.Гончар,

**Спорт в школе** – О.Леонтьева,

**Управление школой** – Я.Сартан,

**Физика** – Н.Козлова,

**Французский язык** – Г.Чесновицкая,

**Химия** – О.Блохина,

**Школьный психолог** – И.Вачков

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано ПИ № 77-7241 от 12.04.01

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 16.02.11,

фактически 16.02.11 Заказ №

Отпечатано в ОАО «Чеховский

полиграфический комбинат»

ул. Полиграфистов, д. 1,

Московская область,

г. Чехов, 142300

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: 1september.ru

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: (499) 249-4758

E-mail: podpiska@1september.ru

Документооборот  
Издательского дома «Первое сентября»  
защищен антивирусной программой Dr.Web



# Содержание

## КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

3–4 Е.Л. Фирсова  
Электрические явления.  
8 класс

5–7 А.А. Белясников  
Последовательное  
соединение проводников.  
8 класс

8–12 Л.И. Аристархова  
Глаз и зрение. 8 класс

## ЭКСПЕРИМЕНТ

13 М.А. Старшов  
Полное внутреннее  
отражение

44 К.Ю. Богданов  
Почувствуй себя  
А.С. Поповым!

## ПОРТФОЛИО

15–18 И.В. Фоменко,  
И.Ю. Каминская  
Большой адронный  
коллайдер (БАК). 8 класс

## ВСТРЕЧИ И КОНКУРСЫ

19–23 Е.В. Гуденко  
Как мы повышали  
квалификацию в ЦЕРНе

26–28 К.А. Коханов  
Кировский турнир имени  
М.В. Ломоносова-2010.  
7–8 классы

К материалам, обозначенным этим символом,  
есть приложение на компакт-диске, вложенном в № 8/2011.

Только в физике соль!

# ФИЗИКА

Основана в 1992 г.

Выходит два раза в месяц

Газета распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 4000 экз.

Тел. редакции: (499) 249-2883

E-mail: fiz@1september.ru

Internet: fiz.1september.ru

О возможности публикации автору  
сообщается, если к статье приложена  
открытка с обратным адресом. Подробнее  
см. Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте  
газеты <http://fiz.1september.ru> в разделе  
Правила для авторов публикаций

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

Роспечать:  
инд. - 32032; орг. - 32596  
электронная - 26119

Почта России:  
инд. - 79147; орг. - 79603  
электронная - 12757

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н.Д. Козлова (председатель, к. т. н.), А.В. Берков (к.ф.-м.н., доц. МИФИ),  
К.Ю. Богданов (к.ф.-м.н., д.биол.н., лицей № 1586 ЗАО), М.А. Бражни-  
ков (гимн. № 625), В.А. Грибов (к.ф.-м.н., доц. МГУ им. М.В. Ломоносова),  
С.Я. Ковалева (зам. гл. редактора, к.п.н., доц. ПаПО МО), В.М. Чаругин  
(проф. МПГУ, д.ф.-м.н., действительный член РАКЦ).

## НАУКА И ТЕХНИКА

24–25 В.Н. Белюстов  
Имена и даты: А.Д. Сахаров,  
Р.-И. Боскович

Академик РАКЦ, АМТН  
проф. В.Г. Довгань  
35–38 Отечественная лунная  
одиссея

39–44 М.А. Бражников  
Прозвездник эры радио  
сэр Оливер Лодж

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

29–32 М.Ю. Демидова и др.  
Тренировочный вариант ЕГЭ  
по физике. 2011 г.

## АБИТУРИЕНТУ

32–34 С.А. Гришин, С.Е. Муравьев  
Физико-математическая  
олимпиада памяти  
профессора И.В. Савельева  
(МИФИ)

## ЮБИЛЕИ НАШИХ АВТОРОВ

45 Татьяна Николаевна  
Ольшевская

На обложке: планисфера северного  
полушария. Андреас Целлариус. Трактат  
«Harmonia\_Macrocosmica» («Гармония  
Макрокосмоса»), 1661 г.

URL: [http://www.phys.uu.nl/~vgent/cellarius/cellarius\\_plates.htm](http://www.phys.uu.nl/~vgent/cellarius/cellarius_plates.htm)



Научно-методическая газета  
для учителей физики,  
астрономии и естествознания

РЕДАКЦИЯ:

**Главный редактор:**

Нана  
Дмитриевна  
Козлова

**Консультанты:**

И.Д. Воронова,  
В.А. Козлов,  
Н.Ю. Милюкова

**Дизайн макета,  
обложка:**

И.Е. Лукьянов

**Корректурa и набор:**

И.С. Чугреева

**Верстка:**

Д.В. Кардановская

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Н.Д. Козлова – председатель, Л.Э. Ген-  
денштейн (к.ф.-м.н., ИСМО РАО),  
М.Д. Даммер (проф., д.п.н., ЧГПУ,  
г. Челябинск), М.Ю. Демидова (к.п.н.,  
МИОО, 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. Мос-  
ква), В.В. Майер (проф., д.п.н., ГППИ,  
г. Глазов), Н.С. Пурышева (проф., д.п.н.,  
МПГУ, г. Москва), Ю.А. Сауров (проф.,  
д.п.н., чл.-корр. РАО, ВятГПУ, г. Киров),  
А.А. Шаповалов (проф., д.п.н., АГПА,  
г. Барнаул), О.А. Яворук (проф., д.п.н.,  
ЮГУ, г. Ханты-Мансийск, ХМАО).

# Электрические явления

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», электрический ток, сила тока, решение задач, 8 класс

План-конспект урока комплексной проверки знаний в игровой форме, 8-й класс

Е.Л. ФИРСОВА  
firlen@yandex.ru,  
Орудьевская СОШ,  
с. Орудьево,  
Дмитровский р-н,  
Московская обл.

**Цели урока:** ● проверить усвоение материала по теме «Электрические явления» ● закреплять навыки решения расчётных и качественных задач ● обучать применять знания в новой ситуации, грамотно объяснять физические явления ● формировать навыки коллективной работы в сочетании с самостоятельной деятельностью учащихся.

**Оборудование:** презентация (см. диск к № 8/2011), карточки с заданиями, учебник [1], задачки [2, 3].

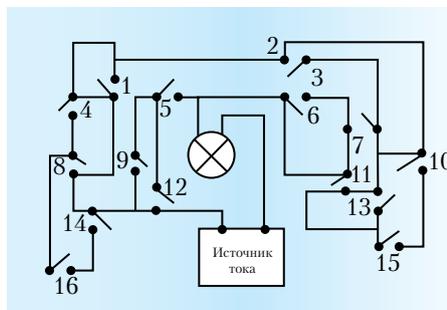
## Ход урока

**I. Организационный этап** (2–3 минуты). Вступительное слово учителя. Формирование команд.

**II. Конкурс «Разминка»** (5 минут). Команды в быстром темпе вписывают слова в пропуски текста на листочках, листочки сдают учителю. Тот же текст дублируется на слайдах презентации: ● Единица электрического сопротивления – ... ● Мощность равна отношению работы к ... ● Электрическое напряжение измеряется ... ● Формула для работы электрического тока ... ● Амперметр включается в цепь ... ● Единица силы тока ... ●  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  – единица ... ● Электрическим током называется ... ● Общее сопротивление цепи, в которой потребители соединены последовательно, равно ... ● Формула для закона Ома ... ● Реостат служит для ... ● В ядре атома находятся ...

**III. Конкурс «Аукцион»** (5 минут) [4]. На обсуждение выставляются по очереди лоты. Задача учащихся – как можно больше сообщить о данном лоте. Информация, должна быть краткой и логически законченной. За каждое высказывание учащиеся получают жетон: ● Лот 1. Эбонитовая палочка ● Лот 2. Вольтметр ● Лот 3. Реостат ● Лот 4. Амперметр.

**IV. Конкурс «Замкни цепь»** (3 минуты) [5]. На представленной схеме цепи необходимо найти ключ, при замыкании которого лампа загорается. (Ответ: ключ 7.)



**V. Конкурс «Люблю задачи я!»** (10 минут) [2, 4]. Участники должны в течение 10 минут решить как можно больше задач. Условия записаны на карточках, которые выдаются по мере решения задач. По окончании конкурса листки с решениями сдаются учителю.

**Задачи:** ● Начертите схему цепи, содержащей один гальванический элемент, электрический звонок и лампочку, чтобы каждый из потребителей мог включаться отдельно ● Какой электрический заряд протечёт в катушке гальванометра, включённого в цепь на 2 минуты, если сила тока в цепи 12 мА? (Ответ: 1,44 Кл.) ● При напряжении 1,2 кВ сила тока в одной из секций схемы телевизора 50 мА. Чему равно сопротивление цепи этой секции? (Ответ: 24 кОм.) ● Определите напряжение на концах проводника, сопротивление которого 20 Ом, если сила тока в проводнике 0,4 А. (Ответ: 8 В.) ● Сопротивление 1 км проволоки 5,6 Ом. Определите напряжение на участке проволоки длиной 100 м, если сила тока в ней 7 мА. (Ответ: примерно 3,9 мВ.) ● В спирали электронагревателя, изготовленного из никелиновой проволоки площадью поперечного сечения  $0,1 \text{ мм}^2$ , при напряжении 220 В сила тока 4 А, удельное сопротивление никелина  $0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ . Какова длина проволоки? (Ответ: 13,75 м.) ● Электрическая плитка при силе тока 5 А за 30 минут потребляет 1080 кДж энергии. Рассчитайте сопротивление плитки. (Ответ: 24 Ом.)

**VI. Конкурс «Составь цепь»** (3 минуты) [5]. Каждая команда получает задание.

А. Перед вами два резистора, по 3 Ом каждый, и один резистор на 6 Ом. Как их надо соединить в цепь, чтобы получить общее сопротивление 7,5 Ом?

Б. Перед вами два резистора, по 3 Ом каждый, и один резистор на 6 Ом. Как их надо соединить в цепь, чтобы получить общее сопротивление 5 Ом?

В. Перед вами два резистора, по 3 Ом каждый, и один резистор на 6 Ом. Как их надо соединить в цепь, чтобы получить общее сопротивление 1,2 Ом?

**VII. Конкурс «Викторина»** (10 минут) [3, 4]. Каждый правильный ответ оценивается жетоном: ● Хранить и перевозить бензин в полиэтиленовых канистрах не рекомендуется. Почему для этого лучше использовать металлические сосуды? (Ответ: В полиэтиленовых канистрах

накапливаются электрические заряды, которые возникают вследствие трения бензина о стенки сосуда. С металлических сосудов, благодаря их хорошей электропроводности, заряд легче переходит в землю) ● Зачем к корпусу троллейбуса прикрепляют цепь, так что несколько звеньев постоянно касаются земли: и при движении, и при остановке? (*Ответ.* Цепь играет роль заземляющего провода, что спасает пассажиров от поражения током при неполадках в системе электрозащиты.) ● Говорят, что молния может найти клады, скрытые под землёй. Так ли это на самом деле? (*Ответ.* Так, но не совсем. Молния действительно чаще всего ударяет в то место, где находится большая масса металла, то есть хороший проводник. Такими местами, безусловно, являются железорудные залежи. Чтобы клад – металла там не так много – стал хорошим заземляющим проводником, нужно чтобы хранящийся в нём металл каким-то образом электрически контактировал с хорошо проводящим грунтом, например, влажным. По аналогичной причине молния бьёт в родники, а также в высокие деревья, если у них довольно длинные корни, достающие до грунтовых вод. – *Ред.*) ● Кто изобрёл электрическую лампу накаливания? (*Ответ.* Русский изобретатель Александр Николаевич Лодыгин. В 1874 г. им получена привилегия на способ и аппараты дешёвого электрического освещения. Лодыгинская лампа накаливания была запатентована во многих странах.) ● Кто изобрёл патрон и цоколь лампы накаливания? (*Ответ.* Американский изобретатель Томас Эдисон усовершенствовал лампу Лодыгина и в 1880 г. предложил лампочку с винтовым цоколем и патроном, назван-

ным эдисоновским. Спираль поначалу была угольной, но впоследствии стала выполняться из тугоплавких металлов в виде двойной и более сложной формы спирали.) ● Правильно ли поступил электромонтёр, вставив на место перегоревшего предохранителя толстую проволоку (жучок)? Ответ поясните. (*Ответ.* Неправильно. Толстая проволока имеет малое сопротивление и поэтому может выдержать большую силу тока. В случае короткого замыкания такая проволока не сможет расплавиться, цепь не разорвётся, а раскалившаяся проволока может вызвать пожар.) ● Монтёры говорят, что горячая спайка всегда холодная, а холодная – всегда горячая. Объясните, в чём смысл этого выражения. (*Ответ.* Это означает, что спаянные проводники имеют в месте контакта меньшее сопротивление, чем скрученные, поэтому почти не нагреваются.)

**VIII. Подведение итогов** (4–5 минут). Подводятся итоги конкурсов, определяются победители, выставляются оценки учащимся.

**Литература**

1. Пёрышкин А.В. Физика 8 класс. М.: Дрофа, 2008.
2. Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике. 7–9 классы. М.: Просвещение, 2007.
3. Марон А.Е., Марон Е.А. Сборник качественных задач по физике. М.: Просвещение, 2006.
4. Волков В.А. Поурочные разработки по физике. М.: ВАКО, 2004.
5. Горлова Л.А. Нетрадиционные уроки, внеурочные мероприятия. М.: ВАКО, 2006.



*Елена Леонидовна Фирсова* – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила в 1984 г. инженерно-экономический факультет Рижского политехнического института, педагогический стаж 20 лет. В Орудьевскую СОШ пришла в 1989 г., где преподавание физики уже 18 лет совмещает с выполнением обязанностей заместителя директора по воспитательной работе. Педагогическое кредо: ребёнок – это целый мир, который познаёт учитель, а учитель – человек, открывающий ребёнку мир. Награждена грамота МОиН Московской области. Ученики, поступившие на технические специальности в вузы, стабильно успевают по физике. Замужем, есть взрослая дочь. Хобби – работа во всех её проявлениях. Любит путешествовать, но не часто получается.

**материал к уроку**

Лампа накаливания с шаровой колбой.

<http://www.tstu.ru/wim/kultur/museum/iodygin/iodbio.htm>

*Lampe Lodygina 1878*

<http://files.school-collection.edu.ru/directore/19fdd810-8904-4ec2-bd0c-5f4440417828/LampaNakaivanijaLodygina.jpg>

<http://www.science-et-vie.net/definition-lampe-incandescence-classique-526.html>

<http://chestofbooks.com/home-improvement/repairs/Mechanics-Household/Incandescent-Electric-Lamps.html>

Попросите учеников сравнить устройство и общий вид ламп накаливания Лодыгина (слева, Политехнический музей, Москва) и Эдисона (справа), а также обозначить детали конструкций (можно просто перевести с английского)

# Последовательное соединение проводников

Открытый урок закрепления умений и навыков с элементами урока обобщения и систематизации знаний, 8-й класс

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** открытый урок закрепления умений и навыков, конкурс «Я иду на урок», тема «Последовательное соединение проводников», 8 класс

**А.А. БЕЛЯСНИКОВ**  
alex16081972@yandex.ru,  
Тучковская СОШ № 3  
с УИОП, г. Тучково,  
Рузский р-н,  
Московская обл.

Тематическое планирование учебного материала составлено по программе Е.М. Гутник, А.В. Пёрышкина (2 ч/нед.), рекомендованной МОиН РФ [1], с учётом обязательного минимума содержания образования. Учебник А.В. Пёрышкина [2].

**Цели урока:** ● обеспечить усвоение законов последовательного соединения проводников ● продолжить формирование умений работы с физическими приборами

**Оборудование\*:** ● вопросник (приложение 1, 11 шт.) ● таблицы на доске «Амперметр» (приложение 2), «Вольтметр» (приложение 3) ● демонстрационное оборудование: источник тока (4–12 В), амперметр (0...2 А), вольтметр (0...4 В), магазин сопротивлений, реостат на 30 Ом, ключ, электрическая лампа, соединительные провода, ящик-подставка, удлинитель ● оборудование для фронтального эксперимента на каждую парту (11 комплектов): источник тока, резисторы сопротивлением 1 Ом и 2 Ом, ключ, амперметр, вольтметр, соединительные провода ● карточки для экспериментальной работы в трёх вариантах (приложения 4–6) ● карточки с задачами по схемам (приложения 7, 8) ● карточки с задачами по рисункам [3] (11 шт., приложения 9–14).

## Ход урока

### 1. Организационный этап (2 минуты)

Приветствие, сообщение целей урока.

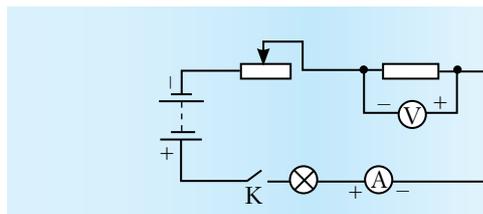
### 2. Фронтальный опрос (5 минут)

Вопросы (приложение 1): ● Назовите три физические величины, необходимые для расчёта электрической цепи ● Как обозначается сила тока и какова единица этой физической величины? ● Как обозначается напряжение и какова единица этой физической величины? ● Как обозначается сопротивление и какова его единица? ● Как называют прибор,

предназначенный для измерения силы тока? ● В каких единицах градуируют шкалу амперметра? ● Как включить амперметр для измерения тока в участке цепи? ● Как включить амперметр в цепь с учётом полярности источника питания? ● Какова цена деления лабораторного амперметра, изображённого в таблице (приложение 2)? ● Как называют прибор, предназначенный для измерения напряжения на участке цепи? ● Как включить вольтметр для измерения напряжения на участке цепи? ● Как включить вольтметр в цепь с учётом полярности источника питания? ● В каких единицах градуируют шкалу вольтметра? ● Какова цена деления лабораторного вольтметра, изображённого в таблице (приложение 3)? ● Как отличить визуально амперметр от вольтметра? ● Как называется прибор, предназначенный для регулирования силы тока в цепи?

### 3. Работа с демонстрационной установкой (5 минут)

Учитель проводит эксперимент с собранной на демонстрационном столе установкой, электрическая схема которой заранее нарисована на доске. Называем основные элементы этой цепи. Включаем источник тока, замыкаем ключ. Каковы показания амперметра и вольтметра\*\*? Что нужно сделать, чтобы изменить силу тока в цепи?



Запишите в тетради тему урока: «Последовательное соединение проводников».

### 4. Эксперимент (групповая работа, 15 минут)

Чтобы установить законы последовательного соединения проводников, вы сами, работая в парах (по партам) и руководствуясь карточкой, проведёте измерение силы тока в различных участках электрической цепи (1-й ряд, приложение 4) и измерение напряжения на различных участках цепи (2-й ряд, приложение 5), а 3-й ряд экспериментально проверит справедливость формулы

\*Приложения и раздаточный материал (вопросник, карточки) представлены на диске к № 8/2011. – Ред.

\*\*Следует обратить внимание детей на пример записи в таблице результата измерения с учётом точности прибора и на возможность округления. Это пригодится им при выполнении заданий п. 4.

для расчёта общего сопротивления при последовательном соединении проводников (приложение 6). Каждая парта запишет на своей карточке показания приборов, результаты расчёта и выводы. А для проверки все полученные вами результаты потом запишем в таблицу на доске. Если по ходу появятся вопросы, поднимите сигнальную карточку. Приступайте к работе.

**ПРИМЕР КАРТОЧКИ (Приложение 6)**

**Проверка правильности закона  $R = R_1 + R_2$  для последовательного соединения проводников**

Ряд 3. Парта \_\_\_\_\_  
 Фамилия, имя: 1) \_\_\_\_\_; 2) \_\_\_\_\_

*Оборудование:*

- Источник тока                      Ключ
- Резистор 1 Ом                      Амперметр
- Резистор 2 Ом                      Вольтметр
- Реостат                      Соединительные провода (8 шт.)

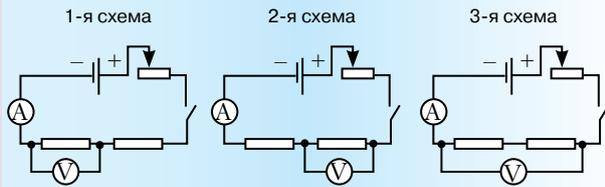
*Ход работы:*

1. Определите и запишите цены делений амперметра и вольтметра.

Цена деления амперметра равна:  $C_A = \dots$  А/дел.

Цена деления вольтметра равна:  $C_V = \dots$  В/дел.

2. Соберите электрическую цепь по схеме.



3. Измерьте силу тока амперметром. Запишите показания в таблицу.

**Таблица измерений и вычислений**

Сила тока $I, A$	Напряжение			Сопротивление		
	$U_1, B$	$U_2, B$	$U, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$

4. Измерьте напряжение на каждом участке цепи и запишите показания в таблицу.

5. Измерьте полное напряжение в цепи и запишите показания в таблицу.

6. Вычислите, используя формулу  $R = U/I$ , сопротивления резисторов и общее сопротивление цепи. Запишите показания в таблицу.

7. Выполняется ли закон  $R = R_1 + R_2$ ?

Вывод: закон  $R = R_1 + R_2$  \_\_\_\_\_  
 выполняется, не выполняется

\* Ученики могут сравнить полученные значения  $R_1$  и  $R_2$  с номиналами на корпусе резисторов. Получив, например, результат  $R_1 = 1,9 Ом$ , округляют его до 2 Ом.

**5. Проверка работы (5 минут)**

Учащиеся, завершив экспериментальную работу, заполняют бланки ответов и вносят свои показания в обобщающую таблицу результатов на доске.

Учитель анализирует ответы, обобщает результаты и записывает в последнюю строку таблицы математические выражения для законов последовательного соединения проводников.

Парта	Величина												
	Ряд 1			Ряд 2			Ряд 3						
	$I, A$	$I_1, A$	$I_2, A$	$U, B$	$U_1, B$	$U_2, B$	$I, A$	$U_1, B$	$U_2, B$	$U, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$
1													
2													
3													
4													
Вывод	$I = I_1 = I_2$			$U = U_1 + U_2$			$R = R_1 + R_2$						

**6. Практическая работа (10 минут)**

Решение задач по схемам на карточках (Приложения 7, 8).

**ПРИМЕР КАРТОЧКИ (Приложение 7):**

Задача по схеме. I вариант.

Фамилия, имя \_\_\_\_\_

Вычислите недостающие данные:

Ответы (пишутся на обороте карточки II варианта, соседи по парте взаимно сверяют с ними решения)

$R = U/I = 10 B / 2 A = 5 Ом.$

$U = I \cdot R = 3 A \cdot 5 Ом = 15 B.$

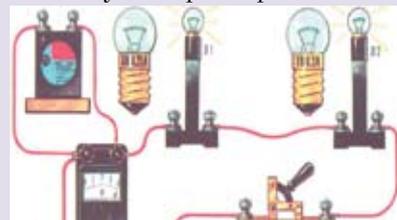
$I = U / (R_1 + R_2) = 15 B / (2 Ом + 3 Ом) = 5 A.$

Решение задач по картинкам на карточках (Приложения 9–14).

**ПРИМЕР КАРТОЧКИ (Приложение 11):**

Задача по картинке. III вариант.

Какая лампа будет гореть ярче? Ответ обоснуйте.



*Ответ.* Лампы соединены последовательно, следовательно, ток в них одинаковый. Гореть будет ярче та, у которой больше сопротивление, так как на ней больше падение напряжения. Смотрим цоколёвку:  $R_1 = U_1/I_1 = 3 \text{ В}/0,25 \text{ А} = 12 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = U_2/I_2 = 1 \text{ В}/0,2 \text{ А} = 5 \text{ Ом}$ . Следовательно ярче будет гореть лампа Л1.

Ученики получают две оценки – одну, обязательную, за решение задач по схемам и вторую, дополнительную, за решение задач по рисункам.

### Самоанализ урока

Целью урока является ознакомление с законами последовательного соединения проводников и расчётом основных физических величин, с которыми мы имеем дело в любой электрической цепи.

При планировании учтены возрастные особенности учащихся, их стремление к самостоятельной исследовательской работе, в ходе которой учащиеся должны установить законы последовательного соединения проводников.

Деятельность учителя вызвала интерес у учащихся. Это было достигнуто как содержанием урока, так и специально подобранными формами работы, а также совокупностью наглядных пособий, оборудования и дидактического материала.

Эффективность урока определяется активностью учащихся. Это было достигнуто путём организации фронтальной, групповой и индивидуальной работ, выполнения различных упражнений с физическими приборами: сборка цепи, снятие показаний, умения обобщать, делать выводы.

1. Место урока в системе уроков по теме. Данный урок является одним из звеньев при изучении в 8-м классе (общеобразовательный профиль) раздела «Электрические явления».

*Цели урока:* ● образовательные – обеспечить в ходе урока усвоение учащимися законов последовательного соединения проводников; продолжить формирование умений работы с физическими приборами ● воспитательные – содействовать формированию научного мировоззрения учащихся на основе обобщения результатов эксперимента; содействовать воспитанию коллективизма при работе учащихся в группах ● развивающие – способствовать выработке умений самостоятельно пополнять свои знания на примере работы с учебным оборудованием.

2. *Содержание урока:* ● научное представление материала ● воспитательная направленность ● правильный подбор материала – при опросе использован вопросник, при объяснении – карточки, при закреплении – задачи по ва-

### 7. Итог (5 минут)

Выводы по уроку. Дом. задание: § 48, упр. 22.

### Литература

1. Программа «Физика 7–9» Е.М. Гутник, А.В. Пёрышкин. <http://www.proshkolu.ru/user/prostak/file/423336/>
2. Пёрышкин А.В. Физика. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений. М.: Дрофа, 2008.
3. Ушаков М.А., Ушаков К.М. Решения и ответы задач раздаточного материала по физике. 8 класс: пособие для учителя // 2-е изд. перераб. и доп. М.: Просвещение, 1990.

риантам ● содержание урока соответствует требованиям программы ● изучаемый материал связан с пройденным.

3. *Организация урока:* ● тип урока – комбинированный (урок закрепления умений и навыков и одновременно урок овладения умениями и навыками, требующими длительной подготовки с элементами урока обобщения и систематизации знаний) ● структура урока – фронтальный опрос, работа с таблицей и демонстрационной установкой, экспериментальная фронтальная работа с приборами, работа с обобщающей таблицей, работа в парах, решение задач по карточкам ● эффективность урока обеспечивается его построением ● активность учащихся в течение урока обеспечивается организацией учебной работы (сочетание фронтальной, групповой и индивидуальной работы) ● рациональность использования времени урока.

4. *Методика проведения:* ● использование оборудования, наглядных пособий, дидактического материала ● применённые методы и приёмы: фронтальный опрос, практическая работа, решение задач на карточках, смена видов деятельности ● соответствие методов, цели урока возрасту и уровню подготовки, обеспечение активной работы учащихся ● постановка цели урока перед учащимися развивает мышление, прививает навыки самостоятельной работы ● работа с отстающими.

5. *Работа и поведение учащихся:* ● класс активен в течение всего урока ● учащиеся внимательны и заинтересованы.

6. *Общие выводы:* ● достижение цели – цели урока достигнуты ● эффективность – 90% (по методике развивающего обучения Л.В. Занкова, см. например, книгу Нечаева Н.В., Ванцян А.Г. «Система развивающего обучения Л.В. Занкова – что это такое?» (М.: И.Д. Фёдоров, 2008) ● результат обучения – установили для основных физических величин законы последовательного соединения проводников, с которыми мы имеем дело в любой электрической цепи.



*Александр Анатольевич Белясников* – учитель физики первой квалификационной категории, заместитель директора по УВР, лауреат районного конкурса «Педагог года-2002» в номинации «Держание», окончил Смоленский ГПИ имени Карла Маркса в 1994 г. по специальности «Физика и математика», педагогический стаж 16 лет. Педагогическое кредо: СПОСОБНОСТИ + ТРУД = УСПЕХ. Награждён грамотами Управления образования Рузского района, Почётной грамотой Главы Рузского муниципального района. Женат. Жена работает менеджером. Сын – школьник, учится в 10-м классе. В свободное время любит заниматься спортом.

# Глаз и зрение

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», урок изучения нового материала, глаз, зрение, близорукость, дальнозоркость, аккомодация, оптическая сила



Урок изучения нового материала, 8-й класс

**Л.И. АРИСТАРХОВА,**  
МОУ РСОШ, п. Ревякино,  
Ясногорский р-н,  
Тульская обл.

Девиз этого урока, который я провела в мае 2010 г. на районном семинаре учителей физики и получила высокую оценку, – наглядность и ещё раз наглядность. Она позволяет держать внимание, «будит» мозг. Это актуально для учеников с низкой мотивацией обучения. А их, к сожалению, становится всё больше.

**Оборудование:** разборная модель глаза; самодельная аппликационная модель глаза (по числу учащихся – 22 шт.); самодельная модель глаза для демонстрации зрачка; экраны и линзы № 1 (собирающая), № 3 (рассеивающая) для фронтальных лабораторных работ по оптике (11 шт.); демонстрационный прибор для изучения законов оптики с прямоугольным экраном; рассеивающая и собирающая наливные линзы; осветитель для теневой проекции; две пружины; две прорезиненные игрушки или два ластика – новый и старый, высохший; распечатки (22 шт.), где изложена информация о болезнях глаз и способах тренировки глазных мышц.

**Цель урока:** повторить строение глаза, изучить устройство глаза как оптического прибора; убедить в необходимости соблюдения гигиены зрения.

## Ход урока

**Учитель.** На предыдущих уроках мы изучали линзы. Сегодня продолжим разговор. Но не об обычных линзах. Я бы сказала – о чудо-линзах. Во-первых, они небольшого размера. Просто малютки – диаметром меньше сантиметра и толщиной 4 мм. Это про них сказано: маленькие, но удаленные. Во-вторых, они двояковыпуклые. Но самое интересное

и неординарное то, что у них постоянно изменяется кривизна поверхности – то они становятся более выпуклыми, то менее. Вот так (*складывает ладони лодочкой и меняет выпуклость «коробочки».*)

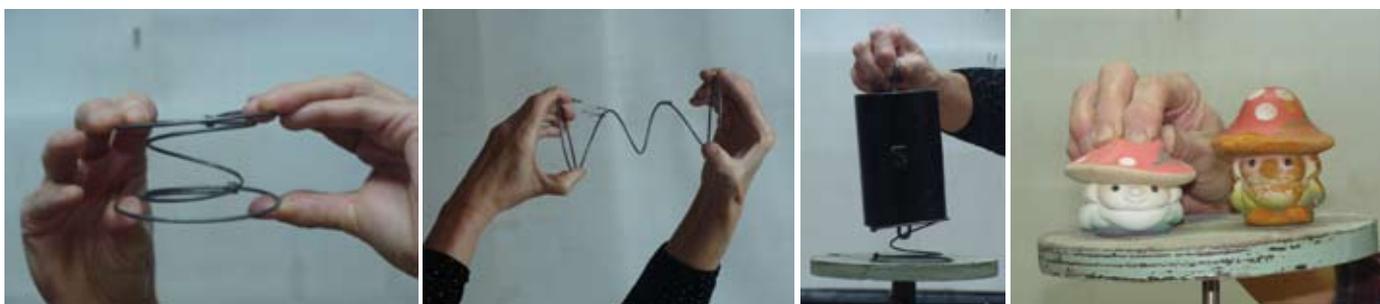
В связи с этим фактом можно задать три вопроса. Как сказал поэт Владимир Маяковский: «Если звезды зажигают, значит, это кому-нибудь нужно?» Мы вслед за ним зададим первый важный вопрос: если меняется выпуклость поверхности маленьких линз, значит, это кому-нибудь нужно? Запомните этот вопрос. Ответ на него вы должны найти по ходу нашего урока.

А вот второй вопрос, я думаю, вы сформулируете сами после того, как я покажу вам два простых опыта. Перед вами две пружины. Руками я деформирую пружину. Вы видите, что сила, приложенная извне, то растягивает, то сжимает пружину. Пружина и сама может изменять форму за счёт сил упругости, которые возникают в ней при деформации. Вот мы деформируем пружину, нагружая её, и она восстанавливает свою форму, когда мы снимаем груз. Точно также ведут себя и другие тела, обладающие упругостью, например, ученические ластики, резиновые игрушки. Кто из вас может сформулировать вопрос по поводу изменения кривизны поверхности наших маленьких чудо-линз? (*Ученики отвечают.*) Совершенно верно. Линзы **не сами** изменяют выпуклость, им **что-то** помогает это делать. А что именно помогает, скажу попозже.

А теперь третий, чисто физический вопрос: что означает с точки зрения физики изменение кривизны поверхности линз?

**Ученики.** Изменяется фокусное расстояние, изменяется оптическая сила.

**Учитель.** Совершенно верно. Но в каких пределах? Я вам сообщаю точные данные, примите их к сведению. Диапазон изменения оптической силы маленьких линз где-то около 12 дптр, при этом их оптиче-



ская сила изменяется от 58 до 70 дптр. Именно в этих пределах. А теперь посмотрите на доску (*открывает доску*) и молча обдумайте записи на доске.

$$\Delta D = D_2 - D_1 = 70 - 58 = 12 \text{ (дптр);}$$
$$D = 1/F \Rightarrow F = 1/D$$
$$1/58 = 0,017 \text{ м; } 1/70 = 0,014 \text{ м.}$$

(*Через полминуты.*) Кто желает подойти к линзе и с помощью нитей-лучей продемонстрировать линзу, у которой оптическая сила такая же, как у линз-малюток, которым мы посвящаем урок?

(*На предыдущих уроках учитель при введении единицы оптической силы с помощью нитей-лучей демонстрировал линзу силой 1 дптр, а ученики показывали линзы с оптической силой 2 и 4 дптр.*)

Совершенно верно. Если лучи сходятся на расстоянии от линзы, меньшем 2 см, то оптическая сила больше 50 дптр. Пожалуйста, не забывайте, что урок мы посвящаем линзам-малюткам, а показываем на больших, чтобы лучше было видно, но фокусное расстояние мы не в праве изменить. Сейчас опять уместно вспомнить слова Маяковского и задать вопрос: «Кому нужно, чтобы лучи сходились на расстояниях меньших, чем 2 см, то есть, чтобы у маленьких линз была такая большая оптическая сила?»

Я думаю, что на этот вопрос ответ найдёте сами попозже, а я продолжаю разговор о чудо-линзах. Оказывается, они «живут» в «домиках». Эти «домики», как и сами линзочки, тоже необычные. Они шарообразной формы и имеют одно окошко круглой формы, как иллюминатор. Размер его около 2,5 см (*Учитель показывает два шарообразных тела соответствующих размеров, сделанных из парафина.*) Эти «домики» имеют название. Более того, вы являетесь обладателями аж двух таких домиков. Я прошу тех, кто догадался, по моей команде громко произнесли названия этих «домиков». Три, четыре! (*Во время совместного громкого ответа учитель поднимает ткань с модели, и ученики видят красиво нарисованный глаз с отверстием – зрачком.*) Спасибо, что вы за меня объявили тему сегодняшнего урока – «Глаз». А я добавлю: «Глаз и зрение».

Теперь вы догадываетесь, почему целый урок посвятим чудо-линзочкам, которые называются хрусталиками? 95% информации об окружающем мире

мы получаем с помощью органов зрения – глаз. Потеря зрения является огромной трагедией.

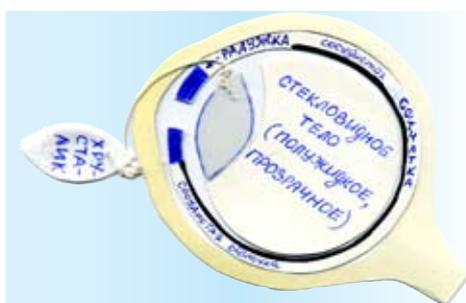
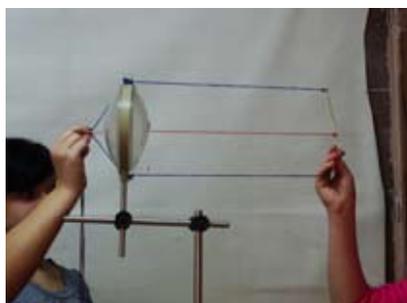
Разрешите вам напомнить строение глаза по разборной модели глаза, так как вы уже изучали глаз на уроках биологии. (*Учитель, разбирая модель, показывает и называет составные части глаза, обращает внимание, что назначение роговицы, хрусталика, стекловидного тела – давать на сетчатке чёткое изображение предмета. Демонстрирует фокусировку лучей хрусталиком на сетчатке опыт, используя прямоугольный экран из прибора для изучения оптики. Указывает, что теперь глаз мы рассматриваем как оптическую систему. Обращает внимание, что изображение на сетчатке действительное, уменьшенное, перевернутое. Напоминает, что мозг корректирует перевернутое изображение – превращает его в прямое.*)

А теперь я предлагаю собрать аппликационную бумажную модель глаза и повторить составные части. Откройте конверты, лежащие на вашем столе и соберите модель. Хрусталик на месте?

Прошу ответить на несложные вопросы: ● Что представляет собой стекловидное тело? ● Правильно ли, что в моделях радужная оболочка окрашена в разные цвета? ● Есть ли в модели отверстие в радужке? ● Как оно называется?

Итак, зрачок – это отверстие в радужной оболочке. А почему он чёрный? На этот вопрос поможет ответить вот эта модель глаза. (*Демонстрирует самодельную модель: коробка от демонстрационного амперметра оклеена внутри чёрной бумагой, на одной стороне красиво нарисованный глаз с отверстием, снизу для сравнения прикреплён кружок такого же размера из чёрной бархатной бумаги. Сторона с глазом прикрыта плёнкой-роговицей, которая приоткрывается во время демонстрации. Учитель показывает то на чёрный кружок на модели, то на отверстие в ней, которое кажется даже более чёрным, чем кружок. Особенно впечатляет момент, когда указка входит в «черноту» зрачка.*)

Из курса физики известно, что то место, откуда не исходят световые лучи, воспринимается нами чёрным. Через зрачок световые лучи проникают внутрь глаза, но обратно не выходят, оказавшись как бы в ловушке. Теперь понятно, почему зрачок воспринимается нами чёрным, хотя это отверстие?





Продолжаем работать. Возьмите в руки хрусталик из вашей модели и обменяйтесь им с соседом по парте. Поместите хрусталик на место. Меняясь хрусталиками, вы, наверное, обратили внимание, что они различаются: один прозрачный, другой матовый, то есть непрозрачный. Наверное, возникли мысли – почему так и что это означает? Если бы это произошло с вашими глазами, то одних я бы поздравила, а других огорчила. Тех, у кого теперь оказался прозрачный хрусталик, я поздравляю. Вам не грозит вечная слепота, так как вам сделали операцию, заменили помутневший хрусталик, не пропускающий свет, на прозрачный. Тем, у кого оказался мутный хрусталик, предстоит операция по поводу удаления непрозрачного хрусталика. Помутнение хрусталика – глазная болезнь, и называется она катаракта. Довольно распространённая. Раньше люди с такой болезнью были обречены на вечную слепоту. В наше время от этого спасает операция: содержимое хрусталика разжижается ультразвуком, откачивается. При этом оболочка (капсула) хрусталика остаётся. Затем закачивается специальное прозрачное вещество, и человек видит хорошо, да к тому же перестаёт нуждаться в очках.

Есть и другие болезни глаз. Как они сказываются на зрении, вы узнаете, изучив распечатку\*, которую получит каждый вместе с домашним заданием. А домашнее задание будет необычное. Я предлагаю письменно ответить на вопросы, изложенные на листе. Большинство вопросов будут рассмотрены на уроке, на некоторые найдёте ответ самостоятельно в § 5, 6 [1], в конце учебника. К выполнению домашнего задания отнеситесь ответственно, ибо крепкое здоровье, которое вы должны сохранить на долгие годы, предполагает хорошее знание строения и работы всех органов человеческого тела.

Уберите модель глаза в конверт. Теперь давайте проведём фронтальный эксперимент. С помощью линзы № 1 получите на экране чёткое изображение оконной рамы. Это вы уже делали во время лабораторной работы. А теперь на расстоянии 10–12 см

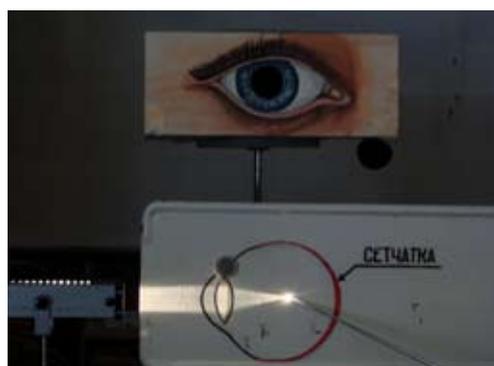
от линзы № 1 поместите линзу № 3 и, передвигая линзу № 1, не смещая при этом экран, добейтесь чёткого изображения оправы линзы № 3. Что вы скажете про изображение оконной рамы? Да, оно стало размытым. Давайте ещё раз получим чёткое изображение оконной рамы, передвигая линзу № 1, и убедимся, что теперь, наоборот, нечётким стало изображение оправы линзы. Кто скажет, как вы добивались чёткого изображения разноудалённых предметов? (*Ученики отвечают.*)

А теперь проведём похожий эксперимент с линзами, собственниками которых являетесь вы сами. Смотрим за окно, а затем на руки. За счёт чего получается отчётливое видение как ближних, так и дальних предметов? Может, у нас в глазе для этого перемещается хрусталик так же, как перемещалась линза № 1? А вот теперь самое время вспомнить, что конкретно я говорила про маленькие чудо-линзочки, указывая на их необычность, неординарность? Вспомним, какой вопрос помог сформулировать поэт Маяковский? «Кому нужно, чтобы менялась кривизна поверхности хрусталика?» Я думаю, что теперь вы готовы самостоятельно ответить на этот важный вопрос. (*Ученики отвечают.*)

Да, это нужно нам для того, чтобы при переводе взгляда мы отчётливо видели разноудалённые предметы. Физика при этом заключается в том, что при изменении кривизны хрусталика световые лучи от предмета фокусируются всегда на сетчатке, что и обеспечивает чёткое видение. Причём изменение кривизны хрусталика происходит рефлекторно, то есть как бы само собой. Изменение кривизны хрусталика обозначается термином – аккомодация. Возьмите этот термин на «вооружение». Это самое простое определение аккомодации. Я предлагаю вам дать другое, более ёмкое определение, ведь мы в самом начале урока рассмотрели вопрос, что происходит с точки зрения физики при изменении кривизны хрусталика. (*Ученики отвечают.*)

Да, можно сказать, что изменение оптической силы хрусталика называется аккомодацией. Но лучше говорить, что аккомодацией называется способность хрусталика, а значит, глаза к изменению его оптической силы.

\* Подборка фотографий к уроку и раздаточный материал даны на диске к № 8/2011. – Ред.



А теперь вспомним, для чего рефлекторно изменяется кривизна хрусталика, то есть его оптическая сила и дадим третье определение аккомодации. *(Ученики отвечают.)* Обобщив ваши ответы, можно определение аккомодации сформулировать так: аккомодацией называется способность глаза приспосабливаться к видению как на близком, так и на далёком расстоянии. Именно такое определение даётся в вашем учебнике, поэтому записывать его в тетради не будем. Кому это определение покажется сложным для воспроизведения, может пользоваться более простым: аккомодацией называется изменение кривизны хрусталика. Но давая такое определение, вы должны уметь объяснить, для чего это происходит.

А теперь давайте ответим на вопрос: «Почему некоторые люди носят очки?» У них обнаруживаются недостатки зрения – близорукость и дальзоркость. Рассмотрим дальзоркий глаз. *(На приборе с прямоугольным экраном демонстрируется дальзоркий глаз.)*

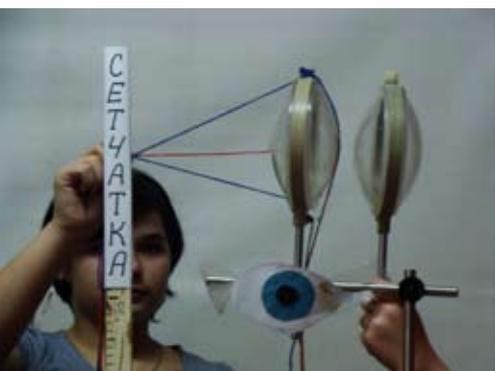
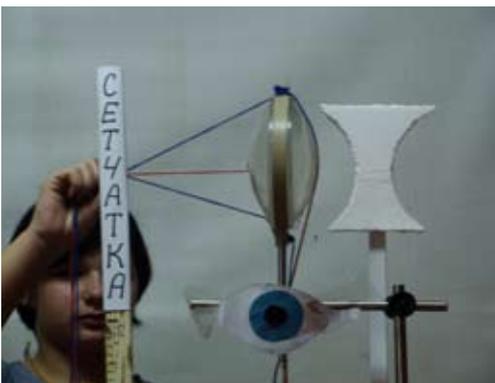
Дальзоркий глаз – это глаз, в котором чёткое изображение предметов получается за сетчаткой, а на сетчатке – размытое изображение. Чем это вызвано? Давайте вспомним вопрос, который вы сами сформулировали в начале урока: хрусталик сам изменяет кривизну или с помощью **чего-то**? Я вам уже ответила, что **не сам**, а ему что-то помогает. Теперь конкретизирую. Дело в том, что хрусталик окружён мышцами, которые прикрепляют его к наружной оболочке – склере. Вот они и управляют хрусталиком – то растягивают его, то сжимают. Вот как мои руки растягивают и сжимают пружину. *(Можно деформировать объёмную модель хрусталика из губки.)* А теперь разрешите повторить опыт с игрушками, который я вам показывала в прошлом году, когда мы проходили упругую деформацию. Эта игрушка хранилась правильно, то есть в пакете. Это спасло её от высыхания, и она осталась такой же упругой и эластичной. Вторая игрушка потеряла эластичность, уплотнилась из-за неправильного хранения. *(Хорошо получается и опыт с ластиками.)*

Подобное же происходит с мышцами. С возрастом они теряют эластичность и способность изменять кривизну хрусталика, а значит и оптическую

силу так, чтобы лучи фокусировались на сетчатке. К тому же и сам хрусталик уплотняется и теряет способность сжиматься. Поэтому с возрастом люди становятся дальзоркими – плохо видят близкие предметы и хорошо далёкие. Дальзоркость исправляется ношением очков с собирающими линзами. Они помогают хрусталику собрать лучи на сетчатке. *(На приборе с прямоугольным экраном демонстрируется исправление дальзоркости «очками» с собирающими линзами. Учитель несколько раз как бы «надевает» очки и «снимает». Ученики с интересом наблюдают как «прыгает» фокус – то на сетчатку, то за сетчатку.)*

Теперь давайте рассмотрим близорукость. У людей с таким недостатком глаза чёткое изображение предмета получается не на сетчатке, как у нормального глаза, а перед сетчаткой – ближе к хрусталику. *(Учитель демонстрирует на приборе ход лучей в близоруком глазе.)* Устраняют этот недостаток с помощью рассеивающих линз. Они уменьшают оптическую силу преломляющей системы глаза, и изображение предмета получается на сетчатке. Посмотрите, как это происходит. *(Учитель демонстрирует на приборе исправление близорукости.)*

Если дальзоркость, как правило, обнаруживается в пожилом возрасте, то близорукость появляется у детей в средних и старших классах и напрямую связана с повышенной нагрузкой на орган зрения. Когда мы смотрим на близкие предметы (компьютер, книга, тетрадь, спицы и так далее) мышцы сжимают хрусталик, делая его более выпуклым. При длительной зрительной нагрузке мышцы устают, ослабевают и не могут изменить кривизну хрусталика так, как надо. Дальзоркость и близорукость могут быть и врождёнными. Это связано с размерами глаза (как говорят – глазного яблока) и кривизной роговицы. Врождённые недостатки зрения бывают значительно реже и устраняются так же, как и приобретённые – с помощью очков. Изобретение очков – великое благо для людей. Но народная мудрость гласит: «Очки очками, а без глаз нельзя». Глаз – это очень ценный, но хрупкий орган, который нужно беречь. Задумайтесь над тем, что полезно и вредно для глаз и выразите свои мысли в домашнем задании письменно.



А сейчас проверим, как вы усвоили тему «Глаз и зрение». (*Учитель располагает около двояковыпуклой наливной линзы, установленной высоко на штативе, линейку, закреплённую в штативе вертикально. Линейка обёрнута бумагой с вертикальной надписью «сетчатка». На стол ставятся наливные линзы-очки.*) Перед вами четвёртая, самая крупная модель глаза. Прошу с помощью лучей-нитей изобразить нормальный глаз. Спасибо, садитесь.

Прошу смоделировать близорукий глаз. Спасибо. Прошу исправить близорукость соответствующими очками. (*Третий ученик располагает перед линзой-хрусталиком рассеивающую линзу-очки, а второй ученик, демонстрировавший близорукий глаз, в это время должен догадаться перевести «фокус» на сетчатку.*)

Спасибо, садитесь. Прошу изобразить дальнозоркий глаз. Спасибо. Прошу исправить этот дефект зрения соответствующими очками. (*Пятый ученик располагает перед линзой-хрусталиком собирающую линзу – очки, а четвёртый, демонстрировавший дальнозоркий глаз, в это время должен догадаться собрать лучи-нити на сетчатке.*) Спасибо, садитесь. (*Если нет объёмных наливных линз, можно сделать плоскую модель линз-очков.*)

Я довольна вашими ответами. Похвально, что вы поняли, в чём заключаются недостатки зрения и как их устранять. Но знания ответов на эти почти чисто физические вопросы должны подвести вас к осмысливанию более важных знаний: **как сохранить отличное зрение на долгие годы?** Парадокс сегодняшнего урока – урок посвятили хрусталику, а ведь «главным действующим лицом» является не хрусталик. Если хрусталик находится в норме, то есть прозрачен, то на главную роль в обеспечении нормального зрения претендуют **мышцы**, управляющие хрусталиком, – именно они повинны в плохой аккомодации. Отсюда следуют три правила.

**Первое правило.** Во время длительных зрительных нагрузок давайте глазам отдых – периодически смотрите вдаль, почти в бесконечность. Это позволяет расслабить излишне напряжённые мышцы. При взгляде вдаль глазные мышцы не напрягаются, потому что так устроила глаза природа. Первобытным людям приходилось больше смотреть вдаль.

**Второе правило.** Рассматривать предметы с расстояния не менее 25 см от глаз. Это расстояние наилучшего видения взрослого человека или, как ещё говорят, расстояние наилучшего зрения. (*Учитель показывает линейку длиной 25 см.*) На таком расстоянии мы рассматриваем детали без напряжения глазных мышц.

**Третье правило.** Необходимо хотя бы периодически делать гимнастику глаз, чтобы тренировать, укреплять глазные мышцы, активизировать мышечный тонус. Постоянная тренировка мышечного аппарата глазного яблока позволяет улучшить остроту зрения. Гимнастика глаз представлена в распечатке. Все эти несложные упражнения предупредят развитие близорукости в раннем возрасте. Берегите себя и своё зрение.

Урок окончен. Спасибо за активную работу. На выходе получите листы с домашним заданием.

*Упражнения для мышечного аппарата глаз (делаются медленно, с открытыми глазами):*

- Горизонтальные движения глазами. Взгляд перемещают вправо и влево
- Вертикальные движения глазами. Взгляд перемещают вверх и вниз
- Смотрим вдаль. Отсчитываем 5–10 с, жмуримся, затем моргаем от 3 до 5 раз
- Рисуем взглядом знак бесконечности (восьмёрку, лежащую на боку) сначала в одну, а потом в другую сторону
- Смотрим вдаль. Отсчитываем 5–10 с, жмуримся, затем моргаем от 3 до 5 раз.

#### Литература

1. Пёрышкин А.В. Физика. 8 класс. М.: Дрофа, 2004.

# Полное внутреннее отражение...

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** световые явления, полное внутреннее отражение, Колладон

**М.А. СТАРШОВ**

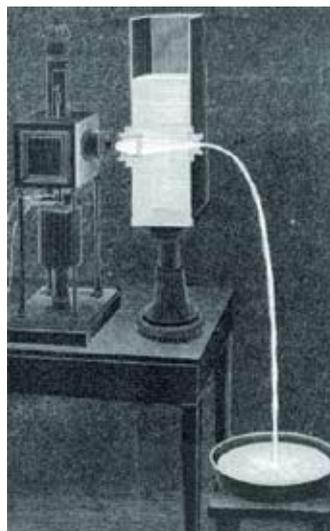
mastarshov@mail.ru,  
СГУ им. Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов

Восхищение горожан и гостей со всего света на Парижской всемирной выставке 1889 г. вызвали иллюминированные фонтаны. Придумал этот эффектный опыт при подготовке к лекциям профессор физики Даниэл Колладон\*. Чтобы лучше показать характер истечения воды из отверстий разного сечения, он вставил собирающую линзу в цилиндр с водой напротив штуцера, через который вытекала жидкость. Снаружи, вблизи фокальной плоскости линзы он поместил электрическую дугу. Свет от неё, попав в вытекающую струю, не мог нигде из неё выйти – до того места, где она дробилась на мелкие капли. Здесь получились яркие вспышки вроде бенгальских огней. Для усиления зрительного эффекта сегодня добавляют в воду флюоресцеин или другое сильно люминесцирующее вещество.

Нечто подобное проделал в молодости американский физик Роберт Вуд, незаметно опустив открытую бутылку с раствором флюоресцеина в гейзер Изумрудный в Йеллоустонском национальном парке. Вода, которую периодически выбрасывает высоко вверх этот гейзер, неожиданно даже для сопровождавшего группу туристов гида, стала замечательно го цвета, оправдавшего название этого чуда природы.

Нет ничего сложного для наблюдения эффекта полного отражения света. Достаточно найти стеклянную или пластиковую ёмкость, близкую по форме к химической колбе, хотя можно взять и тонкий стакан, налить примерно до половины воду и посмотреть сквозь неё снизу, несколько сбоку. С такой точки зрения поверхность воды покажется вам непривычно блестящей, похожей на ртуть, возникает даже иллюзия тяжести этой незнакомой жидкости.

Придуманно много других способов демонстрации этого фокуса. Очень прост в подготовке и в хранении «при-



«Фонтан Колладона»  
(из статьи 1884 г.  
в журнале «La Nature»)  
URL: [http://www.ville-ge.ch/mhs/pdf/aide\\_colladon.pdf](http://www.ville-ge.ch/mhs/pdf/aide_colladon.pdf)

бор» в виде прозрачной авторучки с ярким белым пишущим стержнем. Если вы опустите ручку слегка наклонно в стакан с водой и посмотрите сверху почти вертикально, то не увидите стержня, хотя только что, на воздухе видели его прекрасно. Для усиления эффекта можно на стержень надеть полосатую трубочку – соломинку для коктейлей.

Очень полезно и поучительно наблюдать изменения вида такой ручки или пробирки с воздухом в тонкостенном прозрачном стакане типа химического, когда он стоит на полосе яркой цветной бумаги или ткани. Можно положить две такие полосы разного цвета и хорошо их осветить – пробирка приобретёт окраску той полосы, вдоль которой она наклонена.

Немного труднее понять и объяснить этот оптический эффект, но о нём можно прочесть почти в любом учебнике оптики, есть книга, целиком посвящённая полному внутреннему отражению света – её написал В.В. Майер. (Полное отражение света в простых опытах. М.: Наука, 1986. Библиотечка ФМШ.)

Кстати, о Колладоне. В молодости он был ассистентом великого А. Ампера и по его вине, видимо, честь открытия электромагнитной индукции «ушла» от Ампера к М. Фарадею. Точно так же, как Фарадей, Колладон перемещал магнит около катушки с проводом и пытался обнаружить в ней электрический ток. Но для чистоты эксперимента он расположил катушку и гальванометр в разных комнатах. Сдвинув магнит у катушки, он шёл в соседнюю комнату и, конечно, никакого тока уже не видел. По преданию, Фарадей для такого же опыта посадил помощника рядом с гальванометром, сам двигал магнит относительно катушки в удалённом помещении, а помощник каждый раз сообщал ему о движении стрелки гальванометра, соединённого с катушкой проводом\*\*.

\*\* Не следует доверять анекдотам при изучении физики. Согласно записи в лабораторном журнале от 29.08.1831 г. М. Фарадей проводил опыты сам, причём в одном помещении, см., например, книгу Н. Шаховской, М. Шика «Майкл Фарадей». (Детгиз, 1947), где на с. 176–177 приведён текст записи и фотография оригинальной страницы лабораторного журнала. – Ред.

фото автора



\* Эффект был обнаружен Колладоном в 1841 г. и описан в статье «Об отражении лучей света внутри параболического потока жидкости» (журнал «Comptes Rendus», 1842). Широкую известность опыт приобрёл благодаря лекциям Джона Тиндаля. – Ред.

Педагогический университет  
**«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»**  
 предлагает **для учителя физики**

Лицензия Департамента образования  
 г. Москвы 77 № 000349,  
 рег. № 027477 от 15.09.2010



**ДИСТАНЦИОННЫЕ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
 ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРОЖИВАНИЯ  
 (обучение с 1 сентября 2011 года по 30 мая 2012 года)**

**КОД ПРОФИЛЬНЫЕ КУРСЫ**

- 16-002 *А.Н. Крутский, О.С. Косихина. Психодидактика: новые технологии в преподавании физики*  
 16-004 *А.А. Князев. Олимпиадный материал в повседневной работе преподавателя*  
 16-005 *О.В. Коршунова. Учет особенностей мышления учащихся при обучении физике (интегративно-дифференцированный подход)*  
 16-008 *Т.В. Ильясова. Компьютерная поддержка урока физики*  
 16-009 *М.Ю. Демидова, Г.Г. Никифоров, Е.Е. Камзеева. Диагностика учебных достижений по физике. Особенности подготовки учащихся к ЕГЭ и ГИА*  
 16-010 *Л.В. Пигалицын. Виртуальный физический эксперимент*  
 16-011 *Л.Э. Генденштейн, В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров. Как научить решать задачи по физике (основная школа). Подготовка к ГИА*

**КОД ОБЩЕПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КУРСЫ**

- 21-001 *С.С. Степанов. Теория и практика педагогического общения*  
 21-002 *Н.У. Заиченко. Методы профилактики и разрешения конфликтных ситуаций в образовательной среде*  
 21-003 *С.Н. Чистякова, Н.Ф. Родичев. Образовательно-профессиональное самоопределение школьников в предпрофильной подготовке и профильном обучении*  
 21-004 *М.Ю. Чибисова. Психолого-педагогическая подготовка школьников к сдаче выпускных экзаменов в традиционной форме и в форме ЕГЭ*  
 DVD 21-005 *М.А. Ступницкая. Новые педагогические технологии: организация и содержание проектной деятельности учащихся*  
 DVD 21-007 *А.Г. Гейн. Информационно-методическое обеспечение профессиональной деятельности педагога, педагога-психолога, работника школьной библиотеки*  
 21-008 *А.Н. Майоров. Основы теории и практики разработки тестов для оценки знаний школьников*

Имеются два варианта учебных материалов дистанционных курсов: брошюры и брошюры+DVD.

Курсы, включающие видеолекции (DVD), помечены значком 

Нормативный срок освоения каждого курса – 72 часа.

Дополнительная информация – на странице 46 и на сайте <http://edu.1september.ru>.

Окончившие дистанционные курсы получают удостоверение установленного образца.



**ОЧНЫЕ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
 ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
 (обучение с 1 октября 2011 года по 30 декабря 2011 года)**

- В.А. Грибов. Система подготовки учащихся к ЕГЭ по физике*  
*А.П. Ершова. Театральное мастерство в работе современного учителя* (в июне 2011 года)  
*А.П. Ершова. Социогровые методы в работе школьного учителя*  
*М.А. Ступницкая. Новые педагогические технологии: организация и содержание проектной деятельности учащихся* (в июне 2011 года)  
*Г.А. Стюхина. Разрешение конфликтных ситуаций в образовательной среде*  
*Т.И. Цикина. Технологии использования компьютерных средств при подготовке и проведении уроков и внеклассных мероприятий*

Нормативный срок освоения каждого курса – 72 часа.

Дополнительная информация – на странице 46 и на сайте <http://edu.1september.ru>

и по телефону (499) 240-02-24 (звонки принимаются с 15.00 до 19.00).

Окончившие очные курсы получают удостоверение государственного образца.



Электронную заявку можно в режиме on-line подать  
 на сайте <http://edu.1september.ru>. Это удобно и просто!

# Большой адронный коллайдер (БАК) – чудо или чума XX века?

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Большой адронный коллайдер, ученический проект по физике, сетевой журнал, сетевой блог, межпредметные связи, технический перевод, 8 класс

Ученический проект по физике с привлечением источников на иностранных языках и созданием в итоге сетевого журнала  
<http://physics-1270.livejournal.com>

**И.В. ФОМЕНКО**  
 im-fo1@yandex.ru,  
 (учитель физики)  
**И.Ю. КАМИНСКАЯ**  
 (учитель немецкого языка),  
 ГОУ СОШ № 1270 с УИАЯ, г. Москва

*Скажи мне, и я многое забуду.  
 Покажи мне, и я запомню.  
 Дай мне действовать самому, и я научусь.*  
 Народная мудрость

Мы хотели бы поделиться интересным опытом совместной работы учителя физики и учителя немецкого языка. В 2009/2010 уч. г. с учащимися 8-х классов нами был реализован проект «Чудо или чума XXI века?», целью которого было изучение Большого адронного коллайдера (БАК) с использованием материалов на иностранных (английском и немецком) языках.

Основная идея проекта заключалась в расширении содержания учебного материала, интеграции обучения, в осуществлении совместной работы учителей-предметников технического и гуманитарного профиля. Сейчас много говорится и пишется о развитии междисциплинарного обучения, которое ориентировано на ученика и интегрировано с проблемами и опытом реальной жизни. Мы попробовали воплотить эту идею на практике.

Цель нашего проекта мы видели в развитии творческого мышления учащихся, в адаптации их к будущей взрослой жизни, воспитании качеств личности, необходимых для жизни в новых условиях открытого общества. Современный человек должен обладать не только знаниями, но и коммуникативными навыками, способностью к самообразованию и к эффективному социальному взаимодействию. Только тогда он с большей долей вероятности сможет адаптироваться в обществе.

Важной целью нашей работы являлось также предоставление возможности самореализации учащимся, имеющим проблемы в обучении в рамках конкретного предмета. В этом смысле выбор темы оказался очень удачным. Вряд ли кого-то оставляет равнодушным любая информация о БАК: об этом много пишут, говорят, обсуждают, спорят и даже снимают художественные фильмы\*. Нужно сказать, что в рамках программы по физике и астрономии учащиеся 8 класса не

изучали строение Вселенной и не знакомы с миром элементарных частиц, поэтому они с большим интересом отнеслись к предложенной теме, которая оказалась для них значимой в исследовательском и творческом плане, а поставленные проблемы потребовали интегрированного знания и исследовательского поиска для их решения.

Исходя из вышеопределённых целей, мы поставили перед собой задачу обучить школьников работе с информацией, в том числе на иностранных языках, которая включала в себя обучение: ● поиску информации в сети Интернет ● критическому отбору и обработке найденной информации ● реферативной работе.

**Основные этапы работы над проектом:** ● Определение предмета (что мы изучаем) и целей исследования (для чего мы это изучаем) ● Сбор, оценка и обработка информации ● Формирование собственного мнения ● Оформление результатов исследования.

Учащиеся получили индивидуальные задания и должны были найти информацию по следующим темам: ● Как устроен коллайдер, как он работает? ● Для каких целей построен коллайдер? ● Какие физические законы (механизмы) действуют при этом? ● Что такое «частица Хиггса» и почему её иногда называют «частицей Бога»? ● Что такое «стандартная модель строения Вселенной»? ● Что такое «чёрная дыра»? ● Что такое «антивещество»? ● Насколько возможны катастрофы при введении в строй БАК? ● Какие представления и мифы о коллайдере существуют в обществе, и как обстоят дела на самом деле?

Каждый ученик должен был высказаться и подготовить несколько слайдов презентации по теме. На сбор и обработку информации у ребят было около трёх месяцев, с промежуточными отчётами-консультациями и семинарами по отдельным этапам работы над проектом, так как большинство вопросов в курсе физики ещё не изучалось и источники информации требовали оценки и отбора.

Учащимся, конечно, были даны рекомендации по поиску информации, но ребята должны были: ● самостоятельно, критически и деятельно подойти к работе ● размышлять, опираясь на знание научных фактов и закономерностей, делать обоснованные выводы ● принимать самостоятельные аргументированные

\* См., например, ученический исследовательский проект Л. Травиной «Образ Большого адронного коллайдера в СМИ» в «Физике-ПС» № 18/2010. – *Ред.*

решения, работая с достаточно большим объёмом информации ● работать в команде, выполняя разные интегрированные задания.

Как известно, ни одна проблема, ни один предмет не может быть рассмотрен только с одной стороны, иначе наше представление о нём будет таким же, как у слепых мудрецов из известной притчи о слоне. Поэтому мы постарались рассмотреть коллайдер с разных сторон, например, учесть общественное мнение, прессу. Как выяснилось, мнение это весьма неоднозначно. И чем дальше авторы статей от науки, тем категоричнее их прогнозы о том, что работа коллайдера приведёт к гибели всей Земли, что, якобы, коллайдер способен «засосать» весь мир в огромную чёрную дыру. Задача учащихся состояла в том, чтобы самостоятельно найти ответ на вопрос – опасен ли коллайдер для жизни на Земле? Поэтому мы проводили поиск в сети Интернет и выясняли, какие именно опасения общества вызывает работа учёных ЦЕРНА. Тут перед нами стояли три задачи: собрать информацию об имеющихся опасениях ● узнать мнение авторитетных учёных по поводу этих опасений ● сформировать собственное мнение о том, существует ли угроза на самом деле.

Понятно, что ЦЕРН – организация с широким международным участием, учёные, работающие там и являющиеся авторитетными специалистами в рассматриваемой нами области, говорят на разных языках. Поэтому логично было привлекать в качестве источников информации интервью с физиками в зарубежной прессе, в том числе и электронной.

Важно было приучить учащихся к мысли, что владение иностранным языком даёт возможность находиться ближе к источнику информации, получать информацию из первых рук.

Поскольку опыта сетевого поиска у учащихся практически не было, какой-то минимум был только в русскоязычном секторе, то на первом этапе мы подсказывали наиболее интересные источники с тем, чтобы ребята могли зайти по данному адресу и воспользоваться информацией.

Мы использовали, в частности, сетевые ресурсы:

● иноязычные: ● <http://uk.news.yahoo.com/fc/large-hadron-collider.html> (Статьи агентства Рейтер) ● <http://uk.messages.news.yahoo.com/World/forumview?bn=UKN-WL-Large-Hadron-Collider> (статья о коллайдере на английском языке) ● <http://news.nationalgeographic.com/news/2008/09/080909-black-hole.html> (статья из журнала «National Geographic» на английском языке) ● <http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html> (информация о ЦЕРНЕ на английском языке) ● [http://www.drillingsraum.de/cern\\_schwarzes\\_loch/cern\\_schwarzes\\_loch\\_1.html](http://www.drillingsraum.de/cern_schwarzes_loch/cern_schwarzes_loch_1.html) (интервью с профессором Мартином Шоттом на немецком языке) ● [http://www.nytimes.com/2008/04/15/science/15risk.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2008/04/15/science/15risk.html?_r=1) (статья в газете «Нью-Йорк Таймс») ● <http://www.wisegeek.com/what-are-higgs-particles.htm> (о частицах Хиггса на английском языке) ● <http://www.der-orion.com> (материалы по физике на немецком языке) ● <http://www.meta-physik.com/blog> (блог, посвященный мнениям обывателей о науке, в частности, о физике, на немецком языке) ● <http://articles.latimes.com/2008/apr/13/science/sci-collider13> (статья в газете «Лос-Анжелес-Таймс» на английском языке);

● русскоязычные: ● <http://ru.wikipedia.org/wiki/LHC> ● [http://www.rian.ru/trend/kollaidier\\_zapusk\\_20091120/](http://www.rian.ru/trend/kollaidier_zapusk_20091120/) ● <http://elementy.ru/LHC/news> ● <http://kollaidieru.net/> ● <http://www.rg.ru/sujet/231.html> ● <http://mozg.by/content/mify-o-bolshom-adronnom-kollaidere>

Все материалы можно условно разделить на текстовые, аудио- и видеоматериалы. При работе с текстовыми материалами использовался принцип последовательности и постепенности. Текст, при необходимости, адаптировался (делались сноски, составлялись словарики терминов), затем мы приступали к чтению с пониманием основного содержания. Учащиеся должны были найти ответы на вопросы в тексте, найти иноязычное соответствие русскому предложению (выражению), воссоздать последовательность, логику текста, выбрать правильный ответ из ряда предложенных, выделить в тексте главное, кратко передать содержание текста. Хорошо работал приём создания кластеров: учащимся предлагалось отметить в тексте известное, новое, интересное, а также избыточную, на их взгляд, информацию. Нужно было представить смысловую структуру текста схематически, а затем общими усилиями на доске создать информационные кластеры, с помощью которых можно было легче понимать и передавать содержание.

При работе над аудио- и видеоматериалами применялись традиционные методы, создавались рабочие листы, облегчающие понимание. Логика работы была та же: от простого к более сложному. «Набрав» на текстовом материале необходимую лексику, ребята хорошо воспринимали видеофрагменты, которые на выходе нужно было самостоятельно прокомментировать в отсутствие звука.

При работе над аудио- и видеоматериалами применялись традиционные методы, создавались рабочие листы, облегчающие понимание. Логика работы была та же: от простого к более сложному. «Набрав» на текстовом материале необходимую лексику, ребята хорошо воспринимали видеофрагменты, которые на выходе нужно было самостоятельно прокомментировать в отсутствие звука.

Каких-то новых приёмов работы над иноязычными материалами мы не применяли, пользовались традиционными методическими приёмами. Основной трудностью для учителя здесь является собственно отбор и дидактизация материала, так как всё приходилось создавать самостоятельно, готовых разработок нет. Поэтому к некоторым видам работы (например, созданию словаря соответствий терминов английского и немецкого языков) успешно были привлечены учащиеся. Получился небольшой словарик технических терминов, которым можно пользоваться в дальнейшем. Такой словарик можно обогащать картинками, ссылками на первоисточники, а при размещении в сети им смогут пользоваться все желающие. Словарь находится в стадии разработки, работа над ним будет продолжена.

Проект учащихся 8-х классов  
ГОУ СОШ № 1270

## « Чудо или чума XXI века? »

**Цель проекта – изучение Большого адронного коллайдера**

*Продолжение проекта: Басинский Н.В., учитель физики и глава физико-математического факультета*

Москва 2011 г.

1

To understand the Higgs production, imagine that a room full of physicists chattering quietly in the space filled with the Higgs field...

... a well-known scientist walks in, creating a disturbance as he moves across the room and attracting a cluster of scientists with each step...

... this increases his resistance to movement. In other words, he acquires mass, just like a particle moving through the Higgs field...

... it creates the same kind of clustering, but this time among the scientists themselves. In this analogy, these clusters are the Higgs particles.

... if a runner crosses the room...

14

Английский физик-теоретик Эдрина Кейт опубликовала научную статью с критикой норм безопасности, принятых CERN, поскольку ожидаемый ущерб, то есть проведение вероятности события на число жертв, является, по его мнению, невосприимчивым.



20

### Модель Большого взрыва: конец или начало

**Большой адронный коллайдер**

Большой адронный коллайдер — это крупнейший ускоритель элементарных частиц в мире.

**Цель проекта** — изучить физику Таргет. Проект имеет амбициозные цели: Большой адронный коллайдер должен исследовать физику Бозона Хиггса, а также поиск новых частиц, которые могут быть связаны с темной материей.

**Базис Ватто** — это название, которое используется на территории части Страны Швейцария.

**Современная физика** — это область науки, которая занимается изучением элементарных частиц.

Стоимость проекта — 10 млрд. долларов. На его реализацию уйдет 40 лет.

Большой адронный коллайдер — самый большой в мире ускоритель элементарных частиц.

Теперь ученые пытаются исследовать температуру, которая была в момент Большого взрыва. Для этого они используют Большой адронный коллайдер.

3

This clustering effect is the Higgs mechanism, postulated by British physicist Peter Higgs in the 1960s. The theory hypothesizes that a set of lattice, referred to as the Higgs field, fills the universe. Scientists know that when an electron passes through a positively charged crystal lattice of atoms (a solid), the electron's mass can increase as much as 40 times. The same might be true in the Higgs field: a particle moving through it creates a little bit of distortion — like the crowd around the star at the party — and that lends mass to the particle.



Peter Higgs

15

### Общепринятое представление о черной дыре таково:

**ЧЕРНАЯ ДЫРА** — область пространства, в которой гравитационное притяжение настолько сильно, что ни вещество, ни излучение не могут эту область покинуть.

Поэтому из черной дыры ничто не может вылететь.



23

**Адронный коллайдер** представляет собой кольцевой ускоритель заряженных частиц, длина кольца которого составляет порядка 27 км



6

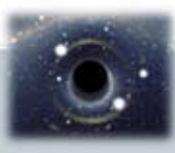
First, though, scientists want to determine whether the Higgs boson exists. The search has been on for over ten years, both at CERN's Large Electron Positron Collider (LEP) in Geneva and at Fermilab in Illinois. To look for the particle, researchers must smash other particles together at very high speeds. The Higgs will only last for a small fraction of a second, and then decay into other particles. So in order to tell whether the Higgs appeared in the collision, researchers look for evidence of what it would have decayed into.



16

### Чёрная дыра

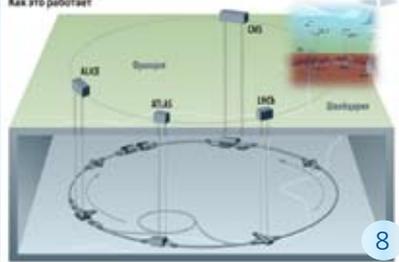
Программа, моделирующая свойства черных дыр, будет использоваться при проведении экспериментов на Большом адронном коллайдере (БАК).



24

### Модель Большого взрыва: конец или начало?

Как это работает



8

In 2008, Stephen Hawking, one of the world's most recognizable physicists, said more work would need to be done before scientists would be successful in finding elusive Higgs particles. While some had their hopes pinned on the initial experiments in the Large Hadron Collider, Hawking believed it would be much more interesting if the particles were not found. That would encourage mankind to keep searching for answers.



In contrast, Higgs himself believes there is a great likelihood the Large Hadron Collider will find Higgs particles. However, given the size of what is being looked for, and the nature of Higgs particles themselves, there is a chance they could remain elusive.

17

Как физики ЦЕРНа думают о "ЦЕРНе и возможности угрозы для Земли"? Они считают, изучая проблемы общественных наук?

Журналисты, как правило, во вопросам, которые они не совсем понимают, всегда хотят представить две стороны.

Если, однако, нет второй стороны, то люди имеют свое мнение, мы специально не обязательно связаны с физической элементарной частицей.



26

"They are sometimes referred to as the God Particle because they are thought to be all around us, yet nearly undetectable. These are some of the same traits people associate with God, thus the reason for the name."

- Считается, что в ранней Вселенной частицы были повсюду бесмассовыми.
- Затем симметрия самопроизвольно нарушилась и частицы приобрели массу.
- В теории элементарных частиц для этого нарушения электрослабой симметрии был придуман хиггсовский механизм.

11

### Основная критика

- существует вероятность выхода проводимых на коллайдере экспериментов из-под контроля и развития цепной реакции, которая при определенных условиях теоретически может уничтожить всю планету.
- БАК иногда расценивают как Last Hadron Collider («Последний адронный коллайдер»).
- Часто упоминается теоретическая возможность появления в коллайдере микроскопических черных дыр, а также теоретическая возможность образования струнок альтернатива и магнитных монополей с последующей цепной реакцией захвата окружающей материи.



19

### БАК станет "локомотивом" для развития прикладных технологий

- Создание экспериментальных установок, подобных Большому адронному коллайдеру, способствует появлению и развитию новых технологий в промышленности, служит повышению глубины процессов происходящих во Вселенной.

40

Презентация (41 слайд) полностью представлена на диске к № 8/2011. – Ред.

Было интересно дать учащимся навыки технического перевода, которых они раньше не имели. Известна тяга современных школьников к электронным переводчикам. Мы не запрещали пользоваться ими, однако необходимо было тщательно дорабатывать текст, что подчас оказывалось, по мнению ребят, ещё труднее, чем переводить самому «с нуля».

Отдельно нужно сказать о навыке сетевого поиска. Этим навыком учащиеся либо не обладают вовсе, либо имеют небольшой опыт работы в русскоязычной части сети. Принимая во внимание известные ограничения при допуске несовершеннолетних в сеть Интернет, являющуюся в настоящее время мало регламентированной областью, мы предпочли взять на себя отбор интернет-адресов интересующих нас источников и размещали ссылки на них в наших «живых журналах». В процессе работы учащиеся сами активно включались в поиск по сети и приносили самостоятельно найденную информацию как на русском, так и на иностранных языках. Совместными усилиями мы оценивали качество, достоверность информации, проводили её отбор.

Участники проекта, как уже было сказано выше, составляли словарь терминов по теме на английском и немецком языках, делали сообщения по разделам проекта со ссылками на источники и цитатами. Важно, что при этом они ознакомились с необходимостью обязательно соблюдать законы авторского права, – используя открытые источники информации, следует указывать, откуда взята информация.

Этапы работы над проектом мы фиксировали в блогах (наших живых журналах): <http://deutsch1270.livejournal.com/> и <http://physics-1270.livejournal.com/>

Учащимся была предоставлена возможность создать и свои журналы в сети, где они могли бы публиковать свои работы, комментировать работы других, получать помощь учителя, участвовать в обсуждении проблемы в удобном для них режиме или в режиме реального времени. Практика показала, однако, что ребята ещё не «созрели» для ведения своих ЖЖ, но мы не сомневаемся в успехе этого начинания в ближайшем будущем.

Особо нужно отметить тот факт, что в нашем проекте участвовали не только учащиеся, имеющие хорошие и отличные оценки по физике. Мы постарались дать возможность самореализации любому желающему. Даже самые «законченные» гуманитарии смогли внести свою лепту в общее дело: нашли стихи, песни, шуточные видеоролики по теме. Мы старались не ставить каких-то рамок и дать возможность участникам проекта проявить свою фантазию.

Итогом проекта стал сетевой журнал (<http://physics-1270.livejournal.com/>), что представляется наиболее актуальным и соответствующим требованиям времени. Работы ребят были представлены также в виде буклета (брошюры), проект был показан на уроках физики в других классах и на итоговой конференции научного общества учащихся школы. Везде проект вызвал живой интерес, проведённый опрос показал желание учащихся и дальше принимать участие в проектной деятельности.

В заключение нельзя не отметить, что большая доля самостоятельности и личной ответственности за выполнение заданий при работе над проектом способствует развитию социально значимых качеств личности учащихся, а успешное выполнение и защита своего проекта формируют самоуважение, уверенность в своих силах, повышают эрудицию и мотивацию к изучению предмета, что в конечном счёте и является основной задачей любого педагога.

Работа показала, что за методом проектов будущее, недаром он отнесён к технологиям XXI века, предусматривающим, прежде всего, умение адаптироваться к стремительно изменяющимся условиям жизни человека в постиндустриальном обществе. Нужно учить тому, что может действительно пригодиться, ведь только тогда наши выпускники смогут достойно представлять достижения российского образования, только тогда они смогут реализовать себя и стать по настоящему востребованными, самодостаточными и конкурентоспособными членами социума.



*Ирина Васильевна Фоменко* – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила физфак МГПИ им. В.И. Ленина в 1980 г., Ветеран труда, педагогический стаж 30 лет. Курирует проектную деятельность школы. Ученики, выполнявшие проекты под её руководством, становились победителями и лауреатами таких конкурсов, как Московская открытая конференция школьников «НТТМ-Москва» (в 2008, 2009, 2010 гг.) по программе «Шаг в будущее» на базе МГТУ им. Н.Э. Баумана, Всероссийском конкурсе научных работ школьников «Юниор», Грант префекта ЦАО г. Москвы, Московская открытая конференция «Потенциал» на базе лицея № 1502 и других. Её ученики неоднократно побеждали на олимпиадах по физике и астрономии МПГУ. Хобби – путешествия и чтение. Замужем, сын и дочь закончили МАИ.



*Ирина Юрьевна Каминская* – учитель английского языка, закончила МГПИИЯ им. Мориса Тореза в 1987 г. по специальности «Преподаватель немецкого и английского языков». До школы работала переводчиком. В школе с 2006 г. Замужем, две взрослые дочери, есть внучка. Главное увлечение в жизни (оно же специальность) – германистика. Ирина Юрьевна считает себя счастливым человеком. Она любит джаз, хорошие книги и фильмы, любит путешествовать пешком. Не любит фанатизм, ограниченность. Не терпит хамства.

# Как мы повышали квалификацию в ЦЕРНе

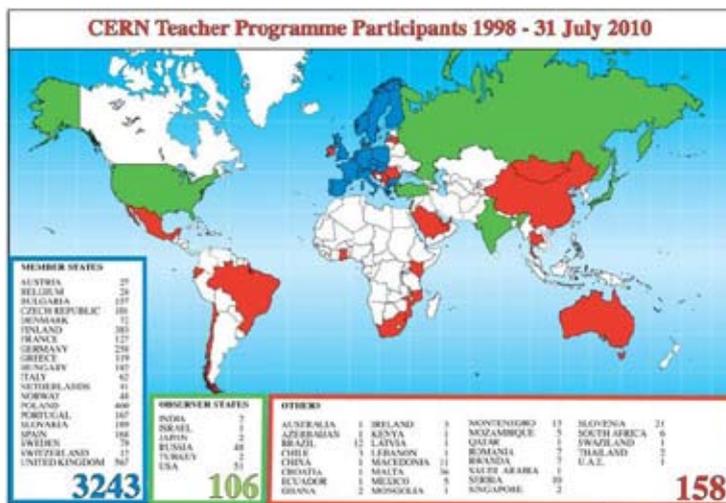
Фоторепортаж

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** научная школа для учителей, ОИЯИ, CERN, ЦЕРН

**Е.В. ГУДЕНКО**  
 eviktorovna@mail.ru,  
 ГОУ СОШ № 814, г. Москва

В ноябре 2010 г. я училась в Научной школе для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ (Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия) в Европейской организации ядерных исследований (*European Organization for Nuclear Research – CERN*) (см. сайт <http://uc.jinr.ru/cern10/list.html>). В небольшой научный городок, расположенный недалеко от Женевы, приехали учителя из Томской, Тюменской, Ульяновской, Ленинградской, Московской областей, городов Екатеринбург, Петрозаводск, Рязань, Гатчина и даже Владивосток. Всех нас объединило желание познакомиться с самыми современными исследованиями. Оказывается, CERN уже четыре года организует в рамках национальных программ мероприятия для школьных учителей физики различных стран, в которых участвовали уже около 900 человек. В прошлом году из России приехала первая группа из 46 учителей, финансирование которой взял на себя ОИЯИ и фонд Династия. В 2010 г. (год Учителя!) денег не нашлось, но Мик Сторр, руководитель программ для школьных учителей в ЦЕРНе, уже зарезервировал время для русской группы на ноябрь. Поэтому на Летней школе МГУ было объявлено, что поехать в ЦЕРН можно, но за свои деньги. Для этого надо было до 20 сентября зарегистрироваться на сайте «Научная школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ». Чтобы поездка состоялась, в группе должно было быть не меньше 20 человек. И учителя разных регионов нашей страны нашли деньги, чтобы доехать до Москвы, купить билет на самолёт в Женеву и обратно, оплатить гостиницу и не умереть с голода во время пребывания в ЦЕРНе. На все возникающие вопросы по оформлению документов мы получали чёткие и быстрые ответы на сайте: какие нужны документы? когда работает посольство? как заполнять анкету? что нельзя брать с собой в самолёт? сколько стоит обед и гостиница? Документы в посольстве Швейцарии у нас взяли за три минуты, и уже через четыре дня мы получили паспорта с деловыми, бесплатными для приглашённых в ЦЕРН, шенгенскими визами.

В аэропорту Женевы нашу группу встречал к. ф.-м. н. Владимир Каржавин – руководитель группы сотрудников ОИЯИ в ЦЕРНе. Программой обучения учителей предусмотрено частое и неформальное общение с сотрудниками организации. В воскресенье 31 октября в 21.30 по местному жене-



Учителя, обучавшиеся в Научных школах ЦЕРН, из стран-участниц ЦЕРН (синий цвет), из стран-наблюдателей (зелёный), из других стран (красный). После нас «Россия 48» будет исправлена на «Россия 84»



Слева – Мик Сторр – организатор, руководитель, душа и пламенный мотор программы, и наш куратор Марина Савино. Справа – директор ЦЕРНа Рольф Хойер



Ответственный за взаимоотношения с ОИЯИ и Россией Тадеуш Куртыка

Презентация (20 слайдов, около 100 фотографий, ссылки на сайты) полностью представлена на диске к № 8/2011. – Ред.



Виктор Ким (ИЯФ, СПб): Введение в физику частиц



Дмитрий Горбунов: Космология, загадка материи



Схема детектора ATLAS прямо на стене здания



Эксперимент ATLAS: информация выводится на экраны

скому времени (разница с Москвой 2 часа) в кафетерии ЦЕРНа состоялась первая организационная встреча участников с лекторами и организаторами Школы. Мы впервые увидели тех, кто организовал нашу поездку. Это Мик Сторр – доктор физико-математических наук, руководитель программ для школьных учителей в ЦЕРНе, и сотрудник ЦЕРНа Марина Савино (это она отвечала нам на все вопросы). Она же подключит нас к Интернету, будет встречать практически каждое утро и переводить выступления не говорящих по-русски учёных.

1 ноября ровно в 9.00 работа Школы началась с приветственного слова директора института Рольфа Хойера, с которым традиционно сфотографировались все приехавшие учителя. С программой сейчас можно ознакомиться на сайте <http://us.jinr.ru/cern10/program.html>. С целями и задачами Школы нас ознакомил научный руководитель ОИЯИ академик РАН Владимир Кадышевский. Затем с рассказом о ЦЕРНе выступил ответственный за взаимоотношения с ОИЯИ и Россией Тадеуш Куртыка (у каждого из нас на всю жизнь сохранится подписанное им «Приглашение в ЦЕРН»).

После этого началась собственно образовательная программа. Профессор Санкт-Петербургского Государственного политехнического университета д. ф.-м. н, Виктор Ким прочитал лекцию «Физика частиц»; Дмитрий Горбунов – лекцию «Космология: загадка тёмной материи»; Николай Зимин, к. ф.-м. н., провёл экскурсию на детектор ATLAS – один из четырёх детекторов Большого адронного коллайдера (БАК, ещё два мы посетили позже). Впечатлили размеры этого детектора, изображённого на фасаде здания практически в натуральную величину. Нам показали зал контроля за экспериментом. Интересно, что информация передаётся не только в компьютеры организации и сотрудников, но и с помощью проекторов – на экраны на стенах зала. Здесь всё организовано так, чтобы посетители через стекло могли всё посмотреть, но при этом не мешали учёным работать и не отвлекали их. Затем посетили выставку *Microcosm*, где рассмотрели модели детекторов коллайдера, модель БАК и Выставочный центр «*The Globe of Science and Innovation*» – и всё это в первый день учёбы.

А вечером руководитель программы Мик Сторр работал с нами, как с маленькими детьми: собрал всех вместе, попросил построиться в одну шеренгу так, чтобы первыми стояли те, кто родился в январе, затем в феврале, марте, апреле и так далее. А сам прошёл и рассчитал нас на 1-й, 2-й, 3-й, 4-й. Так были собраны четыре группы, которые получили задание: приготовить вопросы (на самом деле он очень хотел, чтобы мы все перезнакомились между собой, а не ходили по одному или по двое). А как сделать так, чтобы учителя не стеснялись задавать вопросы? Оказывается, у учителя есть два уха: левое – собственное, а правое – УЧЕНИЧЕСКОЕ. Вопросы, по словам Мика Сторра, можно задавать от учительского или ученического уха. «Уважаемые педагоги, составьте список вопросов от *правого уха*», – это задание для группы. Правда, уже на второй день специально собирать учителей для сочинения вопросов не приходилось. Все настолько хотели разобраться в том, о чём рассказывали на лекциях, что просто засыпали учёных вопросами от обоих ушей. Ни один вопрос не остался без квалифицированного ответа. Приятно радовала культура общения. Лекторов не отвле-

кали во время выступления, все вопросы задавали в конце лекции. Презентации уже тогда были помещены на сайте ЦЕРН. Они доступны и сейчас (включая презентации Школы-2009). Я конспектировала в тетради и фотографировала, а некоторые записывали на видеокамеры, в том числе и директор Учебно-научного центра ОИЯИ д. ф.-м. н. Станислав Пакуляк. Он поместил все видеолекции в медиатеку сайта «Виртуальная академия физики высоких энергий» (<http://teachers.jinr.ru/index.php>) (часть фотографий в статье – с этого сайта).

Обращаю ваше внимание на то, что это только первый день. В свою комнату я попала только в половину двенадцатого ночи совершенно обессиленная, но переполненная впечатлениями, знаниями, новыми знакомствами с талантливыми людьми. Каждый день нашего пребывания в ЦЕРНе начинался с восходом солнца и был не менее насыщенным, чем первый, а заканчивался около полуночи обменом фотографиями, видеосюжетами и впечатлениями.

Следующее утро началось с восходом солнца (оно баловало нас всю неделю). Немного правее светила под облаками белел заснеженный Монблан. Даже небо ЦЕРНа особенное – с треками. Вдоль улиц, носящих имена учёных, вопросительные знаки фонарей. Но больше всего впечатлили удивительные, увлечённые своей наукой люди. Старший научный сотрудник отдела теоретической физики Института ядерной физики Российской академии наук Дмитрий Горбунов, кажется всё знает о тёмной материи, космических лучах и выставке *Globe*; Тадеуш Куртыка может всё рассказать о сверхпроводящих магнитах, о кабелях, из которых они изготовлены, об устройствах для ускорения частиц и сжатия пучков; Павел Белошицкий не только прочитал лекцию об ускорителях заряженных частиц, но и провёл экскурсию на *LEIR* (небольшой ускоритель, привезённый из России и собранный учёными Новосибирска).

Юлия Андреева показала, как работает вычислительный центр, что такое *GRID* и где хранится вся информация, снимаемая с десяти миллионов, установленных на ускорителях датчиков, к. ф.-м. н. Владислав Балагура (ИТЭФ) рассказал о возможностях ЦЕРНа в получении антивещества и его изучении, а к. ф.-м. н. Г.А. Феофи-



Выставка *The Globe of Science and Innovation*: здание снаружи



Внутри: интерактивный стол



То же: радиоофицированные кресла-шарики



Выставка *The Globe of Science and Innovation*



Ведущий физик-теоретик ЦЕРНа Джон Эллис



ЦЕРН, Монблан и «вопросы» фонарей

исследованиях в ЦЕРНе и других ядерных институтах, в том числе и российских.

И только в среду после обеда нам дали возможность пройтись (на самом деле, пробежать) по улицам Женевы, посмотреть памятники, площади и парк, посетить музеи, пройтись по набережной, прокатиться на катере (он является городским транспортом) и в трамвае.

В пятницу 5 ноября нас ждал сюрприз. Джон Эллис, ведущий физик-теоретик ЦЕРНа, на заключительной конференции рассказал о своей работе и приятно удивил своей футболкой с портретом Юрия Гагарина. Вечером состоялся заключительный сбор, на котором мы получили сертификаты и один из кадров на кусочке фото-

плёнки с треками частиц, снятых в уже несуществующей камере. Будущие поколения получают от современных приборов миллиарды цифр, а наши ученики смогут увидеть настоящие фотографии треков, очень похожие на следы самолётов, уносящих нас домой в наши школы в самые разные города и посёлки.

лов удивил нас проблемами и возможностями применения результатов исследований в медицине. Пять дней мы с 9 утра и до позднего вечера в лекционной аудитории, в вычислительном центре, в измерительных лабораториях, в ресторане, на улице и даже в гостинице пользовались возможностью узнать всё о современных ядерных

Вопросы, вопросы, вопросы....

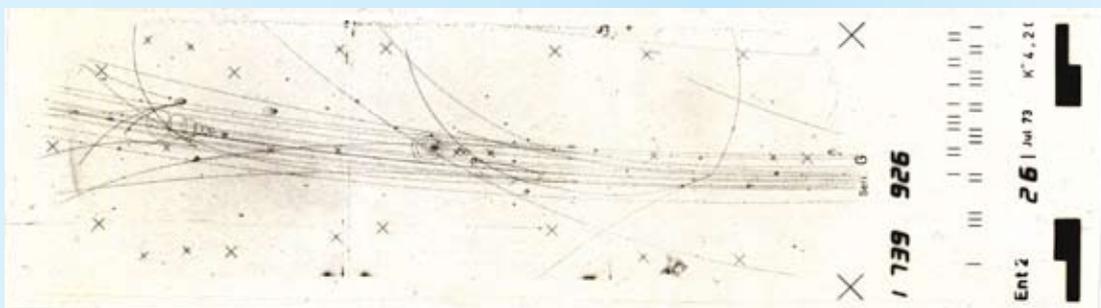


Прощальное фото: учителя и учёные. Мы подружились и теперь переписываемся и не теряем связи друг с другом





Сертификат участника Второй школы российских учителей в ЦЕРНе



Кусочек плёнки с треками элементарных частиц на память

Иммерсионные треки в небе Женевы



Новосибирский ускоритель в ЦЕРНе



Елена Викторовна Гуденко – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила МГЗПИ в 1992 г., педагогический стаж 25 лет. Победитель всероссийского конкурса «Лучшие учителя России-2007». В ГОУ СОШ № 814 работает с 1985 г. Дочь учится на экономическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, сын – в 10-м классе. Хобби: работа в школе. Педагогическое кредо: урок должен быть интересным, актуальным и понятным. Например, можно принести пемзу из вулкана, кусок бальсового или железного дерева и настоящую плёнку из детектора БАК и исследовать.

## Имена и даты: май 2011



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Андрей Дмитриевич Сахаров, Руджер Иосип Бошкович (Боскович)

**В.Н. БЕЛЮСТОВ**

Belyustov@yandex.ru,  
БЦО, г. Борисоглебск,  
Воронежская обл.

**21 мая 1921 г.** в Москве родился **Андрей Дмитриевич Сахаров**, советский физик, академик, политический деятель, один из создателей первой отечественной водородной бомбы (1953), крупный специалист в области магнитной гидродинамики, физики плазмы, термоядерного синтеза, элементарных частиц, астрофизики и гравитации. Многие присущие ему качества – бескомпромиссная честность, верность убеждениям, человечность, простота и доступность в общении – были заложены ещё в детстве. Отец преподавал физику в педагогических институтах, был методистом и популяризатором физики, писал учебники. Его «Сборник задач по физике» выдержал 13 изданий! Как и во всех семьях интеллигенции того времени, Андрей Сахаров получил прекрасное домашнее образование, а в школу поступил сразу в 7-й класс. На уроках его в большей степени интересовали точные науки, а дома – экспериментальная физика и изобретательство [1].

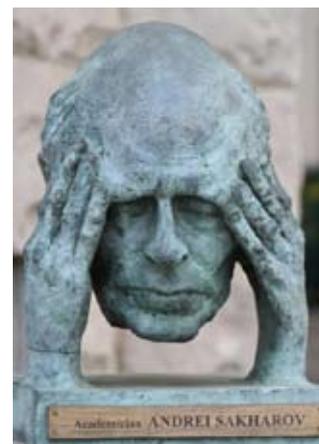
С отличием окончив среднюю школу, Андрей Дмитриевич без экзаменов поступил на физический факультет МГУ (1938). Однако завершить образование в Москве ему не довелось: началась Великая Отечественная война, юношу призвали в армию. Поскольку он не прошёл медицинскую комиссию, то вместе с университетом эвакуировался в Ашхабад (Туркменистан), где с отличием и окончил физический факультет (1942), получив квалификацию научного работника в области физики, преподавателя вуза и втуза и звание «Учитель средней школы».

Талантливый молодой физик получил рекомендацию в аспирантуру, но ею не воспользовался, и как инженер-специалист по оборонному металлостроению был направлен на патронный завод № 3 в Ульяновске, где работал до 1945 г. Здесь будущий учёный предложил простой способ определения толщины немагнитного покрытия пули и создал магнитный прибор для обнаружения не прокалённой сердцевинки в бронебойных снарядах. Новый метод позволил полностью отказаться от менее надёжного выборочного контроля снарядов, когда их сердечники испытывали на излом.

Вернувшись в Москву после войны, А.Д. Сахаров поступил в аспирантуру (1945) Физического института имени П.Н. Лебедева, где его руководителем стал известный физик-теоретик И.Е. Тамм. Через два года кандидатская диссертация о безызлучательных ядерных переходах была успешно защищена (1947) [2]. В ней он предложил новое правило отбора по зарядной чётности и способ учёта взаимодействия электрона и позитрона при рождении пар. А вот идея и расчёт мю-мезонного катализа ядерной реакции в дейтерии остались лишь в секретном отчёте, хотя, по-видимому, и стали основанием для включения молодого учёного в специальную группу И.Е. Тамма по проверке конкретного проекта водородной бомбы, над которым работала группа Я.Б. Зельдовича (1948) [3]. Эти идеи легли в основу так называемой «слойки» – конструкции из чередующихся слоёв легководородного «горючего» и тяжёлого вещества (U-238). В результате взрыва атомного «запала» тяжёлоядерный слой полностью ионизировался и «распухал» в сотню раз, сжимая легководородный слой, в котором начиналось слияние лёгких ядер. В качестве горючего предполагался дейтерий D (2H) или тритий T (3H) – в обычных условиях газы, сжимающиеся лишь при сильном охлаждении.

Эта «первая идея» – ионизационное обжатие дейтерия – была существенно дополнена «второй идеей» В.Л. Гинзбурга, – использование дейтерида лития-6, что позволяло при взрыве получить дополнительное количество трития и тем самым повысить мощность заряда. Весной 1950 г. группа И.Е. Тамма была откомандирована на закрытый «объект» – сверхсекретное атомное предприятие КБ-11 с центром в Арзамасе-16 (г. Саров). Работа завершилась успешным испытанием (одноступенчатый термоядерный заряд РДС-6с) 12 августа 1953 г. на полигоне № 2 под Семипалатинском. Взрыв был низкий воздушный, заряд размещался над землёй на башне высотой 30 м. Фактическая мощность взрыва составила 400 кт (в 20 раз больше, чем у первых советских ядерных бомб). Испытание было омрачено серьёзными травмами многих людей, находившихся вдали от полигона и сильным радиоактивным заражением. Это обстоятельство, а также массовое отселение местных жителей, заставили Сахарова всерьёз задуматься о трагических последствиях атомных взрывов [3].

Затем А.Д. Сахаров начал активно развивать «третью идею» – использование не просто атомного взрыва для обжатия термоядерного горючего, а так называемую *радиационную имплозию*, когда нагрев и обжатие термоядерного заря-



Бюст А.Д. Сахарова в Вашингтоне (США)

URL: <http://images.cdn.fotopedia.com/flickr-515399703-image.jpg>



Взрыв термоядерной бомбы на семипалатинском полигоне, 22.11.1955

URL: <http://npc.sarov.ru/issues/volume1/illustrationsp5.html>

да происходят за счёт испарения окружающей его оболочки. Получался целый каскад взрывов – обычная взрывчатка запускала атомную бомбу, а атомная бомба поджигала термоядерную. 22 ноября 1955 г. на Семипалатинском полигоне на высоте около 2 км прошло успешное испытание сброшенной с самолёта термоядерной бомбы РДС-37.

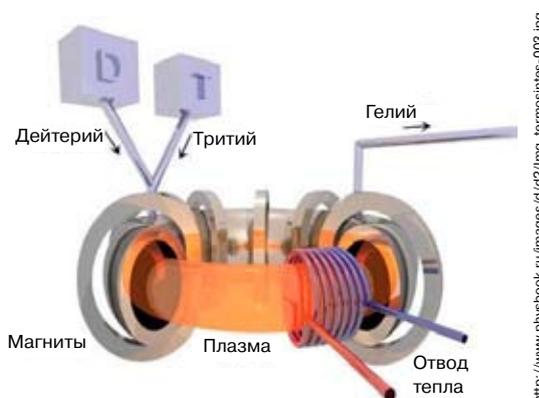
Следующим этапом стало создание сверхмощной 100-мегатонной термоядерной бомбы (по-хрущёвски, «кузькиной матери» или, по-западному, Царь-бомбы). Взрыв был проведён 30 октября 1961 г. на полигоне Новая Земля на высоте 4500 м: ядерный «гриб» поднялся на 64 км, вспышка была видна на расстоянии более тысячи километров, ударная волна от взрыва три раза обогнула земной шар, а ионизация атмосферы нарушала радиосвязь в радиусе сотен километров в течение часа [4].

Параллельно А.Д. Сахаров вместе с И.Е. Таммом выдвинул пионерскую идею осуществления управляемой термоядерной реакции для энергетических целей с использованием принципа магнитной термоизоляции плазмы (1950). Этот метод используют в установках типа ТОКАМАК [6]. Главная трудность заключалась в том, чтобы удержать плазму внутри камеры в течение 0,1–1 с без контакта со стенками, поскольку ни один материал не способен выдерживать столь высокие температуры [5]. Проблема была решена гениально просто: сосуд из вещества был заменён так называемой «магнитной бутылкой» [6] – под действием магнитных сил плазма скручивается в шнур и как бы «висит» на линиях индукции магнитного поля, не касаясь стенок камеры. Предложенная система до сих пор является основой термоядерного реактора [7].

В 1953 г. 32-летний А.Д. Сахаров был избран действительным членом АН СССР, удостоен Государственной премии СССР, а затем трижды – звания Героя Социалистического Труда (1953, 1956, 1962), стал одним из первых лауреатов возобновлённой Ленинской премии (1956) [2].

В 1958 г. появились две его статьи о вредном влиянии радиоактивности ядерных взрывов на наследственность и снижении средней продолжительности жизни. По оценке учёного, каждый мегатонный взрыв приводит к 10 000 будущих невинных жертв: преждевременно погибнувшим от рака или неспособным дать полноценное потомство. Он был одним из инициаторов заключения в 1963 г. Московского международного договора о запрещении ядерных испытаний в трёх средах (атмосфере, космосе и океане). Реакция властей не заставила себя ждать: Сахаров был полностью отстранён от работ военной тематики.

А.Д. Сахаров занялся вопросами космологии: объяснил образование космических неоднородностей квантовыми флуктуа-



Принципиальная схема работы реактора ТОКАМАК

[http://www.physbook.ru/images/d/a2/img\\_termosintes-008.jpg](http://www.physbook.ru/images/d/a2/img_termosintes-008.jpg)

циями вакуума на начальном этапе существования Вселенной (1965); барионную асимметрию Вселенной, предсказал распад протона, предложил идею «индуцированной гравитации» [7], а весной 1974 г. в заказной статье «Мир через полвека» («Satterday Review») предсказал появление Интернета [8]. В октябре 1975 г. А.Д. Сахарову была присуждена Нобелевская премия Мира.

После резких выступлений против ввода советских войск в Афганистан знаменитого академика лишили всех правительственных наград и 22.01.1980 г. отправили в закрытый для иностранцев город Горький (ныне Нижний Новгород). За «горьковские годы» А.Д. Сахаров сделал четыре научные работы, указав в одной на совершенно неожиданную возможность наблюдательных проявлений «теневого мира» через его воздействие на испарение чёрных мини-дыр. Сегодня учёные не исключают возможности их обнаружения на БАК в ЦЕРНе. В 1986 г. Сахарову разрешили жить в Москве и даже пытались вернуть (1988) заслуженные награды, но учёный принять их отказался. До конца жизни А.Д. Сахаров работал в ФИАНе, был избран депутатом Верховного Совета СССР от АН СССР (1989).

Скончался Андрей Дмитриевич 14.12.1989 г. от сердечного приступа и похоронен на Востряковском кладбище в Москве [2].

## Литература

1. Сахаров А.Д.. Воспоминания. [Электронный ресурс] URL: [http://www.sakharov-archive.ru/Raboty/Vospominaniy\\_Sod.htm](http://www.sakharov-archive.ru/Raboty/Vospominaniy_Sod.htm)
2. URL: <http://scilib.narod.ru/Nukes/CAXAPOB/About/perelman2.htm>
3. URL: <http://thermonuclear.narod.ru/rev.html>
4. Термоядерный синтез URL: <http://www.physbook.ru/index.php/>
5. URL: <http://www.sakharov-archive.ru/>
6. URL: <http://www.uic.unn.ru/ads/biography/sciwork.htm>
7. URL: <http://www.uic.unn.ru/ads/doklad1.htm>
8. URL: [http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?hero\\_id=10476](http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?hero_id=10476)
9. Энциклопедия для детей. Том 16. Физика, ч. 2, с. 296–297. – М.: Аванта+, 2005.

**18 мая 1711 г.** родился хорватский учёный и философ Руджер Иосип **Божкович (Боскович)**. Его имя сейчас известно только узкому кругу специалистов, но в начале XIX в. он был знаменит, а его теория атома оказала влияние даже на мировоззрение таких людей, как Фарадей и Максвелл.

Более подробные тексты и презентации см. на диске № 8/2011. – Ред.

URL: [http://wsyachina.com/history/50\\_mt\\_bomb.html](http://wsyachina.com/history/50_mt_bomb.html)



Взрыв «Царь-бомбы» на Новой Земле, 30.10.1961 г.

# Кировский турнир им. М.В. Ломоносова-2010

Избранные задачи  
по физике, 7–8-й классы

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** решение задач, Кировский турнир им. М.В. Ломоносова, плотность, взвешивание, 7–8 классы

Продолжение. См. № 2, 5/2011

К.А. КОХАНОВ  
center@extedu.kirov.ru,  
ЦДООШ, г. Киров

**15. Губка.** Пористая губка сделана из пластичного материала плотностью  $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$ . При массе  $m = 250 \text{ г}$  её размер оказался  $5 \times 10 \times 20 \text{ см}^3$ . Объясните, почему, при плотности материала губки, большей плотности воды, губка, положенная на поверхность этой жидкости, не тонет. Определите, максимальную массу воды, которую может впитать в себя губка. При оформлении решения вспомните и укажите плотность воды.

*Решение.* В порах губки содержится воздух, поэтому её средняя плотность оказывается меньше

$$\text{плотности воды: } \rho_{\text{ср}} = \frac{m}{V} = \frac{250 \text{ г}}{5 \cdot 10 \cdot 20 \text{ см}^3} = 0,25 \text{ г/см}^3.$$

При опускании губки на воду жидкость не может вытеснить воздух и сразу заполнить все поры. Таким образом, сила Архимеда достаточна для удержания губки на плаву некоторое время.

2. Собственный объём пластичного материала

$$\text{равен } V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{250 \text{ г}}{1,250 \text{ г/см}^3} = 200 \text{ см}^3.$$

Значит, суммарный объём пор равен  $\Delta V = V - V_0 = 5 \cdot 10 \cdot 20 \text{ см}^3 - 200 \text{ см}^3 = 800 \text{ см}^3$ . Этот объём может занять вода. Тогда максимальная масса воды, которую способна впитать губка, равна:

$$m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot \Delta V = \rho_{\text{в}} \cdot \left( V - \frac{m}{\rho} \right), \text{ где } \rho_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3.$$

Численно масса воды равна  $m_{\text{в}} = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг}$ .

**16. Новая плотность.** Закрытый цилиндрический сосуд заполнен наполовину жидкостью плотностью  $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$  и в оставшейся части – воздухом плотностью  $\rho_2 = 1,3 \text{ кг/м}^3$ . В результате нагревания плотность жидкости уменьшилась в  $k$  раз ( $k > 1$ ). Во сколько раз изменилась плотность воздуха? Как изменилась средняя плотность содержимого сосуда? Испарением жидкости, растворением воздуха в жидкости, сжимаемостью и тепловым расширением сосуда пренебречь.

*Решение.* Обозначим через  $V$  – объём сосуда,  $V_1$  и  $V_2$  – объёмы соответственно жидкости и газа до нагревания, а  $V'_1$  и  $V'_2$  – после. После нагревания объём жидкости увеличился в  $k$

$$\text{раз: } V'_1 = \frac{m_1}{\rho_1/k} = k \frac{m_1}{\rho_1} = kV_1. \text{ Значит объём воздуха}$$

$$\text{изменился в } \frac{V'_2}{V_2} = \frac{V - V'_1}{V - V_1} = \frac{2V_1 - kV_1}{2V_1 - V_1} = 2 - k \text{ раз.}$$

Поскольку ( $2 - k < 1$ ), то объём уменьшился, а плот-

ность увеличилась в  $k' = \frac{1}{2 - k} > 1$  раз:

$$\rho'_2 = \frac{m_2}{V'_2} = \frac{m_2}{(2 - k)V_2} = \frac{\rho_2}{2 - k}.$$

Средняя плотность содержимого сосуда не меняется, так как не изменяются ни объём, ни масса содержимого сосуда.

**17. Взвешивание.** Небольшое тело неправильной формы очень медленно погружают в различные жидкости, измеряя при этом его вес\* высокоточным динамометром. В таблице приведены минимальные значения показаний динамометра. Определите плотность вещества, из которого сделано тело. Считать  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Таблица 1. Вес тела в жидкостях

Жидкость, её плотность	Вес, Н
Бензин, 750 кг/м <sup>3</sup>	0,21
Масло машинное, 850 кг/м <sup>3</sup>	0,15
Вода, 1000 кг/м <sup>3</sup>	0,06
Насыщенный раствор поваренной соли, 1100 кг/м <sup>3</sup>	0
Раствор медного купороса, 2300 кг/м <sup>3</sup>	0

*Решение.* Из таблицы видно, что без поддержки тело тонет в таких жидкостях, как вода, машинное

\* Использование термина «вес» в контексте данной задачи следует признать неудачным и методически ошибочным: вес тела – сила, с которой тело действует на опору и/или подвес. Опуская тело в жидкость, мы перераспределяем вес между подвесом – пружиной динамометра и опорой – жидкостью. Следуя логике авторов, ученик может прийти к неверному суждению, что, когда динамометр показывает ноль, то тело находится в состоянии невесомости, между тем это состояние возникает, когда на тело действует единственная сила – сила тяжести. Поэтому корректнее было бы говорить, о показаниях динамометра и силе, которую он измеряет. – Ред.

масло или бензин. Значит, его плотность больше плотностей названных жидкостей.

Вес тела в воде можно выразить  $P_B = mg - \rho_B gV$ , а в машинном масле  $P_M = mg - \rho_M gV$ , где  $mg$  – сила тяжести, действующая на тело,  $V$  – объём тела. Из этих уравнений получаем, что объём тела равен

$$V = \frac{P_M - P_B}{g(\rho_B - \rho_M)}.$$

Из вышеприведённых уравнений находим массу

$$m = \frac{P_B + \rho_B gV}{g} \text{ и плотность } \rho_T = \rho_B + P_B \frac{\rho_B - \rho_M}{P_M - P_B}.$$

$$\text{Численно } \rho_T = 1000 + 0,06 \cdot \frac{1000 - 850}{0,15 - 0,06} = 1100 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Отметим, что для расчёта плотности тела можно было взять результаты измерений веса в любых двух жидкостях, в которых тело тонет.

**18. Запачканный шарик.** Стеклообразный шарик плотностью  $\rho_{ст} = 2500 \text{ кг/м}^3$  обмазан слоем пластилина плотностью  $\rho_{пл} = 1500 \text{ кг/м}^3$ . Какова средняя плотность шарика с пластилином, если объёмы стекла и пластилина равны?

*Решение.* Если  $V$  объём шарика, то искомая средняя плотность

$$\rho = \frac{\rho_{ст} \cdot V + \rho_{пл} \cdot V}{2V} = \frac{\rho_{ст} + \rho_{пл}}{2} = 2000 \text{ кг/м}^3.$$

**19. Шарик в пластилине.** В куске пластилина плотностью  $\rho_{пл} = 1500 \text{ кг/м}^3$  находится стеклянный шарик плотностью  $\rho_{ст} = 2500 \text{ кг/м}^3$ . Средняя плотность пластилина с шариком оказалась равной  $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$ . Во сколько раз отличаются объёмы, а также массы пластилина и стеклянного шарика?

*Решение.* Сравним объёмы веществ. Общая плотность  $\rho = \frac{\rho_{пл} V_{пл} + \rho_{ст} V_{ст}}{V_{пл} + V_{ст}}$ , поэтому, разделив числитель и знаменатель правой части на  $V_{ст}$ , получим

$$\rho = \frac{\rho_{пл} \frac{V_{пл}}{V_{ст}} + \rho_{ст}}{\frac{V_{пл}}{V_{ст}} + 1}, \text{ откуда}$$

$$\frac{V_{пл}}{V_{ст}} = \frac{\rho_{ст} - \rho}{\rho - \rho_{пл}} = \frac{2500 - 2000}{2000 - 1500} = 1,$$

то есть объёмы шарика и куска пластилина равны.

$$\text{Ответ на второй вопрос: } \frac{m_{пл}}{m_{ст}} = \frac{V_{пл} \rho_{пл}}{V_{ст} \rho_{ст}} = \frac{1500}{2500} = 0,6.$$

**20. «Вместимость пакетика».** Оцените экспериментально вместимость полиэтиленового пакетика. Ответ представьте в литрах.

*Оборудование:* полиэтиленовый пакетик, линейка.

*Указание:* площадь круга радиусом  $r$  равна  $\pi r^2$ , длина окружности радиусом  $r$  равна  $2\pi r$ , где  $\pi \approx 3,14$ , объём цилиндрического тела (трубы) высотой  $h$  с площадью основания  $S$  равен  $Sh$ .

*Решение.* Для оценки вместимости пакетика можно представить, что он способен принимать форму цилиндра объёмом  $V = Sh = \pi r^2 h$ , где  $h$  – высота пакетика,  $r$  – радиус образованного цилиндра. Радиус можно найти, измерив ширину пакетика  $l$ : двойная ширина пакетика равна длине окружности цилиндра, то есть  $2l = 2\pi r$ , откуда  $r = l/\pi$ . Тогда искомая вместимость:  $V = \pi l^2 h / \pi^2 = l^2 h / \pi$ .

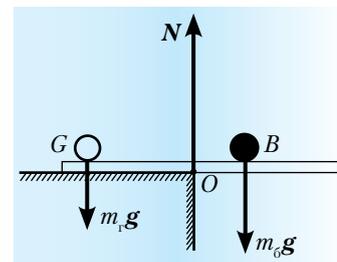
**21. Плотность бумаги.** Определите экспериментально толщину и плотность тетрадного листа бумаги.

*Оборудование:* несколько листов бумаги в клетку, линейка, ножницы, весы с разновесами.

*Решение.* Чтобы найти толщину бумажного листа, следует несколько листов сложить вплотную друг к другу. При высоте бумажной стопки  $h$  и количестве листов  $N$ , толщина одного листа  $d = \frac{h}{N}$ .

Определив на весах массу  $m$  листа бумаги, найдём его плотность по формуле:  $\rho = \frac{m}{Sh}$ , где  $S$  – площадь листа.

**22. Винтик и болтик.** Сравните, выполнив эксперимент, во сколько раз отличаются объёмы железных болта и гайки.



*Оборудование:* линейка, болт с гайкой.

*Решение.* Так как плотности болта и гайки равны (они сделаны из железа), то объёмы тел различаются во столько же раз, во сколько раз различаются их массы. Отношение масс, в свою очередь, можно найти, уравновесив болт и гайку на линейке: если центр тяжести линейки находится точно на краю стола (в этом случае лежащая на столе часть линейки только-только начинает отрываться от стола), то, расположив на ней болт и гайку так, что равновесие линейки сохраняется, запишем:

$$\frac{m_g}{m_r} = \frac{OG}{OB}.$$

Тогда отношение объёма болта к объёму гайки

$$\text{равно } \frac{V_6}{V_7} = \frac{OG}{OB}.$$

**23. Переливаем воду.** Проведите экспериментальное исследование и предложите способ наиболее быстрого переливания чистой питьевой воды из одного стаканчика в другой. Учтите, что стаканчик с водой нельзя наклонять; можно выполнять эксперимент в коридоре, предварительно договорившись с дежурным по кабинету.

*Оборудование:* два одноразовых стаканчика, в одном из которых находится питьевая вода; чистая гибкая трубочка.



*Решение.* Воду можно быстро перелить, если всасывать её через трубочку в рот, а затем выливать воду во второй стаканчик. Однако воду после этой процедуры нельзя назвать чистой питьевой, хотя в условии задачи и не оговаривалось требо-

вание сохранения питьевых качеств воды.

Лучше опустить трубочку в стаканчик с водой, а затем всосать в себя небольшое количество воды. Если теперь второй стаканчик опустить ниже уровня первого, а конец трубочки изо рта перенести в пустой стаканчик, то вода сама потечёт в пустой сосуд. Главное, следить за тем, чтобы уровень воды во втором стаканчике не оказался выше, чем в первом, и чтобы трубочка в освобождаемом стаканчике была всё время под водой.

**24. Щетина.** Щетина щётки для одежды представляет собой множество отрезков упругой лески, собранных в пучки и вставленных в дощечку небольших размеров. На фотографии показана щетина при сильном увеличении. Размеры щётки 4 × 9 см. Пучки могут вставляться в деревяшку практически вплотную к краю. Определите полное количество отрезков лески в щётке.



*Решение.* На каждые 3 см длины щётки приходится 5 пучков щетины (на 9 см приходится соответственно 5 + 5 + 5 = 15 пучков); на 4 см – не более 6 пучков. Следовательно, в щётке всего 6 · 15 = 90 пучков. Судя по левой фотографии, в одном пучке содержится около 76 отрезков лески. Значит в щётке их примерно 76 · 90 = 6840.

Правильным считается ответ от 6000 до 7000.

**25. Проблема водолаза.** Судя по романам Ф. Купера, индейцы часто использовали дыхательные трубки, прячась от врагов под поверхностью воды и дыша при этом через пустотелый выдолбленный стебель камыша. Однако дышать таким образом можно лишь тогда, когда глубина погружения не превышает 1,5 м. При большей глубине грудная клетка человека не может «распрямиться» из-за давления воды.



Чтобы с помощью акваланга можно было дышать на большей глубине, воздух в акваланге сжимают до давления воды на данной глубине. Каким должно быть давление в акваланге, чтобы человек смог дышать на глубине  $h = 10$  м? Атмосферное давление  $p_a = 100\,000$  Па, плотность воды –  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, постоянная силы тяжести (ускорение свободного падения)  $g = 10$  Н/кг.

*Решение.* На глубине  $h$  давление воды  $p = \rho gh = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} = 10^5 \text{ Па}$ . Давление в акваланге складывается из давления атмосферы на воду и собственного (гидростатического) давления воды, то есть  $p_{\text{акв}} = p_a + p = 200\,000$  (Па).

**26. Пар, пар...** Почему от некоторых продуктов при сильном разогреве идёт интенсивный пар, а от других – нет?

*Решение.* Пар идёт от продуктов и блюд, в которых содержится много воды, например, от супа. А вот от разогретых семечек подсолнечника пара практически не бывает, так как в них мало влаги.

# Тренировочный вариант ЕГЭ по физике. 2011 г.

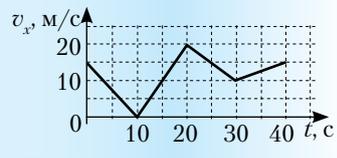
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, ЕГЭ

Продолжение. См. № 2, 3/2011

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания **A1–A25** поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1.** Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции скорости автомобиля  $v_x$  от времени. Модуль ускорения автомобиля максимален на интервале:



- 1) от 0 до 10 с;      2) от 10 с до 20 с;  
3) от 20 с до 30 с;      4) от 30 с до 40 с.

**A2.** Шарик движется по окружности радиусом  $r$  со скоростью  $v$ . Как изменится его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив скорость шарика прежней?

- 1) Уменьшится в 9 раз;      2) увеличится в 9 раз;  
3) уменьшится в 3 раза;      4) увеличится в 3 раза.

**A3.** У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 120 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии трёх лунных радиусов от её центра?

- 1) 0 Н;      2) 39 Н;      3) 21 Н;      4) 13 Н.

**A4.** На прямолинейно движущееся тело массой 2 кг действует постоянная сила 5 Н. Определите модуль изменения импульса тела за 4 с.

- 1) 20 кг · м/с;      2) 10 кг · м/с;  
3) 1,25 кг · м/с;      4) 0,8 кг · м/с.

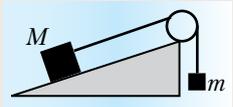
**A5.** Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с, а у подножия горки она равнялась 15 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 7,5 м;      2) 10 м;      3) 15 м;      4) 20 м.

**A6.** Мужской голос баритон занимает частотный интервал от  $\nu_1 = 100$  Гц до  $\nu_2 = 400$  Гц. Отношение длин звуковых волн  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ , соответствующих границам этого интервала, равно:

- 1) 0,5;      2)  $\sqrt{2}$ ;      3) 0,25;      4) 4.

**A7.** Брусok массой  $M = 300$  г соединён с грузом массой  $m = 200$  г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусok скользит без трения по неподвижной наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Чему равно ускорение груза  $m$ ?

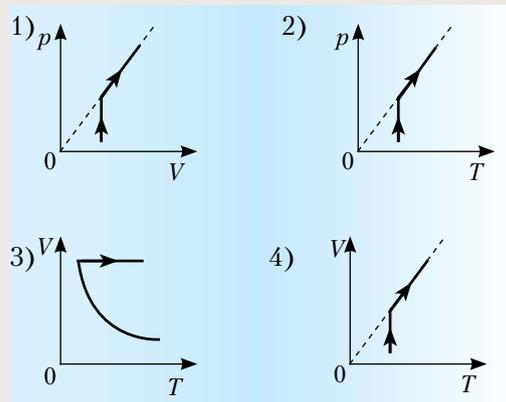


- 1) 1 м/с<sup>2</sup>;      2) 2,5 м/с<sup>2</sup>;      3) 5 м/с<sup>2</sup>;      4) 7 м/с<sup>2</sup>.

**A8.** В результате охлаждения идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 3 раза. Абсолютная температура газа при этом:

- 1) увеличилась в 3 раза;  
2) уменьшилась в  $\sqrt{3}$  раз;  
3) увеличилась в  $\sqrt{3}$  раз;  
4) уменьшилась в 3 раза.

**A9.** Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изохорно нагревали. На каком из рисунков изображён график этих процессов?



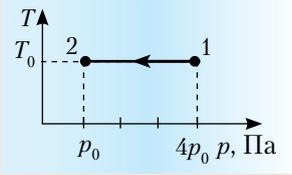
**A10.** Вода может испаряться:

- 1) только при кипении;  
2) только при нагревании;

Автор-составитель М.Ю. Демидова demidovaktv1@yandex.ru (ФИПИ, МИОО, г. Москва) и др. Инструкцию по выполнению работы, таблицы физических величин и критерии оценки см. в № 2, 3/2011. – Ред.

- 3) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является ненасыщенным;  
 4) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является насыщенным.

**A11.** На  $T, p$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил количество теплоты 3 кДж. Работа, совершённая газом, равна:



- 1) 0 кДж; 2) 1 кДж;  
 3) 3 кДж; 4) 4 кДж.

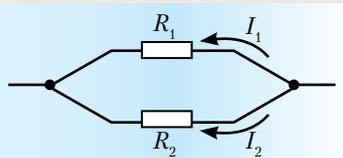
**A12.** Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объёмом  $0,6 \text{ м}^3$  с жёсткими стенками. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж. На какую величину возросло давление газа?

- 1)  $10^5 \text{ Па}$ ; 2)  $2 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ;  
 3)  $6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ; 4)  $18 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .

**A13.** Два точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 9 мкН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояние между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 3 раза?

- 1) 1 мкН; 2) 3 мкН; 3) 27 мкН; 4) 81 мкН.

**A14.** Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах  $I_1 = 0,8 \text{ А}$ ,  $I_2 = 0,2 \text{ А}$ . Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение:

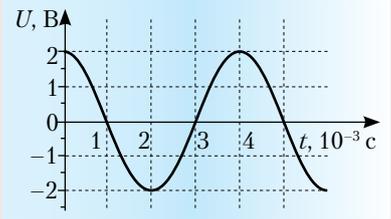


- 1)  $R_1 = \frac{1}{4} R_2$ ; 2)  $R_1 = 4R_2$ ;  
 3)  $R_1 = \frac{1}{2} R_2$ ; 4)  $R_1 = 2R_2$ .

**A15.** С использованием основного закона электромагнитной индукции  $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  можно объяснить:

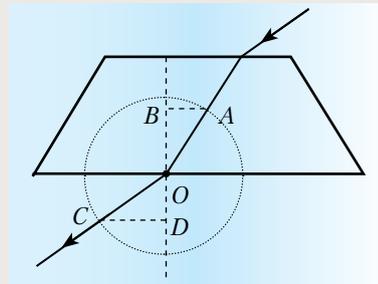
- 1) взаимодействие двух параллельных проводов, по которым идёт ток;  
 2) отклонение магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника с током параллельно ему;  
 3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней;  
 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.

**A16.** Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется со временем согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от  $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$  до  $3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ ?



- 1) Энергия магнитного поля катушки уменьшается от максимального значения до 0;  
 2) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора;  
 3) энергия электрического поля конденсатора увеличивается до максимального значения;  
 4) энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.

**A17.** На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Если точка  $O$  – центр окружности, то показатель преломления стекла  $n$  равен отношению длин отрезков:



- 1)  $\frac{CD}{AB}$ ; 2)  $\frac{AB}{CD}$ ; 3)  $\frac{OB}{OD}$ ; 4)  $\frac{OD}{OB}$ .

**A18.** В инерциальной системе отсчёта свет распространяется в вакууме со скоростью  $c$ . В некоторой инерциальной системе отсчёта с одинаковыми скоростями  $v$  движутся навстречу друг другу две светящиеся кометы. Скорость света, испущенного первой кометой, в системе отсчёта, связанной с другой кометой, равна:

- 1)  $c$ ; 2)  $c + v$ ; 3)  $c + 2v$ ; 4)  $2c + v$ .

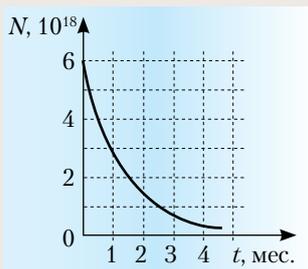
**A19.** Две частицы, имеющие отношения зарядов  $\frac{q_2}{q_1} = 2$  и масс  $\frac{m_2}{m_1} = 4$ , движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц  $\frac{W_2}{W_1}$  спустя одно и то же время после начала движения.

- 1) 1; 2) 2; 3) 8; 4) 4.

**A20.** Атом бора  ${}^8_5\text{B}$  содержит:

- 1) 8 протонов, 5 нейтронов и 13 электронов;
- 2) 8 протонов, 13 нейтронов и 8 электронов;
- 3) 5 протонов, 3 нейтрона и 5 электронов;
- 4) 5 протонов, 8 нейтронов и 13 электронов.

**A21.** Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Период полураспада этого изотопа:



- 1) 1 месяца;
- 2) 2 месяца;
- 3) 3 месяца;
- 4) 4 месяца.

**A22.** Укажите пропущенную частицу X в ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$ .

- 1)  $\alpha$ -частица;
- 2) протон;
- 3) нейтрон;
- 4)  $\beta$ -частица.

**A23.** В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать её светом частотой  $3 \cdot 10^{15}$  Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны уменьшили в 4 раза, увеличив в 2 раза интенсивность светового пучка. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с:

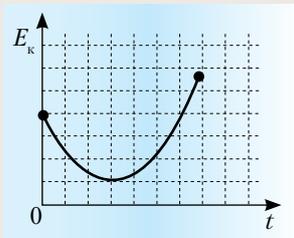
- 1) осталось приблизительно таким же;
- 2) уменьшилось в 2 раза;
- 3) оказалось равным нулю;
- 4) уменьшилось в 4 раза.

**A24.** На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.



- 1) 21 °C;
- 2) 22 °C;
- 3) 275 К;
- 4) 295 К.

**A25.** На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Какой из представленных вариантов описания движения соответствует данному графику?



- 1) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю;
- 2) тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю;
- 3) тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю;
- 4) тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало на балкон.

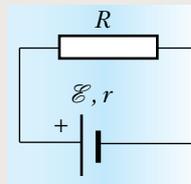
## Часть 2

Ответом к каждому из заданий **B1–B2** будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и других символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

**B1.** В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Если при нагревании газа его давление остаётся постоянным, то как изменяются следующие величины: объём газа, его плотность и внутренняя энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

**B2.** К источнику тока присоединён резистор. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить ещё один такой же резистор? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



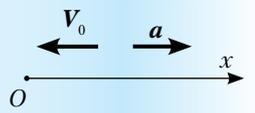
Общее сопротивление цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока

**B3.** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\nu$  – частота фотона,  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Длина волны.	1) $\frac{h \cdot \nu}{c}$ ; 2) $\frac{h \cdot c}{\nu}$ ;
Б) Импульс фотона.	3) $\frac{c}{\nu}$ ; 4) $\frac{h}{\nu}$ .

А	Б

**В4.** Тело равноускоренно движется вдоль оси  $X$ . Ускорение тела  $a$ , начальная скорость тела  $v_0$ , время движения  $t$ . Направления начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Проекция перемещения тела на ось $X$ за время $t$ .	1) $v_{0x}t - a_x t^2/2$ ;
Б) Проекция скорости тела на ось $X$ в некоторый момент времени $t$ .	2) $-v_{0x}t + a_x t^2/2$ ;
	3) $-v_{0x} + a_x t$ ;
	4) $-v_{0x} + a_x t$ .

А	Б

### Критерии оценивания и ответы

#### ЧАСТЬ 1

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл. Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

#### Коды ответов

<b>A1</b>	2	<b>A9</b>	2	<b>A17</b>	1
<b>A2</b>	3	<b>A10</b>	3	<b>A18</b>	1
<b>A3</b>	4	<b>A11</b>	3	<b>A19</b>	1
<b>A4</b>	1	<b>A12</b>	2	<b>A20</b>	3
<b>A5</b>	2	<b>A13</b>	4	<b>A21</b>	1
<b>A6</b>	4	<b>A14</b>	1	<b>A22</b>	2
<b>A7</b>	1	<b>A15</b>	3	<b>A23</b>	3
<b>A8</b>	4	<b>A16</b>	4	<b>A24</b>	4
				<b>A25</b>	2

#### ЧАСТЬ 2

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях **В1–В4** правильно указана последовательность цифр. За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Коды ответов: **В1** (121); **В2** (212); **В3** (31); **В4** (24).

Продолжение следует

## Физико-математическая олимпиада памяти профессора И.В. Савельева

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, олимпиада, МИФИ



С.А. ГРИШИН,  
С.Е. МУРАВЬЁВ  
mura@theor.mephi.ru,  
НИЯУ МИФИ, г. Москва

В начале декабря 2010 г. в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» (в Москве, Обнинске, Северске, Новоуральске, Ангарске, Димитровграде) проходила традиционная физико-математическая олимпиада памяти профессора И.В. Савельева для школьников 7–11 классов. Эта олимпиада является одним из туров традиционной физико-математической олимпиады школьников «Росатом». Подробнее об этой олимпиаде можно узнать в приёмной комиссии НИЯУ МИФИ по телефону 8-(495)-324-8417 и на сайте института [www.mephi.ru](http://www.mephi.ru).

Первый тур олимпиады «Росатом» посвящён памяти профессора Игоря Владимировича Савельева, который в течение многих лет был заведующим кафедрой общей физики МИФИ. Будучи крупным учёным и педагогом, И.В. Савельев разработал концепцию преподавания физики в технических вузах. Он является автором ряда классических учебников и задачников по физике, которые используются в качестве основного учебника в целом ряде российских технических университетов, переведены на многие иностранные языки, являются настольными книгами молодых инженеров и физиков во всём мире.

В 2010/2011 уч. г. более 4500 школьников приняли участие в олимпиаде по математике и более 3500 – в олимпиаде по физике, что значительно больше, чем в прошлом году. Нам кажется, что существенный рост числа участников

(особенно в олимпиаде по математике в Москве), есть хороший знак изменения отношения общества к точным и естественным наукам, без которого невозможно развитие образования, науки, да и всей жизни страны.

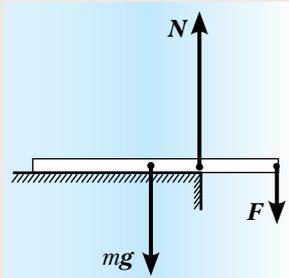
Поскольку и математический, и физический туры олимпиады представляют собой единое целое, мы привели варианты задания олимпиады памяти И.В. Савельева 2010 г. и по математике, и по физике для учащихся 11-х классов\*.

### Вариант задания олимпиады по физике

1. Стержень массой  $m = 1$  кг лежит на столе, выступая за его край на  $1/3$  своей длины (см. рисунок). Какую минимальную силу нужно приложить к выступающему концу, чтобы опрокинуть стержень? Считать  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



*Решение.* Очевидно, в момент опрокидывания стержня сила реакции опоры сосредоточена вблизи края стола. Поэтому из условия равенства нулю суммы моментов внешней силы  $F$  и силы тяжести  $mg$  относительно края



стола имеем  $\frac{1}{3}Fl = \frac{1}{6}mgl$

(здесь учтено, что точкой приложения силы тяжести является центр стержня, поэтому плечо силы тяжести относительно края стола равно  $l/6$ ).

Отсюда находим  $F = \frac{mg}{2} = 5$  Н.

2. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится одноатомный идеальный газ при температуре  $T$ . Массу поршня уменьшают в два раза, одновременно увеличивая температуру газа на величину  $\Delta T$ . Во сколько раз увеличится объём газа? Атмосферным давлением пренебречь.

*Решение.* Из условия равновесия поршня заключаем, что давление газа в начальном состоянии вдвое больше давления газа в конечном. Поэтому из закона Клапейрона–Менделеева для начального и конечного состояний газа имеем:

$$\begin{cases} 2pV_1 = \nu RT, \\ pV_2 = \nu R(T + \Delta T), \end{cases}$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – объём газа в начальном и конечном состояниях. Деля уравнения друг на друга, находим

$$\frac{V_2}{V_1} = 2 \frac{T + \Delta T}{T}.$$

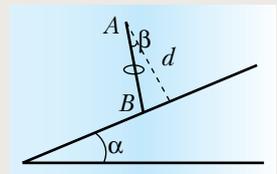
3. Четыре точечных заряда  $Q, 2Q, 3Q$  и  $4Q$  связаны тремя нитями длиной  $l$  так, как показано на рисунке. Найдите модуль силы натяжения средней нити.

*Решение\**. Сила натяжения средней нити  $T$  компенсирует суммарную кулоновскую силу отталкивания, действующую на два правых (или два левых) заряда со стороны двух левых (или правых) зарядов. Используя принцип суперпозиции и закон Кулона, получим

$$\begin{aligned} T &= F_{Q, 3Q} + F_{Q, 4Q} + F_{2Q, 3Q} + F_{2Q, 4Q} = \\ &= \frac{3kQ^2}{4l^2} + \frac{4kQ^2}{9l^2} + \frac{6kQ^2}{l^2} + \frac{8kQ^2}{4l^2}, \end{aligned}$$

где  $k = 4(\pi\epsilon_0)^{-1}$  – постоянная в законе Кулона (остальные обозначения очевидны). Приводя подобные члены, находим  $T = \frac{331}{36} \cdot \frac{kQ^2}{l^2}$ .

4. Точка  $A$ , расположенная над наклонной плоскостью на расстоянии  $d$  от неё, соединена тонкой спицей с точкой  $B$  на плоскости. По спице без трения соскальзывает маленькое колечко. При какой длине спицы время движения колечка от точки  $A$  до плоскости будет минимально? Известно, что угол наклона



плоскости к горизонту равен  $\alpha = \arccos \frac{2}{3}$ .

*Решение.* Если бы спица была расположена вертикально, колечко имело бы максимальное ускорение  $a = g$ , однако путь, пройденный колечком до плоскости, был бы больше, чем путь, пройденный колечком по спице, наклонённой вправо. Поэтому при каком-то расположении спицы (см. рисунок) время движения колечка до плоскости будет минимально. Найдём это положение.

Пусть угол наклона спицы к перпендикуляру, опущенному на плоскость равен  $\beta$  (см. рисунок). Тогда, очевидно, угол наклона спицы к горизонту равен  $90^\circ - (\alpha - \beta)$ . Следовательно, ускорение колечка  $a = g \sin(90^\circ - (\alpha - \beta)) = g \cos(\alpha - \beta)$ , а пройденный

им путь (который равен длине спицы)  $l = \frac{d}{\cos \beta}$ .

Из закона равноускоренного движения находим время движения колечка до плоскости:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2d}{g \cos \beta \cos(\alpha - \beta)}} = \sqrt{\frac{4d}{g[\cos \alpha + \cos(\alpha - 2\beta)]}}.$$

Из последней формулы заключаем, что время движения как функция угла  $\beta$  минимально, если

\* Подробные решения задач по математике приведены на диске к № 8/2011, а более полный комплект математических задач с решениями появится в газете «Математика» в 2011 г. – Ред.

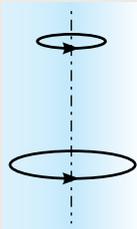
\* Достаточно рассмотреть условие равновесия двух зарядов  $Q$  и  $2Q$  (или  $3Q$  и  $4Q$ ), то есть применить к каждому из зарядов второй закон Ньютона. – Ред.

максимален  $\cos(\alpha - 2\beta)$ , то есть при  $\beta = \frac{\alpha}{2}$ .

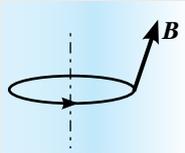
Отсюда получаем длину спицы:  $l = \frac{d}{\cos(\alpha/2)}$ .

Используя далее известную тригонометрическую формулу  $\cos(\alpha/2) = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$ , находим  $l = \sqrt{\frac{6}{5}}d$ .

5. Имеются два кольца радиусами  $2R$  и  $R$ , плоскости которых параллельны друг другу. Кольца расположены на очень большом расстоянии  $x$  друг от друга так, что их центры лежат на одной прямой, перпендикулярной плоскости колец. В кольцах текут одинаковые токи  $I$ . Найдите модуль силы взаимодействия колец.

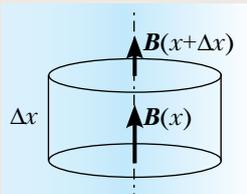


*Решение.* Найдём индукцию магнитного поля, созданного кольцом радиусом  $2R$  в области второго кольца, а затем, по закону Ампера, найдём силу взаимодействия колец. Индукция магнитного поля кольца на его оси направлена вдоль оси, а в точках, расположенных на некотором расстоянии от оси (то есть в области второго кольца) под некоторым углом к оси (см. рисунок). Используя далее закон взаимодействия магнитного поля и тока (закон Ампера), заключаем, что суммарная сила Ампера, действующая на кольцо радиуса  $R$  со стороны магнитного поля второго кольца, направлена вдоль оси колец и определяется составляющей вектора  $\mathbf{B}$ , направленной перпендикулярно оси,  $F = 2\pi R I B_{\perp}$ , где  $B_{\perp}$  – составляющая вектора магнитной индукции, перпендикулярная оси кольца.



Найдём  $B_{\perp}$ . Используем выражение\* для индукции магнитного поля кольца на его оси на расстоянии  $x$  от его плоскости  $B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I(2R)^2}{((2R)^2 + x^2)^{3/2}}$ ,

где  $I$  – ток в кольце,  $2R$  – его радиус. Рассмотрим вспомогательную цилиндрическую поверхность, соосную оси кольца, с радиусом, равным радиусу второго кольца  $R$ , и малой высотой  $\Delta x$  (см. рисунок). Так как величина индукции на оси кольца уменьшается с ростом расстояния от кольца, то поток вектора магнитной индукции через верхнее основание цилиндрической поверхности меньше потока через нижнее. А поскольку поток вектора магнитной индукции через лю-



\* Материал существенно выходит за рамки общеобразовательной, и даже 5-часовой программы по физике. Законы Био-Савара-Лапласа и Ампера и их применение к решению задач (в частности указанную ниже формулу) можно найти в учебнике Г.Я. Мякишева «Электродинамика. 10–11 классы» (§ 4.6, 4.11). – Ред.

бую замкнутую поверхность равен нулю (отсутствуют магнитные заряды), то разница потоков  $\Delta\Phi = \pi R^2 (B(x) - B(x + \Delta x))$  через основания цилиндра площадью  $\pi R^2$  каждое равна потоку вектора магнитной индукции через боковую поверхность цилиндра  $\Delta\Phi = B_{\perp} 2\pi R \Delta x$ , где  $2\pi R \Delta x$  – площадь его боковой поверхности.

Объединяем формулы:  $B_{\perp} = -\frac{R (B(x + \Delta x) - B(x))}{\Delta x}$ .

Так как  $\Delta x$  мало, то последнее выражение сводится к производной величины индукции на оси кольца по  $x$ : Дифференцируя функцию

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I(2R)^2}{((2R)^2 + x^2)^{3/2}},$$

находим в пределе  $x \gg R$ :

$$F = 6\pi\mu_0 \frac{I^2 R^4}{x^4}.$$

### Примеры задач по математике

1. Решите уравнение  $\sin(1005\pi x) = \cos(2010\pi x)$ . Сколько решений принадлежит отрезку  $[0, 2]$ ?

Ответ. а)  $x_1 = \frac{4k+1}{6030}, k \in Z, x_2 = \frac{4m-1}{2010}, m \in Z$ ;

б) 3015 решений.

2. Для любого целого  $n$  решите уравнение:  $|2x + n| + (-1)^n |3x + 11 - 4n| = 0$ . При каких уравнение имеет два целых решения?

а)  $n = 2m, m \in Z, m \neq 1, x \in \emptyset; n = 2, x = -1$ ;

$n = 2m + 1, m \in Z, x_1 = 10m - 6, x_2 = \frac{6m - 8}{5}$ .

б)  $n = 10t + 7, t \in Z, x_1 = 6t + 2, x_2 = 50t + 24$ .

3. Представьте, что вы находитесь на скачках кузнечиков, проводимых по следующим правилам: два кузнечика начинают прыгать по прямой из точки  $A$  в точку  $B$  и обратно. Вернувшись в  $A$ , они повторяют маршрут и так далее. Скорость первого кузнечика  $12 \text{ с}^{-1}$ , второго  $5 \text{ с}^{-1}$ , расстояние между  $A$  и  $B$  равно 60 единиц. Бега продолжают 60 с. Какое время кузнечики могут видеть друг друга? Считать, что кузнечик прыгает головой вперёд и видит то, что находится перед ним.

Ответ.  $T = \frac{240}{17} \text{ с}$ .

4. При каких значениях параметра  $b$  прямая с уравнением  $y = (b^2 + 2b - 2)x + bd$  пересекает прямоугольник:  $0 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq 2$  на плоскости? Найдите длину отрезка прямой, лежащего внутри прямоугольника при  $b = 1$ .

Ответ. а)  $b \in (-\infty; -3] \cup [0; 2]$ ; б)  $l = \sqrt{2}$ .

# Отечественная лунная одиссея



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: передвижная научная лаборатория, экипаж лунохода

Продолжение. См. № 2/2011



Экипаж лунохода подводит итоги сеанса № 108. Справа налево: Н. Ерёменко, В. Непоклонов, Г. Латыпов, В. Чубукин, В. Сапранов, В. Самаль, К. Давидовский

Академик РАКЦ, АМТН,  
проф. **В.Г. ДОВГАНЬ**  
vgdovgan-svkv@mail.ru,  
г. Москва

## ПЕРВАЯ ПЕРЕДВИЖНАЯ НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЛУНОХОД-1» (продолжение)

**Первые лунные сутки** (продолжение). На очередном заседании обсуждался очередной текст сообщения ТАСС – надо было решить, как обойти тот факт, что управляли луноходом военные – и в следующем сообщении ТАСС отмечалось, что в процессе работы решалась «отработка метода управления самоходным автоматическим аппаратом. Система телевизионного наблюдения и радиотелеметрии позволили операторам... уверенно вести самоходный аппарат по маршруту, контролировать прохождение препятствий и следить за состоянием бортовых систем».

Газета «Правда» в репортаже В. Смирнова сообщила, что «20 ноября незадолго до сеанса связи руководитель группы управления познакомил нас с экипажем лунохода. Это молодые, подтянутые ребята в синих элегантных костюмах спортивного покроя со значками на отворотах рубашек: рубиновые пятиугольники с рельефными буквами «СССР». А их история такова. На симферопольском железнодорожном вокзале в киоске «Союзпечать» были абсолютно случайно куплены два десятка значков, выполненных в форме пятиугольного вымпела с надписью «СССР» на алом фоне. Похожие вымпелы были доставлены на Луну 24 сентября 1959 г. «Лунной-2». С разрешения Георгия Николаевича с этими значками (см. с. 38) на костюмах экипаж и «осваивал» Луну.

В 106-м сеансе («1» – первые лунные сутки, «06» – шестой сеанс связи), продолжавшегося 4 ч 21 мин, выполня-

лись научно-технические эксперименты и осуществлялось движение лунохода. На отдельных участках наклон поверхности достигал  $14^\circ$ , а небольшие углубления скрадывались, так как в это время Солнце стояло достаточно высоко. И тем не менее глубокий кратер успешно обошли. Как заметил на совещании Г.Н. Бабакин, от экипажа «потребовалось незаурядное «чувство Луны», быстрота, реакция, выдержка и мужество». В этом же сеансе в 2 ч 15 мин 20 ноября «Луноход-1» впервые двигался в Море Дождей со второй скоростью. К этому эксперименту учёные и конструкторы готовились особенно тщательно. В этом сеансе было преодолено 82 м, удаление от посадочной ступени составило 125 м. К утру 21 ноября «Луноход-1» находился на Луне 100 часов!

22 ноября 1970 г. готовился заключительный в первый лунный день сеанс с луноходом. Утром участники эксперимента – председатель Государственной комиссии Г.А. Тюлин, главный конструктор Г.Н. Бабакин, группа управления и экипаж лунохода – собрались на ПУЛе. Разрабатывается тактика обеспечения установки лунохода на заранее выбранную площадку для его ночёвки. Начал работу расчёт экипажа Н. Ерёменко. В предыдущих сеансах водителями были Г. Латыпов и автор этой статьи, В. Довгань. Но есть ещё и резерв – Василий Чубукин, который прошёл весь курс подготовки на водителя лунохода. Все понимают и, конечно, прежде всего сам Василий, желание оставить «свой след» на Луне. Накануне члены экипажа обсуждали сложившуюся ситуацию и решили обратиться к Георгию Николаевичу с просьбой о включении В. Чубукина в этот экипаж водителем. И Георгий Николаевич, понимая чувства человека, который так долго готовился вместе со всеми, принял положительное решение. Рядом с В. Чубукиным расположился Г. Латыпов, а я занял рабочее место В. Чубукина – вести «Бортовой журнал». Сделал запись: «Сеанс № 108». Одна за другой проходят команды. Земля запрашивает – борт отвечает. Серией строго дозированных движений и поворотов луноход был ориентирован так, чтобы с началом второго лунного дня лучи восходящего Солнца попали на панель солнечной батареи при её открытии. Место для ночлега выбрали удачно.

Георгий Николаевич внимательно всматривается на изображение на мониторе.

– Что это там слева? Камень? Ходим аккуратно, чтоб обойти препятствие...

Водитель и командир оценивают обстановку.

Ещё манёвры: повороты, остановки, движение...

– Крен – плюс два, дифферент – ноль, – докладывает бортинженер Л. Мосензов.

– Ровнее ровного местечко выбрали, – комментирует Георгий Николаевич. – Хорошо!

В этом сеансе луноход прошёл 17,5 м. Мастерство экипажа быстро росло – если в первых сеансах луноход десятки метров

пути преодолевал за 2–3 часа, то перед ночёвкой в 108-м сеансе на 15 включений мотор-колёс экипаж затратил всего 35 минут. Главный конструктор и председатель Государственной комиссии, подводя итоги дневному эксперименту на Луне, выразили благодарность участникам за чёткую работу.

Все понимают значимость этого события. Решили зафиксировать этот момент в памяти потомков: сфотографировать экипаж вместе с главными организаторами и руководителями. К кому обратиться с этим предложением, учитывая обстановку секретности? Конечно, к Георгию Николаевичу. Он принял это предложение и согласовал его с Г.А. Тюлиным. Так появилась уникальная фотография, опубликованная в открытой печати только через 23 года.

Также было получено разрешение сфотографироваться и с лётчиком-космонавтом В.Ф. Быковским, и с создателями шасси лунохода.

Всего в первый лунный день за три сеанса было пройдено 197 м. Характер грунта регулярно проверялся с помощью пенетрометра. Оказалось, что и скольжение, особенно при значительных кренах, бывает разным. Это требовало от водителей особой осторожности. Опыт управления подтвердил также целесообразность движения по труднопроходимой и не всегда отчётливо просматриваемой из-за неблагоприятной освещённости местности в стартстопном режиме, с обязательными остановками через каждые несколько метров.

На заключительном совещании после первого лунного дня Г.Н. Бабакин отметил, что «...машину по Луне водим хорошо... Но волнения, как всегда, конечно, были. Хотя и привычные уже операции выполнялись, но сердце иногда щемило. Правда, мы действуем очень осторожно. Это вполне естественно, ведь когда-то и трамвай, и автомобиль были первыми. Теперь появилась первая лунная машина. Управлять ею трудно, я имею в виду водителей лунохода, мастерство которых ещё далеко до совершенства. Но первые шаги сделаны, а навыки даются практикой. Уверен, наши водители станут настоящими лунными «ассаами-шоферами»».

Руководитель медицинской бригады ИМБП полковник медицинской службы Ю.А. Петров отмечал, что «...необходимо учитывать работу операторов в необычных сложных условиях. Значительна моральная ответственность операторов, в чьих руках находится судьба огромного труда большого коллектива конструкторов и учёных: достаточно допустить одну грубую ошибку в технике управления луноходом, чтобы программа грандиозного эксперимента оказалась не выполненной. Перед началом, в ходе его проведения и по окончании сеанса экспресс-диагностика физического и психологического состояния проводилась у всех членов экипажа, а у командира, водителя и оператора ОНА – на всех сеансах связи с луноходом. В наиболее ответственные моменты управления (во время схода лунохода с посадочной ступени, при выдаче радиокоманды на начало движения, в моменты прохождения через кратеры и другие) выявлено резкое эмоциональное напряжение водителя, сопровождавшееся увеличением частоты сердечных сокращений до 130–135 ударов в минуту с задержкой дыхания на 15–20 се-

кунд. Такая степень эмоционального напряжения бывает у лётчиков, когда они ведут на посадку пассажирский лайнер в сложных метеорологических условиях».

«К исходу первого лунного дня\* у членов экипажа совершенно исчезла скованность, которая всё-таки давала себя знать раньше. Увереннее стали движения, даже доклады по циркулярной связи зазвучали как-то веселее, задорнее. Настолько чётко и слаженно действуют люди в ярко-синих костюмах – многочисленные пока представители, пожалуй, самой молодой в мире профессии», – так сообщала газета «Известия».

23 ноября в ЦДКС прибыл политический обозреватель Всесоюзного радио и Центрального телевидения Ю.В. Фокин со своей съёмочной группой. Так появилось несколько передач о луноходе. Конечно, фамилии не назывались. Причём, всё это происходило при бдительном внимании со стороны старших начальников и представителей спецслужб, которые всегда находились рядом (но за кадром). По Центральному телевидению транслировалась и пресс-конференция, в которой принимали участие члены экипажа. А по радиостанции «Маяк» вёл профессиональные передачи о создателях лунохода и его экипаже В.М. Панарин. Он же организовал передачу «Концерт по заявкам экипажа лунохода», запись которого сохранилась до сих пор.

24 ноября в Море Дождей на Луне наступила ночь. Целых две недели «Луноход-1» должен провести в жёстких условиях – при температуре  $-170^{\circ}\text{C}$ . В это время было проведено два телеметрических сеанса связи для уточнения состояния всех бортовых систем, ведь они продолжали функционировать.

5 и 6 декабря Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР провела эксперименты по лазерной локации лунной поверхности в районе стоянки лунохода. Наземной аппаратурой были посланы в сторону Луны и зарегистрированы чёткие отражённые сигналы от установленного на луноходе лазерного отражателя, изготовленного французскими специалистами.

**Вторые лунные сутки.** 8 декабря 1970 г. в районе Моря Дождей наступил лунный день, и «Луноход-1» продолжил активную работу. Сеанс 202 (пробуждение) был назначен на 17 ч 05 мин 9 декабря. На борту были специальные датчики, чутко среагировавшие на свет и тепло Солнца. Сеанс начался, как и все предыдущие, с подробного «опроса» различных систем лунохода. В течение часа сложный комплекс вычислительной техники сообщал о состоянии приборов, агрегатов и устройств. Наиболее важной операцией этого сеанса было раскрытие панели солнечной батареи. Наконец, наступил долгожданный миг – по залам Центра разнёсся спокойный голос командира экипажа И. Фёдорова: «Серию команд на раскрытие панели выдать!» И вскоре – доклад бортинженера А. Кожевникова: «Привод включён, панель открывается... Угол раскрытия соответствует программе и равен  $116^{\circ}$ . Началась подзарядка бортовых аккумуляторов... Ток заряда – в норме».

\*На Земле за это время прошло 5 суток: с 17 по 23 ноября включительно.

Панель солнечной батареи была открыта и установлена относительно Солнца в положение, обеспечивавшее получение максимального зарядного тока для восполнения запаса электроэнергии аккумуляторной батареи. По расчётам, это должно было происходить в первые двое земных суток лунного дня. В это время движение лунохода не планировалось. Когда бортовые аккумуляторы запасут достаточно энергии, луноход может двинуться в путь. С помощью телефотометров были переданы на Землю панорамы лунной поверхности в месте стоянки, а также изображение Солнца, восходящего над горизонтом Луны.

10 декабря в 16 ч 00 мин начался сеанс 203. Включили телевизионную систему управления движением.

– Первая, вперёд! – дал команду Н. Ерёменко. Его экипажу сегодня вновь доверили сделать первые «шаги» после лунной ночи. На месте водителя – Г. Латыпов. А рядом Виктор Васильевич Горбатко, лётчик-космонавт СССР, прибывший в ЦДКС для ознакомления с работой экипажа. Он (и В.Ф. Быковский) входил в состав предполагавшейся пилотируемой экспедиции на Луну, к сожалению, так и несостоявшейся.

Началось движение лунохода. На расстоянии 5 м появился кратер. Г. Латыпов оценил его диаметр (около 16 м) и принял решение идти вперёд, не меняя направление. Включил первую скорость. И вдруг стрелочные приборы показали, что луноход начал резко крениться. Бортинженер Л. Мосензов доложил, что сработала защита по току, луноход остановился. Крен достиг  $27^\circ$ , а дифферент –  $15^\circ$ . Внутренний склон кратера оказался круче, чем можно было предположить при наблюдении. Вдобавок грунт оказался рыхлым, увеличилось буксование колёс.

Рассказывает штурман К. Давидовский: «Мы немножко растерялись... Посыпались советы со всех сторон, как поступить. Сосредоточиться невозможно. И тогда Георгий Николаевич, который всё время молчал, вдруг решительно сказал: “Прошу всех выйти из помещения. Всех без исключения, и я тоже уйду. Экипаж хорошо подготовлен, и не доверять ему у нас нет оснований. Он справится сам, а произойдёт это часом позже или раньше – не так уж важно”. Он пропустил всех перед собой и вышел, плотно закрыв дверь».

Экипаж принял решение: закрыть панель солнечной батареи, чтобы не зацепить реголит; выключить защиту по току; поднять 9-е колесо; развернуть луноход влево; оценить обстановку и, в случае уменьшения крена и дифферента, выдать команду «Назад» для выхода из кратера. С предельной осторожностью луноход развёрнули на месте, он встал вдоль склона и затем медленно, но уверенно вышел из кратера. Манёвр исполнен был точно.

Вспоминает Г. Латыпов: «В зале тихо-тихо. Выдаю команды “Налево” и “20”. Смотрю на приборы. Стрелки показывают: крен 12, дифферент 8. Вот теперь надо сообщить движение назад. Выдаю команду, а такое чувство, будто сам сижу в луноходе и чувствую, как он не спеша выбирается из кратера и преспокойно продолжает движение. В общем-то, я был уверен в луноходе, но всё же, конечно, немного поволновался. Кстати, глубина кратера оказалась не очень большая – два метра. Но склоны оказались довольно крутые, а грунт очень рыхлый и слабо связанный». В течение этого сеанса, который продолжался 9 ч, было пройдено 244 м.



Члены Государственной комиссии с экипажем лунохода. Симферопольский ЦДКС, 22.11.1970 г. Справа налево: сидят – Г. Бабакин, Г. Тюлин, А. Большой, В. Пантелеев, А. Романов, Н. Бугаев; стоят – В. Самаль, Г. Латыпов, В. Чубукин, А. Чвиков, И. Фёдоров, Н. Козлитин, Л. Мосензов, К. Давидовский, Н. Ерёменко, В. Сапранов, А. Кожевников, В. Довгань



Лётчик-космонавт В.Ф. Быковский с экипажем «Лунохода-1». Слева направо: стоят – Г. Латыпов, Н. Ерёменко, Л. Мосензов, В. Чубукин, В. Быковский, А. Чвиков, В. Сапранов, В. Пономаренко, В. Самаль, И. Фёдоров, А. Романов, К. Давидовский, Н. Козлитин; сидят – А. Кожевников, В. Довгань



Перед пресс-конференцией на Центральном телевидении. Слева направо: сидят – Ю. Фокин, Н. Бугаев, А. Романов, В. Довгань, Н. Козлитин, А. Кожевников, В. Самаль; стоят – И. Фёдоров, оператор ТВ, В. Чубукин, Л. Мосензов, К. Давидовский, В. Сапранов

На заседании ОТР Г.Н. Бабакин так оценил работу экипаже: «На Луне много неизвестного, в будущем возможны положения и потруднее. Экипаж вёл себя хладнокровно. Кстати, они первые предложили свой вариант выхода из кратера. После этого были опрошены различные специалисты, суммированы имеющиеся мнения и выбран оптимальный вариант. Оказалось, что этот вариант тот, который предложил экипаж».

11 декабря в 17 ч начался сеанс 204, в котором проводилось маневрирование луноходом на различных скоростях с целью объезда встречающихся препятствий. Во время кратковременных остановок проводились замеры прочности грунта, был выполнен ряд других научных экспериментов. Луноход прошёл 98 м, а всего за время пребывания на Луне – более полукилометра...

12 декабря с 18 ч 00 мин по 22 ч 27 мин луноход прошёл 253 м. Водители уже привыкли к необычным пейзажам, к сложным манёврам, убедились, что лунный автомобиль послушно выполняет каждую их команду. И, что самое главное, они приобрели опыт. Поэтому вполне естественно, сеансы второго лунного дня больше насыщены движением. Если до «ночёвки» команда «Вторая скорость!» раздавалась несколько раз, то теперь она стала обычной. Средняя скорость увеличилась, хотя условия движения стали намного хуже. После первой ночёвки луноход работал на скорости, которая была достигнута на лунодроме, во время наземных испытаний.

Очередной сеанс начался 13 декабря в 19 ч. Для получения круговых панорам, луноход многократно маневрировал и временами двигался в обратном направлении. В частности, он приблизился к кратеру, вызвавшему большой интерес селенологов. Но вот изображение немного «смазалось» – вероятно, какие-то временные помехи. Было принято решение перейти на боковую камеру лунохода. Надо было сменить сетку – прозрачную пластмассовую пластинку, которая крепилась на телеэкраны пульта водителя и командира экипажа. На ней были нарисованы две прямые, сходящиеся за линией лунного горизонта. Они показывали, где пойдут колёса лунохода. По нанесённым делениям «2», «4», «6», «8» определяли расстояние до препятствий и их размеры. Секторы обзора у телекамер различные, поэтому и сетки на экранах менялись.

Через несколько минут появилось очень чёткое контрастное изображение. За время работы на Луне лаборатория прошла 825 м и удалилась от посадочной ступени примерно на 600 м.

С 14 по 16 декабря в соответствии с программой движения лунохода не предусматривалось. Этот сеанс почти целиком отведён науке. Было решено включить спектрометр

«РИФМА» (рентгеновский изотопный флуоресцентный метод анализа) с целью определения элементного состава лунного грунта. Датчики были настроены на основные породообразующие элементы: магний, алюминий, кремний, калий, кальций и железо. Метод и аппаратуру разработали в Ленинградском Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе АН СССР. В исследовательскую группу в Симферопольском ЦДКС входили Г.Е. Кочаров (научный руководитель эксперимента «Рифма»), С.В. Викторов и Г.А. Кирьян. Эксперимент начался. Сначала решили исследовать вал вокруг кратера, сложенный из вещества, выброшенного с глубины нескольких метров, чтобы получить информацию не только от поверхностных, но и более глубоких слоёв Моря Дождей. Чтобы разрыхлить грунт, надо было снять верхний слой. Водитель сделал несколько манёвров: на месте повернул луноход направо, потом – налево, отъехал на 3 м назад, развернулся на 360° и включил научную аппаратуру.

В ночь с 16 на 17 декабря состоялся очередной сеанс движения в юго-восточном направлении, который продолжался 3 ч 41 мин – луноход прошёл 197 м. А за весь период работы с 17 ноября было пройдено 1022 м. Есть первый километр!

20 декабря с 01 ч до 4 ч 26 мин состоялся очередной сеанс связи с луноходом. В начале сеанса маршрут проходил по равнине со значительным количеством мелких кратеров. В конце луноход спустился в кратер диаметром около 100 м. После остановки в центре этого кратера были получены панорамные изображения окружающей местности, на которых видны мелкие кратеры и остроугольные камни размерами до 20–30 см. За сеанс пройдено 337 м. При этом неоднократно производились измерения физико-механических свойств лунного грунта. В частности, был исследован характер грунта на внутренних склонах и на дне кратера.

На панораме, полученной 21 декабря, можно было увидеть свою родную планету величиной с двухкопеечную монету – слегка ущербный диск на чёрном лунном небосводе, высоко над пустынным ландшафтом с одиночным камнем на переднем плане.

Второй лунный день длился с 9 по 23 декабря. За это время было проведено 15 сеансов связи, выдано на борт лунохода более чем 3000 радиоконанд, пройдено 1522 м, преодолено (и исследовано!) около 40 кратеров. Поставленные перед экипажем задачи были выполнены полностью.

В период лунной ночи с 23 декабря 1970 г. по 7 января 1971 г. с луноходом было проведено три телеметрических сеансов связи.



Вход (колея справа) и выход (колея посередине) лунохода из кратера. Справа сверху – значок, который носили члены экипажа

# Провозвестник эры радио сэр Оливер Лодж

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** опыты Герца, электромагнитные волны, молниезащита, грозоотметчик, изобретение радио, А.С. Попов, реформы образования

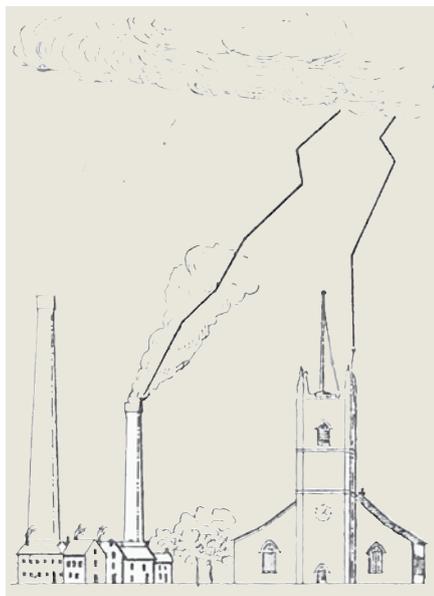
**М.А. БРАЖНИКОВ**

birze@inbox.ru,  
ГООУ гимназия № 625, г. Москва

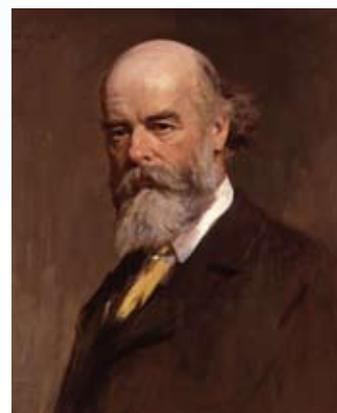
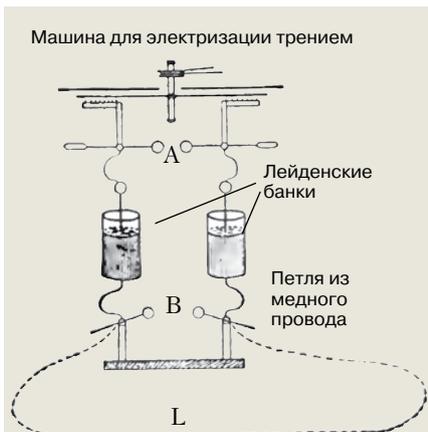
Все живущие сегодня люди родились в эпоху радио, захватывающую всё новые и новые области человеческого бытия: мобильная связь, беспроводной Интернет, система глобального позиционирования. Просматривая в Интернете выступления Народного артиста СССР В.М. Зельдина (род. в 1915 г.), с трудом сознаёшь, что в его детстве радиопередача была ещё чудом, доступным не многим, а сегодня трудно найти в городе школьника, который не использовал бы мобильник во всех случаях жизни. Историки науки, политики и люди самых разных профессий спорят, когда началась эра радио, и с чьим именем связано её наступление: А.С. Попова, Г. Маркони, Ф. Брауна, А. Слаби. Пожалуй, все согласятся с тем, что последним годом без радио был 1894-й – 1 июня того года О. Лодж прочёл лекцию в Королевском институте в память о Г. Герце († 1 января 1894 г.), который «открыл миру» электромагнитные волны. Работы О. Лоджа, по нашему мнению, и стали окончанием «эпохи до-радио».

## I. Факты биографии

Оливер Йозеф Лодж родился в 1851 г. в г. Сток-он-Трент (Стаффордшир, Англия). Он был старшим из девяти детей предпринимателя О. Лоджа. С 14 до 22 лет мальчик помогал своему отцу в качестве агента по продаже голубой глины. Однако ему удалось прослушать курс физики, и в 1875



Попадание молнии 10.06.1880 г. в церковь Св. Марка в Шелтоне (St. Mark, Shelton The Potteries) и схема установки Лоджа [3, 4]



Сэр Оливер Йозеф Лодж (1851–1940)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Sir\\_Oliver\\_Joseph\\_Lodge\\_by\\_Sir\\_George\\_Reid.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Sir_Oliver_Joseph_Lodge_by_Sir_George_Reid.jpg)

г. Лодж получил степень бакалавра наук, а в 1877 г. – доктора наук в университете Лондона. В 1881 г. Лодж был назначен профессором физики и математики в Университетском колледже в Ливерпуле. В 1900 г. он стал первым директором нового Бирмингемского университета и оставался там до своей отставки в 1919 г., после которой поселился в местечке Нормантон в нескольких километрах от Стоунхенджа [1]. За свои заслуги Лодж был награждён медалью Румфорда Королевского общества в 1898 г. и посвящён в рыцари королём Эдуардом VII в 1902 г. В 1928 г. он стал почётным гражданином Сток-он-Трента. О. Лодж умер 22 августа 1940 г.

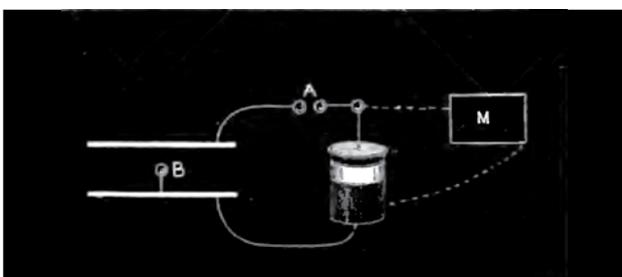
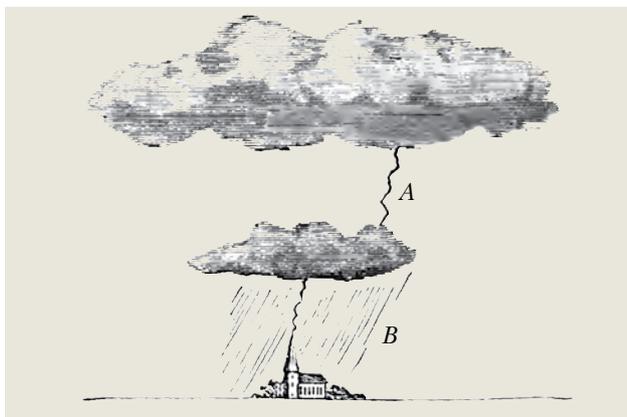
## II. Исследование грозовых разрядов и открытие волн Герца

В 1887 г. Королевское общество искусств предложило Лоджу подготовить цикл лекций о молниезащите зданий [2]. В те годы полагали, что молния представляет собой непрерывный разряд постоянного тока и что защитой от неё могут служить медные громоотводы, размещённые выше зданий и заземлённые медными кабелями, имеющими низкое сопротивление. «Эксперты» в области молниезащиты не могли понять, почему грозовые разряды часто игнорировали медные проводники и выбирали «альтернативные» пути к земле, казалось бы, обладающие более высоким сопротивлением [2]. К середине XIX в. было известно, что разряд молнии возникает в результате накопления грозовым облаком электрического заряда, и, когда разность потенциалов между землёй и облаком превысит некоторую величину, возникает пробой. Лодж представил это как, по сути, разряд конденсатора, сопровождающийся пробоем диэлектрика. Работы В. Томсона, В.-Э. Вебера, В. Феддерсена показали, что электрический разряд лейденской банки может иметь (и чаще всего имеет) колебательный характер. Поэтому О. Лодж считал, что разряд молнии также представляет собой колебания высокой частоты [2] и для имитации молнии использовал разряд лейденской банки. Конденсатор, как правило, заряжался с помощью электростатической машины трения, которая при разведённых кондукторах А соединялась с внутренними обкладками лейденских банок. Внешние

обкладки присоединялись к регулируемому зазору  $B$ . Петля медного провода, имитировавшая провод заземления громотвода ( $L \approx 12$  м,  $R \approx 0,025$  Ом) «закорачивала» искровой промежуток. Разряд должен был «выбирать», по какому пути ему «идти». Лодж утверждал, что на частотах, при которых происходит колебательный разряд молнии, индуктивность соединительного кабеля приводит к очень высокому сопротивлению переменному току. Действительно, уже самые первые опыты показали, что при расстоянии в зазоре  $B$  до 1,43 дюйма (36,3 мм), разряд проходил через воздушный промежуток. Обобщением лекций стала книга «*Lightning conductors and lightning guards*» («Громотводы и защита от молний») [3], в которой Лодж смоделировал различные случаи возникновения молний, способы защиты и расчёта громотводов.

Работы Лоджа стали известны за пределами Великобритании. Так, в России в 1896 г. вышла книга Д. Голова «Теория и практика громотводов», опиравшаяся на физические представления о молниях, развитых О. Лоджем [4]. И хотя представление о молнии как о высокочастотном разряде оказалось неверным, роль индуктивного сопротивления, препятствующего прохождению импульсного разряда молнии, была найдена Лоджем правильно. Даже 50 лет спустя в монографии И.И. Стекольников «Физика молнии и грозозащита» [4] воспроизводится рисунок из книги Лоджа.

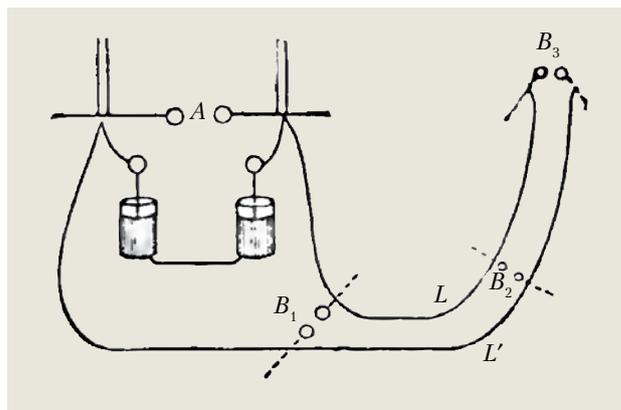
И всё же главное открытие Оливера Лоджа состояло не в определении «альтернативных путей» молний, а в открытии электромагнитных волн. Продолжая свои эксперименты с разрядом лейденских банок в течение весны–лета 1888 г., Лодж заменил петлю провода парой длинных проводов ( $L' = L \approx 29$  м) – см. рисунок внизу справа. Провода присоединяли к кондукторам электрической машины, а разрядный промежуток  $B$ , в виде мостика, мог занимать три разных положения. Лодж писал, что можно было бы ожидать, что если



Моделирование одного из типов грозового разряда [3]

промежутков  $A$  меньше  $B$ , то разряд будет иметь место именно в  $A$ . В действительности всё оказалось не так, более того искры в разряднике  $B$  оказывались максимальными при его дальнем положении [3]. Полученные результаты Лодж сравнил с известными законами для колеблющихся струн. Он предположил, что электрические волны, порождаемые колебаниями в  $A$ , распространялись вдоль провода, как по струне, и отражались на дальних концах. Лодж полагал, что большие искры в положении  $B_3$  были обусловлены тем, что он называл «импульсом отдачи» в конце провода, где происходило отражение волн, так что падающая и отражённая волны имели свои максимальные значения и были в фазе. Это вызывало напряжение, в два раза большее, чем напряжение на искровом промежутке  $A$  [2, 3]. Разряд в  $B_3$  был наиболее интенсивным, когда длины двух проводов  $L$  и  $L'$  были равны половине длины волны (или кратны половине длины волны). Частоту разряда, а значит и длину волны, Лодж варьировал, изменяя ёмкость лейденских банок.

Лодж также обнаружил электрический резонанс (синхронизацию) между двумя частями схемы [2]. Кроме того, ему удалось продемонстрировать существование стоячих волн. В тёмной комнате наблюдалось видимое свечение вдоль провода на расстоянии половины длины волны, что соответствовало пикам напряжения. Весной и летом 1888 г. им был также выполнен ряд других экспериментов, касающихся характеристик электрического разряда. Результаты опытов ещё не были опубликованы, когда в печати появилась работа Г. Герца. И здесь надо отдать должное высокой человеческой и научной культуре О. Лоджа – он написал так: «... некоторые ранние опыты д-ра Герца аналогичны моим на волновых цепях. В этих экспериментах открытый прямоугольник и провода другой формы присоединялись как боковые ответвления выводов искровой катушки; дополнительные или волновые искры были обнаружены в зазоре прямоугольника, и они были приняты в качестве доказательств электрических колебаний, возбуждённых таким образом. Это наблюдение было началом знаменитой серии открытий Герца, и оно очень напоминает то, что наблюдал и я. **На самом деле мы оба были на одном и том же пути, но д-р Герц был немного впереди** (выделено мной. – М.Б.). В июле 1888 г., как было сказано в конце предыдущей



Установка Лоджа, позволившая обнаружить электромагнитные волны [2, 3]

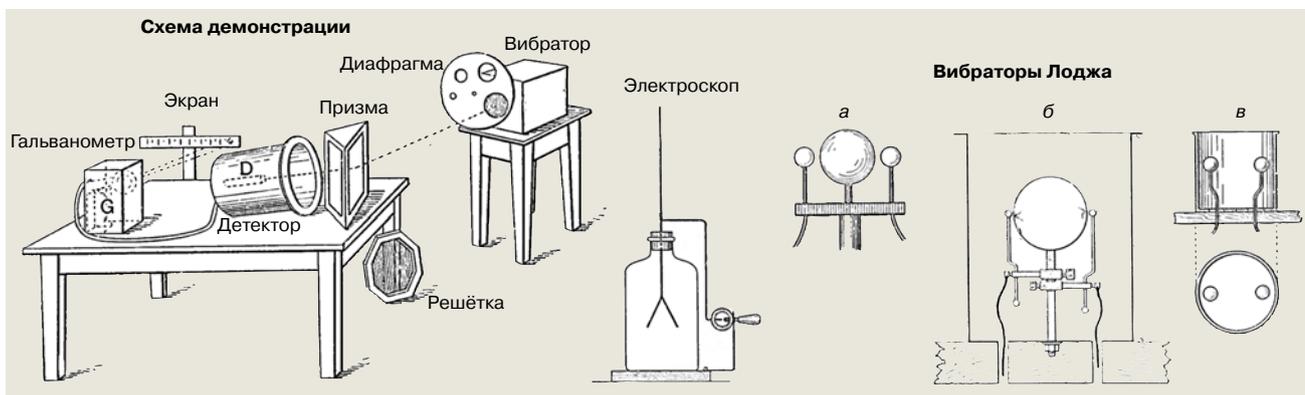
главы, написанной через неделю после появившейся публикации, д-р Герц увенчал свои исследования блестящим ме-муаром в *«Wiedemann's Annalen»*, в котором он описал обнаружение волн с помощью электрического резонатора и измерения их длины методом интерференции. Я также измерял длину волны методом интерференции, проводя исследования только с волнами, распространяющимися вдоль проводов, в то время как Герц работал с волнами на открытом пространстве» [3, с. 107]. Лодж и Герц всегда отдавали друг другу большое уважение и как учёные, и как люди [2].

### III. Пятничная лекция 1 июня 1894 г. в Королевском институте

Лекция, прочитанная О. Лоджем, называлась «Работа Герца и его последователей». Она была опубликована в журнале *«Nature»* [5], *«The Electrician»* [6] и отдельной книгой [7], выдержавшей несколько изданий. Публикации включили в себя не только изложение лекции и последовавшие уточнения (июнь–июль), но и результаты исследований, которые Лодж продолжал в течение лета–начала осени 1894 г. Здесь нужно упомянуть, прежде всего, о сообщении на собрании Британской ассоциации. Неполный перевод работы на русский язык [8] исходит лишь из первой публикации от 7 июня в *«Nature»*, более полно материалы представлены в [9]. Как и в случае лекций о молниезащите, Лодж, прежде всего, провёл дополнительные исследования и разработал «портативный» приёмник волн Герца, ключевым элементом которого был когерер (стеклянная трубочка с металлическими опилками) – чувствительный детектор, работу и свойства которого он подробно описал. Лекция включала в себя: описание вибраторов и различного типа детекторов; демонстрацию волновых свойств «лучей Герца» (излучение, отражение, преломление в призмах и линзах, поляризация и тому подобное); попытку объяснения механизма зрения человека, исходя из теории электрических лучей, – проблема, которой Лодж крайне интересовался и в июне, и в августе 1894 г.

О лекции Лоджа мы уже писали [10], здесь же подчеркнём, что о телеграфировании без проводов, как таковом, Лодж в

1894 г. не мыслил. В кратких отчётах о съезде Британской ассоциации (август 1894 г.), опубликованных в *«Nature»*, нет ни слова о телеграфии. «Во вторник утром состоялось объединённое заседание Секции I, чтобы обсудить теорию зрения. Проф. Оливер Лодж показал эксперименты, иллюстрирующие теорию света Максвелла. Электромагнитные волны, возбуждённые маленьким вибратором, падали на детектор, помещённый в большой медный цилиндр – «шляпу». Детектор состоял из стеклянной трубки, содержавшей железные опилки, которая являлась частью цепи гальванометра. В соответствии с его принципом действия проф. Лодж называет этот детектор «когерером». Под воздействием волн сопротивление его уменьшалось, и ток через гальванометр возрастал. При помощи когерера были продемонстрированы отражение, преломление и поляризация электромагнитных волн. Публика, заполнившая до отказа большой лекционный зал музея, неоднократно выражала искреннюю признательность проф. Лоджу за его блестящие эксперименты. Его электрическая теория зрения может быть коротко описана как предположение, что световые волны не вызывают непосредственно зрительное ощущение, но их действие (сродни тому, какое производили электромагнитные волны в его экспериментах) подобно действию спускового механизма» [5, с. 408]. Аналогичные опыты, включая воздействие принимаемых электромагнитных волн на препарированную лапку лягушки, были описаны и в сообщении от 6 сентября 1894 г. [5, с. 463]. Уже постфактум западные историки науки обратили пристальное внимание не на излагавшуюся теорию зрения, а на то как «отправлялись» и «принимались» электромагнитные волны. В демонстрации 14 августа 1894 г. Лодж «заменял зеркальный гальванометр более чувствительным морским, того типа, который обычно используется для обнаружения телеграфных сигналов, передаваемых по подводному кабелю. Источник электромагнитных волн, расположенный в другом здании на расстоянии около 55 метров, состоял из осциллятора Герца, запитываемого от индукционной катушки. Телеграфный ключ, подключённый к первичной обмотке индукционной катушки, был использован помощником Лоджа для отправления цугов волн как большой, так и малой длительно-



Демонстрационные приборы Лоджа [7]. Общий вид – слева. На табурете: металлический ящик с вибраторами, диафрагма, регулирующая интенсивность излучения. На столе: парафиновая призма, детектор-когерер (в медном цилиндре), связанный проводами с зеркальным гальванометром (в металлическом ящике), который отбрасывает световой «зайчик» на экран. Внизу у ножки стола: поляризационная решётка (рамка с натянутыми медными проволочками). В середине – электроскоп для обнаружения волн Герца [16]. Справа – вибраторы [7, 16]: открытый (а) и направленного излучения – в медных цилиндрах (б, в). Излучение волн вибраторами происходит при искровых разрядах между шарами, соединёнными с электрофорной машиной. Схема демонстрации и рисунки приборов уточнены по [16]

сти, соответствующих чему-то вроде точек и тире азбуки Морзе» [3]. Однако необходимо снова отдать должное О. Лоджу, в третьем издании своих лекций (1900 г.), которое уже будет называться «Передача сигналов через пространство без проводов» («*Signaling across Space without Wires*») он напишет: «Хотя метод передачи сигналов на средние расстояния через стены и другие непроводящие конструкции с помощью волн Герца, испущенных одной станцией и принятых другой станцией с помощью трубок Бранли с опилками, был осуществлён на практике автором и несколькими другими лицами в нашей стране (Великобритании. – М.Б.), этот метод не был применён ими в практической телеграфии. Идея замены гальванометра, который был большей частью хорошо демпфированным гальванометром или морским гальванометром, на реле, работающим как простой клопфер или аппарат Морзе, была очевидна, но так далека от того, что он (О. Лодж. – М.Б.) рассматривал, автор не осознавал, что будет какое-либо преимущество в этом телеграфировании через пространство с такими трудностями, по сравнению с лёгкими, хорошо развитыми и простыми способами телеграфии и телефонии, оказывающимися возможными благодаря соединительным проводам» [11, с. 45].

#### IV. Лекция О. Лоджа. Грозоотметчик А.С. Попова

Лекции Лоджа и его блестящие публичные демонстрации продвинули открытие Герца не только в области понимания свойств электромагнитных волн (по сути, Лодж был «соавтором открытия»), но и в плане распространения их среди широкой публики – оба факта несомненны, но из этого не следует делать вывод, что Лодж в 1894 г. «открыл» эти явления научной общественности России. Одной из первых публикаций, видимо, следует признать обзор П. Бахметьева

«Лучи электрической силы» в «Вестнике опытной физики и элементарной математики» (ВОФЭМ)\* в марте 1889 г.; в феврале 1891 г. этот же журнал начал подробное изложение И. Косоногова «Опыты Герца», а в феврале 1894 г. в ВОФЭМ был опубликован перевод статьи А. Пуанкаре «Свет и электричество по Максвеллу и Герцу».

П. Бахметьев писал «...обратимся к способу Герца воспроизводить “электрический луч”. Этот способ настолько не сложен, что его можно повторить во всяком физическом кабинете, и, наверное, его опыты получат в ближайшем будущем такое же право гражданства в среднеучебных заведениях, как и опыты со светом. В виду этого мы прилагаем здесь схематический чертёж и несколько подробное описание приборов». Известно, что опыты Герца были поставлены в начале 1889 г. проф. Н.Е. Егоровым в Петербургском университете. В 1889/1890 уч. году на собрании офицеров в Минной школе А.С. Поповым был прочитан доклад “Новейшие исследования о соотношении между световыми и электрическими явлениями”, посвящённый свойствам “электрических колебаний в воздухе” [12].

Тем не менее, именно работы Лоджа 1894 г. подтолкнули А.С. Попова (и не только его) к дальнейшему совершенствованию техники приёма-передачи электромагнитных волн, приведших к созданию беспроводной телеграфии. В декабре 1895 г. А.С. Попов писал: «В начале текущего года, я занялся воспроизведением некоторых опытов Лоджа над электрическими колебаниями с целью пользоваться им на лекциях...» [13]. Сравнивая работы Лоджа и Попова, можно увидеть параллелизм между ними.

Разработав прибор собственной конструкции, Попов, прежде всего, показал, что тот по своим параметрам не

Приборы		О. Лодж (1894 г.)	А.С. Попов (1895 г.)
Цель создания		Демонстрация свойств «электрических лучей Герца»	
Предварительное исследование		Изучение свойств «когезии» металла, конструирование детектора волн – когерера	
Излучатель волн		Разряд электрофорной машины; вибраторы: Лоджа, Герца и др.	
Детектор		Когерер конструкции Лоджа** $R_0 \approx 2,5 \text{ кОм}; R_k \approx 0,4 \text{ кОм}$	Когерер конструкции Попова** $R_0 \approx 100 \text{ кОм}; R_k \approx 1 \text{ кОм}$
Декогерер		Клопфер, приводимый в движение часовым механизмом аппарата Морзе; молоточек электрического звонка	Звонковый молоточек, приводимый в движение телеграфным реле
Индикатор		Зеркальный гальванометр, морской гальванометр	Гальванометр д' Арсонваля, электрический звонок, перо братьев Ришар
Характеристики			
Дальность действия	Вне здания	$L = 40 \dots 60 \text{ ярд} = 37 \dots 55 \text{ м}$ , (вибратор Лоджа)	$L = 30 \text{ саж.} = 64 \text{ м}$ Вибратор Герца (излучающие пластины $40 \times 40 \text{ см}$ с искрой в масле, приём на вертикальную антенну длиной 2,5 м)
	Внутри здания	$L = 20 \dots 30 \text{ ярд} = 18 \dots 27 \text{ м}$	Отвечает на разряды электрофора через аудиторию при соединении когерера с проволокой длиной 1 м
Грозовые разряды		Возможно, был способен принимать	Способен принимать

\* Все упоминаемые статьи, опубликованные в ВОФЭМ, можно найти на сайте: <http://www.vofem.ru/ru/>

\*\*  $R_0$  – начальное сопротивление порошка когерера;  $R_k$  – сопротивление «спящих» частиц когерера.

уступает устройству Лоджа, снискавшему признание. Это и было продемонстрировано 7 мая 1895 г. Существенный шаг вперёд, который сделал Попов, заключается в том, что он создал систему автоматического декогерирования, и это оказалось принципиальным моментом. В приборе Лоджа было механическое автоматическое декогерирование, которое производил молоточек, приводимый в движение часовым механизмом. В схеме Попова декогерированием управляет сама **принимаемая электромагнитная волна**. «...Попов впервые достиг того, что сам сигнал осуществлял обратное воздействие. Я полагаю, что в этом и состоит новшество, которым мы обязаны Попову. Оно в скором времени было принято Маркони и другими...», – писал О. Лодж в 1908 г. [14]. У Лоджа было практически всё, чтобы сделать этот шаг; но его прибор до конца ещё не был «электрическим» прибором, и схемы электрической не было. Это новшество А.С. Попова позволило пойти развитию дальше. Второе назначение прибора – «электромагнитный отметчик» (так в [13]), то есть грозоотметчик. То, о чём Лодж упомянул вскользь, стало возможным благодаря новому принципу декогерирования и было осуществлено на практике А.С. Поповым и Г.А. Любославским в июле–сентябре 1895 г. – приём и запись грозовых разрядов (первые эксперименты по регистрации грозовых разрядов относятся к весне 1895 г.). И эта практика раскрыла новые возможности прибора – и Лодж, и Попов первоначально принимали сигналы на десятки метров, а тут со всей очевидностью стало ясно, что не только в теории, но и реально можно принимать электромагнитные сигналы за километры, десятки километров. И Попов отмечает третье назначение прибора, пока лишь потенциальное: «... мой прибор при дальнейшем усовершенствовании может быть применён к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, **как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией**» [13]. Подчёркнутая фраза говорит о том, что на декабрь 1895 г. А.С. Попов видел пока лишь грозы как источник сигналов, которые могут быть приняты на большие расстояния. В 1895 г. А.С. Поповым был сделан шаг от демонстрационного прибора Лоджа к приёмнику беспроводной телеграфии, хотя самой телеграфии ещё не было, но это уже другая тема.

А Оливер Лодж был провозвестником эры радио, «почти отцом» его создания, не зря жители Великобритании считают его родоначальником беспроводной телеграфии.

## V. Взгляды на образование. (Вместо заключения)

Ещё одна сторона деятельности О. Лоджа, о которой мы сегодня знаем меньше всего, – педагогическая, он был автором нескольких учебников по физике и математике, кроме того прочёл в 1905 г. цикл «Школьное обучение и школьная реформа» из четырёх лекций [15]. (Учебные программы и методы. Основное об обучении истории и науке. Реформа средней школы в целом. Основное о проблемах школ-интернатов.) Эта книга не переведена, хотя даже судя по

названию лекций, спектр проблем в ней затронут весьма широкий, а в наши годы перманентных реформ образования было бы очень полезно «из далёка сегодняшнего дня» взглянуть на проблемы образования в зеркале прошлого. Чтобы проиллюстрировать сказанное, приведу лишь два примера.

- **О состоянии «необразованности» английского юноши:** «...я пойду дальше и буду утверждать, что средний школьник сегодняшнего дня невежествен, что он действительно не знает предметы, которым его учили, что тратит годы на латинский, не будучи в состоянии использовать его свободно; что он учит то, что он называет немецким или французским языком, но способен говорить лишь на ломаном наречии, когда оказывается за границей; что он пробубнил и прожевал несколько книг Евклида (иногда только одну книгу), и совершенно невежествен в геометрии».

- **О методе обучения:** «Среди всего того, что я должен вам сказать, нет ничего, в чём бы я не был так уверен, как в том, что не может быть хорош ни один метод обучения, который не приводит к знанию предмета, пропорционально времени и вниманию, отданному ему.

Тренировки ума методами, которые претендуют на преподавание предмета и не учат ему, есть расход драгоценного времени юношества на трудоёмкое вскапывание земли и прополку, земли, на которой ничего не вырастет, от которой нечего и ожидать плодов. Это не только пустая трата времени, это преступление, и оно приводит к времяпрепровождению в неэффективной и непродуктивной деятельности, жизненное время расходуется в направлениях, не сулящих выгоды и вводящих в заблуждение; без надежды на какой-либо исход, и с глазами, закрытыми для понимания возможностей роста и прогресса в мире».

Имеет смысл прислушаться к мнению сэра Оливера Лоджа об образовании и ознакомиться с его опытом в этой области, ведь он был не только крупным физиком своего времени, но и почти 40 лет занимался преподавательской деятельностью, наконец, был отцом 12 детей (шести дочерей и шести сыновей!), многие из которых принесли славу Англии.



«Эта мемориальная доска в память о столетии со дня первой публичной демонстрации беспроводной телеграфии, предшественника современного радио. В лекции, прочитанной в театре 14 августа 1894 г. в Оксфорде на заседании Британской ассоциации, сэр Оливер Лодж, член Королевского общества, продемонстрировал приём сигналов азбуки Морзе, переданных из старой Кларендонской лаборатории на расстояние около шестидесяти метров». Памятная доска была изготовлена на щедрое пожертвование лабораторий фирмы Sharp в Европе и открыта сэром Майклом Атьей, членом Ордена за заслуги, президентом Королевского общества.

## Литература

1. Oliver Joseph Lodge. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Oliver\\_Joseph\\_Lodge](http://en.wikipedia.org/wiki/Oliver_Joseph_Lodge)
2. Rybak J.P. Oliver Lodge: Almost the Father of Radio URL: <http://www.antiquewireless.org/otb/lodge1102.htm>
3. Lodge O.J. Lightning conductors and lightning guards., London, Whittaker & Co, George Bell & Sons, 1892 URL: <http://www.archive.org/details/lightningconduct00lodguoft>
4. Стекольников И.И. Физика молнии и грозозащита. М.–Л.: АН СССР, 1943.
5. Nature, Vol. 50, June 7; 14; 21; July 5; 26; August 23; and September 6, 1894 pp. 133–139; 160–161; 182–183; 225; 305–306; 399, 406, 408; 463.
6. The Electrician, vol. 33, June 8, 15, 22, and July 6, 27, 1894, pp. 153–155, 186–190, 204–205, 271–272, 362. (Цит. по [3].)
7. Lodge O., The Work of Hertz and Some of His Successors. Reprinted from «The Electrician» and revised by Prof. Lodge, New York: The D. van Nostrand Company, London: «The Electrician». URL: <http://www.archive.org/details/workofhertzsomeo00lodguoft>
8. Лодж. О. Творение Герца: В сб. «Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи» // Под ред. проф. В.Н. Ушакова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина)», 2008. С. 144–155.
9. Из предыстории радио: сб. / Сост С.М. Рытов. М.–Л.: АН СССР, 1948. С. 424–448. URL: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RYSOV\\_Sergey\\_Mihaylovich/\\_Rytov\\_S.M..html#02](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RYSOV_Sergey_Mihaylovich/_Rytov_S.M..html#02)
10. Бражников М.А. Из истории создания радио. // Физика-ПС. 2010. № 5.
11. Lodge O. Signalling across Space without Wires being a description of The Work of Hertz and His Successors. 3 edition, London: «The Electrician», 1900. URL: <http://www.archive.org/details/signallingacross00lodgrich>
12. О докладе А.С. Попова, прочитанном в собрании минных и других офицеров в течение XXI учебного года: в сб. «Изобретение радио А.С. Поповым» / Под ред. А.И. Берга. М.: АН СССР, 1945.
13. Попов А.С. Прибор для обнаружения и регистрации электрических колебаний. (Цит. по: [8], с. 158–171.)
14. Лодж. О. Письмо в комиссию, избранную отделом Русского физического общества по вопросу о научном значении работ А.С. Попова. (Цит. по: [8], с. 261–262.)
15. Lodge O. School Teaching and School Reform, London: Williams & Norgate. URL: <http://www.archive.org/details/schoolteachingsc00lodguoft>
16. Томпсон С. Свет видимый и невидимый, С.–П.: Издание Ф. Павленкова, 1899, 192 С. (Thompson S.P. Light visible and invisible. A series of Lectures Delivered at the Royal Institution of Great Britain, at Christmas 1896, L. N.Y.: Macmillan and Co Ltd, 1897. URL: <http://www.archive.org/details/lightvisiblein00thom>)

## Почувствуй себя А.С. Поповым!

К.Ю. БОГДАНОВ

[kbogdanov1@yandex.ru](mailto:kbogdanov1@yandex.ru),

ГОУ лицей № 1586, г. Москва

В 11-м классе ученики узнают о грозоотметчике Попова только по рисункам в учебнике, а при ответе на этот вопрос произносят загадочное слово «когерер». Изобретение А.С. Попова можно сделать гораздо ближе, если продемонстрировать его на уроке, и это очень просто.

Возьмите два одинаковых болта диаметром 4–5 мм и гибкую пластиковую (например, силиконовую) трубку длиной 50 мм, внутренний диаметр которой чуть меньше диаметра болта. С помощью напильника сделайте торцевую поверхность болтов гладкой и ровной. Вкрутите один из болтов внутрь трубки почти до её середины. Потом возьмите железный гвоздь и с помощью напильника изготовьте небольшое количество железных опилок. Поставьте трубку с болтом вертикально и засыпьте опилки в её открытый конец, чтобы они заполнили около 1 мм её длины. Потом вкрутите второй болт так, чтобы сопротивление между болтами составляло 10–50 кОм. Когерер готов.



Чтобы убедиться в том, что когерер «работает», возьмите пьезоэлектрическую зажигалку, дающую только искру (без пламени), которую можно купить за 50 руб. в супермаркете. Если когерер сделан «правильно», то искра будет уменьшать сопротивление когерера до сотни, а иногда и десятков ом. После этого, слегка постучав по трубке, можно опять привести когерер в рабочее состояние.

Можно собрать очень простую схему из когерера, батарейки и светодиода, включив их последовательно. Сопротивление когерера сначала довольно большое, и светодиод не горит. Если искра зажигалки возникает на расстоянии не больше 20 см, то сопротивление когерера падает, и светодиод загорается. Такая простая и современная демонстрация опыта А.С. Попова, запомнится ученикам.



■ *Татьяна Николаевна Ольшевская* начала свою педагогическую деятельность после окончания физико-технического факультета Тульского ГПИ им. Л.Н. Толстого в Шульгинской сельской 8-летней школе, где директором была *Панова Варвара Сергеевна*. Удивительная женщина, которую на селе все любили и уважали, но слегка побаивались. Через три года пришлось переехать в Зеленоград и продолжить работу учителем физики в школе № 897, а после рождения первенца – в школе № 853 (где и работает до сих пор уже 32 года). Директором был *Тягилев Анатолий Кондратьевич*, ещё один удивительный человек. Он постоянно ставил перед педагогическим коллективом новые цели и задачи. Так, в 1994 г. в школе были открыты лицейские физматклассы на базе МГИЭТ. И Татьяна Николаевна вместе с преподавателями института разрабатывала программу для них, систему зачётов, контрольных и лабораторных работ, которую непрерывно совершенствует до сих пор. Благодаря этой работе она в 2006 г. была удостоена премии города Москвы в области образования. Кроме того, она отличник народного образования, дважды Соросовский учитель, награждена грамотами МГИЭТ (ТУ) и департамента образования, не раз получала гранты, награждена медалью «В память 850-летия Москвы». Многие её ученики побеждали на городских и окружных олимпиадах, участвовали во всероссийских олимпиадах по физике, удаивались дипломов научных конференций. Выпускники стабильно поступают в такие ведущие вузы, как МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, МИФИ, МГИЭТ, МАИ. Хочется назвать особенно талантливых молодых людей: Тренчук Федя, Патюкова Леночка, Севальнёв Дима, Тамаров Костя, Харин Вася, Малышкин Юрий.

Желание быть учителем, по-видимому, было заложено с детства. О карьере учителя мечтала ещё

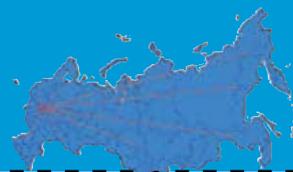
мама Татьяны Николаевны, но военное время не позволило ей осуществить мечту, – пришлось стать лесоводом: посадка, вырубка, чистка леса, лесополоса... Понятно, почему дочь выбрала педагогический! Но физика? А здесь сыграла решающую роль школьная учительница физики – Яшина Нина Арсентьевна. И вот уже 39 лет Татьяна Николаевна преподаёт физику в школе. Она до сих пор учится, перед каждой лекцией, семинаром или уроком просматривает много разной литературы, продумывает ход урока, готовит презентации. Она открыла ученикам пространство Интернета.

Всё что сказано выше, свидетельствует о призвании и признании. А что такое призвание учителя? Это долг перед собой и перед учениками, это требовательность к себе, огромная ответственность и любовь. Призвание – это и огромный труд. Теперь уже можно подводить итоги. «Главное, делайте всё со страстью. Это очень украшает жизнь», – говорил в своё время Л.Д. Ландау. Это один из девизов, которому педагог и старается следовать. Татьяна Николаевна всегда старалась научить детей главному – думать, уметь принимать верные решения в трудных ситуациях, никогда не сдаваться и радоваться даже маленькому успеху на пути к поставленной цели. Вот её основные принципы: ● учитывать способности детей, их подготовку к восприятию нового материала ● подходить индивидуально к каждому ребёнку – ведь нет абстрактного ученика ● внедрять развивающее и личностно-ориентированное обучение, включать внутренние механизмы развития личности ученика, создавать творческую атмосферу для его развития ● уважать ребёнка – принцип трёх «Т»: **талант** (воспитанников) плюс **терпение** (учителя), плюс **труд** (совместно учителя и ученика) ● предоставлять свободу выбора для приложения своих сил и знаний.

*От всей души желаем Татьяне Николаевне  
долгих лет жизни и творчества!*

*Вы блестящий учитель, у вас прекрасные ученики!*

# Педагогический университет «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ» КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ



**Дистанционное отделение** приглашает всех работников образования, вне зависимости от места проживания, на курсы первого потока 2011/2012 учебного года. Заявки принимаются до 30 сентября 2011 г. по почте (необходимо использовать приведенный здесь бланк заявки) или в режиме on-line на сайте <http://edu.1september.ru>, последнее — предпочтительнее.

Итоговый документ о прохождении дистанционных курсов — удостоверение установленного образца от Педагогического университета «Первое сентября» и факультета педагогического образования МГУ им. М.В. Ломоносова.

Курсы платные. Базовая стоимость дистанционного курса (без скидки) составляет 1990 руб. (курсы без видеоподдержки) и 2190 руб. (для курсов с видеоподдержкой).

Скидки в размере до 40% предоставляются при оплате до 30 июня 2011 г. подписчикам изданий «Первое сентября» (только при оформлении подписки через редакцию на два полугодия), членам Педагогического клуба, участникам наших образовательных проектов (в число участников указанных проектов входят слушатели курсов повышения квалификации Педагогического университета и участники фестивалей «Открытый урок» и «Портфолио»).

**Очное отделение** приглашает жителей Москвы и Московской области на курсы первого семестра (октябрь — декабрь 2011 г., занятия 1 раз в неделю) и на интенсивные курсы в июне 2011 года (с 30 мая по 17 июня). Заявку на очные курсы можно подать по телефонам (499) 240-02-24 с 15.00 до 19.00 или (499) 249-47-82 с 10.00 до 17.00 по рабочим дням. Прием заявок на очные курсы заканчивается по мере наполнения групп.

Итоговые документы о прохождении очных курсов — удостоверение установленного образца от Педагогического университета «Первое сентября» и удостоверение государственного образца от Московского института открытого образования.

Базовая стоимость очного курса — 5400 руб.

Информация о предлагаемых курсах по вашей специальности опубликована в этом номере газеты.

**БЛАНК ЗАЯВКИ НА ДИСТАНЦИОННЫЕ КУРСЫ  
ПЕРВОГО ПОТОКА 2011/2012 УЧЕБНОГО ГОДА**



ФАМИЛИЯ \_\_\_\_\_  
ИМЯ \_\_\_\_\_  
ОТЧЕСТВО \_\_\_\_\_  
ДАТА РОЖДЕНИЯ \_\_\_\_\_

ИНДЕКС        
АДРЕС (регион, р-н, нас. пункт, улица, дом, корп., кв.) \_\_\_\_\_

ТЕЛЕФОН \_\_\_\_\_  
E-MAIL \_\_\_\_\_  
МЕСТО РАБОТЫ \_\_\_\_\_  
ДОЛЖНОСТЬ \_\_\_\_\_

### ВАЖНО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКИДКИ!

Если вы

- являетесь членом ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КЛУБА «Первое сентября»

или

- в 2010/2011 учебном году участвовали в фестивалях «Открытый урок» или «Портфолио», обучались на курсах Педагогического университета «Первое сентября», укажите, пожалуйста, номер вашей клубной карты/идентификатор:    -    -

я хочу пройти обучение по дистанционным курсам (укажите коды)

Новинка!

Л.С. Хижнякова, А.А. Сиявина

Новая линия учебников

# Физика

Серия «Эврика»

- единство теоретического материала и эксперимента
- классический стиль построения курса
- уровневая дифференциация подачи материала

### Учебный материал:

- формирует познавательный интерес к физике;
- дает целостное представление о физической картине мира;
- содержит большое количество экспериментальных заданий.

### УМК для 7 класса:

- рабочие программы для учителя (7–11 классы);
- учебник;
- рабочие тетради;
- методическое пособие.



Тел./ факс:  
(495) 611-15-74, 611-23-59  
E-mail: [pr@vgf.ru](mailto:pr@vgf.ru),  
[sales@vgf.ru](mailto:sales@vgf.ru)  
Посетите наш  
интернет-магазин  
на сайте: [www.vgf.ru](http://www.vgf.ru)



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ВЕНТАНА  
ГРАФ

Учебники включены  
в федеральный перечень



Издательский дом

**ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ**

представляет



# Льготная редакционная подписка на II полугодие 2011 года



Подпишитесь на нашем сайте  
**www.1september.ru**

**и вы получите скидку на подписку!**

## БУМАЖНАЯ ВЕРСИЯ

(получение по почте)



~~1200  
рублей~~

1080  
рублей

- льготная цена  
на полгода

960  
рублей

- льготная цена на полгода  
для тех, кто подписывался  
через сайт на первое  
полугодие 2011 года

## ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ

(получение по интернету)



~~780  
рублей~~

699  
рублей

- льготная цена  
на полгода

599  
рублей

- льготная цена на полгода  
для тех, кто подписывался  
через сайт на первое  
полугодие 2011 года

Справки по телефону: 8-499-249-47-58, e-mail: [podpiska@1september.ru](mailto:podpiska@1september.ru)

21 марта –  
День весеннего  
равноденствия



ФИЗИКА