

# ФИЗИКА

ISSN 2077-0049  
ОСНОВАН В 1992 г.  
№ 13 (932)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

fiz.1september.ru



▶ с. 4

**Научная школа  
методистов-  
физиков  
А.В. Усовой**



**Что такое  
медицинская  
томография?**

▶ с. 60



▶ с. 51

**Авария на АЭС  
«Фукусима-1»:  
уроки  
Чернобыля**

**Практическая  
астрономия  
и космология**  
с.30

**Подготовка  
к ГИА  
и ЕГЭ**  
с.43

**Ключи  
к решению  
задач**  
с.47

**Создадим  
интерактивный  
решебник!**  
с.58

# В номере

## НАУЧНАЯ ШКОЛА ПРОФ. А.В. УСОВОЙ

- 4 Академик РАО проф. А.В. Усова
- 5–6 Проф. Ю.А. Сауров,  
чл.-корр. РАО  
Профессор А.В. Усова:  
методологический портрет
- 7–10 Проф. А.А. Шаповалов  
Обучение школьников  
логическому  
конспектированию  
учебного материала
- 11–13 Проф. Е.Э. Фискинд  
Изучение термодары как  
источника ЭДС. 11 класс
- 13–15 Проф. О.А. Яворук  
Изучение восприятия  
времени человеком.  
10–11 классы
- 16–20 Проф. И.Л. Беленок  
Графические задачи
- 21–23 Р.А. Касимов  
Самостоятельная работа по  
физике в школе
- 24–26 Проф. А.Н. Крутский  
Уровни формирования  
понятий

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

- 26–28, 57–58 Рефераты электронных  
публикаций

## ЮБИЛЕИ НАШИХ АВТОРОВ

- 29 Поздравляем Надежду  
Николаевну Тулькибаеву
- 62 Поздравляем Светлану  
Антроповну Трубочеву
- 62 Поздравляем Геннадия  
Петровича Саламатова

## АСТРОНОМИЯ

- 30, 31, 34, 35 Проф. В.М. Чаругин  
Звёздное небо в сентябре
- 32–33 Проф. В.М. Чаругин  
Роскошный часослов  
герцога Беррийского  
(1410–1415 гг.): СЕНТЯБРЬ

- 36 В.Ф. Карташов  
Практические работы по  
астрономическим данным  
из Интернета: светила на  
небе

## НАУКА И ТЕХНИКА: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

- 33 Л.В. Пигалицын,  
Народный учитель России  
Новости
- 51–54 А.Б. Колдобский  
Авария на АЭС  
«Фукусима-1»

## ЭКСПЕРИМЕНТ

- 37–40 Г.Г. Никифоров,  
О.А. Повалев  
Комплекты оборудования  
для проверки  
экспериментальных  
умений. 9 класс

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

- 43–46 В.А. Грибов  
ЕГЭ: решаем задачи  
части С
- 46 К.Ю. Богданов  
ЕГЭ по-американски

- 47–50 Л.Э. Генденштейн  
Система обучающих задач  
по физике. 7–11 классы

## МЕТОДИКА

- 41 В.П. Шевцов  
Тепловые явления.  
Изменение агрегатных  
состояний вещества. 8 класс

## И ШКОЛЬНИКУ, И УЧИТЕЛЮ, И...

- 55 Е.В. Алексеева  
Пять вопросов о ...  
металлах. 7–11 классы

- 56 Е.П. Суханькова  
Зачем школьнику сотовый  
телефон. Сайты для  
подготовки к ЕГЭ и ГИА

- 59 В.Б. Булюбаш  
Почему же, почему?..

- 60–61 Как это устроено?  
Медицинская томография

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ  
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Главный редактор:

Артем Соловейчик  
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:

Константин Шмарковский  
(финансовый директор)

Развитие, IT и координация проектов:

Сергей Островский  
(исполнительный директор)

Реклама и продвижение:

Марк Сартан

Мультимедиа, конференции  
и техническое обеспечение:

Павел Кузнецов

Производство:

Станислав Савельев

Административно-хозяйственное  
обеспечение: Андрей Ушков

Главный художник:

Иван Лукьянов

Педагогический университет:

Валерия Арсланьян  
(ректор)

ГАЗЕТА ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Первое сентября – Е.Бирюкова

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

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 № ФС77-44336 от 21.03.11

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 15.06.11,

фактически 15.06.11 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

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



К материалам, обозначенным этим символом, есть приложение на CD-диске.



Издаётся с 1992 г.  
Выходит один раз в месяц

## РЕДАКЦИЯ:

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

Консультанты:  
И.Д. Воронова,  
В.А. Козлов,  
Н.Ю. Милокова

Дизайн макета, обложка:  
И.Е. Лукьянов

Корректура и набор:  
И.С. Чургеева

Верстка:  
Д.В. Кардановская

Газета распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 4000 экз.

Тел. редакции: (499) 249-2883

E-mail: [fiz@1september.ru](mailto:fiz@1september.ru)

Internet: [fiz.1september.ru](http://fiz.1september.ru)

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Н.Д. Козлова** – председатель, **Л.Э. Генденштейн** (к.ф.-м.н., ИСМО РАО), **М.Д. Даммер** (проф., д.п.н., ЧГПУ, г. Челябинск), **М.Ю. Демидова** (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. Москва), **В.В. Майер** (проф., д.п.н., ГПИ, 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).

## 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. Бражник** (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).

Электронные публикации рецензируются, но не оплачиваются. 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 версия - 26119

## ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

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

**На диске****Полнотекстовый № 13 в pdf-формате****Дополнительные материалы к публикациям номера (см. с. 2)****Ученики и коллеги академика А.В. Усовой – к юбилею**

- **Бобров А.А., Сурувикина С.А.**, проф. (ОМГПУ, г. Омск). Технология проведения фронтальных лабораторных работ без готовых описаний.
- **Даммер М.Д.**, проф. (ЧГПУ, г. Челябинск). V Всероссийская олимпиада студентов по теории и методике обучения физике. Анализ результатов и презентация. // Биография академика в фотографиях и воспоминаниях учеников.
- **Елагина В.С.**, проф. (ЧГПУ, г. Челябинск). Биомеханика: межпредметный элективный курс, 26 ч, 9 кл. Гл. 6. Изучение воздействий физических факторов на организм человека (8 ч).
- **Карасова И.С.**, проф. (ЧГПУ, г. Челябинск). Электромагнитные волны. Два модуля (из трёх) в составе модульной программы «Свойства электромагнитных волн», 11 класс.
- **Оспенникова Е.В.**, проф., **Оспенников Н.А.** (ППГУ, г. Пермь). Формирование у учащихся обобщённого подхода к работе с интерактивными учебными моделями по физике.
- **Пронина И.И.** (ОГТИ, г. Орск). Формирование мышления учащихся на уроках при помощи учебных физических задач.
- **Шаповалов А.А.**, проф. (АлтГПА, г. Барнаул, Алтайский кр.). Обучение школьников логическому конспектированию учебного материала.
- **Шефер О.Р.**, проф. (ЧГПУ, г. Челябинск). Особенности решения расчётных задач по астрономии.

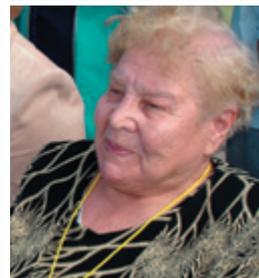
**Регулярные электронные публикации**

- **Белюстов В.Н.** (МОУ Борисоглебский центр образования, г. Борисоглебск, Воронежская обл.). Майкл Фарадей (22.09.1791–25.08.1867). Краткая биография и презентация.
- **Винокурова Р.П.** (ССОШ, с. Сулгача, Амгинский улус, Республика Саха (Якутия). Первый урок решения задач, 7 кл.
- **Галимова Т.Н.** (МОУ гимн. № 26, г. Набережные Челны, Татарстан). Урок решения задач на расчёт пути, скорости и времени движения при равномерном прямолинейном движении, 7 кл.
- **Ганат С.А., Муравьёв С.Е.** (НИЯУ МИФИ, г. Москва). Дистанционные on line курсы НИЯУ МИФИ по подготовке к ЕГЭ по физике.
- **Генденштейн Л.Э., Орлов В.А.**, проф. (ИСМО РАО, г. Москва), **Кошкина А.В.** (МОУ СОШ № 37, г. Архангельск). Ключи к решению физических задач по кинематике в таблицах. Прямолинейное равноускоренное движение.
- **Демидова М.Ю.** (МИОО), **Никифоров Г.Г.** (ИСМО РАО), **Камзеева Е.Е.** (ОМЦ ЮОУО), г. Москва. Модели экспериментальных заданий ГИА и конкретные примеры, 9 кл.
- **Есин В.И.** (МОУ ЗСОШ, с. Запрудное, Кстовский р-н, Нижегородская обл.). Термоядерные реакции. Энергетические характеристики звёзд. Конспект урока (2 ч) в рамках авторского курса ФИЗИКА+АСТРОНОМИЯ (тема «Энергия атомного ядра»), 9 кл.
- **Задорожная С.В.** (МОУ СОШ № 125 с УИОП, г. Снежинск, Челябинская обл.). Послесловие к уроку на тему «Прямолинейное и криволинейное движение», 10 кл.
- **Золова Н.А.** (МОУ СОШ № 98, г. Барнаул, Алтайский кр.). Познай самого себя. Программа предпрофильного курса, 34 ч, 7 кл., календарно-тематическое планирование и 8 практических работ.
- **Ильясова Т.В.**, проф. (ОГПУ, г. Оренбург). Учебные слайды к курсу физики 7–8-го классов. Обучающая презентация на тему «Тепловые явления», 8 кл.
- **Кулик Г.А.** (МОУ ДСОШ № 6, г. Домодедово, Московская обл.). Сказка глазами физика. Открытый урок решения задач по теме «Механическое движение и его виды. Скорость», 7 кл., с презентацией, диаграммой итогов самостоятельной работы и оценкой качества знаний.
- **Назаров А.И.** (МОУ БСОШ, с. Бобровка, Самарская обл.). Сказка о Силе Трения. 7 кл.
- **Радченко Т.И.** (МОУ СОШ № 26, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания). Повышение уровня восприятия учебного материала при подготовке школьников к ЕГЭ. Создадим интерактивный решебник! Презентация «Процессы в колебательном контуре», 11 кл.
- **Старикова Е.М.** (ЧелГМА, г. Челябинск). Работоспособность обучающихся и способы её повышения на занятиях по физике.
- **Цыганков В.В.** (СООШ им. М.С. Добрынина, д. Савеево, Рославльский р-н, Смоленская обл.). Материалы к урокам по темам «Сила», «Условия плавания тел. Закон Архимеда», контрольная работа по разделу «Давление твёрдых тел, жидкостей и газов» в 2-х вар., 7 кл.
- **Широкова Т.В.** (Блиц-турнир по теме «Плавление и кристаллизация», 8 класс. Сценарий внеклассного мероприятия и самоанализ.

**Из архива Народного учителя России Л.В. Пигалицына** (МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск, Нижегородская обл.). Иллюстративный материал к темам, изучаемым в курсе физики в сентябре по УМК А.В. Пёрышкина, Е.М. Гутник (7–9-й классы) и Г.Я. Мякишева (10–11-й классы) • **7 класс:** Введение. Наблюдения и опыты. Физические величины и их измерение. Физика и техника. Учёные. Строение вещества. Состояние вещества. Диффузия (68 рис.) • **8 класс:** Тепловые явления (Температура. Виды теплопередачи. Тепловые двигатели) (45 рис.) • **9 класс:** Кинематика (15 рис.) • **10 класс:** Прямолинейное движение. Движение по окружности. Кинематика твёрдого тела (38 рис.) • **11 класс:** Законы постоянного тока (31 рис.). Электрический ток в металлах (10 рис.), в полупроводниках (16 рис.), в газах (21 рис.), в вакууме (6 рис.), в электролитах (14 рис.) • Файл с URL-адресами.

## Академик РАО проф. А.В. Усова

Антонина Васильевна Усова – доктор педагогических наук, профессор, действительный член Российской академии образования



● Окончила Казанский ГПИ в 1946 г., затем там же – аспирантуру по методике преподавания физики.

● С 1951 г. (60 лет!) работает в Челябинском ГПИ (ныне университете). В 1952 г. защитила кандидатскую диссертацию в АПН РСФСР по проблеме политехнического образования на тему «Вопросы сельскохозяйственной техники в курсе физики средней школы».

● В 1969 г. защитила докторскую диссертацию в Ленинградском ГПИ им. А.И. Герцена на тему «Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий (на материале курса физики первой ступени)».

● С 1973 по 2006 гг. возглавляла кафедру теории и методики обучения физике в ЧГПУ.

● В настоящее время она: ● член трёх диссертационных советов – по теории и методике обучения физике при ЧГПУ, по теории и истории педагогики при ЧГПУ и ЧелГУ ● почётный доктор ЧГПУ, Шадринского ГПИ и Тираспольского ГПУ (Молдавия) ● автор теории формирования у учащихся физических понятий, теории формирования у учащихся обобщённых учебно-познавательных умений, проблемы межпредметных связей, новой концепции естественнонаучного образования, основанной на опережающем изучении курсов физики (начиная с 5-го класса) и химии (начиная с 6-го класса), форм организации учебных занятий и др.

● Инициатор создания зонального объединения и совета преподавателей физики, методики преподавания физики, астрономии и общетехнических дисциплин педвузов Урала, Сибири и Дальнего Востока (до 2011 г. проведено 43 зональных совещания и конференции).

● Автор свыше 500 научных публикаций, редактор 22 книг, 5 пособий, в том числе: «Методики преподавания физики в восьмилетней школе», «Методики преподавания физики в 8–10 классах средней школы».

● Соавтор монографий «Связь преподавания физики в школе с сельскохозяйственным производством» (вместе с Н.С. Антроповой, «Просвещение», 1965 и 1976 гг.); «Учебные конференции и семинары по физике в средней школе»; «Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики» (вместе с А.А.Бобровым, «Просвещение», 1988 г.).

● Автор монографии «Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения физике» (серия «Труды действительных членов и членов-корреспондентов Академии педагогических наук СССР», издательство «Педагогика», 1986 г., переведена на испанский язык); «Теория и методика обучения физике в средней школе» («Высшая школа», 2005 г.).

● Руководитель 97 кандидатских и 24 докторских диссертаций по теории и методике обучения физике и педагогике. Ученики работают в педвузах Урала и Сибири, Поволжья, странах ближнего зарубежья: Кыргызстана, Казахстана, Молдавии, Азербайджана, Белоруссии, Узбекистана, Таджикистана.

● Плодотворный труд Антонины Васильевны отмечен орденом Ленина, медалями «За доблестный труд в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.», «За доблестный труд», «За заслуги перед Отечеством» II-й степени, медалью Н.К. Крупской и медалью К.Д. Ушинского, Золотыми медалями «За достижения в науке» РАО (2007 и 2011 гг.).

Родилась Антонина Васильевна 4 августа 1921 г. в с. Корлыханово Ново-Белокатайского района Башкирской ССР. Мама, Мария Сергеевна, была учителем начальных классов и заведующей начальными школами, отец, Василий Иосифович, – бухгалтером. В семье кроме четырёх дочек воспитывались младшие братья и сёстры отца. В 1933 г., вскоре после смерти Василия Иосифовича, семья переехала в Татарскую АССР. В школу девочка пошла в 1929 г. и окончила её в 1939 г. с аттестатом отличника и похвальной грамотой. Поступила на физмат Казанского университета. В годы войны обучалась заочно, работая учителем физики и математики. В 1942–1946 гг. была первым секретарем Лаишевского райкома комсомола Татарской АССР.

У Антонины Васильевны большая семья – двое детей, внук и три внучки. Дочь, Галина Алексеевна, – доктор психологических наук, профессор, ректор Черноморской академии гуманитарных наук, действительный член РАО. Сын, Виктор Алексеевич, – кандидат педагогических наук, директор Челябинского филиала Университета РАО. Зять, Берулава Михаил Николаевич, – доктор педагогических наук, действительный член РАО. Антонина Васильевна увлекается историей Отечества, много читает, любит путешествовать по стране. Главное своё предназначение она видит в том, чтобы помогать людям.

*От всей души желаем Антонине Васильевне здоровья, долгих лет жизни, неувядающего мастерства и интереса к окружающему!*

*Ваша мудрость – гарантия наших успехов!*

*Вы блестящий учитель, у Вас прекрасные ученики!*

# Профессор А.В. Усова: методологический портрет

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: юбилей, академик проф. А.В. Усова, дидактика физики

Проф. Ю.А. САУРОВ  
sya@physics2.kirov.ru,  
д.п.н., чл.-корр. РАО, ВятГГУ,  
г. Киров

■ Академик РАО, профессор Антонина Васильевна Усова – историческая личность в дидактике физики и педагогике. Для меня удовольствие утверждать, что по активности, глубине и чистоте видения научных проблем, результатам научных исследований Антонина Васильевна вне конкуренции. Ниже приведён список пятнадцати основных работ, которые вышли в свет уже в XXI в. [1–15]. Попробуйте сделать так же! Какая широта тем! И это не считая свыше 500 более ранних публикаций!!!

Первая грань личности А.В. Усовой – подвижник образования. Она живёт в этом мире, пишет о нём, изменяет его. Это по обычному счёту – судьба, по большому счёту – миссия. Антонина Васильевна – не кабинетный учёный. Она смело конструирует учебный процесс, участвуя в различных педагогических экспериментах. Меня просто покоряют её учительские корни и её отношение к учителям – уважительное, заинтересованное, живое.

Вторая грань личности – организатор научной работы, студентов, учителей, аспирантов, докторантов, преподавателей вузов. Антонина Васильевна предлагает блестящие темы для кандидатских и докторских диссертаций, что даёт возможность соискателям разрабатывать целое научное направление в дидактике физики. Антонина Васильевна ревнива в научной работе, но она увидела «искру божью» во многих молодых исследователях и поддержала их. Это дорогого стоит. Не случайны и успехи: 97 кандидатских и 24 докторских диссертации выполнены под её руководством. Кто ещё в дидактике физики имеет такой результат?! Приведём только три примера исследований, которые актуальны, с нашей точки зрения, и сейчас: «Теоретико-методические основы диагностики и прогнозирования процесса обучения будущего учителя физики в педвузе» (В.И. Тесленко, 1996), «Проблемы взаимосвязи содержательной и процессуальной сторон обучения при изучении фундаментальных физических теорий в школе» (И.С. Карасова, 1997), «Теоретико-методические основы построения интегративных курсов в школьном естественнонаучном образовании» (О.А. Яворук, 2000).

Ключевым моментом в деятельности А.В. Усовой, с нашей точки зрения, является организация коммуникации. От неё, как на стержень, нанизываются понимание, мышление, рефлексия, живая активность. Конечно, это требует воли в выстраивании отношений, в организации всех видов деятельности, в управлении той или иной деятельностью учеников и коллег. Антонина Васильевна это может. Не случайно Челябинск – признанный центр исследований по методике обучения физике, а научная школа Усовой ни в чём не уступает школам Москвы и Санкт-Петербурга.

Третья грань личности А.В. Усовой – она конкретный практик, методист и педагог от проблем реальности. Нет числа прочитанным лекциям, трудно определить число практико-ориентированных статей, книг. Для учителей и студентов она пишет выверено просто, чисто, без новомодных кульбитов. Вот пример дальновидной позиции. При обилии учебников и методик-однодневок Антонина Васильевна занимает принципиальную, а с нашей точки зрения, и государственную позицию. Она в предисловии методики пишет: «Автор данного издания ставит перед собой задачу – создание такой методики, которая не была бы “привязана” к конкретному учебнику...» [13, с. 3–4]. И такая позиция продуктивна. Антонина Васильевна удивительно остро воспринимает новые простые эффективные методические решения. При этом она движитель других, не боится тратить силы и время на аспирантов, соискателей, учителей.

Четвёртая грань личности А.В. Усовой – она страстный, глубокий исследователь, основатель ряда научных направлений: ● Во-первых, много сил Антонина Васильевна потратила, чтобы построить и распространить довольно точный и удобный инструментальный методических измерений – поэлементный и пооперационный анализ. За этим будущее дидактики ● Во-вторых, фундаментальным вкладом является ряд работ по проблеме формирования научных понятий. Опорой была докторская диссертация А.В. Усовой «Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий (на материале физики первой ступени)» (1969). Обычно предлагаемая в диссертационных исследованиях по формированию научных понятий методика неэффективна, и потому плохо внедряется. А Антонина Васильевна более тридцати лет строит и строит десятки крупных работ, от монографий до пособий, в которых «от абстрактного к конкретному» развёртывает мето-



Академик РАО проф. А.В. Усова и чл.-корр. РАО проф. Ю.А. Сауров, 2007

дическую систему формирования понятий [14]. Такого постоянства и верности теме ни у кого из методистов нет. Во многие нормативные документы (в частности, в программу по физике) вошли обобщённые планы изучения закона, явления и прочее. А они построены на основе системы понятий. Существенным достижением профессора А.В. Усовой является организация по

этой фундаментальной теме 12 всероссийских конференций «Методология и методика формирования научных понятий у учащихся школ и студентов вузов» ● В-третьих, А.В. Усова со своими учениками уже довольно давно разнопланово исследовала проблему перегрузки школьников учебным материалом. Но проблема из-за несистемного отношения к учебному процессу организаторов образования жива и сейчас ● В-четвёртых, А.В. Усова – талантливый конструктор многих частных и общих методических решений. Революционным, например, для сегодняшнего довольно унылого обеспечения учебного процесса физическим экспериментом выглядит планирование темы «Электромагнитная индукция» в 9-м классе из 12 уроков с четырьмя лабораторными работами: 1. Сборка электромагнита и его испытание. 2. Изучение работы электродвигателя постоянного тока. 3. Изучение явления электромагнитной индукции. 4. Изучение работы трансформатора. И в этом проявляются как лучшие классические традиции обучения физике, так и современные глубокие представления о самом процессе усвоения физических знаний. Тут не убавить и не прибавить. Просто надо брать пример.

Наконец, великая грань личности А.В. Усовой – патриотизм. Без этого нет эффективного служения делу народного (именно народного!) образования. В смутное время она ни словом, ни делом не предала великих предшественников, продолжает опираться на труды К. Маркса, Н. Крупской по вопросам методологии и воспитания. И это дорогого стоит. Верность – не абстрактная категория. С 1 января 1951 г. Антонина Васильевна работает в одном институте. Очевидно, что это взаимная любовь. А как она пишет о своей родной школе в Лаишевке, что недалеко от Казани!

Антонина Васильевна – жёсткий боец. Когда речь заходит о принципах построения её родного физического, шире – естественнонаучного – образования, она не боится выступить «против».

Я не только рефлексирующий наблюдатель конкретной практики Антонины Васильевны, но и внимательный читатель её работ. Мысленно спорю, читая работы из Челябинска, бережно храню и периодически перечитываю. Когда в уме просматриваю в целом её деятельность, удивляюсь целеустремлённости, мудрости, точности действий. История мелочи убирает, оставляет главное. И дай бог профессору А.В. Усовой добрых дел и добрых людей!

В мае 2007 г. мы с Антониной Васильевной оказались (вдвоём из методистов-физиков) на международных Лихачевских чтениях в Санкт-Петербурге. Осмысливая её научное выступление, наблюдая её активность в общении и обсуждении проблем, я позавидовал чёткой позиции деятеля государственного масштаба. Для меня очевидно: профессор всегда готова на мысль и на действие. И как рядовой боец педагогического фронта, и как генерал.

#### Список последних работ академика А.В. Усовой в новом веке

1. Школа Усовой. Челябинск, 2006. 68 с.
2. Усова А.В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе. Челябинск, 2000. 221 с.
3. Усова А.В. Задачи и задания, требующие комплексного применения знаний по физике, химии и биологии. Челябинск, 2000.
4. Усова А.В. Теория и методика обучения физике. Общие вопросы. Курс лекций. Санкт-Петербург, 2002. 157 с.
5. Усова А.В., Беликов В.А. Учитесь самостоятельно приобретать знания. М.: Педагогика, 2003.
6. Усова А.В. Краткий курс истории физики. М.: Педагогика, 2003. 186 с.
7. Усова А.В. Теория и практика развивающего обучения. Курс лекций. М.: Педагогика, 2004. 128 с.
8. Усова А.В. Методология научных исследований: Курс лекций. Челябинск: ЧГПУ, 2004. 130 с.
9. Усова А.В. Критерии качества знаний учащихся, пути его повышения. Челябинск, 2004. 53 с.
10. Усова А.В. Новая концепция естественнонаучного образования и педагогические условия её реализации. Челябинск, 2005. 48 с.
11. Усова А.В., Даммер М.Д. и др. Интегративные формы учебных занятий в системе развивающего обучения. – Челябинск, 2005. 182 с.
12. Усова А.В. Теория и методика обучения физике в средней школе. – М.: Высш. шк., 2005. 302 с.
13. Усова А.В. Теория и методика обучения физике в основной школе. Часть вторая. Частные вопросы. – Ульяновск, 2006. 288 с.
14. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / 2-е изд. М.: Изд-во университета РАО, 2007. 309 с.
15. Усова А.В. Проверка и пути повышения качества знаний учащихся. Челябинск, 2007.

# Обучение школьников логическому конспектированию учебного материала



**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** преобразование учебного материала; обобщённые планы; логическая структура учебного материала; логический конспект

Проф. А.А. ШАПОВАЛОВ  
shap\_a\_a@mail.ru,  
АлтГПА, г. Барнаул,  
Алтайский кр.

Анализируя труды А.В. Усовой, трудно найти такой вопрос теории и методики обучения физике, который выпал бы из сферы её научных интересов. Но несмотря на невероятный охват направлений, к разработке которых причастна Антонина Васильевна, при упоминании её фамилии практически у каждого учителя физики возникает продолжение ассоциативного ряда: обобщённые планы описания явлений, законов, теорий и так далее. Именно эти планы являются квинтэссенцией и теории формирования научных понятий, и теории организации самостоятельной работы учащихся, и теории формирования общеучебных умений, и методики проведения семинаров и конференций.

Как практикующий учитель я ещё задолго до написания своей первой диссертации начал применять эти планы в своей работе. За 36 лет работы в школе многое менялось и в стиле преподавания, и в подходах к организации учебного процесса, и даже в содержании предъявляемого материала. Неизменным оставалось единственное – ориентация на систематическое использование в учебном процессе обобщённых планов, отражающих структуру научного знания. Правда, содержательно несколько изменялись и планы, но идея оставалась неизменной.

Хотелось бы представить родившийся в практике преподавания физики вариант развития направления, заложенного А.В. Усовой, связанный с обобщёнными планами описания различных видов научного знания.

Для решения этих задачи подготовки школьников к применению знаний в разнообразных, в том числе нешаблонных ситуациях, развития творческих способностей необходима организация их деятельности, направленная на формирование способов поисковой работы, самостоятельности мышления. Эта деятельность связывается, в первую очередь, с необ-

ходимостью преобразования учебного материала. В результате преобразования происходит осмысление информации и, соответственно, принятие или неприятие её учеником как ценности.

Обучение различным способам преобразования учебного материала предполагает включение в его содержание, кроме обычных предметно-специфических знаний, обобщённых знаний методологического уровня (знаний о видах знания, его происхождении, способах проверки, структуре деятельности и тому подобное).

Привнесение в содержание учебного материала дополнительной информации не ведёт, как может показаться на первый взгляд, к перегрузке учащихся. Напротив, вся эта деятельность направлена на снижение нагрузки на механическую память, что достигается за счёт резкого сокращения неоправданного многообразия способов анализа новых для учащихся явлений и объектов. Методологические знания позволяют сориентировать на однотипные способы усвоения учебного материала и тем самым систематизировать его. Важно, чтобы учитель сориентировался на формирование не только знаний, но и методов получения этих знаний.

Анализ содержания физического материала позволяет учителю в совместной с учащимися работе выделить различные виды научного знания и «создать» алгоритмические предписания их представления. Такая работа ведёт к своеобразной унификации учебного материала, снижает, как уже говорилось, нагрузку на механическую память и даёт мощный инструмент для дальнейшей самостоятельной работы.

Для систематизации и рационального усвоения учебного материала можно использовать различные обобщённые планы изучения физических явлений, понятий, законов, механизмов и приборов, экспериментов, включая цикл научного познания.

Наиболее часто в школе употребляются планы изучения физического явления, физической теории, устройства и принципа работы механизма или прибора, разработанные А.В. Усовой [1, 2]. Несмотря на то, что эти планы уже стали классикой теории и методики обучения физике, они с течением времени в рамках разных методических систем несколько видоизменяются. Одним из направлений является их объединение и дополнение новыми элементами [3].

Учитель и учащиеся могут ориентироваться как на планы, отражающие отдельные виды научного знания, так и на интегрированный план, в котором любое физическое явление последовательно рассматривается с качественной, количественной, сущностной и прикладной точек зрения. Пример такого плана схематически представлен ниже.

При изучении различных вопросов курса физики согласно логической структуре выбранных обобщённых планов строятся конкретные логические схемы и соответствующие им конспекты, которые также можно назвать логическими.

В зависимости от содержания учебного материала, его глубины, преследуемых целей, ряда других факторов, логические схемы могут походить и не походить друг на друга, важно, чтобы они лишь в общих чертах соответствовали выбранному обоб-

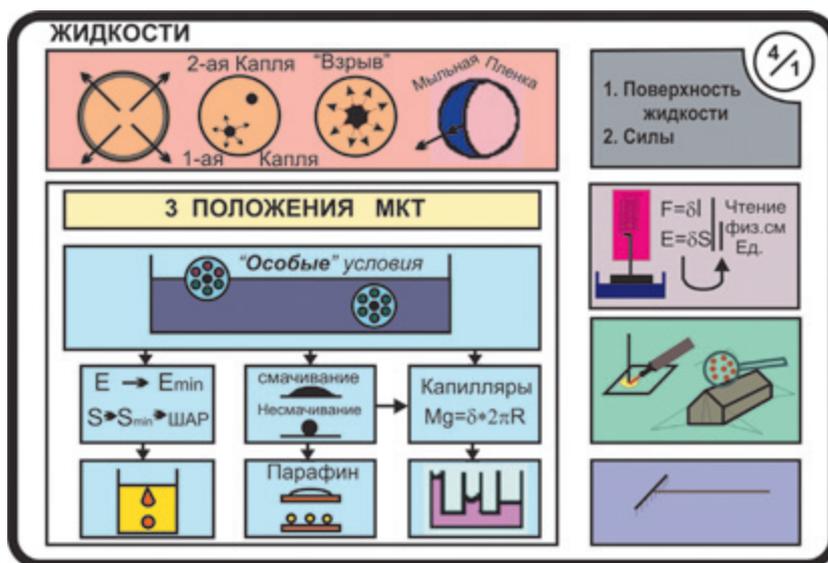
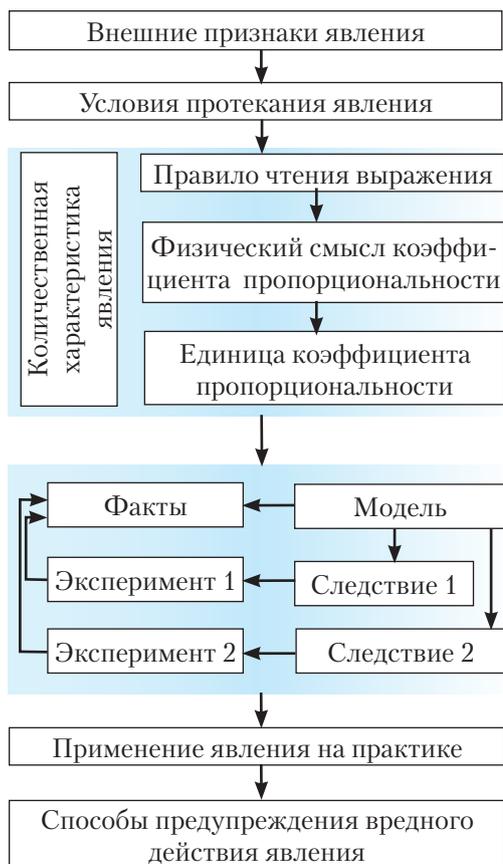
щённому плану. Конспекты же, построенные на основе одной и той же логической схемы, могут отличаться друг от друга весьма значительно.

Пример логической схемы изучения физического явления в рамках темы «Поверхностное натяжение жидкостей» представлен на с. 12. Схема отражает логику процесса изучения темы: в развёрнутом виде представлен блок «Количественная характеристика явления», в блоке «Сущность явления, механизм его протекания» движение по циклу осуществляется дважды, свёрнут блок «Применение явления на практике» и оставлен последний блок «Способы предупреждения вредного действия явления».

На рисунке приведён вариант логического конспекта по данной теме, полученный путём наполнения схемы конкретным материалом.

### Логическая структура изучения и представления любого физического явления

Описание			
Качественная сторона описания		Количественная сторона описания	
Представление результатов наблюдений	Представление результатов опытов	Введение величин	Исследование зависимостей между величинами
Восприятие объекта через органы чувств		Постановка задачи	
Анализ объекта		Формулировка идеи эксперимента	
Констатация фактов и высказывание суждений единичного характера		Представление схемы экспериментальной установки	
Классификация фактов		Описание методики эксперимента	
Введение новых понятий		Формулировка результатов эксперимента и их отображение	
Проведение обобщений		в виде определяющего величину уравнения	в табличной, графической, аналитической, словесной формах
Определение условий описания объекта		Анализ полученной формулы	
		Чтение	
		Выявление физического смысла	
		величины	коэффициента пропорциональности
		Получение единицы	
		величины	коэффициента пропорциональности
Объяснение			
Постановка задачи: → Повторная констатация основных опытных фактов или формулировка проведённых обобщений и установленных зависимостей между величинами → Выдвижение гипотезы, позволяющей объяснить опытные факты, связи, зависимости, решить поставленную задачу → Построение модели, позволяющей представить механизм, структуру объекта и вычлнить в нём самые существенные для объяснения стороны → Поиск и представление логических следствий, вытекающих из гипотезы и модельных представлений об объекте → Описание экспериментов, направленных на проверку логических следствий: ● выдвижение идеи эксперимента ● представление схемы экспериментальной установки ● описание методики эксперимента ● представление результатов эксперимента ● интерпретация результатов эксперимента ● выводы			
Применение			
Деятельность человека		Природа	
Приборы, механизмы	Технологические процессы	Объекты	Природные процессы
Название → Назначение → Схема → Процесс работы → Область применения или проявления			



▲ Логический конспект темы «Поверхностное натяжение»

◀ Логическая схема изучения явления «Поверхностное натяжение»

При усвоении обобщённых планов и некотором навыке составления логических конспектов по логическим схемам, надобность в последних отпадает как для учителя, так и для учащихся. Наиболее общие схемы хорошо удерживаются в голове, а конкретные схемы импровизируются в ходе составления логических конспектов.

В технологическом плане желательно выполнять ряд требований. Так, логический конспект (или его завершённый фрагмент) должен уместиться на одной странице тетрадного листа. Регламентация материала по его объёму позволяет далее регламентировать время письменного и устного воспроизведения логического конспекта, предъявляет достаточно чёткие требования к отбору материала для построения конспекта, даёт возможность единым взглядом охватить всю логическую структуру конспекта.

Следует всячески избегать введения в логический конспект развёрнутых формулировок, полных предложений, выводов формул. При записях слова-связки опускаются. Остаются лишь ключевые слова.

Не следует увлекаться составлением логических конспектов, которые не соответствуют обобщённому плану описания выделенных видов физического знания. Такие конспекты могут быть сами по себе весьма привлекательными, систематизировать обширный физический мате-

риал. Но при составлении этих конспектов будет нарушаться ряд ведущих идей, названных выше. Количество же таких конспектов может стать очень большим, у каждого конспекта будет своя, присущая только ему внутренняя логика, что поставит под вопрос возможность их сознательного усвоения.

Логический конспект – это продукт определённого этапа обучения, но далеко не его самоцель. Любое умение формируется в деятельности, причём не пассивно-созерцательной, а активной. Следует помнить, что если общенаучные методы познания, о которых идёт речь, структура деятельности по их поиску, в процессе обучения будут усваиваться в готовом виде, если учащиеся будут действовать только в соответствии с шаблонами и образцами, не пытаясь искать пути использования знаний и самостоятельной выработки алгоритмов поиска, то полученные знания и умения могут оказаться практически непригодными в новых, не встречавшихся при обучении ситуациях. В связи с этим деятельность по логическому конспектированию должна быть организована так, чтобы на определённом этапе ученики не просто научились понимать и воспроизводить логические конспекты, а овладели методом логического конспектирования и стали составлять конспекты совершенно самостоятельно, включая и момент определения вида знания, о котором говорится в учебнике или сообщает учитель.

Конечно, деятельность по логическому конспектированию является сложной и новой для учеников. Сразу они ею не овладеют, поэтому обучение должно носить поэтапный характер и на первых порах ориентироваться на образцы, построенные самим учителем. Деятельность учащихся вначале неизбежно будет носить репродуктивный характер. Цель первого этапа обучения, ориентированного на логическое конспектирование, будет заключаться в выявление видов физического знания, сначала конкретных, а затем обобщённых планов их описания, формирование первичных навыков применения этих планов к построению связанных, полноценных рассказов.

В деятельности учителя на вводных уроках доминирующим является метод проблемного изложения материала, который позволяет акцентировать внимание учеников на логических связях между информационными блоками темы, обратить их внимание на культуру оформления научного знания. Параллельно ведётся работа по оформлению материала в виде, используемом в логических конспектах.

После того, как ученики познакомились с обобщёнными планами описания различных видов научного знания, их деятельность постепенно направляется на самостоятельное выделение из учебников, речи учителя данных видов знания и переконструирование информации в соответствии с пунктами этих планов. Особая роль отводится при этом работе с учебником.

Следует отметить, что при ориентации на обобщённые планы и логические конспекты особую роль играет демонстрационный эксперимент. Действительно, уже начиная изучение физического явления, физической теории, необходимо воочию

увидеть само явление, чтобы назвать его внешние признаки или установить исходные факты, которые обязательно носят опытный характер. Не менее важна роль эксперимента и на последующих этапах работы с обобщёнными планами.

Таким образом, среди специальных целей первого этапа обучения можно назвать следующие:

- знакомство учащихся со способом анализа учебного материала, научение их методу анализа;
- выявление видов физического знания, формирование понятия обобщённого плана описания того или иного вида физического знания;
- иллюстрация схем преобразования рассказа о том или ином виде физического знания;
- ознакомление учащихся с образцами построения логических схем и соответствующих логических конспектов.

Целью последующих этапов обучения является обучение учащихся в ходе самостоятельного анализа учебного текста (устного или письменного) выделению различных видов физического знания и технологии составления логических схем и логических конспектов по выделенным видам знания.

#### Литература

1. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1981.
2. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий: Учебное пособие к спецкурсу. Челябинск: ЧГПИ, 1986.
3. Шаповалов А.А. Конструктивно-проектировочная деятельность в структуре профессиональной подготовки учителя физики. Барнаул: Изд-во БГПУ, 1999.



*Анатолий Андреевич Шаповалов* – профессор, д. п. н., заслуженный учитель РФ, почётный работник высшего профессионального образования, окончил Барнаульский ГПИ в 1974 г., педагогический стаж 36 лет; работал учителем физики в сельской и городских школах, методистом Алтайского КРИУУ, заведовал кафедрой методики преподавания физики в Барнаульском ГПУ (ныне АлтГПА). Лауреат премии Алтайского края 2000 г. в области науки и техники в номинации «Разработка высокоэффективных технологий обучения». Занимается проблемами педагогического проектирования. Основные работы в этом направлении: «Принципы конструирования учебных текстов», «Педагогические цели и пути их достижения», «Обучение студентов конструированию учебных текстов», «Аз и Буки педагогической науки: введение в педагогическое исследование», «Конструктивно-проектировочная деятельность студентов как исследовательская работа», «Проблемы подготовки учителя к конструированию структуры и содержания учебного материала», «Методологические проблемы обновления высшего педагогического

образования». Автор 125 научных и методических работ. Анатолий Андреевич создал авторскую программу повышения квалификации «Проектирование образовательного процесса в вузе», которая реализуется на протяжении ряда лет для преподавателей высших учебных заведений. Успешно разрабатывает дидактическое сопровождение образовательного процесса (рабочие тетради для слушателей системы дополнительного педагогического образования: «Проектирование системы педагогических целей», «Проектирование структуры и содержания учебного материала», «Проектирование структуры и содержания педагогического исследования» и др.).

# Изучение термопары как источника ЭДС

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сторонние силы, термопара, термоЭДС, гальванический элемент, 11 класс

Проф. **Е.Э. ФИСКИНД**  
fiskind.e@yandex.ru,  
Нижнетагильская  
государственная социально-  
педагогическая академия,  
г. Нижний Тагил,  
Свердловская обл.

Книги и статьи А.В. Усовой по формированию естественнонаучных понятий и экспериментальных умений учащихся, её подвижническая деятельность как организатора и бессменного руководителя Зонального методического объединения преподавателей физики, методики физики, астрономии и общетехнических дисциплин педвузов Урала и Сибири оказали большое влияние на научно-методические интересы преподавателей физических кафедр педвузов Урала и Сибири. Антонина Васильевна проявляет неизменный интерес и внимание к работам, связанным как с развитием технологий обучения, так и обновлением его содержания.

Понятия «сторонние силы» и «ЭДС» являются базовыми при изучении электрического тока. Однако знания учащихся этих понятий зачастую достаточно формальны, их представления о сторонних силах, как правило, ограничиваются констатацией неэлектрической природы и химического происхождения этих сил. Понимание механизма возникновения сторонних сил как следствия химических процессов, по-видимому, обусловлено историческим выбором в качестве объекта изучения гальванического элемента, являющегося очень распространённым, но далеко не единственным источником ЭДС. В связи с этим при изучении темы важно показать, что наряду с химическим существуют и другие механизмы разделения электрических зарядов, приводящие к формированию электрического поля: термоэлектрические, фотоэлектрические, электромагнитные. В частности, исключению формализма в знаниях могло бы способствовать более детальное ознакомление учащихся с термоэлектрическим датчиком температуры – термопарой\* и со-

\* Тема «Термоэлектричество» исключена из ГОСа, тем не менее термопара широко используется в школьном лабораторном практикуме для измерения температуры. Предлагаемые опыты с последующей эвристической беседой можно поставить в физматклассах или в рамках нашего элективного курса (Фискинд Е.Э., Корнисик К.И. Термоэлектричество// Профильная школа, 2006. № 5, С. 36–38).

поставление её с другими источниками ЭДС, например, с гальваническим элементом.

Простая термопара (ТП) представляет собой два разнородных проводника 1 и 2, имеющих одну общую точку контакта (спай). Эти проводники (ветви) подключаются к электроизмерительному прибору. Дифференциальная ТП также состоит из разнородных проводников, скоммутированных в последовательности 1–2–1, она имеет два спаев, при этом к электроизмерительному прибору подключаются свободные концы проводников 1. Нагревание (охлаждение) спаев ТП или одного из спаев дифференциальной ТП приводит к возникновению термоЭДС, величина которой зависит от выбора материалов ветвей и разности температур этого спаев и окружающей среды (или температуры второго спаев, как правило, равной 0°С). Конструктивная простота, высокая точность и надёжность, большой диапазон измеряемых температур, малая инерционность обусловили широчайшее применение ТП в лабораторной практике и на производстве.

В настоящее время расширяется область применения ТП и в учебной физике. Наряду с демонстрационными устройствами появились миниатюрные ТП в составе школьного физического оборудования нового поколения: цифровые мультиметры и комплект «Тепловые явления» [1]. Использование ТП в лабораторном практикуме по молекулярной физике, тепловым явлениям, электродинамике требует ознакомления учащихся с физическими принципами их работы. При этом ТП следует рассматривать не только как датчик температуры, но, прежде всего, как источник ЭДС, в котором действуют сторонние силы. Такой подход позволяет в форме эвристической беседы с учащимися установить аналогию между ТП и гальваническим элементом. Синтез представлений различных механизмов возникновения ЭДС, на наш взгляд, способствует углублению знаний о причинах формирования стационарного электрического поля в цепи.

Знакомство учащихся с работой ТП целесообразно начать с создания проблемной ситуации: демонстрируем опыт с термопарой, подключённой к гальванометру. Нагрев спаев ТП на спиртовке, показываем учащимся результат – наличие электрического тока в цепи, состоящей из двух разнородных проводников и предлагаем указать причины возникновения электрического тока. Учащиеся выдвигают предположения: ток может быть вызван либо

нагревом контакта (спая), либо контактом двух разнородных проводников.

Первую гипотезу можно проверить, убрав спиртовку (охладив спай). Наблюдая постепенное уменьшение тока до нуля, учащиеся убеждаются, что нагревание спая является *необходимым* условием. Возникает вопрос, является ли это условие *достаточным*? Очевидно, что для проверки условия *достаточности* следует повторить эксперимент с «ТП», состоящей из двух однородных, например, медных проводников. После нагрева контакта учащиеся наблюдают отсутствие тока и делают следующий вывод: *причиной возникновения электрического тока является нагрев спая двух разнородных проводников*. Таким образом, эффект (возникновение тока в цепи) наблюдается при одновременном выполнении обеих выдвинутых гипотез.

После обсуждения характера дальнейших экспериментов с целью выяснения сущности наблюдаемого явления демонстрируем опыт с охлаждением спая – наблюдаем отклонение стрелки гальванометра в противоположную сторону. Далее аналогичные опыты проводим с дифференциальной ТП, из которых следует, что замена простой термопары на дифференциальную с той же парой проводников не приводит к изменению тока.

Проведённые эксперименты и их обсуждение позволяют учащимся раскрыть сущность наблюдаемого явления. При наличии *разности температур*  $\Delta T$  между контактами двух разнородных проводников в цепи возникает термоэлектрический ток, величина которого зависит от значения  $\Delta T$  и контактирующих материалов.

Дальнейшая актуализация знаний учащихся об условиях существования электрического тока и понятии электродвижущей силы позволяет сделать вывод о возникновении в цепи ЭДС (термо-ЭДС), величина которой определяется выражением

$$\mathcal{E}_T = \alpha_{12} (T_1 - T_0),$$

где  $T_1$  – температура спая ТП,  $T_0$  – температура окружающей среды или второго спая ТП,  $\alpha_{12}$  – коэффициент термоЭДС, зависящий от выбора материалов ветвей термопары.

Демонстрируя действие ТП, например, медь-константан, обращаем внимание учащихся на следующие особенности. Если мы подключаем

медную ветвь простой термопары к правой клемме гальванометра, а константановую ветвь к левой клемме, то нагревание спая вызывает отклонение стрелки гальванометра вправо. При изменении полярности подключения гальванометра, стрелка прибора отклоняется в противоположном направлении. Из этого опыта учащиеся делают вывод о том, что ТП можно рассматривать как аналог гальванического элемента, у которого роль положительного полюса выполняет медный проводник, а роль отрицательного – константановый. При охлаждении спая простой термопары, наблюдаемый эффект оказывается противоположным. Формально это соответствует смене полярности ветвей ТП.

Эти выводы позволяют представить дифференциальную термопару в виде эквивалентной схемы двух источников тока, соединённых одноимёнными полюсами навстречу друг другу. При равенстве температур спаев значения ЭДС источников равны ( $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$ ), они компенсируют друг друга, и ток в цепи отсутствует. При наличии на спаях разности температур  $T_1 - T_0 > 0$  возникает термоэлектрический ток определённого направления. В эквивалентной схеме это соответствует условию  $\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 > 0$ .

Условию  $T_1 - T_2 < 0$  и возникновению тока противоположного направления в эквивалентной схеме соответствует неравенство  $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2$ .

Условие опыта	Схема опыта	Результат наблюдения	Эквивалентная схема
Нагревание спая простой термопары ( $T_1 > T_0$ )		Отклонение стрелки гальванометра вправо	
Охлаждение спая простой термопары ( $T_1 < T_0$ )		Отклонение стрелки гальванометра влево	
Одновременное нагревание одного и охлаждение другого спаев дифференциальной термопары		Значительное отклонение стрелки гальванометра вправо	
Одновременное нагревание обоих спаев дифференциальной термопары ( $T_1 > T_2$ )		Небольшое отклонение стрелки гальванометра вправо	

Продемонстрировав возникновение токов в цепи различного направления при нагревании то одного, то другого спая, ставим перед учащимися вопрос о результате опыта при одновременном нагреве одного спая и охлаждении второго спая ТП. Очевидно, что ток должен возрасти, так как термоЭДС пропорциональна разности температур  $\Delta T = T_1 - T_2$ .

После экспериментальной проверки этого прогноза выясняем, какая эквивалентная схема соответствует данным условиям. Учащиеся делают вывод: поскольку ЭДС в цепи стала больше, то результирующая ЭДС  $\mathcal{E}_{\text{рез}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$ , и эквивалентная схема представляет собой последовательное соединение источников тока. В процессе обсуждения этого материала учитель вместе с учениками заполняет таблицу.

Установленная аналогия между ТП и гальваническим элементом позволяет прогнозировать правила суперпозиции термоЭДС при последовательном соединении ТП. Эти правила подтверждаются при проведении экспериментов с термоэлектрической батареей.

Следует отметить, что различная природа сторонних сил обуславливает специфические особенности ТП по сравнению с гальваническими элементами. Это возможность вариации электрического сопротивления, работа в режиме короткого замыкания, неограниченный срок службы, неизменность величины термоЭДС при постоянном температурном режиме.

Объяснение механизма формирования термоЭДС можно провести на основе представленной электронной теории металлов, как это сделано, например, в [2, 3].

### Литература

1. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. М.: Академия, 2002. 304 с.
2. Разумовский В.Г., Шамаш С.Я. Изучение электроники в курсе физики средней школы. М.: Просвещение, 1968. 152 с.
3. Элементарный учебник физики. // Под ред. Ландсберга Г.С. М.: Наука; Физматлит, 1995. (Т. II, § 83–85.)



**Евгений Эмильевич Фискинд** – кандидат физико-математических наук, профессор Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии, окончил Ленинградский Электротехнический институт в 1969 г., педагогический стаж 38 лет. Почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный работник НТГПИ-НТГСПА. Область научных интересов – содержание физического образования, методика физического эксперимента.

## Изучение восприятия времени человеком

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** межпредметные связи, физика и психология, лабораторная работа, время, восприятие времени

Лабораторная работа  
ФИЗИКА +  
ПСИХОЛОГИЯ,  
10–11 классы

Проф. **О.А. ЯВОРУК**  
o11@mail.ru,  
Югорский государственный университет,  
г. Ханты-Мансийск, ХМАО-Югра

В течение многих десятилетий Антонина Васильевна Усова и её ученики исследовали проблему межпредметных связей (МПС). Определены основные направления в осуществлении МПС, способы их осуществления, формы учебных занятий, организационные уровни [1, 2]. Исследованы вопросы, связанные с формированием у школьников обобщённых умений и навыков при осуществлении МПС. Особое внимание Антонина Васильевна уделяла проблеме выработки умений решать задачи, которые требуют комплексного применения знаний из различных учебных предметов. Связи между естественнонаучными и гуманитарными предметами помогает установить лабораторная работа, которая входит в содержание интегративного курса «Естествознание» для учащихся старших классов средней школы, разработанного под научным руководством А.В. Усовой. Интегративный курс является частью авторской концепции естественнонаучного образования, успешно реализуемой коллективом педагогов-исследователей. Эту междисциплинарную работу можно рекомендовать использовать учителям физики, интересующимся проблемами межпредметных связей, а также преподающим физику в классах гуманитарных профилей.

Проблемой измерения занимаются различные науки. Существуют многочисленные технические устройства – счётчики времени (например, часы, секундомеры, хронометры). Существуют многочисленные единицы времени: сутки, часы, минуты, секунды... Сутки делят на два последовательных интервала (день и ночь). В сутках 24 часа, в каждом часе 60 минут, в каждой минуте 60 секунд. Основной единицей времени в СИ является секунда. Предлагаемая лабораторная работа устанавливает связи между физикой (естественные науки) и психологией (гуманитарные науки) и может проводиться как в учебное, так и во внеучебное время.

У нас имеется внутреннее ощущение (чувство) времени, обусловленное ритмичностью процессов, происходящих в организме (например, пульс, дыхание), а также необратимыми биохимическими процессами в нервной системе. В восприятии времени принимают участие различные анализаторы. Точную дифференцировку промежутков времени дают, например, кинестетические, зрительные и слуховые ощущения. Они помогают нам более или менее адекватно оценивать совершенно различные интервалы времени: ● десятки миллисекунд (время реакции на звуковой или световой сигнал) ● секунды и десятки секунд (сердцебиение и пульс, механические дыхательные движения) ● минуты (дыхательные биохимические процессы – мы можем задерживать дыхание на несколько минут) ● часы (процессы пищеварения, выделительные процессы в человеческом организме) ● сутки (ритмические процессы в головном мозге, сон, усталость) ● более длительные промежутки времени – месяцы, годы и десятилетия (обменные биофизические и биохимические процессы в организме) – мы часто можем, просто, взглянув на человека, оценить его возраст: наш организм, таким образом, это тоже своеобразные часы.

Мы умеем определять любой временной интервал: от очень малого до очень большого (космические периодические явления, радиоактивный распад и прочее), используя независимые от человека механические, физические, химические и биологические процессы.

В работе исследуется восприятие человеком интервала времени 1 минута. Различают два типа восприятия времени: брадихронический и тахихронический (*тахихрония* – «ускоренное» чувство времени; *брадихрония* – «замедленное» чувство времени). Соответственно всех людей можно разделить по типу восприятия времени на брадихроников и тахихроников [3]. Недооценка и переоценка временных интервалов обнаруживается у большинства, однако специальная тренировка может заметно повысить точность временных оценок.

Субъективное восприятие продолжительных периодов времени в значительной степени определяется характером переживаний, которыми они были заполнены, и эмоциональным состоянием субъекта. Время, заполненное интересной, глубоко мотивированной деятельностью, кажется короче, чем время, проведенное в бездействии. Однако это соотношение часто может быть и обратным: время, проведенное в безделье и скуке, многим кажется короче, когда о нём вспоминают позже. Положительные эмоции дают иллюзию быстрого течения времени, отрицательные – субъективно несколько растягивают временные интервалы.

Восприятие времени является культурно опосредствованным. Оно зависит от используемых в

обществе способов измерения времени и отношения к нему. Это давняя проблема не только науки, но и искусства. Многие поэты, писатели, музыканты «эксплуатировали» в своих произведениях понятие «время». Обыденное восприятие мира тоже связано с нашим отношением к времени. Всем известны пословицы и поговорки о времени. Без понятия времени мы не можем обойтись ни в повседневной жизни, ни при описании большинства научных феноменов.

*Цель работы:* изучение особенностей восприятия времени человеком.

*Оборудование:* секундомер (или часы с секундной стрелкой).

*Задание:* определить длительность временного интервала 1 минута, опираясь на внутреннее чувство времени.

Работа выполняется в паре: экспериментатор–испытуемый. После проведения измерений экспериментатор и испытуемый меняются ролями.

1. Экспериментатор изучает измерительный прибор (секундомер), выясняет правила его использования, определяет цену деления и систематическую (приборную) погрешность  $\delta_{\text{сист}}$ .

2. Экспериментатор интересуется, готов ли испытуемый: «Вы готовы?» Испытуемый сообщает о состоянии готовности.

3. Экспериментатор даёт сигнал к началу испытания «Старт!», а затем следит за показаниями секундомера. Испытуемый, восприняв сигнал, сообщает экспериментатору: «Стоп. Минута истекла».

4. Экспериментатор снимает показания секундомера и вносит результат в табл. 1. Всего необходимо провести семь таких испытаний для каждого.

5. Экспериментатор, сняв показания, вычисляет среднее значение  $\langle t \rangle$ , заполняет табл. 1 и оценивает погрешность измерений.

Случайная погрешность вычисляется по формуле  $\delta_{\text{сл}} = t_{\gamma, N} \cdot s$ , где  $t_{\gamma, N}$  – коэффициент Стьюдента, который определяется по таблице распределения Стьюдента\* для данных значений числа испытаний  $N$  (в нашем случае  $N = 7$ ) и доверительной вероятности  $\gamma$  [4];  $s$  – стандартный доверительный интервал. В учебном эксперименте можно принять  $\gamma = 0,95$  (95%). При этих значениях коэффициент Стьюдента  $t_{\gamma, N} = 2,3646$ .

Величина  $s$  определяется по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_k (\langle t \rangle - t_k)^2}{N(N-1)}}.$$

\* Применять именно формулу Стьюдента на обязательно, важно как-то оценивать погрешность. Гуманитарии просто пользуются таблицей Excel, строго следуя инструкции, и обращают внимание на психологию, физики же обращают внимание на физику, эксперимент, а испытания на человеке добавляют интригу.

Таблица 1

## Результаты измерений и вычислений

Номер испытания $k$	Полученное значение времени $t$ , с	$ t_k - \langle t \rangle $	$(t_k - \langle t \rangle)^2$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
$N = 7$	$\langle t \rangle =$		$\sum_k (\langle t \rangle - t_k)^2 =$

Полная погрешность определяется на основе известных систематической  $\delta_{\text{сист}}$  и случайной  $\delta_{\text{сл}}$  погрешностей:  $\delta = \sqrt{\delta_{\text{сл}}^2 + \delta_{\text{сист}}^2}$ .

Окончательный результат исследования запишется в виде:  $t = \langle t \rangle \pm \delta$ .

Относительная погрешность определяется формулой  $\epsilon = \frac{\delta}{\langle t \rangle} \cdot 100\%$ .

Все расчёты выполняются в программе Excel. Пример заполненной таблицы приведён ниже.

Процедуру определения погрешностей можно и упростить, но лучше ею не пренебрегать. Вычисление случайной погрешности в данной работе можно проводить и по другому алгоритму, но я не рекомендую отказываться полностью от этого: работа как раз и хороша тем, что демонстрирует неизбежность случайной ошибки и важность её определения. Например, если мы получили результат без погрешности  $t = 68$  с, то утверждаем, что имеем дело с брадихронией. А если посмотреть на тот же результат с вычисленной погрешностью:  $t = (68 \pm 9)$  с, то вывод о брадихронии сделать уже не можем, так как промежуток времени  $t = 60$  с попадает в доверительный интервал: мы

должны сделать вывод об адекватном восприятии времени испытуемым.

## Контрольные вопросы и задания для учащихся

● Что такое время? ● Как измеряется время? ● В каких единицах выражается время? ● Чем объясняется наличие у человека «внутреннего чувства времени»? ● Какие виды погрешностей необходимо вычислить в работе? ● Опишите условия эксперимента по изучению восприятия времени человеком ● Приведите примеры пословиц и поговорок о времени ● Знаете ли вы песни, сказки, стихи, рассказы о времени?

Лабораторная работа хорошо воспринимается школьниками – и «физиками», и «гуманитариями». При выполнении работы устанавливаются связи между двумя циклами учебных предметов (естественнонаучным и гуманитарным, физика и психология), учащиеся обращают внимание на проблемы измерения времени, погрешности измерения, отношения человека к времени.

## Литература

1. Усова А.В. Теория и методика обучения физике в средней школе. М.: Высшая школа, 2005. 303 с.
2. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. М.: Изд-во Университета РАО, 2007. 310 с.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб., 2000. 712 с.
4. Фетисов В.А. Оценка точности измерений в курсе физики средней школы. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1974. 96 с.



**Олег Анатольевич Яворук** – д. п. н., проф. ЮГУ, окончил физфак Тюменского ГУ, педагогический стаж 19 лет. Начинал со школьного учителя физики, ныне постоянный председатель предметных комиссий ЕГЭ по физике. Автор свыше 150 научных и учебно-методических работ. В 2010 г. за монографию «Знание. Дидактические перспективы решения знаниевой проблемы» получил звание лауреата конкурса на лучшую научную книгу России (Фонд развития отечественного образования с участием РАО). Педагогическое кредо: лучший способ достижения цели – стремление не к ней самой, а к более возвышенной цели за ней. Женат, трое детей. Хобби – чтение, рисунок (карандаш и акварель).

# Графические задачи

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** решение задач, задачи на чтение графика, задачи на построение графика, поле ошибок, графический способ решения задач, кинематика

Проф. И.Л. БЕЛЕНОК  
ibelenok@mail.ru,  
НИПКиПРО\*,  
г. Новосибирск

В работах А.В. Усовой большое внимание уделялось различным аспектам подготовки учителей физики. В том числе подготовке к обучению школьников решать физические задачи. В своей научной и профессиональной деятельности я продолжаю работать по этим направлениям. Предлагаемая статья является фрагментом готовящегося к изданию учебного пособия, предназначенного для учителей физики и студентов физических факультетов педагогических вузов.

В настоящее время формированию графических умений учащихся уделяется значительное внимание. Это связано с ролью графических представлений в современных информационных источниках и средствах электронно-вычислительной техники. Более того, умения читать, строить и анализировать графики физических процессов являются отражением одного из методов научного познания. ФГОС также указывает на значимость рассматриваемых умений, что отражается в требованиях.

Графические учебные задачи классифицируют по различным основаниям. Однако во всех встречаются две основные операции: построение графика некоторой функциональной зависимости (выражение физической ситуации в графическом виде) и чтение графика зависимости (определение каких-либо параметров процессов или объектов). Очевидно, что эти две операции порой довольно трудно разделить, но могут быть некоторые особенности, зависящие от класса задач. Попробуем выделить некоторые типы задач исходя из основного деления: задачи на чтение графика и задачи на построение графика: ● задачи, в которых требуется графически выразить заданную ситуацию, причём условия могут быть заданы текстом, формулой или графически (построение) ● задачи на нахождение некоторого параметра процесса по заданному графику (чтение) ● задачи на анализ процесса по его графику ● комбинированные задачи, сочетающие чтение, анализ и построение графиков процессов. Остановимся на некоторых приёмах и примерах.

\* ГБОУ ДПО НСО НИПКиПРО – Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования.

## Построение графиков

Умение читать простейшие функциональные зависимости начинает формироваться у учащихся в курсе математики начальной школы, где и вводятся все базовые понятия и операции на примере простейших закономерностей физических процессов: зависимости пути, пройденного телом, от времени при равномерном прямолинейном движении. В последующем в курсе математики, до начала систематического изучения курса физики, рассматриваются графические представления типовых функциональных зависимостей: прямой пропорциональности, обратной пропорциональности, линейной функции.

В курсе физики эти умения развиваются при изучении таких зависимостей, как например: ● координаты точки от времени  $x(t)$ , ● скорости (или проекции скорости) от времени  $v(t)$ , ● пути от времени  $l(t)$ , ● температуры от времени  $t^\circ(t)$ , ● силы тока от напряжения,  $I(U)$ , ● напряжения на концах участка проводника от сопротивления участка  $U(R)$ , ● давления от площади поверхности  $p(S)$ , давления от силы  $p(F)$ , ● давления от высоты столба жидкости  $p(h)$ , ● массы тела от его объёма  $m(V)$ , ● силы упругости от величины деформации  $F_{\text{упр}}(x)$ . Если первые шесть зависимостей используются при обучении физике довольно часто и полностью повторяют то, что учащиеся уже делали на занятиях по математике, то последние пять используются крайне редко. Мы полагаем, что это не правомерно. Мы полагаем, что это не правомерно.

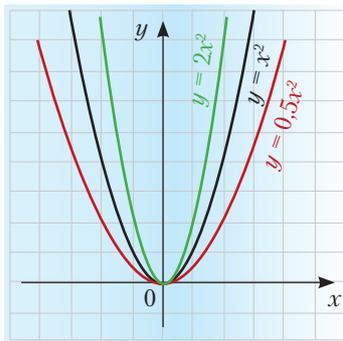
Чтобы помочь учащимся освоить умение строить и читать графики, мы полагаем целесообразным с самого начала учить придерживаться примерно такого алгоритма: придерживаться одного плана (алгоритма) действий. Например:

### Алгоритм построения графика зависимости:

- Записать аналитическое выражение зависимости с числовыми коэффициентами для конкретной ситуации
- Выбрать оси координат, определить масштаб по каждой оси и начало отсчёта
- Составить таблицу значений координат точек для построения
- Построить точки на координатной плоскости
- Определить области погрешности и изобразить их на координатной плоскости\*\*
- Провести экстраполяцию графика по полученным точкам.

Очевидно, что типичные графики прямой пропорциональности, линейной зависимости можно постро-

\*\*Этот пункт обязателен для графиков, построенных по экспериментальным данным.



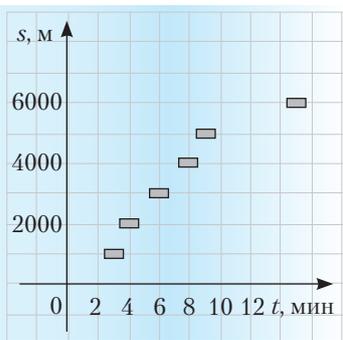
ить по двум точкам (точно), графики квадратичной зависимости – по трём точкам (качественно: вершина параболлы, и две точки на ветвях – часто это пересечение ветвей с осью абсцисс).

Для облегчения процедуры построения графиков

квадратичных зависимостей удобно использовать заранее заготовленные шаблоны. Это можно сделать и на уроках математики.

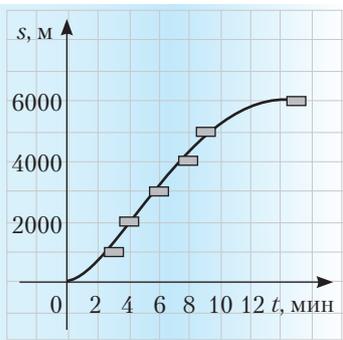
График по экспериментальным данным строится с учётом погрешностей измерения величин. При нанесении на координатную плоскость точек, соответствующих каждой паре экспериментальных данных (систематизированных в таблице), необходимо изобразить погрешность измерений, например, в виде прямоугольников с центром в экспериментальной точке.

Длина сторон прямоугольников равна погрешности прибора + погрешность измерения. На рисунке погрешность прямого измерения времени часами с минутной стрелкой равна 0,5 мин, погрешность самого прибора также 0,5 мин, следовательно, длина прямоугольников равна 1 мин. Высота прямоугольников равна погрешности измерения второй величины, например, расстояния. В данном случае погрешность измерения расстояния плюс погрешность прибора равна 100 м, следовательно, высота прямоугольников равна 200 м.



Считается, что истинные значения  $s$  и  $t$  обязательно лежат где-то внутри изображённых прямоугольников.

Построение графика лучше начинать с выдвижения (с помощью учителя или самостоятельно) «гипотезы» о предполагаемой зависимости (линейной, квадратичной, обратной пропорциональности, ...). Затем, приняв гипотезу о непрерывности процесса, строить плавную линию графика. Причём необязательно, чтобы она проходила через все экспериментальные точки, так как истинное значение может лежать, например, в углу поля



ошибки. Сначала стоит проверить, можно ли провести прямую линию, которая хотя бы касалась всех прямоугольников. Если это удастся, то найденная прямая линия и будет графиком зависимости. В приведённом случае никакая прямая не подходит.

Следующий шаг – проведение плавной линии с воз-

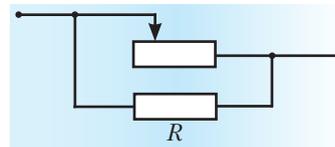
можно меньшим числом перегибов. Требование то же: кривая должна пройти через экспериментальные точки или хотя бы коснуться прямоугольников. Кривая, удовлетворяющая этому требованию, изображена ниже.

Построение графиков некоторых реальных процессов требует подбора масштаба координатных осей. Для выполнения этих задач удобно использовать масштаб, кратный некоторой константе процесса. Например:

**Задача 1.** Постройте график зависимости общего сопротивления реостата от положения его движка для схемы, изображённой на рисунке. Полное сопротивление реостата равно сопротивлению резистора  $R$ .

*Решение.* Для построения графика выберем переменные величины. В качестве зависимой переменной возьмём общее сопротивление реостата  $R_0$ . В качестве независимой переменной удобно взять сопротивление  $r$  реостата при промежуточном положении движка (в крайнем правом положении движка  $r = 0$ ).

Найдём аналитическую зависимость общего сопротивления  $R_0$  от  $r$ . Часть реостата сопротивлением  $r$  и резистор соединены параллельно, их общее сопротивление определяется по формуле:



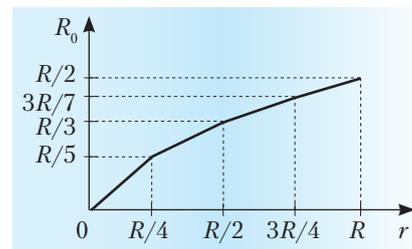
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{r} + \frac{1}{R},$$

$$\text{отсюда } R_0 = \frac{r \cdot R}{R + r} = r \frac{1}{1 + r/R}.$$

Построим график полученной функции по точкам, выбирая удобные для расчёта значения  $r$ :

$r$	0	$R/4$	$R/2$	$3R/4$	$R$
$R_0$	0	$R/5$	$R/3$	$3R/7$	$R/2$

Результат построения показан на рисунке. (Хотелось бы расчётные точки соединить всё же плавной линией. – *Ред.*)



### Нахождение по графику параметров процесса

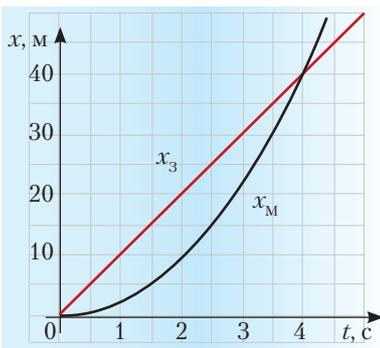
Задачи на нахождение по графику процесса каких-либо параметров можно условно разделить на две группы. К первой относятся простые задачи, в которых искомый параметр отложен на одной из осей, а известный либо отложен на другой оси, либо вычисляется по данным графика и условия задачи. Такие задачи обрабатываются с использованием простых зависимостей на первых этапах обучения

физике и в курсе математики. Более сложны задачи, в которых на одной координатной плоскости изображаются графики нескольких процессов. Искомые параметры определяются исходя из условий по совокупности значений параметров нескольких процессов. Наиболее известны задачи на нахождение места и времени встречи движущихся тел. Например:

**Задача 2.** Автомобиль «Мерседес» стоял перед светофором. В тот момент, когда загорелся зелёный свет, «Мерседес» тронулся, но по соседнему ряду его обогнал «Запорожец», двигавшийся равномерно со скоростью 36 км/ч. Приняв дерзкий вызов, водитель «Мерседеса» начал догонять «обидчика» с ускорением 5 м/с<sup>2</sup>. Через какое время и на каком расстоянии от светофора «Мерседес» догонит «Запорожец»?

*Решение.* Очевидно, что для решения этой задачи графическим методом необходимо в одной системе координат построить графики движения обоих автомобилей. Для этого нужно знать аналитические выражения зависимостей, в данном случае, координаты каждого автомобиля от времени. Из условия следует, что «Запорожец» двигался равномерно, а «Мерседес» – равноускоренно. Поскольку нас интересует движение с момента, когда автомобили находились рядом у светофора, то логично за точку отсчёта принять положение светофора, тогда начальная координата обоих автомобилей  $x = 0$ . Начальная скорость «Мерседеса» также равна 0, так как он начал движение из состояния покоя.

Запишем зависимости координаты автомобилей от времени:  $x_3 = 10t$ ;  $x_M = 2,5t^2$ . Составляем таблицу данных



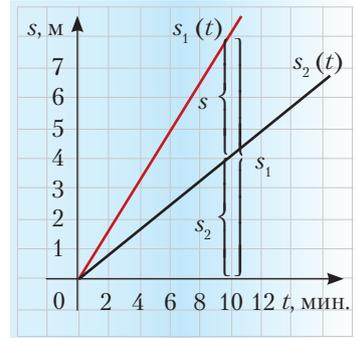
и строим по точкам графики. Видно, что при  $t = 4$  с после начала движения от светофора координаты обоих автомобилей совпадают, следовательно, в этот момент «Мерседес» догонит «Запорожец».

Отметим, что при обучении физике задачи на равноускоренное движение тел в основной школе решать можно не всегда, так как учащиеся ещё не умеют строить графики квадратичных зависимостей. Поэтому обычно решают задачи на равномерное движение. В этой группе стоит особо рассмотреть задачи на относительность движения, поскольку они важны для усвоения курса механики, но идея относительности сложна для понимания. Графические задачи позволяют показать её физический

смысл. Замечательную подборку таких задач предложил Р.И. Малафеев [1].

**Задача 3.** Два автомобиля одновременно проходят мимо пункта А, двигаясь равномерно по прямой в одном направлении; первый — со скоростью 24 км/ч, второй — со скоростью 48 км/ч. Предложите способ, позволяющий быстро определять пути  $s_1$  и  $s_2$ , проходимые автомобилями от пункта А, и расстояние  $s$  между ними в любой момент времени.

*Решение.* Выразим скорости автомобилей в км/мин:  $v_1 = 0,4$  км/мин;  $v_2 = 0,8$  км/мин. Тогда пути, проходимые автомобилями, соответственно равны:  $s_1 = 0,4t$ ;  $s_2 = 0,8t$ . Построим график зависимости пути от времени для каждого автомобиля. Полученные графики и позволяют легко определить значения  $s_1$ ,  $s_2$  и  $s = s_2 - s_1$  в любой момент времени. Для быстрого определения расстояния между автомобилями удобно пользоваться угольником с ценой деления 1 мм. Если 1 см на графике соответствует 1 км, то можно определять расстояния с точностью до 100 м.

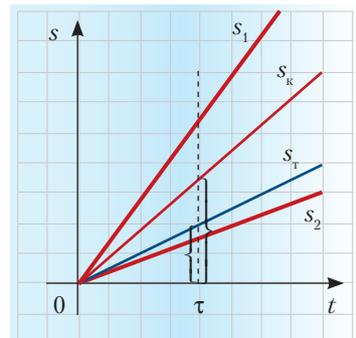
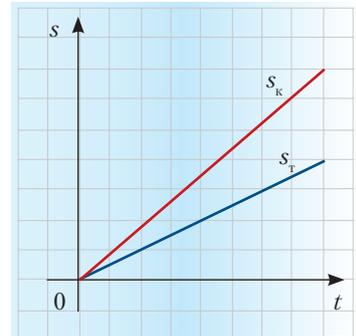


**Задача 4.** График движения катера относительно воды представлен красной линией, график движения воды — синей линией. Начертите график движения катера относительно берега по течению и против течения.

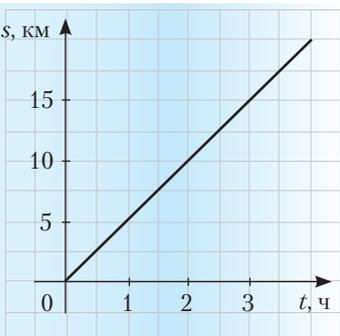
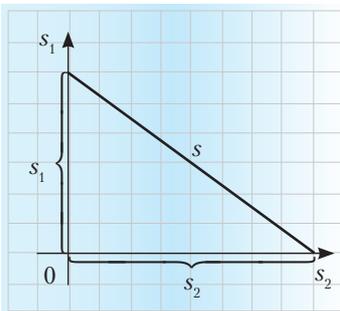
*Решение.* Графики движения, данные в условии задачи, линейные, следовательно, и катер, и вода в реке движутся прямолинейно и равномерно, причём график движения катера изображён относительно воды  $s_k(t)$ . Требуется построить графики движения катера относительно берега по течению и против течения.

Уравнение движения катера относительно берега по течению примет вид:  $s_1 = (v_k + v_t) \cdot t$ , то есть в любой момент времени должно выполняться соотношение  $s_1(\tau) = s_k(\tau) + s_t(\tau)$ .

Уравнение движения катера относительно берега против течения, соответственно, имеет вид:  $s_2 = (v_k - v_t) \cdot t$ , то есть в любой момент времени  $s_2(\tau) = s_k(\tau) - s_t(\tau)$ .



**Задача 5.** Два пешехода выходят из одного пункта одновременно и движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями:  $v_1 = 3$  км/ч,  $v_2 = 4$  км/ч. Как быстро определить расстояние между ними в любой момент времени?



*Решение.* В любой произвольно взятый момент времени  $t$  пройденные пешеходами пути будут соответственно равны:

$$s_1 = v_1 t = 3t \text{ (км)},$$

$$s_2 = v_2 t = 4t \text{ (км)},$$

где  $t$  выражено в часах.

Изобразим их траектории. Из рисунка следует, что расстояние  $s$  между пешеходами в любой момент времени равно:

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{9t^2 + 16t^2} = 5t.$$

Построив график зависимости расстояния между пешеходами от времени, мы сразу же можем сказать, ка-

ково расстояние между ними в любой момент времени.

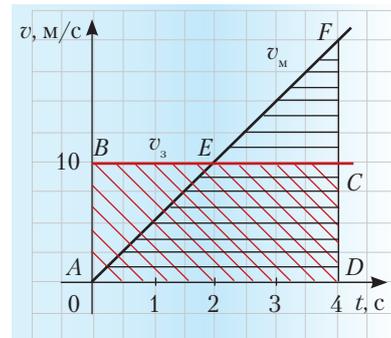
Вторую группу составляют задачи, в которых используются зависимости интегрируемых параметров процесса. Например, зависимости скорости движения от времени, давления газа от его объёма, силы упругости от величины деформации и некоторые другие. Эти графики позволяют определять третий параметр процесса, который явно не указан на осях. Так, площадь фигуры под графиком скорости численно равна пройденному пути, под графиком давления – работе газа, под графиком силы упругости – работе силы деформации тела. Приведём примеры таких задач.

В основной школе при изучении графических представлений о движении стоит особо рассмотреть свойства графика зависимости скорости тела от времени движения  $v(t)$ . Например, графика скорости автомобиля, в реальных городских условиях, когда приходится часто разгоняться и тормозить. Подробный вариант задачи представлен в статье Л.А. Логинова [2]. Проведённый с учащимися анализ свойств графика позволяет:

- подвести к понятию интеграла
- получить уравнение равноускоренного движения
- решать количественные задачи более наглядным способом

\* Хотя понятие интеграла вводят в I четверти 11-го класса (не ранее), а кинематические графики – в I четверти 10 класса (не позднее), такой «подвод» работает, по крайней мере для «средних» и выше учащихся, особенно в гимназических и лицейских классах, классах раннего профилирования. В Новосибирской области в классах для одарённых детей физика изучается углублённо с 7–8-го класса.

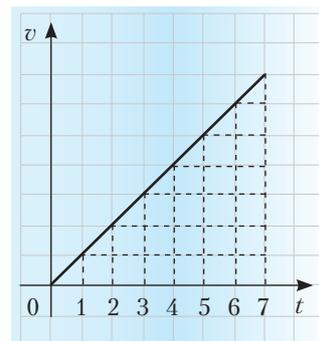
- решать качественные задачи на определение и сравнение пройденных путей при неравномерном движении. Последние два пункта очень важны для обучения физике в основной школе, поскольку позволяют расширить класс задач, которые могут быть разобраны с учащимися. Рассмотрим примеры, и для начала вернёмся к задаче 2.



*Решение.* Итак, строим в одной системе координат графики зависимости скорости от времени для обоих автомобилей. Очевидно, что вначале необходимо выразить скорость «Запорожца» в единицах м/с, и в выбранном масштабе построить графики скорости «Мерседеса» и «Запорожца». К моменту, когда один автомобиль догонит другой, они оба пройдут одинаковые расстояния от светофора. Следовательно, и площади фигур под обоими графиками на этот момент должны быть равными.

Из рисунка видно, что площади фигур  $ABCD$  и  $AFD$  равны, если равны площади треугольников  $ABE$  и  $EFC$ . Следовательно, отрезки  $BE$  и  $EC$  тоже должны быть равны. Чтобы найти искомым момент времени, просто откладываем на линии  $BC$  точки пересечения обоих графиков вправо отрезок, равный отрезку слева, проводим пунктиром перпендикуляр до пересечения с осью, и определяем момент времени  $t$ . В нашем случае он получился равным 4 с.

**Задача 6.** Тело свободно падает с некоторой достаточно большой высоты с начальной скоростью равной нулю. Сопротивление воздуха отсутствует, ускорение свободного падения постоянно. Во сколько раз путь, пройденный телом за 4-ю секунду, больше, чем за 2-ю?

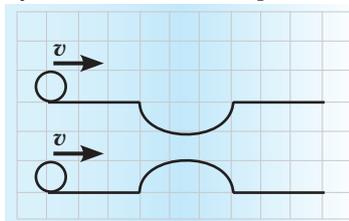


*Решение.* Решать такую задачу аналитически, с применением формул, сложно, поскольку, прежде чем применить уравнение равноускоренного движения для расчёта пути, придётся рассчитывать начальные скорости для пути, пройденного за 2-ю и за 4-ю секунды движения. Построим график зависимости скорости падающего тела от времени. Отметим на оси времени секундные интервалы, проведём к ней перпендикуляры (пунктир). Понятно, что путь, пройденный за каждую секунду, численно равен площади трапеции под соответствующим участком графика скорости.

Разобьём всю площадь под графиком на треугольники, проведя горизонтальные и наклонные линии, параллельные графику. Видно, что на площади фигуры, соответствующей пройденному за 4-ю секунду пути, уместится 7 треугольников, а за 2-ю секунду – только 3. Следовательно, первый путь меньше второго в  $7/3 = 2,33$  раза. Это отношение не зависит от значения ускорения, так что и масштаб на графике можно не указывать. Просто и наглядно!

Обратим внимание на то, что построенные нами наклонные линии представляют собой графики движения тел, отпущенных из той же точки с интервалом в 1 с. Следовательно, по приведённому графику можно легко решать ещё один класс задач – где из одной точки последовательно начинают движение несколько тел, а искомым является, например, расстояние между телами в какой-либо конкретный момент времени.

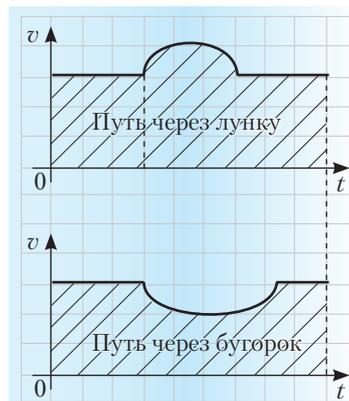
**Задача 7.** Два одинаковых тела начинают катиться одновременно с одинаковой скоростью по двум параллельным, путям. Одновременно на пути обоих тел встречаются препятствия, одинаковые по разме-



равные по размерам: у первого – лунка, у второго – бугорок. Тела, двигаясь как материальные точки (без подскоков, без пробуксовки), преодолевают свои препятствия и продолжают двигаться по прямым траекториям. В некоторый момент засекают их положение. Окажутся ли равными пройденные ими пути? Если нет, то у какого тела путь больше и почему?

**Решение.** Казалось бы, пути, пройденные за одинаковое время, одинаковы, так как препятствия симметричны, и после их преодоления оба тела восстанавливают свои первоначальные скорости. (Как правило, сначала учащиеся дают

именно такой ответ и именно с приведёнными выше аргументами. Более того, ещё добавляют, что, мол, на сколько уменьшается скорость первого тела при подъёме на бугорок, на столько же возрастает скорость второго тела при спуске в лунку.) Что касается изменения скорости, то это так. Но всё дело в том,



что при кратковременном повышении скорости её среднее значение становится больше, чем начальное. При кратковременном понижении, наоборот, меньше. Следовательно, лунка преодолевается за меньшее время, чем бугорок, поскольку при этом средняя скорость выше. По этой же причине средняя скорость на всём пути, содержащем бугорок, будет меньше начального значения, а значит, дальше прокатится тело, которое двигалось через лунку. Теперь все эти рассуждения отразим на графиках. Видно, что преодоление лунки заканчивается раньше преодоления бугорка. Кроме того, за одно и то же время (отмечено пунктиром справа) шарик, катившийся через лунку, преодолеет большее расстояние, так как площадь фигуры под его графиком скорости больше.

Развитие предложенного здесь способа решения должно быть осуществлено при разборе задач другой тематики и при изучении физики в полной школе.

#### Литература

1. Малафеев Р.И. Три задачи на относительность механического движения // Физика в школе. 1999. № 4. С. 66–67.
2. Логинов Л.А. Зависимость скорости тела от времени // Физика-Первое сентября. 1999. № 24.



**Ирина Леонтьевна Беленок** – д. п. н., профессор, проректор по учебно-методической работе Новосибирского ИПКиПРО, учитель физики высшей квалификационной категории, отличник народного просвещения, почётный работник высшего профессионального образования, окончила Новосибирский ГПИ в 1980 г., педагогический стаж 32 года. До 2008 г. работала в НГПУ, теперь – в НИПКиПРО. Под её руководством 9 соискателей подготовили и защитили диссертации на учёную степень кандидата педагогических наук.

# Самостоятельная работа по физике в школе

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** самостоятельная работа, работа с Интернет источниками, программным обеспечением, экспериментальные и практические работы

**Р.А. КАСИМОВ**

timofsgpa@yandex.ru,  
СГПА, МБОУ СОШ № 5,  
г. Стерлитамак,  
Респ. Башкортостан,  
г. Стерлитамак

В системе российского образования происходят активные подвижки и изменения с целью её перевода на принципиально новый уровень развития. Одной из задач является формирование у школьников мыслительной активности, умения приобретать знания не только на уроке, но и самостоятельно, тем более в связи с сокращением учебного времени на преподавание физики. А.В. Усова и З.А. Вологодская рассматривают самостоятельную работу учащихся в двух направлениях: 1) развитие самостоятельности в познавательной деятельности, и формировании своего мировоззрения и 2) обучение самостоятельному применению знаний в учении и практической деятельности [1]. Авторы выделяют семь основных групп такой деятельности: ● работа с учебником и дополнительной (учебной и научно-популярной) литературой ● экспериментальные и практические работы ● аналитико-вычислительные работы ● графические работы ● проектно-конструкторские работы; работы по классификации и систематизации ● применение знаний для объяснения или предсказания явлений и свойств тел. Сегодня сюда следует включить и самостоятельную работу с информационно-коммуникационными ресурсами (Интернет, базы данных, разнообразное программное обеспечение).

Как показывает анкетирование учителей, растёт количество ученических рефератов и докладов, подготовленных с использованием сетевых ресурсов. Умение работать с информацией на различных носителях, из различных источников признаётся обществом значимым элементом культуры. В ряде случаев рефераты и доклады строятся полностью на информации из глобальной сети. Это играет как положительную, так и отрицательную роль в развитии умений и навыков школьников. Представление готовых распечаток из Интернета (зачастую выполненных с ошибками – грамматическими и фактическими), без проработки, формирует безынициативность, «мыслительную лень». Именно поэтому, предлагая темы рефератов и докладов, мы особенно подчёркиваем,

что значимым фактором при оценивании будет являться не объём, не сама информация, а анализ на её основе состояния проблемы.

Большое значение в структуре обучения школьников имеют экспериментальные и практические работы. Школьники, с одной стороны, выступают в роли исследователей непознанного (в субъективном плане), с другой – нередко в сжатом, ускоренном темпе – проходят путь учёного-исследователя [2]. При этом следует отметить особенность учебного познания – нередко учащиеся «видят» не сложную систему начальных посылок, логику действий учёного, а лишь постановку проблемы, причём в усечённом виде, и конечный результат.

Сложившийся подход в практике обучения приводит к тому, что изначальная задача *ознакомления с методами познания* подменяется рассказом о том, как открывался тот или иной закон, теория. Иными словами, серьёзный методологический момент подменяется «физической сказкой». Этому в большей степени способствует и то, что почти все основные законы и формулы школьного курса физики вводятся априорно, без серьёзного математического обеспечения.

Ликвидировать этот разрыв в некоторой степени возможно в случае проведения домашних экспериментов школьников. Это объясняется тем, что, с одной стороны, этот вид работы позволяют школьнику пройти весь путь познания, характерный для учёного-исследователя. С другой стороны, учащемуся остаётся простор для реализации собственных творческих идей. Одновременно учитываются модальности школьников [3]. Как показывают результаты многочисленных исследований по психофизиологии школьников, детский мозг развивается по своим особым законам – вначале активно развивается эмоционально-образная сфера. Элементы абстрактно-логической сферы вводятся понемногу, постепенно и опираются на эмоционально-образную сферу. Только в старших классах в процессе изучения естественнонаучных дисциплин активно формируются абстрактно-логическая сфера.

**Домашние эксперименты.** Некоторые простые лабораторные работы, рекомендуемые как фронтальные классные, могут проводиться дома. Это даёт экономию учебного времени, позволяет развивать самостоятельность и ответственность школьников. В качестве примеров кратко опишем не-

сколько подобных работ, которые я проводил с ребятами в школе № 5 и лицее № 1 г. Стерлитамака, когда преподавал там физику [4].

**Пример 1. Изучение явления диффузии** (7 класс). Предлагаем дома провести экспериментальное исследование: капнуть в воду чернилами или бросить в неё кристаллик марганцево-кислого калия и пронаблюдать, как протекает диффузия. Вести наблюдение в два этапа. На первом фиксируются наблюдения за ходом процесса в одном прозрачном сосуде, на втором – в двух одинаковых сосудах, но при разной температуре воды.

Прежде всего, учащиеся наблюдают, как протекает диффузия в жидкостях и убеждаются, что это явление занимает определённое время. Кроме того, они самостоятельно «открывают» зависимость быстроты протекания диффузии от температуры. Обсуждение результатов домашних исследований позволяет на следующем уроке перейти к установлению логической связи скорости молекул с температурой тела, причём установить этот фундаментальный факт в ходе эвристической беседы. На основе результатов проведённого домашнего эксперимента школьники к моменту проведения урока имеют определённый запас самостоятельно полученных экспериментальных данных.

Возможен упрощённый вариант такого домашнего эксперимента – с использованием спиртового раствора йода. Этот опыт протекает достаточно быстро – за 3–5 с, выглядит занимательно, – влияние конвекционных потоков незаметно. Отметим, вместе с тем, что при объяснении результатов этого опыта нужно указать, что происходит диффузия *окрашенного йодом* раствора спирта.

С учащимися физико-математического лицея № 1 мы проводили третий этап – наблюдали диффузию в твёрдых телах. Для этого на лист белого картона выливали немного горячего парафина или воска. На поверхность застывшей капли (лужицы) помещали крупинку марганцовки и через равные промежутки времени фиксировали состояние поверхности.

**Пример 2. Наблюдение интерференции света** (11-й класс). Предлагаем школьникам дома пронаблюдать интерференцию света на двух щелях (опыт Юнга) и оценить величины, оказывающие влияние на получаемую картину. Дома школьники на кусочек стекла резиновым клеем наклеивают тонкую алюминиевую фольгу от бумажного конденсатора (получив её заранее у лаборанта в кабинете физики). После высыхания клея прорезают двойные щели. Для этого проводят одновременный рез двумя сложенными лезвиями одинаковых безопасных бритв (например, «Нева»). Тем самым закладывается расстояние между ще-

лями в опыте Юнга, равное толщине лезвия (обычно 0,1 мм) [1].

Когда на такую ширму направляют световой пучок, то (при аккомодации глаза на бесконечность) на фоне ярко освещённой поверхности учащиеся наблюдают чередующиеся тёмные и светлые полосы примерно одинаковой ширины.



Вид интерференционной картины от двух щелей (сильно увеличено)

**Графические самостоятельные работы** учащиеся сегодня могут выполнять, опираясь на широко распространённые программные пакеты. В частности, результаты многих домашних экспериментально-практических работ школьники вносят в **Microsoft Excel**, представляя в отчётах не только таблицы, но и графики, гистограммы, диаграммы. Мы практикуем такие задания, как создание рисунков приборов и установок, которые используем затем на занятиях.

**Проектно-конструкторские самостоятельные работы** учащихся в последние десятилетия стали неотъемлемой частью подготовки по физике. Такая форма работы позволяет решать широкий круг проблем. При её выполнении школьники учатся анализировать явления и процессы, для исследования которых предлагается разработать самодельный прибор, устройство и так далее, проанализировать полученное задание, предложить свои варианты его выполнения и реализовать их в виде реальной конструкции. Иными словами, происходит интеграция теоретической и практической деятельности учащихся.

В течение ряда лет мы разрабатывали с учащимися разных школ г. Стерлитамака и использовали в дальнейшем на занятиях различные физические приборы, модели, оборудование для кабинета физики. С полученными результатами школьники выступают перед сверстниками на уроках физики, конференциях школьного научного общества. Пояснить принцип действия роторных ветро-электростанций позволяет модель, созданная учеником лицея № 1 Д. Аншаковым на основе ротора от электрического фена и электродвигателя от детской игрушки. При демонстрации опыта воздушный поток создаётся не шумной воздушной подушкой, а старым пылесосом «Ракета».



Для объяснения принципов действия агрегатов гидроэлектростанции учащиеся лицея № 5 А. Сагадеева и К. Вдовин сконструировали и изготовили действующую модель турбины и электрогенератора, которые можно демонстрировать с помощью графопроектора как отдельными частями, так и в их взаимодействии.

Ученик лицея № 5 М. Финагеев выполнил на базе имеющегося во многих школах зеркала Пикте модель солнечной печи, установив вместо штатного держателя датчика самодельный держатель – пластиковый стержень, на конце которого закрепил «тигель». В качестве последнего использована цилиндрическая металлическая упаковка диаметром 40 мм тёмного цвета (для уменьшения отражения). В модели плавил парафин или воск.

Эту же установку можно применять для объяснения принципа действия солнечной теплоэлектростанции: вместо «тигеля» устанавливается простейший «котёл», со спиртом или ацетоном. В качестве «котла» использована алюминиевая упаковка для таблеток валидола, внешняя поверхность которой была химически обработана для придания тёмного цвета.

Для раскрытия принципа действия и общего устройства ядерного реактора группа учащихся лицея № 1 разработала и изготовила его макет из картона и пенопласта. Роль «тепловыделяющих элементов» выполняли шестигранные карандаши, окрашенные в красный цвет. Для увеличения наглядности и объяснения работы системы аварийной защиты добавлен блок, состоящий из электродвигателя с редуктором (от детской игрушки), детского электрического звонка и опускаемых «аварийных стержней» (шестигранных карандашей, окрашенных в синий цвет).

Для раскрытия принципа работы некоторых оптических приборов ученики лицея № 5 С. Воробьёв и А. Степанов предложили сделать самодельную оптическую скамью на базе небольшого алюминиевого угольника. В конструкции использованы детские пластмассовые кубики, на

которых крепятся очковые линзы, светодиоды или лампочки на 6,3 В. С помощью этой скамьи школьники изучают принцип работы фотоаппарата, диапроектора, различных конструкций телескопов, микроскопа.

При изучении физической оптики довольно проблематично демонстрировать интерференцию и дифракцию – картины, к сожалению, в классе плохо видны. Мы освоили изготовление по методике проф. Л.М. Иванцова простого, доступного даже в сельских условиях, лабораторного варианта прибора, который позволяет получать качественные дифракционные и интерференционные спектры, а также демонстрировать эффекты поляризации [1]. Более двадцати лет наши учащиеся изготавливают его в ходе самостоятельной работы, в основном из картона. Ещё требуются 60- или 100-ваттная матовая лампа и набор стеклянных пластин  $5 \times 5$  см с наклеенной фольгой от бумажных конденсаторов. На поверхности последних прорезаются различного типа щели (для наблюдения различных видов дифракции, интерференции). Некоторые опыты проводим с использованием принадлежностей из школьных наборов по дифракции, интерференции и поляризации.

В итоге отметим, что роль самостоятельной работы учащихся в современных условиях резко возросла. Появились и новые её виды, но идеи А.В. Усовой и З.А. Вологодской активно используются до сих пор.

## Литература

1. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1981. 158 с.
2. Андреев А.Д. О методах научного познания. М.: Наука, 1984. 184 с.
3. Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 2001. 373 с.
4. Самодельное школьное оборудование по физике. М.: НИИ ШОТСО, 1985. 250 с.



**Ришад Абдурахманович Касимов** – к. п. н., доцент кафедры теоретической физики и методики обучения физике Стерлитамакской государственной педагогической академии, учитель физики МБОУ СОШ № 5 г. Стерлитамака, окончил Чимкентский ГПИ в 1981 г. по специальности «Учитель физики, труда и общетехнических дисциплин». Педагогический стаж 30 лет. Работу в Чимкентском ГПИ, а затем в Стерлитамакской педагогической академии совмещал с преподаванием физики в школах. Педагогическое кредо: уроки физики не «дают знания», а учат мыслить, анализировать и применять. Область интересов: проблемы преподавания физики, создание и использование самодельных приборов и средств обучения, методика использования современных информационных технологий в образовании. Жена Зульфира Шафиковна – доцент кафедры педагогики и психологии СГПА, дочь Айгуль – учитель математики и информатики. Хобби – классическая и инструментальная музыка, художественная литература, сад.

# Уровни формирования понятий

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** элементы знания физики, формирование научных понятий, уровни формирования научных понятий

Проф. А.Н. КРУТСКИЙ  
krut@uni-altai.ru,  
АлтГПА, г. Барнаул,  
Алтайский кр.

Поводом для написания данной статьи послужило несовершенство категориального аппарата в методике физики. Так, например, в «Концепции модернизации общего среднего образования на период до 2010 г.» в той части, где излагаются особенности организации учебного процесса и требования к учебному плану основной школы, есть такая фраза: «План предполагает выделение в каждой предметной области круга фундаментальных концепций, понятий, норм, законов...» [1].

В брошюре А.А. Фадеевой «Физика», посвящённой программам общеобразовательных учреждений, сказано, что «научность это есть ознакомление школьников с объективными научными фактами, понятиями, законами, теориями...» [2].

В работе А.В. Усовой «Психолого-дидактические основы формирования физических понятий» [3] на основе логико-гносеологического анализа структура знаний представлена в виде следующих основных элементов системы знаний: а) научные факты; б) понятия (о структурных формах материи, о явлениях, о свойствах тел и величинах, их характеризующих, о методах научного исследования); в) законы; г) теории; д) практические приложения теоретических знаний (технологические процессы, приборы и установки, основанные на изучаемых явлениях и законах); е) научная картина мира.

Можно привести и другие примеры классификации. Их анализ позволяет сделать вывод, что усовершенствовать эту классификацию можно. В каком направлении её целесообразно развивать? Если общее название анализируемых классификаций связано с задачей формирования понятий, то из этого ряда выпадают основные элементы знания – теории и законы. Но важнейшей задачей изучения явлений природы в системе предметов естественно-научных предметов является формирование понятий о теории и законе.

Во время работы над кандидатской диссертацией я провёл обширный опрос студентов выпускных курсов физических факультетов Барнаульского ГПУ и Алтайского госуниверситета, а также сотен учащихся выпускных классов средней школы. Вопрос был такой: Что такое закон? Только 2% респондентов дали более-менее приемлемое определение. Причём, именно учащиеся. У большинства же, изучавших множе-

ство законов по биологии, химии, физике, обществоведению не выработалось общее понятие о законе как о научной категории. То же самое можно сказать и о формировании понятий «теория» и «величина».

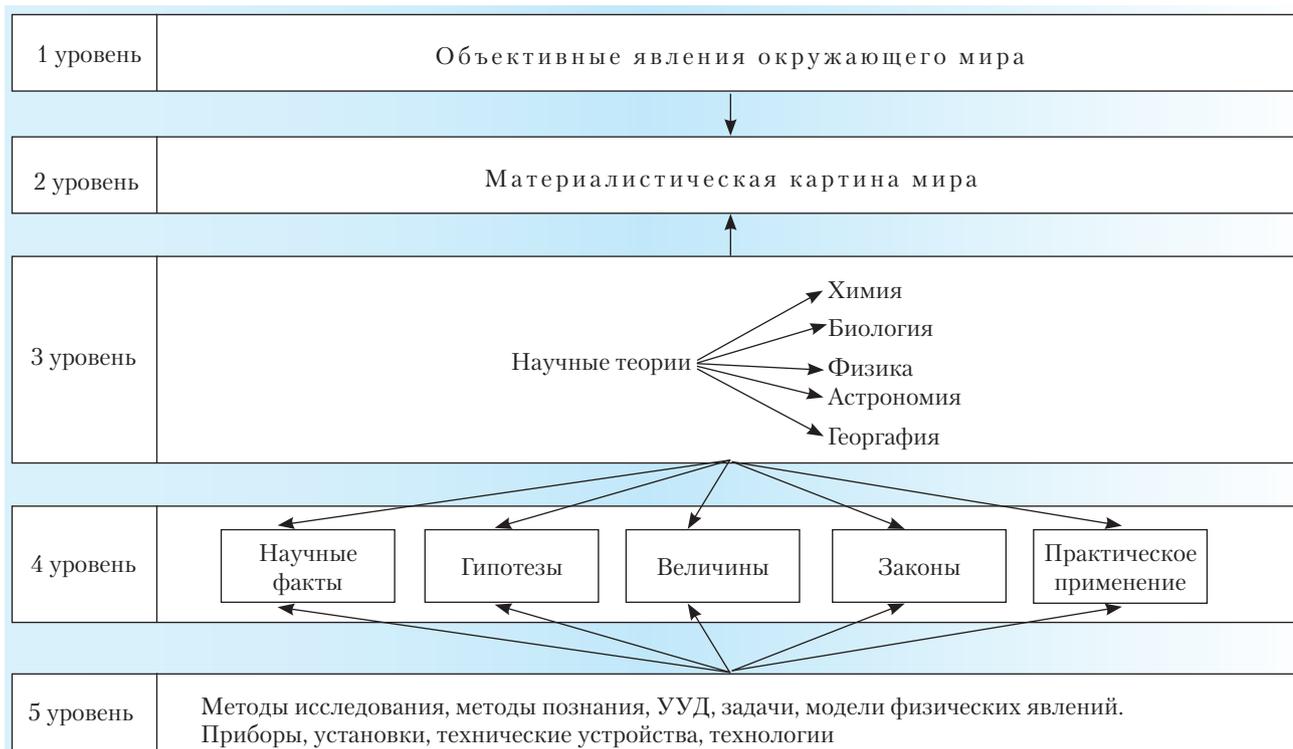
Мало что изменилось и в настоящее время. Проведённый в 2008 г. опрос учащихся 9–10-х классов одной из школ г. Барнаула дал такие же результаты. Учащиеся не могут определить, что такое физическая величина и что такое закон. Самый «классический» ответ дала одна десятиклассница: «Закон – это набор слов, который надо запомнить». Поэтому можно назвать очень важными с методологической стороны многолетние усилия Челябинского ГПУ по разработке и внедрению в практику обучения студентов физического факультета теории формирования понятий, разработанной А.В. Усовой.

Мы посвящаем одну из пяти лекций для студентов 3-го курса, которые отводятся на изучение общих вопросов методики обучения физике, ознакомлению с жизнью, деятельностью, трудами А.В. Усовой и с её теорией формирования понятий. Ввиду важности вопроса требуется дальнейшее совершенствование этой теории и, прежде всего, разработка классификации понятий. На основании большого числа определений понятия, имеющихся в литературе [4], мы взяли следующее синтетическое определение: «понятие есть знание существенных свойств предметов и явлений окружающей действительности, сформировавшееся за пределами непосредственного опыта».

Как подчёркивается в ряде правительственных документов об образовании, основная задача обучения – это формирование мировоззрения учащихся. Добавим, что это мировоззрение должно быть материалистическим. Материалистическая картина мира формируется в результате изучения всего комплекса школьных учебных предметов. Чтобы справиться с такой задачей, имеет смысл разделить понятия по уровням, связанным с логикой и особенностями их формирования.

На первом уровне мы расположили понятие о явлениях окружающего мира. В философии явлениями называют всякие изменения в окружающем мире. К физическим явлениям относят явления, которые происходят без изменения состава вещества. Это наиболее простые явления, связанные с изменением температуры, давления, объёма и так далее.

На втором уровне располагается конечный результат обучения – сформированная картина мира. Напомним, что научная картина мира называется материалистической, картина мира религиозного плана –



Уровни формирования научных понятий об элементах знания

идеалистической. Идеализм бывает объективным и субъективным. Объективный идеализм объясняет сотворение мира и его функционирование деятельностью некоего идеалистического существа – бога. Субъективные идеалисты считают, что мир существует только в голове конкретного человека, создан лишь воображением субъекта. Субъект существует – существует мир. Нет субъекта – нет окружающего мира.

Материализм основывается на утверждениях, что мир объективен и познаваем. Слово «объективный» означает принадлежащий объекту, существующий вне сознания и не зависящий от него. Все явления, происходящие в мире, могут быть объяснены с помощью научных теорий. Поэтому материалистическая картина мира формируется научными теориями, развиваемыми в естественных науках химии, физике, астрономии, биологии, географии.

Следовательно, на третьем уровне должны находиться научные теории с их элементами, которые в процессе обучения играют роль элементов знания. Поэтому можно предложить структуру научной теории, которая включает в себя элементы знания, отражающие логику научного исследования. С чего начинается развитие теории? С обнаружения научных фактов, которые не могут быть объяснены известными ранее гипотезами. Полученные новые необъяснённые научные факты требуют новых гипотез, их объясняющих. Факты и предложенные гипотезы соответствуют качественному уровню развития теории. Здесь начинается цикл проверки правильности выдвинутой гипотезы путём справедливости получаемых следствий.

Если теоретически полученные следствия подтверждаются практикой – гипотеза верна.

Далее научная теория переходит на количественный уровень изучения явлений природы. Для этого необходимы соответствующие измерения. Количественной мерой изучаемых явлений служат величины. Наличие величин и результатов измерения позволяет обнаружить зависимость между ними. Устойчивые повторяющиеся зависимости, устойчивые связи получили название законов. Познание законов природы является основной задачей научного исследования. Конечная цель научного исследования – познать законы протекания природных явлений и поставить их на службу человеку, найти им практическое применение.

В свою очередь, знание о практическом применении целесообразно также разделить на структурные элементы: ● применение теории для расчётов, связанных с нахождением входящих в неё величин ● использование положительных свойств изучаемого явления в создании различных устройств, приборов, аппаратов ● меры борьбы с его негативными свойствами.

Таким образом, на четвёртом уровне необходимо формировать понятия об основных элементах научной теории: научных фактах, гипотезах, величинах, законах, практическом применении.

На пятом уровне формируются понятия о многочисленных элементах знания, являющихся организационным средством для осуществления научного и учебного исследования и его результатами: концептуальные (методы научного исследования, методы учебного познания, универсальные учебные действия, задачи и спо-

собы их решения, графические модели физических явлений) и материальные (приборы, установки, технические устройства, технологические процессы).

В итоге общая схема элементов знания, понятия о которых должны быть сформированы в результате изучения физики (и других предметов естественного цикла наук), может выглядеть следующим образом: ● явления природы ● научная картина мира, их объясняющая ● научные теории ● элементы знания структуры научной теории (факты, гипотезы, величины, законы, практическое применение) ● Организационные и материальные средства и результаты научного познания. Для успешного формирования понятий о каждом элементе знания целесообразно разрабатывать технологию их усвоения (см. например [5]).

### Литература

1. Концепция модернизации Российского образования на период до 2010 года. Проект. М.: 2001.
2. Фадеева А.А. Физика. 7–11 классы. М.: Просвещение, 2011. С.
3. Усова А.В. Психолого-дидактические основы физических понятий. Челябинск: ЧГПИ. 1988. С. 4.
4. Косихина О.С., Крутский А.Н. Понятие о психодидактике // Физика в школе. 2010. С. 30–34.
5. Крутский А.Н., Косихина О.С. Технология системного усвоения знаний по физике и управления учебной деятельностью учащихся // Физика в школе. 2010. № 3. С. 34–44.



#### Александр Николаевич Крутский

– д.п.н., проф. АлтГПА, Заслуженный учитель РФ. Окончил Балашовский ГПИ по специальности «Учитель физики и математики». В 1961 г. начал учительскую деятельность в Айской восьмилетней школе, затем работал в школах г. Барнаула, затем был при-

глашен в БГПИ, где защитил докторскую диссертацию «Психодидактика в содержании профессиональной подготовки будущего учителя». Ведёт большую методическую работу с учителями Алтайского края и г. Барнаула. Сейчас разрабатывает новое научное направление – психодидактику, имеет более 150 научных публикаций. Соавтор (вместе со своей ученицей О.С. Косихиной) известного дистанционного курса «Психодидактика: новые направления в преподавании физики» в Педагогическом университете «Первое сентября». С 1966 года возглавляет работу по психодидактическим исследованиям в России, Казахстане, на Украине, Молдове. Организовал работу лаборатории психодидактики на физическом факультете АлтГПА и в базовой школе № 103 г. Барнаула. Совместно с О.С. Косихиной проводит Всероссийские и Международные научно-практические конференции «Психодидактика высшего и среднего образования».

## Рефераты электронных публикаций коллег и учеников проф. А.В. Усовой



Елагина В.С., проф. v\_275@mail.ru

(ЧГПУ, г. Челябинск). **Биомеханика: межпредметный элективный курс, 9 кл., 26 ч. Гл. 6. Изучение воздействий физических факторов на организм человека (8 ч).** Важность подготовки выпускника основной школы к самостоятельному и осознанному выбору направления своей будущей деятельности определяет серьёзность предпрофильной подготовки. Предлагаемый курс предназначен для подготовки учащихся 9-го класса к выбору естественнонаучного профиля при переходе в старшие классы общеобразовательной школы. Его содержание позволяет расширить представления учащихся о взаимосвязях физики и биологии, а также раскрыть особенности профессиональной компетентности медицинских работников, преподавателей физической культуры, спортивных тренеров, профессиональных спортсменов. Задачи курса: ● формирование (развитие) представлений учащихся о том, что в основе строения и функционирования органов и систем органов человека лежат физические законы и закономерности ● актуализация знаний понятийно-терминологического аппарата физики и биологии ● установление содержательных и деятельностных межпредметных связей физики с биологией ● развитие познавательного интереса к изучению физики и биологии, расширение научного кругозора ● формирование естественнонаучной картины мира, диалектического метода мышления, экологической культуры. На изучение курса рекомендуется отвести 26 часов, распределив их по темам примерно так: ● Биомеханика – раздел биофизики (2 ч) ● Биомеханика опорно-двигательного аппарата человека (10 ч) ● Биомеханика сердца и сосудов (10 ч) ● Биомеханика дыхания (4 ч) ● Биомеханика пищеварения (2 ч) ● Воздействия физических факторов на организм человека (8 ч). В конце курса проводится итоговое тестирование, позволяющее учащимся самим определить уровень усвоения учебного материала. Учебный материал главы соответствует современному уровню развития естественных наук, отражает достижения физики и биологии и является весьма интересным и полезным для учащихся. Основными *формами учебных занятий* являются межпредметный и интегративный уроки, комплексные семинары и конференции, практические и лабораторные работы, экскурсии. Доминирующими *видами учебно-познавательной деятельности* учащихся являются эвристическая, творческая и исследовательская, в том числе и самостоятельная. Основные *результаты* заключаются в формировании умения осуществлять перенос знаний из физики в биологию и наоборот. Изучение курса требует интеграции деятельности учителей физики и биологии: координации учебных программ, обсуждения границ применения знаний физики и биологии для изучения вопросов биомеханики, определения методики формирования

общих для обеих дисциплин понятий и изучения законов и закономерностей.

В качестве примера представлено содержание последней главы – «Воздействия физических факторов на организм человека», в которой раскрываются механизмы механических, электромагнитных, тепловых, радиационных, вибрационных и шумовых воздействий на человека и указываются их последствия. Развитию познавательного интереса, любознательности и кругозора способствует включённый в текст дополнительный материал под рубриками: «Это интересно...», «Знаете ли вы, что...», «Это нужно знать каждому!»



*Вера Сергеевна Елагина* – профессор, д. п. н., действительный член РАЕН. Окончила Челябинский ГПИ в 1989 г., педагогический стаж 25 лет. Работала в средней школе (учитель биологии и химии) ЧИПКРО (доцент, заведующая кафедрой естественнонаучного образования), ЧГПУ (профессор). С 1995 г. ведёт экспериментальную работу по совершенствованию естественнонаучного образования в школах г. Челябинска. Автор 195 работ, в том числе 9 монографий и 7 учебных пособий. Награждена почётной грамотой МОиН РФ. Круг профессиональных интересов: дидактика средней и высшей школы, интеграция естественнонаучного образования. Любит путешествовать, увлекается живописью Возрождения.

**Пронина И.И.** [proninai@mail.ru](mailto:proninai@mail.ru) (Орский гуманитарно-технологический институт (филиал ГОУ ВПО Оренбургский государственный университет), г. Орск). **Формирование мышления учащихся на уроках при помощи учебных физических задач.** Для формирования и развития логического мышления одним из важнейших является принцип сравнения, который предполагает одновременное изучение двух сходных объектов или явлений путём сравнения их между собой, установления сходства и различия. Он реализуется с помощью взаимосвязанных приёмов и умственных операций сравнения, различения и противопоставления. При выполнении этих мыслительных операций в сознании учащихся чётко проявляются существенные признаки структурных элементов знаний, раскрываются взаимосвязи физических явлений и величин, вырисовываются новые грани и оттенки изучаемого. Поэтому рассматриваемый принцип сравнения можно использовать ещё и для формирования многих физических понятий, и для прочного и осознанного усвоения учебного материала. Сказанное иллюстрируется примерами задач на сравнение равноускоренного и равнозамедленного движений тел (в том числе имеющих разные массы), движения тела, выброшенного вертикально вверх и под углом к горизонту. Предложены, в частности, такие задачи на сравнение: ● Самолёт при повороте наклоняется внутрь траектории, а корабль во внешнюю сторону. Почему? ● На что потребуется больше энергии: чтобы вскипятить стакан воды или чтобы поднять ведро воды на пятый этаж? ● Один поезд прошёл половину пути со скоростью

80 км/ч, а другую половину – со скоростью 40 км/ч. Другой поезд шёл первую половину времени со скоростью 80 км/ч, а вторую половину времени – со скоростью 40 км/ч. Сравните средние скорости каждого поезда на всём пути, сделайте вывод ● Сравните тормозные пути порожнего и гружёного автомобилей. Для какого из них больше опасность опрокинуться на крутом повороте?



*Ирина Ивановна Пронина* – доцент кафедры физики, теории и методики обучения физике ОГТИ, замдекана физмата. Окончила в 1985 г. ОГПИ им. Т.Г. Шевченко, в 1996 г. защитила диссертацию на соискание учёной степени к. п. н. (научный руководитель Н.Н. Тулькибаева). Работала учителем физики в школе № 43 г. Орска. Член Зонального Совета преподавателей физики, методики преподавания физики, астрономии и общетехнических дисциплин педагогических вузов (г. Челябинск). Работает над проблемой диагностики учебных достижений школьников при обучении физике. 14 лет руководит командами студентов физмата ОГТИ, участвующими в региональных и всероссийских олимпиадах по ТиМОФ. Команды неоднократно занимали призовые места в турах и конкурсах олимпиад. Сын Евгений – закончил ОГТИ. Хобби: чтение книг, шитьё, поездки на природу.

**Шефер О.Р.**, [shefer-olga@yandex.ru](mailto:shefer-olga@yandex.ru) (ЧГПУ, г. Челябинск). **Особенности решения расчётных задач по астрономии.**

Решая задачи, учащиеся должны не только знать общий алгоритм их решения, но и уметь работать с частными структурами процесса решения задач. Приводятся примеры таких структур «по А.В. Усовой» и авторских, адаптированных к задачам с астрономическим содержанием, а также 8 задач с решениями на базе нашего подхода. Например: «Для разгона КА в открытом космосе и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус – скреплённый с аппаратом лёгкий экран большой площади из тонкой проволоки, которая зеркально отражает солнечный свет. Найдите ускорение, сообщаемое аппарату массой 500 кг (включая массу паруса), если парус имеет форму квадрата 100 м × 100 м. Мощность солнечного излучения, падающего на 1 м<sup>2</sup> поверхности, перпендикулярной солнечному свету, составляет 1370 Вт».



*Ольга Робертовна Шефер* – д. п. н., профессор кафедры теории и методики обучения физике ЧГПУ, окончила ЧГПИ в 1998 г. Лауреат премии Губернатора Челябинской области работникам образования за педагогическое мастерство и высокие результаты профессиональной деятельности, член оргкомитета Международной НПК «Методология и методика формирования научных понятий у учащихся школ и студентов вузов», с 2003 года ответственный редактор сборника материалов конференции. Участвует в подготовке и проведении региональных и всерос-

сийских олимпиад по методике преподавания физики среди студентов вузов, в проведении олимпиад по физике и олимпиады «Юный физик, химик, биолог», является председателем олимпиады по астрономии среди учащихся школ города и области, в работе областной экспертной комиссии по проверке ЕГЭ по физике. Имеет более 140 публикаций, из них 5 монографий. Замужем, воспитывает дочь.

**Бобров А.А., Суровикина С.А.**, проф. sasurovic@mail.ru (ОмГПУ, г. Омск). **Технология проведения фронтальных лабораторных работ без готовых описаний.** Вы хотите, чтобы Ваш ученик мог самостоятельно разработать и выполнить лабораторную работу? успешно решил экспериментальную задачу на экзамене? Этому способствует авторская технология формирования экспериментальных умений, построенная на деятельностной теории, разработанной А.А. Бобровым и А.В. Усовой в 1970-х гг. Основу составляет вводная беседа, в течение которой учитель с помощью наводящих вопросов подводит ученика к самостоятельной разработке лабораторной работы. На примере конкретной фронтальной лабораторной работы «Определение плотности твёрдого тела» раскрывается процесс реализации деятельностного подхода при формировании экспериментальных умений. Рассматриваются психолого-педагогические основы поэтапного формирования этих умений, доведение их до уровня обобщённых.



*Анатолий Александрович Бобров* – к. п. н., доцент ОмГПУ, почётный работник высшего профессионального образования РФ. Окончил МГПИ им. В.И. Ленина в 1963 г., педагогический стаж 40 лет. Член Зонального совета преподавателей физики, астрономии, методики преподавания физики и общетехнических дисциплин Урала, Сибири и Дальнего Востока и Омского научного центра (ОНЦ) РАО. Занимается проблемами реализации деятельностного подхода в обучении, формированием структурных элементов физических знаний, обобщённых умений, особенностями формирования многозначных физических терминов, вопросами реализации межпредметных связей в контексте развивающего обучения, формулировки дидактических целей. Женат, имеет двоих детей. Дочь – соавтор статьи. Хобби – садоводство, строительство.



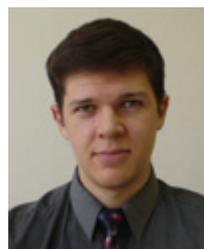
*Светлана Анатольевна Сурувичина* – д. п. н., профессор, заведующая кафедрой теории и методики обучения физике ОмГПУ. В 1988 г. с отличием закончила ОмГПИ. Педагогический стаж 23 года. Член Зонального совета преподавателей физики, астрономии, методики преподавания физики и общетехнических дисциплин Урала, Сибири и Дальнего Востока. и ОНЦ РАО, вместе с А.А. Бобровым является руководителем темы «Психодидактика развива-

ющего обучения физике в процессе профессиональной подготовки» в ОНЦ РАО. Занимается проблемами психодидактики, развития естественнонаучного мышления в процессе обучения физике, формирования многозначных физических терминов, использования ИКТ, разработкой технологий различных видов учебно-познавательной деятельности в контексте развивающего обучения. Двое детей заканчивают вузы. Хобби – фотография, музыка, садоводство.

**Оспенникова Е.В.**, проф. evos@bk.ru, **Оспенников Н.А.** (ППГУ, г. Пермь). **Формирование у учащихся обобщённого подхода к работе с интерактивными учебными моделями по физике.** Компьютер «заявил» о себе как о весьма эффективном и востребованном инструменте познания, с его помощью на основе виртуальных моделей природных и социальных явлений успешно решаются сложные научные задачи. Компьютерные модели – новый класс учебных объектов, с которыми современным школьникам в ближайшем будущем придётся активно работать. В связи с этим актуальна задача целенаправленного формирования новых учебных умений, касающихся как самостоятельного проектирования в виртуальной среде простейших моделей, так и использования в учебном познании их «готовых» версий. Представлены обобщённые планы проектирования и исследования учебных физических моделей. Подробно рассматривается применение в обучении обобщённого плана работы учащихся с «готовой» компьютерной моделью. Показано, как учителю разработать учебную инструкцию к виртуальной лабораторной работе по физике, приведены примеры методически грамотных инструкций.



*Елена Васильевна Оспенникова* – д.п.н., профессор, заведующая кафедрой мультимедийной дидактики и информационных технологий обучения Пермского ГПУ, заведующая лабораторией педагогического проектирования и ЦОР. Область научных интересов – проектирование учебного процесса по физике и средств обучения с применением информационно-коммуникационных технологий. Автор более 160 научных работ, последняя – «Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие для учителей» (М., Бином. 2011. 655 с.).



*Никита Андреевич Оспенников* – к.п.н., ст. преподаватель кафедры мультимедийной дидактики и информационных технологий обучения ПГПУ, программист лаборатории педагогического проектирования и ЦОР. Область научных интересов – методика и техника постановки учебного физического эксперимента с применением ИКТ. Автор более 30 научных работ. Наиболее известна «Лабораторный физический эксперимент в условиях применения компьютерных технологий обучения: учебно-методическое пособие» (Пермь, 2007. 242 с.).



■ *Надежда Николаевна Тулькибаева* – доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой педагогики Челябинского ГПУ, отличник народного образования, отличник высшей школы, заслуженный работник высшей школы, награждена медалью К.Д. Ушинского; академик Международной академии наук педагогического образования, академик Международной академии акмеологических наук и Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Член диссертационных советов ЧГПУ и РГППУ (г. Екатеринбург). Под руководством Надежды Николаевны выполнено и защищено 71 кандидатская диссертация и 9 докторских. Её ученики возглавляют институты (Г.Д. Дзида), руководят аспирантурой, диссертационными советами (Л.В. Трубайчук), входят в состав диссертационных советов (Г.Д. Бухарова, Н.В. Лежнева, В.В. Лихалетов, С.А. Старченко, А.А. Попова), возглавляют городские методические службы (И.Р. Пономарёва – в г. Челябинске, Н.Л. Грейлих – в г. Сатка Челябинской области), обеспечивают научно-методическое руководство школ (А.О. Суйкова – МОУ СОШ № 52 г. Челябинска). Надежда Николаевна много сил вложила в разработку теории и практики обучения решению физических задач, определение содержания профессионально-методической подготовки учителя физики, создала компетентностную модель выпускника педагогического вуза, разработала концепцию педагогической практики в педвузе. Совершенствуя педагогические теории, она исходит из того, что сейчас исключительно важна пе-

реподготовка учителей, особенно работающих в старших классах, из-за изменения целеполагания общеобразовательной школы. Именно поэтому проблемы соотношения между стратегическими и тактическими задачами наиболее актуальны.

Вся жизнь Надежды Николаевны прошла в стенах Челябинского ГПИ (ныне университета), судьба сложилась успешно. Немалую роль сыграло и то, что учителем, другом и коллегой по жизни стала Антонина Васильевна Усова, которая помогла сформироваться собственной школе. (Даже юбилей подруг и коллег почти совпали!!!) Будучи её первой аспиранткой, Надежда Николаевна принимала активное участие в создании кафедры теории и методики обучения физике и с первых дней существования диссертационного совета вошла в его состав, выполняя функции заместителя председателя. До сих пор много времени занимает работа с аспирантами и соискателями. Гордостью школы Н.Н. Тулькибаевой является теоретический аспирантский семинар – именно здесь происходят первые публичные обсуждения полученных результатов педагогических исследований. В заседаниях принимают участие и ученики, уже получившие научные степени. Здесь же работает дочь Надежды Николаевны – *Земфира Максумовна Большакова* (д. п. н., профессор), внучка закончила Санкт-Петербургский Инженерно-экономический университет. Семья гордится семейным семинаром, где под руководством *Максута Ахатовича Тулькибаева* обсуждаются и серьёзно критикуются решения педагогических, математических и технических задач.

*От всей души желаем Надежде Николаевне  
удачи и творческого долголетия!*

*Вы блестящий учитель, у вас прекрасные ученики!*

# Звёздное небо в сентябре

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** астрономия, звёздное небо, звёздные карты, созвездие Кассиопеи, атлас созвездий «Urania's Mirror», Иосафат Аспин, планетарная туманность «Кошачий глаз», эмиссионная туманность

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

**Солнце в сентябре медленно, со скоростью около  $1^\circ$  в сутки, перемещается по зодиакальному знаку Девы и 23 сентября в  $10^h 04'$  UT проходит через точку осеннего равноденствия (по московскому времени это произойдёт в  $14^h 04'$ ), переходя в знак Весов. В этот момент наступает астрономическая осень. Что касается зодиакальных созвездий, то в первой половине месяца Солнце движется по созвездию Льва, а 16 сентября переходит в созвездие Девы. 1 сентября, в 2 455 805-й юлианский день, Солнце восходит в  $06^h 33'$ , заходит в  $20^h 25'$ , полдень наступает в  $13^h 30'$ . 30 сентября, в 2 455 834-й юлианский день, Солнце восходит в  $07^h 30'$ , заходит в  $20^h 08'$ , полдень наступает в  $13^h 20'$  по московскому времени. Естественно, что в вечерние и ночные часы видны противоположные Деве созвездия зодиака, в которых Солнце бывает только весной: Овен, Рыбы и Водолей.**

Наиболее примечательной особенностью сентябрьского неба является Летне-осенний треугольник – астеризм из трёх ярких звёзд: Денеба ( $\alpha$  Лебеда), Веги ( $\alpha$  Лиры) и Альтаира ( $\alpha$  Орла). Этот треугольник звёзд вблизи зенита трудно перепутать с чем-либо другим. Созвездие Лебеда – гигантский «крест» из ярких звёзд, вытянувшихся вдоль серебристой полосы Млечного Пути, – находится почти в зените. Между Денебом и звездой  $\epsilon$  расположена неприметная звезда  $\beta 1$  Лебеда – одна из первых звёзд, до которых было определено расстояние. Эта звезда двойная: главная имеет  $5,2^m$ , а на расстоянии около  $28''$  от неё находится спутник  $6^m$ . Уже в бинокль она представляет сказочное зрелище, от которого трудно оторвать взгляд.  $\beta$  Лебеда (Альбирео) – знаменитая двойная звезда, которую легко наблюдать уже в небольшой телескоп – главная звезда оранжевая, а на расстоянии  $35''$  от неё – синеватый спутник. Ясной безлунной ночью недалеко от Денеба можно наблюдать две известных ярких диффузных газовых туманности: Северная Америка (NGC 7000, размером свыше  $1,5^\circ$ ) и Пеликан (NGC5067, около  $1^\circ$ ).

Созвездие Лиры с яркой Вегой находится западнее Лебеда. Четыре слабенькие звезды под Вегой расположены в вершинах небольшого параллелограмма. Между звёздами

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на  $21^h 15$  сентября в Москве.



Созвездие Кассиопеи из старинного атласа созвездий «Urania's Mirror» (1825) Иосафата Аспина (1800–1845)

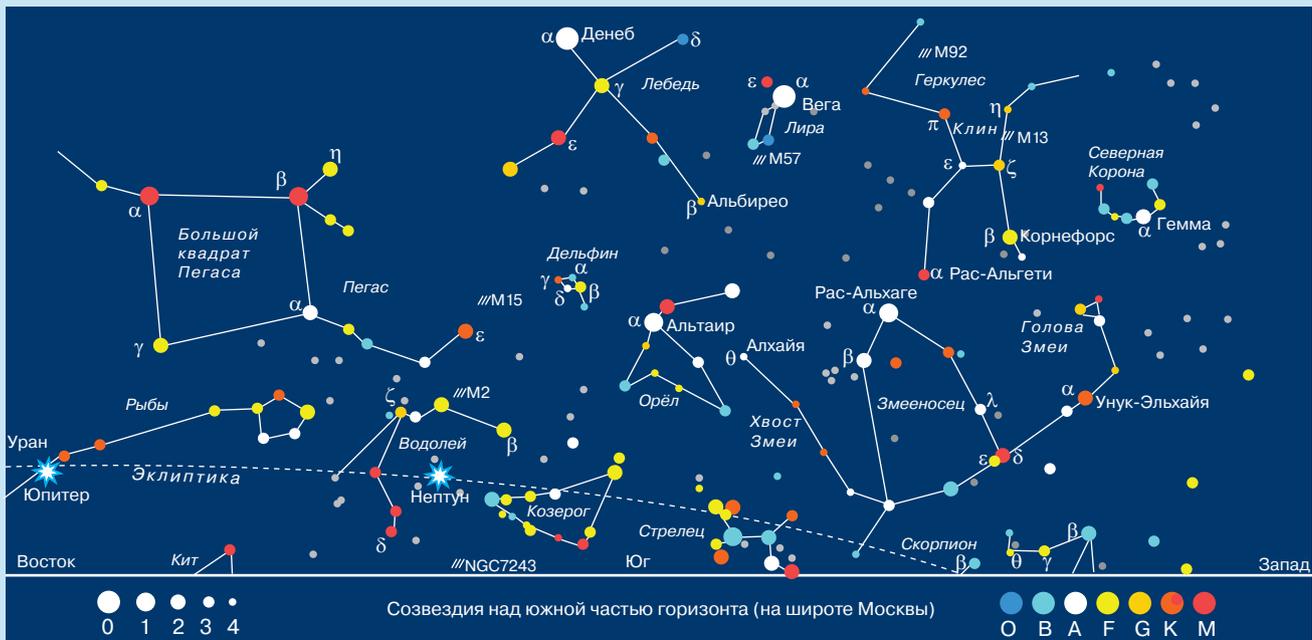
$\beta$  и  $\gamma$  расположена уже знакомая нам планетарная Кольцеобразная туманность (M57), заметная в школьный телескоп.

Между Альтаиром и Альбирео ( $\beta$  Лебеда) расположена неприметная цепочка созвездия Стрелы, хорошо заметная на фоне серебристого Млечного Пути. Блеск самой яркой звезды  $\gamma$  этого созвездия около  $3,7^m$ .

На северо-востоке, почти в самом зените, расположено созвездие Цефея. В нём находится знаменитая пульсирующая переменная звезда  $\delta$  Цефея, блеск которой меняется от  $3,6^m$  до  $4,3^m$  с периодом 5,4 суток. Самое время понаблюдать за ней в течение недели. Найти её легко по характерному пятиугольнику звёзд. Самая удалённая от полюса в этом пятиугольнике и есть  $\delta$  Цефея.

Ниже блистает красивое созвездие Кассиопеи, а под ним поднимаются созвездия Андромеды и Пегаса. Эти два созвездия очень напоминают гигантский ковш, как у Большой Медведицы.

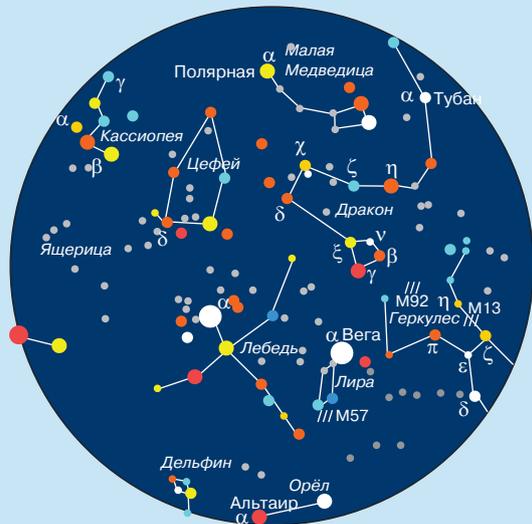
По легенде, Кассиопея – жена эфиопского царя Цефея – была своенравной красавицей, считала себя красивее всех и даже решила поспорить красотой с дочерьми мор-



Спектральный класс указан для звезд до 3<sup>m</sup>

ского бога Посейдона. Разгневанный такой дерзостью бог наслал на Эфиопию Кита. И только чудо спасло дочь Андромеду и страну от уничтожения. Поэтому не удивительно, что вся царская семейка была помещена богами на небо в назидание потомкам, чтобы не соперничали с ними. Саму царицу Кассиопею Посейдон превратил в созвездие, поместил её в корзину и повелел вечно вращаться вокруг полюса. Но каждый год в определённое время эта корзина переворачивается вверх дном. При этом Кассиопею охватывает ужас, и у неё начинает страшно болеть голова. Это страдание, как считают в легендах, должно было научить Кассиопею скромности... Прошли века, и астроном Птолемей в своём звёздном атласе превратил корзину в царский трон. Сидя на троне, эфиопская царица спокойно кружит вокруг полюса, и её красота привлекает взоры. И, кажется, что она уже начинает забывать, за что её наказали, так как сидеть на троне значительно приятнее, чем в корзине.

Народы Юго-Восточной Азии связали поэтической легендой созвездия Цефея и Большой Медведицы: по их мнению, в созвездии Цефея увековечен возничий одного из древних императоров, который отвёз императрицу очень далеко – на гору бессмертия Куэнь-Лунь, в самом центре Земли. На этой горе был чудесный сад Хозяйки бессмертных богов и Земли, изобиловавший плодами в любое время года. Самым чудесным было персиковое дерево – его плоды обладали божественной силой увеличивать продолжительность жизни. Раз в три тысячи лет Хозяйка приглашала богов и некоторых смертных вкушать плодов бессмертия. Когда наступил этот день, возничий запряг в колесницу восемь буйных коней, императрица уселась, и они улетели в чудесный сад. Вкусив плодов бессмертия, императрица и возничий потеряли представление о времени – никто больше не видел их на Земле. Но возничий вместе с колесницей вознёсся на небо, где боги превратили его в созвездие Цефея, а его колесницу – в созвездие Большой Медведицы. И теперь люди на всей Земле каждую ясную ночь видят их на небе [2].



Созвездия вблизи зенита

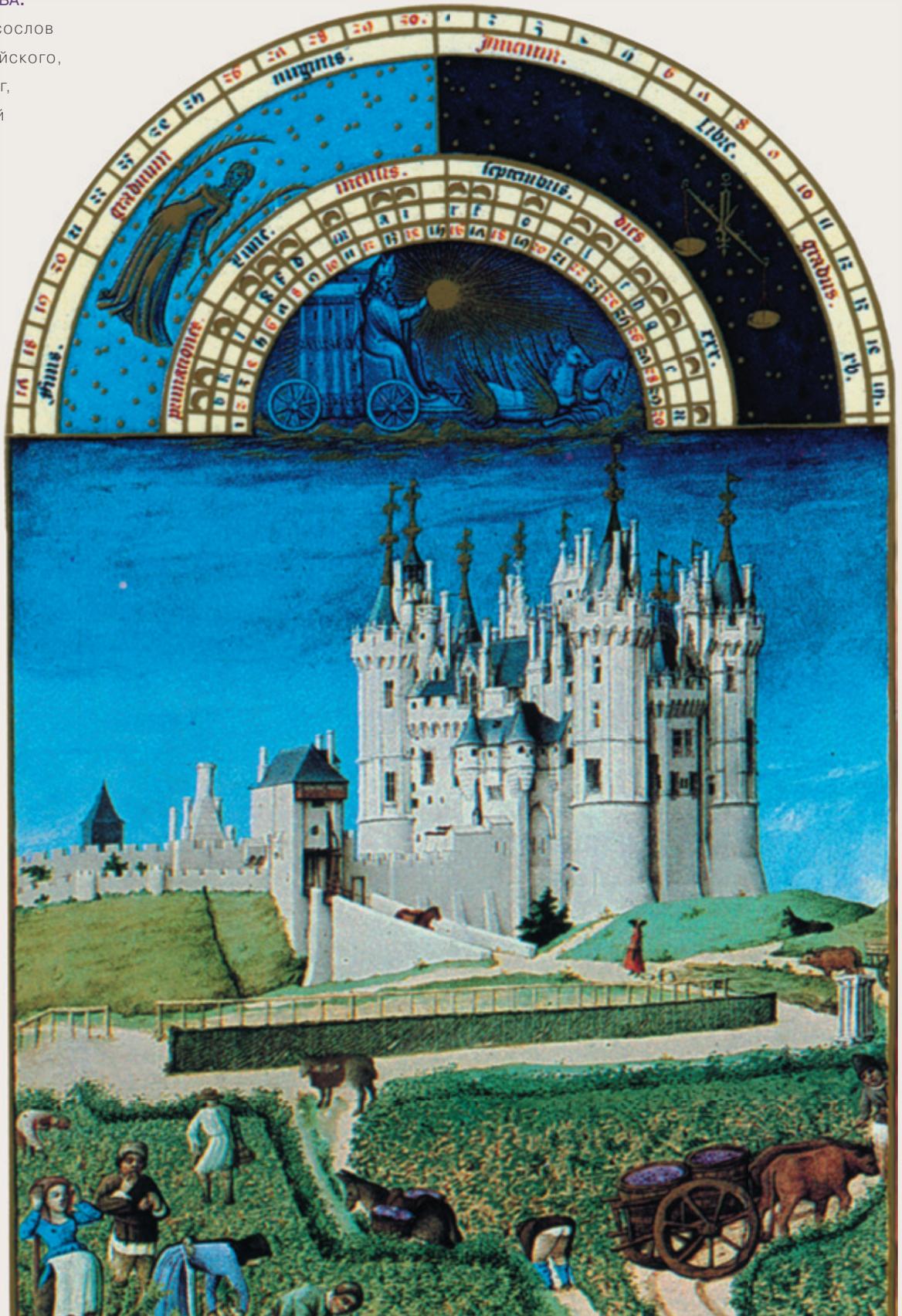
Если встать лицом на север, то мы увидим на северо-западе Большую Медведицу, медленно опускающуюся к горизонту. Линия, проходящая через  $\beta$  (Мерак) и  $\alpha$  (Дубхе) указывает на Полярную звезду –  $\alpha$  Малой Медведицы. По середине этой линии на звезде Гиансар ( $\lambda$  Дракона) заканчивается «хвост» дракона. В переводе с персидского *гиансар* означает *голова и хвост дракона*. Некоторые считают, что это слово означает *центральный*. Само созвездие Дракона вытянулось с северо-запада на юг, извиваясь около Малой Медведицы. Почти точно в зените находится Голова Дракона – астеризм из четырёх звёзд ( $\beta, \gamma, \xi$  и  $\nu$ ), расположенных в вершинах неправильного четырехугольника.

В созвездии Дракона внутри витка, который делает дракон между созвездиями Лебедя и Малой Медведицы, недалеко от звезды  $\zeta$  находится северный полюс эклиптики. В эту точку неба направлена ось вращения Земли вокруг Солнца. В ней находится один из необычных объектов нашего неба – планетарная туманность NGC 6543 (Кошачий глаз,

Продолжение см. на с. 34

## Роскошный часослов герцога Беррийского (1410–1415 гг.): сентябрь

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**  
роскошный часослов  
герцога Беррийского,  
братья Лимбург,  
средневековый  
календарь



## НОВОСТИ



**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** альтернативные источники энергии, сотовый телефон, беспроводная радиосвязь

Часословами, или часовниками, назывались широко распространённые в XIII–XV вв. в европейских странах рукописные книги. Они содержали тексты церковных служб (часов), календари, миниатюры. «Великолепный часослов герцога Беррийского» – один из выдающихся памятников такого рода [1, 2].

Он был выполнен для Жана Французского, герцога Беррийского, известного государственного деятеля, мецената, страстного любителя и коллекционера произведений искусства. Рукопись содержит 129 миниатюр, 65 из которых создана братьями Полем, Жаном и Эрманом Лимбург. Не все миниатюры закончены, по всей видимости, художники скоропостижно скончались во время эпидемии чумы 1415 г. 12 миниатюр – «Времена года» – изображают занятия людей в разные месяцы, а в верхней части содержат календарные сведения.

В средневековой Европе пользовались юлианским календарём, но отсчёт дней вёлся как по солнечным, так и по лунным месяцам. Лунный месяц начинался с новолуния и длился 29–30 дней (даты на внутренней полуокружности). Внешняя полуокружность соответствует дням более нам знакомого солнечного месяца. Произведённый нами расчёт лунных фаз показал, что на 16–17 сентября новолуние было в 1415 г., – именно с этой даты и начинается лунный месяц в этом календаре. Каждый новый месяц по солнечному календарю начинался со вступления Солнца в соответствующий знак зодиака. В 1415 г. Солнце перешло из знака Девы в знак Весов в 16-й день лунного месяца, и начался октябрь.

Сентябрь – время сбора винограда. Около замка герцога изображён виноградник Сомура. От замка сейчас остались развалины. По краю виноградника мы видим прозрачную изгородь, видимо, сплетённую из ивы или камыша, правее – верстовой столб (придорожный камень). На дороге, ведущей в замок, – женщина с корзиной на голове. Слева от подвешенного моста – высокая труба кухни.

### Литература

1. Н. Маркова. Братья Лимбург и «Роскошный часослов герцога Беррийского» // Искусство-ПС. 2007. № 13. [Электронная версия] URL: <http://art.1september.ru/article.php?ID=200701305>
2. Les Tres Rishes hevres du Duc de Berry. Miinerva. Muse1e Conde1, Chantilly, France. 1979–1989

Проф. В.М. ЧАРУГИН

### Энергия – прямо из воздуха

Инженеры компании Solar Aero создали установку, черпающую энергию прямо из воздуха и не расходующую ни грамма топлива (патент США № 7695242). Это ветряная турбина необычной конструкции, работающая согласно законам физики. Идею подсмотрели у знаменитого сербского изобретателя Николы Теслы, который описал её в 1913 г. Турбина представляет собой цилиндрическую стопку круглых дисков с небольшими выступами и устойчиво работает в широком диапазоне скоростей ветра. Мощность естественно падает при уменьшении скорости воздушного потока, но даже в практически полный штиль связка турбины и генератора продолжит выдавать небольшой ток. При этом фирма обещает также высокую мощность (до 10 кВт с установки, размещающейся на небольшом автомобильном прицепе) и пониженные затраты на техническое обслуживание, так что в итоге покупателю 1 кВт·ч обойдётся всего в 12 центов.

Извлечением энергии из ветра занимаются и китайские энергетики. Весной 2009 г. был анонсирован проект строительства ряда ветрогенераторов суммарной мощностью 100 ГВт. В некоторых европейских странах мечта эколога уже достигнута – большая часть электроэнергии производят не ТЭС, сжигающие нефть, уголь или природный газ. Норвегия получает свыше 90% электричества от горных рек, Швеция вырабатывает те же 90% в равных пропорциях на гидро- и атомных станциях, а Исландия на две трети покрывает свои потребности в энергии (как электрической, так и тепловой, что в условиях северного климата весьма актуально) за счёт подземных горячих вод. Из стран, где нет достаточного количества горных рек или гейзеров, можно отметить Францию (74,5% энергии дают АЭС) и Японию (реакторы дают примерно 34% всего электричества).

[http://scnc.ru/page.php?al=sozdana\\_ustanovka\\_cherpa](http://scnc.ru/page.php?al=sozdana_ustanovka_cherpa)

### Микрочип на человеческой тяге

Возможно, что вскоре для зарядки плеера или мобильного телефона нам понадобится лишь наше собственное сердце. На национальной конференции и выставке Американского химического общества ZdravoE.com. изобретатели продемонстрировали созданный с помощью нанотехнологий чип, который заряжается от мельчайших движений, например, сжатия пальцев и сердцебиения. С его помощью можно подавать питание на ЖК-экран и передавать радиосигналы. Это шаг к производству электроники, которую можно будет заряжать без батареек и розеток. Если прогресс в совершенствовании наногенераторов будет оставаться таким же стремительным, очень скоро подобные устрой-

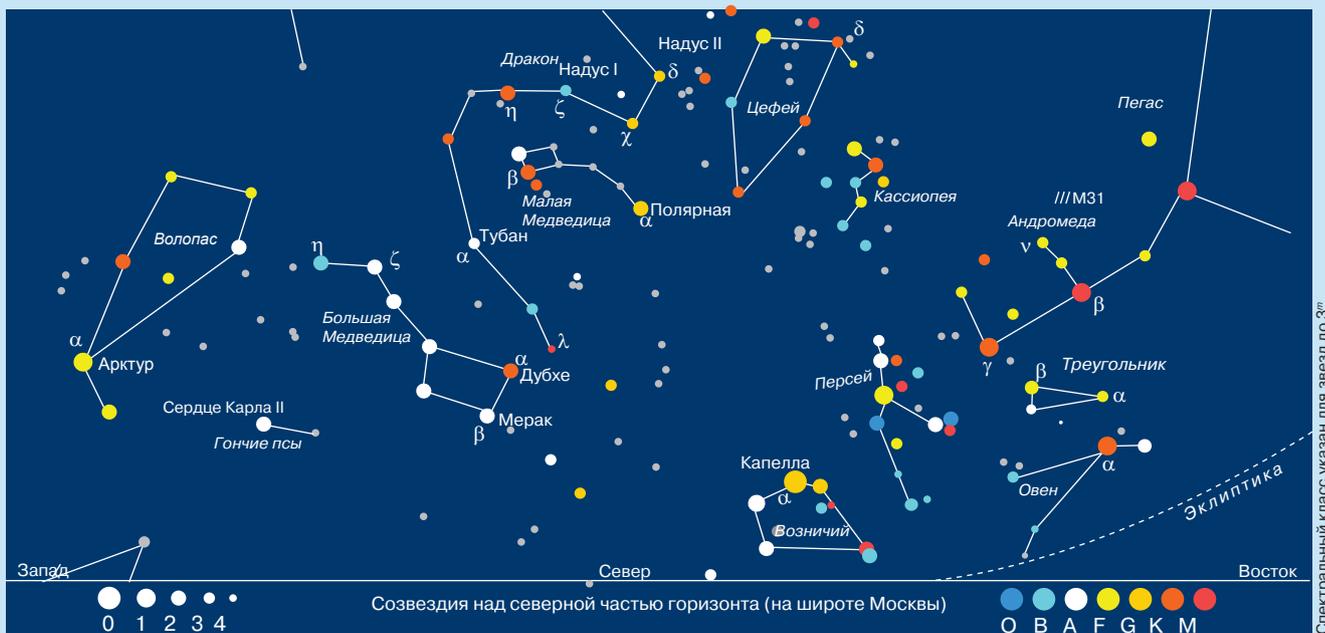
ства можно будет использовать для зарядки более крупных электронных приборов. В микрочипах используют нанопровода из оксида цинка, которые вырабатывают электричество, если их деформировать или гнуть. Это означает, что любое движение – от ходьбы до сердцебиения – способно генерировать энергию.

[http://scnc.ru/page.php?al=izobreten\\_mikrochip\\_koto](http://scnc.ru/page.php?al=izobreten_mikrochip_koto)

Л.В. ПИГАЛИЦЫН,  
МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск,  
Нижегородская обл.  
[levp@rambler.ru](mailto:levp@rambler.ru), [www.levpi.narod.ru](http://www.levpi.narod.ru)



Расширенный блок новостей см. на CD-диске.



Продолжение. Начало см. на с. 31

около 8<sup>м</sup>), которая видна как туманное пятнышко даже в школьный телескоп. В середине XIX в. астрономы избрали эту сравнительно яркую туманность для первых спектроскопических наблюдений. В ту пору фотография ещё не применялась, спектр наблюдался визуально через окулярный спектроскоп. И первые же наблюдения поразили астрономов. Вместо обычной и привычной радужной полоски с характерными линиями поглощения, которые наблюдаются у звёзд, они увидели только три яркие цветные линии на совершенно тёмном фоне. Вопреки ожиданиям, туманность оказалась скоплением не звёзд, а светящегося газа. Так с помощью спектроскопа было впервые доказано, что в межзвёздном пространстве, кроме звёзд и планет находятся исполинские облака разрежённых и светящихся газов. Расстояние до этой туманности составляет 1000 пк, а её размер 7000 а. е.

В центре туманности находится горячая звезда белый карлик 11<sup>м</sup> с температурой поверхности около 57 000 К. Туманность расширяется со скоростью несколько десятков км/с. Таким образом, эта планетарная туманность возникла несколько тысяч лет назад и через несколько тысяч лет рассеется в межзвёздном пространстве, оставив после себя остывший белый карлик. Туманность сильно отличается и по виду, и по сложной внутренней структуре от классической планетарной туманности, такой как Кольцеобразная туманность М57 в созвездии Лиры. Поэтому её считают аномальной планетарной туманностью.

Когда умирающая звезда делает последний выдох, она выбрасывает в космическое пространство вещество, обогащённое тяжёлыми химическими элементами, такими как кислород, углерод, азот.

Если вспомнить, что первичное вещество Вселенной – водород и гелий, а тяжёлые элементы образовывались при термоядерных реакциях внутри звёзд, то планетарные туманности являются одними из поставщиков этих

элементов в космос. Без них, возможно, на Земле и жизнь не смогла бы возникнуть, ведь для жизни важны именно тяжёлые элементы, особенно углерод, азот и кислород.

В древнегреческой мифологии созвездие Дракона представляет того самого дракона Ладона, который охранял в саду золотые яблоки вечной молодости (свадебный подарок Гере от богини Геи). В древневавилонской легенде рассказывается другая история: Очень давно, когда ещё не было ни Земли, ни Неба, существовали бог Мардук и чудовище Фиамат, от которого проистекали все беды. Бог Мардук начал с ним тяжёлую борьбу, длившуюся много веков. Но, наконец, он убил Фиамата. Из его тела он сотворил Землю, а из шкуры, на которой блестели разноцветные бриллианты, сделал Небо со звёздами. Теперь в ясную ночь над людьми сияют несметные сокровища небесных бриллиантов – звёзд. Тысячелетия они украшают небосвод, и ни одна звезда не исчезла, потому что бог Мардук оставил на небе вечно бдящего Дракона, тот безостановочно вращается около небесного полюса и зорко стережёт доверенные ему несметные сокровища небес.

Созвездие Возничего после нижней кульминации начинает подниматься. В этом созвездии, лежащем в плоскости Млечного Пути, находятся много интересных объектов, один из которых – эмиссионная туманность IC410 (IC – Infrared Catalog). Фотография получена путём наложения нескольких изображений через различные узкополосные фильтры: красным показано распределение атомов серы, зелёным – распределение атомов водорода, синим – распределение атомов кислорода. Сама эмиссионная туманность окружает молодое рассеянное скопление звёзд (в центре). В молодых скоплениях ещё много массивных горячих звёзд спектральных классов О и В, они своим мощным УФ-излучением ионизируют окружающий газ и возбуждают свечение атомов туманности. Наблюдаются также тёмные плотные облака газа и пыли («головастики» чуть левее центра снимка). Их небольшие размеры и причудли-



Планетарная туманность «Кошачий глаз» в созвездии Дракона

Эмиссионная туманность IC 410 и «плавающие головастики» в ней

вая форма объясняется обжимающим действием мощного звёздного ветра, истекающего из молодых горячих звёзд центрального скопления. Сдавливание облаков активизирует процесс звездообразования в их глубинах. Размеры «головастиков» составляют около 10 св. лет. Обычно в таких плотных облаках газа и пыли, куда не проникает свет звёзд, температура всего около 10 К, так что условия благоприятны для образования звёзд. В этих протозвёздах температуры низкие, термоядерные реакции ещё не протекают, но ИК-излучение весьма интенсивное. При медленном сжатии протозвёзды выделяется гравитационная энергия. Исследование «головастиков» в ИК-телескопы позволяет изучать процессы звездообразования.

## ПЛАНЕТЫ

**Меркурий** ( $-1,3^m$ ) движется по созвездию Льва, 3 сентября наступает максимальная западная элонгация, а 24 сентября – верхнее соединение с Солнцем. Меркурий виден в начале месяца утром на востоке, у горизонта перед восходом Солнца в течение часа. В конце второй декады он исчезает за Солнцем. Утром 9 сентября планета сблизится с Регулум ( $\alpha$  Льва).

**Венера** движется по созвездию Девы в непосредственной близости к Солнцу, поэтому не видна.

**Марс** ( $+1,3^m$ ) движется по созвездию Близнецов, в первой половине сентября планета проходит близ Кастора и Поллукса.

**Юпитер** ( $-2,6^m$ ) движется попятно по неяркому созвездию Рыб. Наблюдается в течение всей ночи. Угловой диаметр планеты около  $46''$ , так что в школьный телескоп можно разглядеть не только Галилеевы спутники, но и детали поверхности, например Большое Красное Пятно.

**Сатурн** движется по созвездию Девы рядом с Солнцем, поэтому его не видно.

**Уран** ( $+5,9^m$ ) движется попятно по созвездию Рыб, 25 сентября наступает его противостояние, он виден всю ночь. Найти его можно даже в бинокль, но для этого нужна подробная карта его окрестностей [1].

**Нептун** ( $+7,8^m$ ) движется попятно по созвездию Водолея, виден почти всю ночь, но найти его можно в школьный телескоп с помощью подробной карты окрестностей [1].

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

**Линксиды** (сентябрьские) активны 14–16 сентября (до 5 мет/|ч). Этот поток связывают с кометой Донати 1858 г. Метеоры яркие, со следами.

**Писциды** (сентябрьские) действуют в первую и вторую декады сентября, максимум 11 сентября (до 5 мет/|ч). Поток связан с кометой Морхауза 1907 г., метеоры медленные, яркие.

**Пегасиды** (сентябрьские) активны 2–6 сентября, максимум 5 сентября (до 9 мет/|ч). Метеоры яркие, со следами.

## Литература

1. Астрономический календарь на 2011 г./ Под ред. А. Кузнецова kuznezowaw@yandex.ru
2. URL: <http://www.prao.ru/Constellations/mif/tcefey.html#top>

Фазы Луны	Дата	4	8	12	16	20	23	27	30
	Фаза								
		Первая четверть		Полнолуние		Последняя четверть		Новолуние	

# Практические работы по астрономическим данным из Интернета: светила на небе

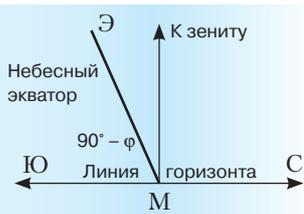
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астрономия, практическая работа, Луна, суточный путь

См. также № 5, 7, 9/2011

В.Ф. КАРТАШОВ  
kartash@cspu.ru,  
ЧГПУ, г. Челябинск

**Работа 19.** На снимке неба над Гонконгом, сделанном с большой выдержкой, видны Луна (светлая полоса), Юпитер (слабый след левее лунного), суточные пути звёзд и следы самолётов, взлетающих с Международного аэропорта. Определите широту Гонконга, продолжительность съёмки, высоту, с какой опустилась Луна.

*Решение.* Луна и планеты движутся на фоне более далёких звёзд, не отходя далеко от эклиптики. Для Луны, например, экстремальные значения склонения не превышают  $28^\circ$ . Поэтому угол между линией горизонта и суточным путём вблизи него можно использовать для определения широты. На рисунке изображена часть небесной сферы в восточной (или западной) части горизонта. Угол ЭМЮ между линией горизонта и небесным экватором равен  $90^\circ - \varphi$ ,



пользовать для определения широты. На рисунке изображена часть небесной сферы в восточной (или западной) части горизонта. Угол ЭМЮ между линией горизонта и небесным экватором равен  $90^\circ - \varphi$ ,

где  $\varphi$  – широта места наблюдения. Угол ЭМЗ равен  $\varphi$  и его можно измерить транспортиром:

$$\varphi \approx 25^\circ \text{ (точнее, } 22\text{)}.$$

Будем считать, что съёмка закончилась, когда Луна оказалась вблизи горизонта (правый нижний конец следа). Угловой диаметр Луны равен почти  $0,5^\circ$ . Если при выбранном увеличении рисунка он равен примерно 3 мм, то длина части суточного следа в градусах  $102 \text{ мм} : 6 \text{ мм} = 17^\circ$ .

Продолжительность съёмки  $t$  найдём из пропорции:  $360^\circ / 24 \text{ ч} = 17^\circ / t \Rightarrow t = 17^\circ : 15 \text{ ч/град} = 1,13 \text{ ч}$ .

*Примечание.* Следовало бы, конечно, учесть, что Луна движется против суточного движения небосвода, смещаясь на фоне звёзд почти на свой диаметр, то есть на полградуса. Значит, окончательный ответ 1,1 ч.

Высоту Луны над горизонтом  $h$  найдём из теоремы синусов для сферического треугольника, зная длину суточного пути  $L$ :

$$L / \sin 90^\circ = h / \sin (90^\circ - \varphi),$$

откуда  $h = 17^\circ \cdot \sin 65^\circ \Rightarrow h = 15,4^\circ$ .



[http://arod.nasa.gov/arod/image/1002/2010hongkongsky\\_iau\\_1\\_2046.jpg](http://arod.nasa.gov/arod/image/1002/2010hongkongsky_iau_1_2046.jpg)

# Комплекты оборудования для проверки экспериментальных умений

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** проверка экспериментальных умений, государственная аттестация, ЕГЭ, ГИА, 9 класс

Консультации: готовимся к ГИА и ЕГЭ

**Г.Г. НИКИФОРОВ**

nikiforowgg@mail.ru,  
(ИСМО РАО),

**О.А. ПОВАЛЯЕВ**

sale@td-school.ru  
(ООО «Научные развлечения»),  
г. Москва

В соответствии с экспериментальным характером физики в Федеральный Государственный стандарт (ФГОС) по нашему предмету включён раздел «Метод научного познания», в соответствии с чем необходимо организовывать проверку уровня сформированности экспериментальных умений выпускников основной и полной средней школы.

В настоящее время в КИМах ГИА и ЕГЭ методологические умения проверяются отдельными линиями заданий с выбором ответа (построение графика по данным эксперимента, анализ экспериментальных данных, конструирование экспериментальной установки по сформулированной гипотезе исследования), а в ЕГЭ используются ещё и задания по фотографиям реальных физических опытов. Однако без привлечения реального оборудования нельзя оценить, насколько учащийся владеет процедурой проведения хотя бы элементарных исследований, а именно это и должно являться результатом обучения. Отсутствие заданий с использованием реального оборудования грозит «вымыванием» эксперимента из школьного курса физики.

Федеральный институт педагогических измерений совместно с комитетом по образованию Администрации Раменского района Московской области в 2003–2008 гг. провёл педагогический эксперимент «Оценка экспериментальных умений выпускников по физике в системе итоговой государственной аттестации», в ходе которого была апробирована технология проверки на базе муниципальных диагностических центров (МДЦ)\*. На фотографиях представлены кабинет физики в Удельнинской гимназии до начала контрольной работы (а) и в процессе её выполнения (б).

Для научно-методического обеспечения эксперимента по исходным педагогическим требованиям Г.Г. Никифорова был создан и апробирован набор те-

матических комплектов лабораторного оборудования «ЕГЭ-лаборатория» [1–5], а на её основе теперь и «ГИА-лаборатория» (по исходным педагогическим требованиям Г.Г. Никифорова и М.Ю. Демидовой). Серийный выпуск обоих комплектов освоен ООО «Научные развлечения» (генеральный директор Поваляев О.А.). Эти наборы позволяют предметным комиссиям конструировать большое количество экспериментальных заданий разного уровня сложности (базовый, повышенный, высокий) и проверять уровень овладения выпускниками различными видами деятельности.

Понятно, что повсеместное введение проверки экспериментальных умений в рамках ГИА и ЕГЭ – дело достаточно дорогостоящее и сложное в организационном плане. Однако, несомненно, со временем такая проверка станет обязательной.

## 1. Комплект «ГИА-лаборатория»

«ГИА-лаборатория» – комплект оборудования, специально разработанный для выполнения экс-



\* В ходе эксперимента были созданы десять МДЦ: в Раменском районе (посёлки Никоновское, Ново-Харитоново, Удельная, Родники), в гимназии г. Раменское и раменской гимназии № 2; в г. Подольске (школа № 29, лицей № 26 и № 5) и в Ярославле (школа № 89).

периментальных заданий, включённых в КИМы ГИА, а также для использования при проведении фронтальных лабораторных работ. Он обеспечивает формирование и проверку уровня сформированности всех экспериментальных умений в рамках требований ФГОС второго поколения и состоит из четырёх тематических наборов: «Механические явления», «Тепловые явления», «Электромагнитные явления», «Оптические и квантовые явления»\*.

Состав, структура и свойства оборудования «ГИА-лаборатория» обеспечивают: ● **конструирование** заданий для проверки уровня сформированности экспериментальных умений, определённых планируемыми результатами обучения на повышенном уровне ● **определение интервалов** возможных значений количественных результатов измерений и исследований, которые могут получать ученики при условии сформированности соответствующих умений ● **постановку экспериментов**, соответствующих контролируемым видам экспериментальной деятельности ● **вариативность заданий** одного и того же типа с разными интервалами возможных значений.

Любой тематический набор из комплекта «ГИА-лаборатория», **позволяет сконструировать задания** на: ● прямые измерения физических величин ● определение числовых значений физических величин на основе расчёта с использованием прямых измерений (косвенные измерения физических величин) ● сравнение рассчитанных числовых значений физических величин с результатами их измерений ● наблюдение и объяснение явлений ● проведение исследований выделенного свойства явления ● проверку статуса предложенных гипотез ● построение и анализ графика эмпирической зависимости одной физической величины от другой ● проведение исследования по проверке зависимостей между физическими величинами.

Научно-педагогической и экспериментальной базой разработки комплекта оборудования «ГИА-лаборатория» являются: ● научно-исследовательские работы, выполненные в рамках исследований по сопровождению ЕГЭ и ГИА ● совместное исследование ФИПИ, ФПК разработчиков КИМ, лаборатории физического образования ИСМО РАО и Комитета по образованию Администрации Раменского района по разработке технологии муниципальных диагностических центров и апробации комплекта оборудования «ЕГЭ-лаборатория» ● опыт МИОО по использованию экспериментальных заданий при аккредитации школ ● опытно-конструкторские наработки

\*Ниже представлено краткое описание этих наборов. Полное описание, а также примеры экспериментальных заданий даны в [6, 7] и на CD-диске. – Ред.

ООО «Научные развлечения» по созданию учебного оборудования.

Цена базового комплекта 23 000 руб. По всем вопросам просим обращаться в отдел продаж компании ООО «Школьный мир» по адресу: 111141, Москва, Зелёный пр-т, д. 3А/11. Тел. (495) 617-0328, e-mail: sale@td-school.ru, www.td-school.ru

Методика работы с комплектом «ГИА-лаборатория», критерии оценивания, рекомендации экспертам, примеры экспериментальных заданий, сконструированных на основе оборудования комплекта, представлены в пособии [8], примеры даны на CD-диске. Рассмотренные подходы по определению интервалов возможных значений можно применять для любых наборов стандартизированного оборудования, что позволяет проводить ГИА в сельских малочисленных и малокомплектных школах.

**Набор «Механические явления»** расположен в двух контейнерах с ложементом (рис. 1, 2), а также в отдельном тубусе (штатив и длинная часть направляющей).



Рис. 1

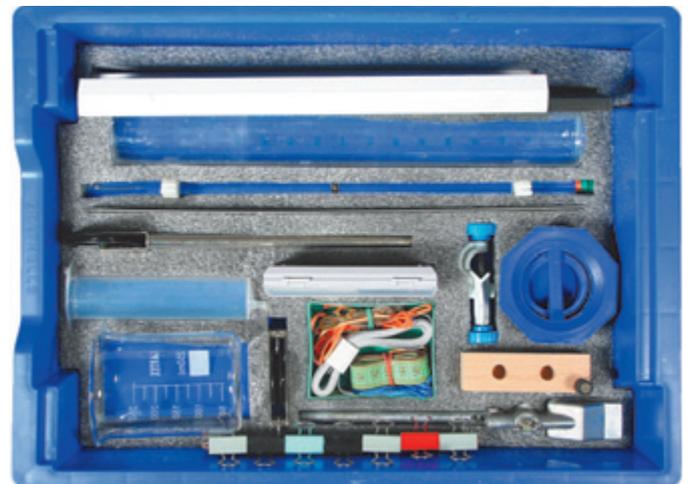


Рис. 2



Весы электронные

В состав набора входят (рис. 3): средства измерения (секундомер с датчиками, весы электронные, динамометры, набор грузов, линейка, транспортир, мерная лента, мерный цилиндр); принадлежности для сборки измерительных установок для исследования

колебаний, равномерного и равноускоренного движений, равновесия тел, силы упругости, силы трения и архимедовой силы; калькулятор fx-82ES. Для исследования **поступательного движения** – равномерного (рис. 4) и равноускоренного (рис. 5) – используются: секундомер с датчиками, направляющая, состоящая из двух соединяемых сегментов, брусок с пусковым магнитом и двумя крючками, заполненная глицерином трубка со стальным шариком и пузырьком воздуха. Установка для исследования **колебаний груза на пружине** из тех же элементов с добавлением набора грузов и динамометра показана на рис. 6. Для исследования **механических сил** (упругости, трения, тяжести, Архимеда) и **условий равновесия** рычага используются: набор тел, рычаги и блоки, пружины и резиновые шнуры.

**Набор «Тепловые явления»** расположен в контейнере с ложементом (рис. 7). Кроме того в специальной упаковке поставляются: калориметр и пластиковая кружка для горячей воды, калькулятор Casio HL-4A, таблицы и нанофотографии поверхностей образцов в каждом комплекте, а также барометр, гигрометр, электрический чайник – на класс-комплект. В состав средств измерения входят: манометр, барометр БР-52; гигрометр; часы электронные; термометр ТС-7-М1 (2 шт.); линейка стальная 150 мм; весы электронные.

Для наблюдения **атмосферного давления**, исследования **свойств газов**, конструирования моделей некоторых устройств используются баллоны от шприцов разной конфигурации и объёма. Для исследования **зависимости длины столбика жидкости от температуры** и **градуирования термометра** в набор включена термометрическая трубка на жёстком основании со шкалой. Для проведения **калориметрических** измерений и исследований в набора включён калориметр и цилиндр алюминиевый.

**Набор «Электромагнитные явления»** расположен в двух контейнерах с ложементами (рис. 8), и в отдельном контейнере – электроизмерительные приборы, обеспечивающие класс-комплект. В набор входят: ● **средства измерения** (двухпредельные электроизмерительные приборы амперметр, вольтметр, миллиамперметр; весы электронные, термометр, транспортир) ● набор резисто-



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

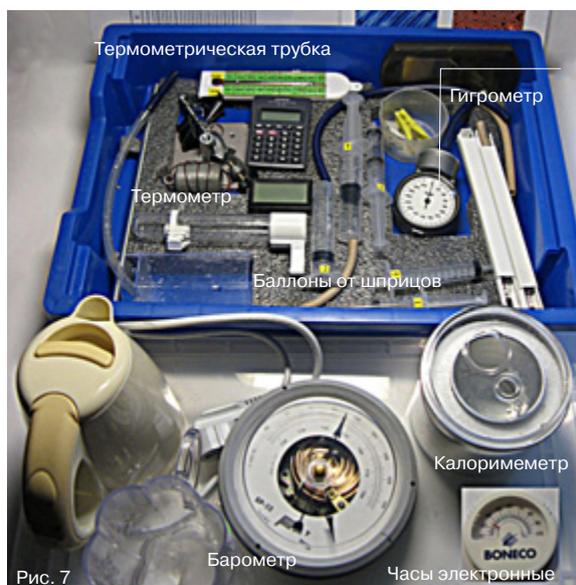


Рис. 7



Амперметр, вольтметр, миллиамперметр

- ▲ Панели, катушки, магниты, провода
- ◀ Выпрямитель, контейнер для батареек, провода, калькулятор

Рис. 8

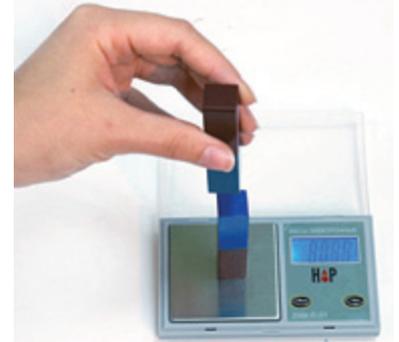


Рис. 9

ческая скамья поставляется в отдельной упаковке. Набор включает в себя: ● оборудование для лучевых опытов (осветитель позволяет получить как широкий световой пучок, так и до 5 узких), измерений и исследований явлений отражения, преломления, дисперсии, а также наблюдения хода лучей через собирающие и рассеивающие линзы ● оборудование для исследования свойств изображения в собирающих линзах, позволяющее измерять фокусное расстояние и оптическую силу линзы различными способами ● дозиметр для оценки естественного радиоактивного фона (мощность экспозиционной дозы, мкЗв/ч, оценивается по результатам четырёх измерений дозы излучения – в каждом фиксируется средняя доза за 40 с интервалом 10 с. По результатам наблюдений ученик строит столбчатую диаграмму зависимости дозы от времени.

ров и оборудования для сборки электрических цепей (реостат, лампочки, специальные панели для качественного исследования влияния удельного сопротивления, длины проводника и площади поперечного сечения на сопротивление проводника), источники тока (выпрямитель учебный ВУ-4, контейнер для гальванических элементов типа D) ● электрический нагреватель ● оборудование для исследования полей магнита и электромагнита, а также явления электромагнитной индукции (компас, два одинаковых магнита и один немаркированный магнит; подставка-зажим для магнитов, электромагнит, катушка); дополнительные принадлежности, калькулятор fx-82 ES.

Для прямого измерения силы взаимодействия магнитов, магнита и катушки с током, используются электронные весы (рис. 9).

**Набор «Оптические и квантовые явления»** расположен в контейнере с ложементами (рис. 10). Опти-



Рис. 10

### Литература

1. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Никифоров Г.Г. Диагностика экспериментальных умений: Дистанционный курс «Диагностика учебных достижений по физике. Особенности подготовки учащихся к ЕГЭ и ГИА». Лекция 5 // Физика-ПС. 2009. № 21. Педагогический университет «Первое сентября». [Электронный ресурс] URL: <http://fiz.1september.ru/articles/2009/21/11>
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Никифоров Г.Г. Особенности ЕГЭ по физике в 2009 г. Модель экзамена в форме ЕГЭ. Проект // Физика-ПС. 2007. № 19. [Электронный ресурс] URL: <http://fiz.1september.ru/2007/19/01.htm>
3. Никифоров Фронтальный эксперимент при переходе к стандарту второго поколения: от обычной школы к цифровой // Физика-ПС. 2010. № 16.
4. Фролов В.П., Чарушин А.В., Никифоров Г.Г. Фронтальные тематические наборы второго поколения // Физика-ПС. 2010. № 16.
5. О вопросах экспериментальной физики в ЕГЭ // Физика в школе. 2010, № 7.
6. Никифоров Г.Г., Поваляев О.А. Готовимся к ГИА // Физика в школе. 2011. № 3. С. 21–31.
7. Никифоров Г.Г., Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е. Проверка экспериментальных умений по физике при ГИА // Физика в школе. 2011. № 3. С. 3–21.
8. Никифоров Г.Г., Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. ГИА по физике. Экспериментальные задания / Под ред. Демидовой М.Ю. М.: Просвещение, 2011.

# Тепловые явления. Изменение агрегатных состояний вещества

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** обучение решению задач, логическая схема, тема «Тепловые явления», 8 класс

Обучение решению задач по логической схеме, 8-й класс

**В.П. ШЕВЦОВ**

kmn\_a@mail.ru,  
МОУ РСОШ, п. Рассвет,  
Аксацкий р-н, Ростовская обл.

Несмотря на видимую простоту уравнения теплового баланса, учащиеся с трудом усваивают алгоритм решения задач этого типа, особенно если есть переход вещества из одного агрегатного состояния в другое. Предлагаем схему, предоставляющую возможность одновременно повторить все фазовые переходы: плавление и кристаллизацию, парообразование и конденсацию, – и дать цельное представление о переходах, что позволит избежать ошибок при решении задач на составление уравнения теплового баланса. Схема позволяет решать задачи в пяти уровнях сложности, то есть обеспечивает дифференцированный подход в обучении:

**1-й уровень.** Задачи с рассмотрением одного физического процесса, например: ● Какое количество теплоты потребуется на нагревание воды от 20 °С до 80 °С?

**2-й уровень.** Задачи с рассмотрением двух физических процессов, например: ● Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы расплавить 2 кг льда, взятого при температуре –10 °С?

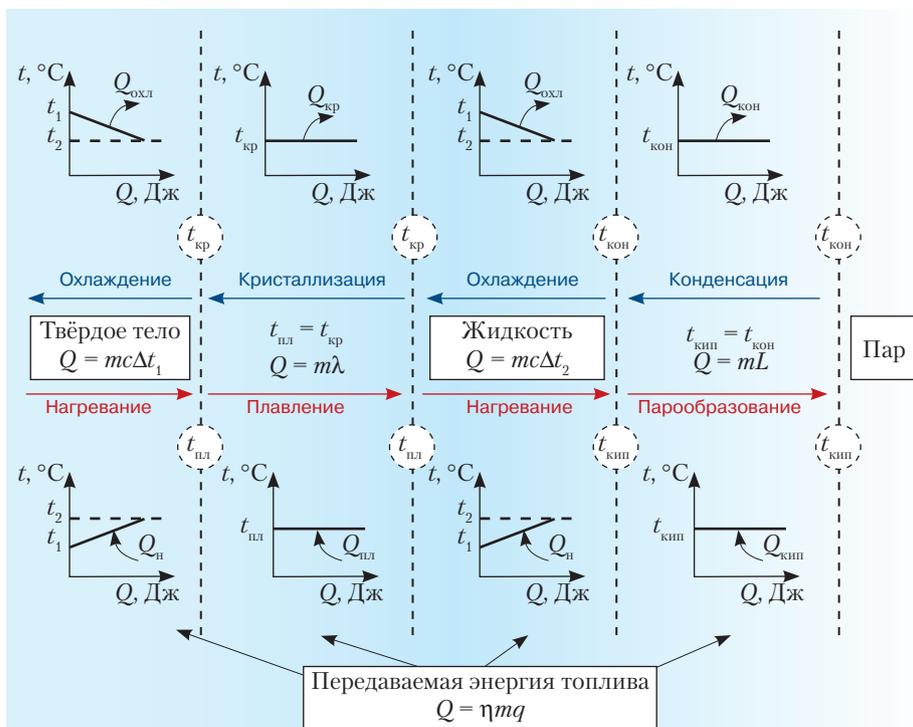
**3-й уровень.** Задачи с рассмотрением большего количества физических процессов, например: ● Какое количество

теплоты потребуется для того, чтобы 10 кг льда, взятого при температуре –10 °С превратить: а) в воду при 20 °С; б) в пар при 100 °С?

**4-й уровень.** Задачи с рассмотрением энергии топлива, которая расходуется полностью (эти задачи комбинируются с задачами 1–3-го уровней). Например: ● Какое количество каменного угля потребуется, чтобы 10 кг льда, взятого при температуре –10 °С: а) нагреть до температуры плавления; б) расплавить; в) превратить в воду при 20 °С; г) превратить в пар при 100 °С?

**5-й уровень.** Задачи с рассмотрением КПД нагревательной установки, например: ● Какое количество газа необходимо сжечь на газовой горелке с КПД = 40% ( $\eta = 0,4$ ), чтобы 10 кг льда, взятого при температуре –10 °С: а) нагреть до температуры плавления; б) расплавить; в) превратить в воду при температуре 20 °С; г) превратить в пар при температуре 100 °С?

Алгоритм пользования схемой: ● на схеме обозначаем начальную  $t_1$  и конечную  $t_2$  температуры согласно условию задачи ● формулируем, о каких тепловых процессах идёт речь в условии задачи ● строим график процессов согласно схеме ● уточняем, учитывается ли энергия топлива в условии задачи, как учитывается ● составляем уравнение теплового баланса и решаем его относительно неизвестной величины.



*Василий Петрович Шевцов – учитель физики высшей квалификационной категории, выпускник Ростовского ГПИ, педагогический стаж более 40 лет. Почётный работник общего образования РФ,*

победитель всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России», руководитель ШМО учителей предметов естественнонаучного цикла. Учащиеся ежегодно участвуют и побеждают в районных олимпиадах по физике. Среди лучших – Андреев А., Гончарова Ю., Ирковская Е., Труфанов А. В 2007 г. 83% сдававших ЕГЭ по физике получили «4» и «5», а в 2008 г. ученик Куприяновский А. получил 72 балла – наилучший результат в районе. Педагог активно распространяет свой педагогический опыт: он автор трёх учебных пособий, лауреат Всероссийского открытого конкурса «Педагогические инновации-2008». Женат, имеет дочь и внука. Хобби: шахматы, рыбалка, дача.

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

### **КОД ОБЩЕПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КУРСЫ**

21-001	<i>С.С. Степанов.</i> Теория и практика педагогического общения
21-002	<i>Н.У. Заиченко.</i> Методы профилактики и разрешения конфликтных ситуаций в образовательной среде
21-003	<i>С.Н. Чистякова, Н.Ф. Родичев.</i> Образовательно-профессиональное самоопределение школьников в предпрофильной подготовке и профильном обучении
21-004	<i>М.Ю. Чибисова.</i> Психолого-педагогическая подготовка школьников к сдаче выпускных экзаменов в традиционной форме и в форме ЕГЭ
 21-005	<i>М.А. Ступницкая.</i> Новые педагогические технологии: организация и содержание проектной деятельности учащихся
 21-007	<i>А.Г. Гейн.</i> Информационно-методическое обеспечение профессиональной деятельности педагога, педагога-психолога, работника школьной библиотеки
21-008	<i>А.Н. Майоров.</i> 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 сайте <http://edu.1september.ru>.

Окончившие дистанционные курсы получают удостоверение установленного образца.

Базовая стоимость курса (без учета скидки) составляет 1990 руб. для курсов без видеоподдержки и 2190 руб. – для курсов с видеоподдержкой.



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

*Э.М. Браверман.* Развивающее обучение на занятиях по физике в условиях реализации идей новых образовательных стандартов

*В.А. Грибов.* Система подготовки учащихся к ЕГЭ по физике

*А.П. Ершова.* Социогровые методы в работе школьного учителя

*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 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.

Базовая стоимость курса (без учета скидки) – 5400 руб.



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

# ЕГЭ: решаем задачи части С

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Решение задач части С ЕГЭ, механическое движение, динамика

Продолжение. См. №12/2011

В.А. ГРИБОВ

vitalii\_gribov@mail.ru,

МГУ им. М.В. Ломоносова,

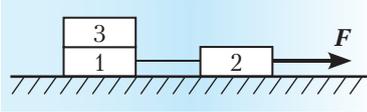
г. Москва



## Часть 1. МЕХАНИКА (продолжение)

### Динамика

**Упражнение 1.** По гладкой горизонтальной плоскости под действием горизонтальной силы  $F$  движутся три одинаковых бруска массой  $m$  каждый, связанные лёгкой нерастяжимой нитью. Как изменится сила натяжения нити, если переложить брусок 3 с бруска 1 на брусок 2? Считать, что верхний брусок не скользит по нижнему.



**Решение.** Бруски не движутся друг относительно друга, поэтому их можно рассматривать как единое твёрдое тело массой  $3m$ , которое движется поступательно. В этом случае к системе брусков применима модель материальной точки.

Систему отсчёта, связанную с горизонтальной плоскостью, будем считать инерциальной. Направим ось  $X$  по направлению силы  $F$ . Тогда в проекциях на ось  $X$  второй закон Ньютона для тела  $3m$  запишется в виде:  $3ma = F$ , откуда  $a = \frac{F}{3m}$ .

Этот результат не зависит от того, на каком бруске – 1 или 2 – лежит третий брусок.

Когда брусок 3 лежит на бруске 1, сила натяжения нити сообщает ускорение  $a$  телу массой  $2m$ , состоящему из двух брусков. Поэтому  $2ma = T_1$ .

Когда брусок 3 лежит на бруске 2, сила натяжения нити сообщает ускорение  $a$  телу массой  $m$  – бруску 1. Поэтому  $ma = T_2$ .

Отсюда следует, что  $\frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2}$ .

**Ответ:** сила натяжения нити уменьшится в 2 раза.

**Упражнение 2.** Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте  $h = 600$  км над поверхностью планеты со скоростью  $v = 3,4$  км/с. Радиус планеты  $R = 3400$  км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

**Решение.** Центробежное ускорение спутника вызвано силой притяжения спутника к планете. В соответствии с законом всемирного тяготения, получаем

$$\frac{mv^2}{R+h} = \frac{GMm}{(R+h)^2},$$

где  $m$  – масса спутника,  $M$  – масса планеты.

На поверхности планеты сила притяжения тела массой  $m$  к планете (сила тяжести) связана с ускорением свободного падения соотношением

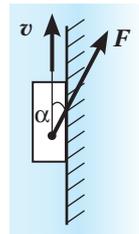
$$mg_0 = \frac{GMm}{R^2}.$$

Поделив первое уравнение на второе, получим

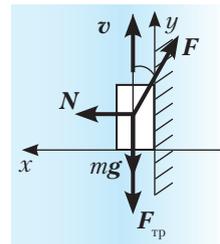
$$\frac{v^2}{g_0} = \frac{R^2}{R+h},$$

откуда  $g_0 = v^2 \frac{R+h}{R^2} = 4 \text{ м/с}^2$ .

**Упражнение 3.** Брусок массой  $m = 0,4$  кг прижат к вертикальной стене силой  $F$ , направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  вертикали. Коэффициент трения между бруском и стеной  $\mu = 0,3$ . При какой величине силы  $F$  брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью?



**Решение.** Введём инерциальную систему отсчёта, связанную со стеной. Ось  $X$  системы координат направим перпендикулярно стене, а ось  $Y$  – вертикально вверх. Силы, действующие на брусок, показаны на рисунке.



Поскольку брусок движется с постоянной скоростью по прямой, равнодействующая приложенных к нему сил равна нулю. В проекциях на оси  $X$  и  $Y$  отсюда получим

$$\begin{cases} N - F \sin \alpha = 0, \\ F \cos \alpha - mg - F_{\text{тр}} = 0. \end{cases}$$

Сила трения в данном случае является силой трения скольжения, поэтому  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . В результате получаем:

$$N = F \sin \alpha,$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu F \sin \alpha, \\ F \cos \alpha - mg - \mu F \sin \alpha = 0,$$

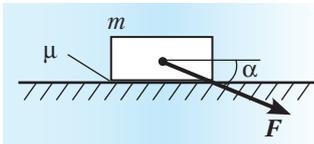
откуда  $F = \frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} \approx 5,6 \text{ Н.}$

По ходу решения задачи могут возникнуть два вопроса: ● почему линия действия силы трения проходит через центр бруска, а не в плоскости контакта бруска со стеной? ● почему мы считаем, что, действуя на брусок с силой, направленной под таким углом к вертикали, вообще можно сдвинуть брусок с места?

Ответ на первый вопрос таков: брусок движется поступательно, его моделью служит материальная точка, поэтому размеры бруска нужны на рисунке только «для красоты». Обсуждение точек приложения и линий действия сил станет важным, если мы начнём рассматривать возможность опрокидывания бруска.

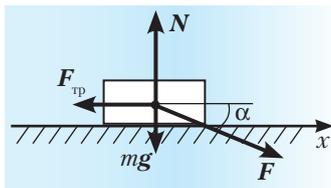
Ответ на второй вопрос мы получим в задаче, приведённой ниже.

**Задача 1.** На горизонтальной плоскости покоится брусок массой  $m$ . Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен  $\mu$ . С каким ускорением будет двигаться брусок, если к нему приложить постоянную силу  $F$ , направленную вниз под углом  $\alpha$  к горизонту?



ком и поверхностью равен  $\mu$ . С каким ускорением будет двигаться брусок, если к нему приложить постоянную

**Решение.** Покажем силы, приложенные к бруску, и введём инерциальную систему отсчёта, связанную с горизонтальной плоскостью. Оси системы координат направим, как показано на рисунке.



Понятно, что брусок может прийти в движение, а может и остаться в покое. Поэтому, поскольку числовых данных нет, придётся рассмотреть оба случая.

**Случай 1.** Пусть брусок покоится, его ускорение  $a = 0$ ,  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр.пок.}} \leq \mu N$ . Запишем для этого случая второй закон Ньютона в проекциях на оси  $X$  и  $Y$ :

$$\begin{cases} F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = 0, \\ N - mg - F \sin \alpha = 0. \end{cases}$$

Отсюда  $\begin{cases} F_{\text{тр}} = F \cos \alpha, \\ N = mg + F \sin \alpha. \end{cases}$

Подставим эти результаты в неравенство для силы трения покоя:  $F \cos \alpha \leq \mu(mg + F \sin \alpha)$ .

После очевидных преобразований получаем неравенство:  $F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \leq \mu mg$ .

Очевидно, что  $F > 0$ ,  $\mu mg > 0$ . Поэтому неравенство выполняется при **любых**  $F > 0$ , если

$\cos \alpha - \mu \sin \alpha \leq 0$ , то есть (поскольку  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ , как

видно из рисунка) при  $\text{tg } \alpha \geq \frac{1}{\mu}$ . Иными словами,

при  $\alpha \geq \text{arctg}\left(\frac{1}{\mu}\right) = \alpha_0$ .

Если же  $\alpha < \alpha_0$ , можно поделить неравенство для  $F$  на положительное (теперь!) выражение в круглых скобках и получить

$$F \leq \frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}.$$

**Ответ 1.** Ускорение бруска равно нулю:

● при любых сколь угодно больших значениях  $F$ , если

$$\alpha \geq \alpha_0 = \text{arctg}\left(\frac{1}{\mu}\right)$$

● при  $F \leq \frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ , если  $\alpha < \alpha_0$ .

**Случай 2.** Пусть брусок движется с ускорением. Тогда  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр.ск.}} = \mu N$  и, очевидно,  $a_x > 0$ . (Вряд ли можно ждать, что, толкая брусок вперёд по горизонтальной плоскости, мы вызовем его движение назад – ведь сила трения направлена против скорости относительного движения.)

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси  $X$  и  $Y$ :

$$\begin{cases} F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma_x, \\ N - mg - F \sin \alpha = 0, \\ F_{\text{тр}} = \mu N \text{ (скольжение)}. \end{cases}$$

Получаем:

$$\begin{aligned} N &= mg + F \sin \alpha, \\ F_{\text{тр}} &= \mu(mg + F \sin \alpha), \\ ma_x &= F \cos \alpha - \mu(mg + F \sin \alpha). \end{aligned}$$

Отсюда:  $a_x = \frac{1}{m} [F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \mu mg]$ .

Осталось определить, при каких значениях  $F$  и  $\alpha$  применим этот результат. Ведь у нас уже есть другой результат – для случая 1. Вспомним, что  $a_x > 0$ . Тогда из выражения для  $a_x$  перейдём к неравенству

$$F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) > \mu mg.$$

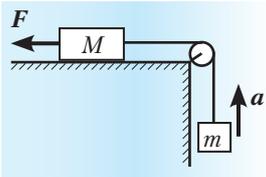
Поскольку  $\mu mg > 0$ , то неравенство имеет решение, только если  $\cos \alpha - \mu \sin \alpha > 0$ , то есть при  $\alpha < \alpha_0 = \arctg\left(\frac{1}{\mu}\right)$ .

В этом случае  $a_x > 0$  при  $F > \frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ .

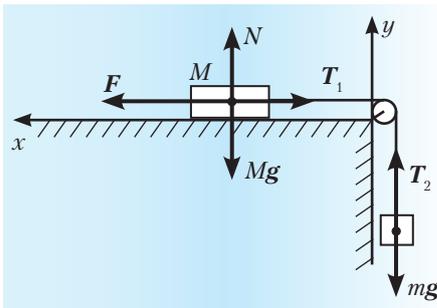
*Ответ 2.* Брусок движется с ускорением

$$a_x = \frac{1}{m} [F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \mu mg] > 0 \quad \text{при} \quad \alpha < \alpha_0 = \arctg\left(\frac{1}{\mu}\right), \quad F > \frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}.$$

**Задача 2.** Груз массой  $M$ , лежащий на гладком столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой  $m = 0,25$  кг. На груз  $M$  действует горизонтальная постоянная сила, равная по модулю  $F = 9$  Н. Груз  $m$  движется с ускорением, равным по модулю  $a = 2$  м/с<sup>2</sup> и направленным вверх. Чему равна масса  $M$ ?



*Решение.* Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Оси координат направим, как показано на рисунке. Там же показаны силы, действующие на тела  $M$  и  $m$ .



Поскольку нить нерастяжима, проекция  $a_{1x}$  ускорения тела  $M$  на ось  $X$  равна проекции  $a_{2y}$  ускорения тела  $m$  на ось  $Y$ :  $a_{1x} = a_{2y} = a$ .

Поскольку нить лёгкая (масса нити много меньше масс  $M$  и  $m$ ), а блок идеален (нет трения в осях, масса блока ничтожна), то модуль силы натяжения нити в любой точке одинаков. В частности,  $T_1 = T_2 = T$ . Это несложно показать.

Рассмотрим горизонтальный участок нити. Поскольку  $m_{\text{нити}} = 0$ , на него действуют только горизонтальные силы  $T_3$  и  $T_4$ .



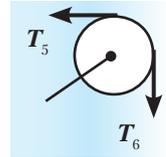
Второй закон Ньютона для нити:

$$T_3 + T_4 = m_{\text{нити}} a = 0,$$

откуда, в частности, следует, что  $T_3 = T_4$ . С другой

стороны, по третьему закону Ньютона,  $T_3 = -T_1$ . Значит,  $T_4 = T_3 = T_1 = T$ .

Теперь рассмотрим блок. Нить действует на него силами  $T_5$  и  $T_6$ , причём  $T_5 = -T_4$ , по третьему закону Ньютона.



Поскольку блок идеален (см. выше), то он раскручивается с конечным угловым ускорением при соблюдении условий равновесия относительно вращения:  $M_{T_5} + M_{T_6} = 0$ , или  $T_5 R - T_6 R = 0$ , где  $R$  – радиус блока.

В результате получаем:  $T_6 = T_5 = T$ . Из рассмотрения же вертикального отрезка нити следует, что  $T_6 = T_2$ . Таким образом,  $T_1 = T_2 = T$ , что и требовалось доказать.

Запишем второй закон Ньютона для тел  $M$  и  $m$  в проекциях на оси  $X$  и  $Y$ :

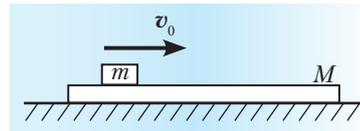
$$\begin{cases} Ma = F - T, \\ ma = T - mg. \end{cases}$$

Сложив уравнения, получим:

$$(M + m)a = F - mg.$$

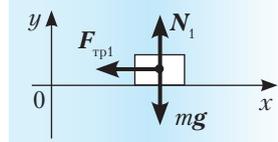
$$\text{Отсюда } M = \frac{1}{a}(F - mg) - m = 3 \text{ кг.}$$

**Задача 3.** На гладком горизонтальном столе находится длинная доска массой  $M = 3$  кг. На доске лежит шайба массой  $0,6$  кг. Коэффициент трения между шайбой и доской  $\mu = 0,25$ . В начальный момент времени шайбе щелчком сообщают скорость  $v_0 = 3$  м/с вдоль доски, причём доска покоится относительно стола. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?

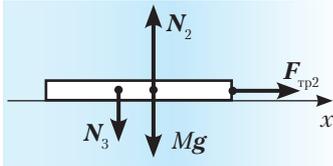


*Решение.* Изберём самый примитивный путь решения: найдём ускорения обоих тел, а затем перейдём к кинематике. Решаем задачу в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом.

Покажем силы, действующие на брусок  $m$ . Сила трения  $F_{\text{тр1}}$  направлена **влево**, так как брусок движется относительно доски **вправо**. Запишем второй закон Ньютона для бруска в проекциях на оси  $X$  и  $Y$ :



$$\begin{cases} ma_{1x} = -F_{\text{тр1}}, \\ 0 = N_1 - mg, \\ F_{\text{тр1}} = \mu N_1 \text{ (скольжение)}. \end{cases}$$



Отсюда получаем  $a_{1x} = -\mu g$ .  
Покажем теперь силы, действующие на доску. По третьему закону Ньютона,

$$F_{\text{тр}2} = -F_{\text{тр}1}; N_3 = -N_1.$$

Запишем второй закон Ньютона для доски в проекциях на ось  $X$ :

$$Ma_{2x} = F_{\text{тр}2} = F_{\text{тр}1} = \mu mg,$$

откуда

$$a_{2x} = \mu \frac{m}{M} g.$$

Пока шайба скользит по доске, скорости бруска  $v_1$  и доски  $v_2$  меняются с течением времени по закону

$$\begin{cases} v_{1x}(t) = v_0 + a_{1x} \cdot t = v_0 - \mu g t, \\ v_{2x}(t) = a_{2x} \cdot t = \mu \frac{m}{M} g t. \end{cases}$$

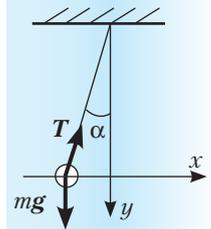
Шайба перестанет скользить по доске в момент  $\tau$ , когда  $v_{1x}(\tau) = v_{2x}(\tau)$ , то есть когда  $v_0 - \mu g \tau = \mu \frac{m}{M} g \tau$ .

$$\text{Отсюда } \tau = \frac{v_0}{\mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right)} = 1 \text{ с.}$$

**Задача 4** (старая-старая). Маленький массивный шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нити длиной  $l$ , движется по горизонтальной окружности с угловой скоростью  $\omega$  (конический маятник). Найдите

угол  $\alpha$  отклонения нити от вертикали.

*Решение.* Пусть масса шарика равна  $m$ . На шарик действуют сила тяжести  $mg$  вертикально вниз и сила натяжения нити  $T$  вверх вдоль нити. В проекциях на оси инерциальной системы отсчёта, связанной со столом, запишем второй закон Ньютона.



$$\begin{cases} T \sin \alpha = m \omega^2 R, \\ T \cos \alpha - mg = 0. \end{cases}$$

Учтём, что  $R = l \sin \alpha$ , тогда:

$$m \omega^2 l \sin \alpha = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}.$$

Решения этого уравнения:  $\sin \alpha = 0$ ,  $\cos \alpha = \frac{g}{\omega^2 l}$ .

Поскольку  $\cos \alpha \leq 1$ , решение  $\alpha = \arccos\left(\frac{g}{\omega^2 l}\right)$  применимо лишь в области  $\omega^2 > g/l$ .

Решение  $\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$  имеет смысл при любых  $\omega \geq 0$ , но при  $\omega^2 > g/l$  оно неустойчиво: малейшее отклонение нити от вертикали приводит к переходу в режим конического маятника с отличным от нуля углом  $\alpha$ .

Таким образом:

$$\begin{cases} \alpha(\omega) = 0 & \text{при } \omega^2 \leq g/l, \\ \alpha(\omega) = \arccos\left(\frac{g}{\omega^2 l}\right) & \text{при } \omega^2 > g/l. \end{cases}$$

## ЕГЭ по-американски

Продолжение. См. № 7, 9/2011

9 («Physics Teacher», 2009, May, № 5, 268). Почему можно просунуть руку в горячую духовку, где только-что готовилась пицца (300 °С), не боясь обжечься? В то же время, если просунуть руку в кастрюлю с кипящей водой (100 °С), то ожога не избежать? Это связано с различием в:



- А) теплопроводности;
- В) верны и А, и Б;
- Б) удельной теплоёмкости;
- Г) не верны ни А, ни Б.

Пер. с англ. К.Ю. БОГДА НОВА

kbogdanov1@yandex.ru, ГОУ лицей № 1566, г. Москва

**Томский политехнический университет приглашает учителей физики средних общеобразовательных учреждений России принять участие в заочном конкурсе «От школьной физики – к высоким технологиям».** Цель конкурса – стимулирование преподавателей за высокие показатели учеников по результатам ЕГЭ и Всероссийских олимпиад по физике. Подробная информация на портале Центра довузовской подготовки ИДНО ТПУ [http://portal.tpu.ru/departments/centre/pre-univ/arhiv\\_konf/konkurs\\_fizika](http://portal.tpu.ru/departments/centre/pre-univ/arhiv_konf/konkurs_fizika). Директор центра Кулинич Екатерина Александровна (тел. (3822) 70-16-02; (3822) 56-32-35).

Заявку на участие можно подать до 20 сентября на сайте <http://teacher-cdp.tpu.ru> или по почте: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ауд. 128 (ЦДП) Победители и призёры конкурса награждаются дипломами, ценными призами и денежными грантами.

# Система обучающих задач по физике



Ключи к решению физических задач

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** решение задач, ЕГЭ, обучающие задачи, механическое движение, динамика, 7–11 классы

Л.Э. ГЕНДЕНШТЕЙН  
genden@list.ru,  
Проф. В.А. ОРЛОВ  
ИСМО РАО, г. Москва

Главной трудностью при изучении физики в школе традиционно считают *решение задач*. «Теория» же многим ученикам кажется гораздо более простой. Интересно, однако, что эти «знающие» теорию ученики обычно не могут ответить на простые вопросы, выходящие за рамки определений и формулировок из учебника. Так что их «знание теории» – всего лишь зазубренные формулировки, которых едва хватает для решения «задач на подстановку», когда числовые данные надо подставить в заученную формулу из учебника. Для успешного же решения более содержательных задач, в том числе задач ЕГЭ, надо глубже знать *свойства* физических объектов, в том числе и те, которые *не входят в канонический набор «по теории», приведённый в учебниках*. Чтобы стало понятнее, что мы имеем в виду, приведём пример задачи, громоздкое «каноническое» (если использовать только формулы из учебника) решение которой пугает детей, но которую можно решить устно, если знать одно простое *свойство* равноускоренного движения.

**Пример.** Автомобиль движется равноускоренно с некоторой начальной скоростью. За первую секунду он проехал 10 м, а за две секунды 22 м. Какое расстояние проедет автомобиль за 3 с?

Чтобы решить эту задачу с помощью «канонической формулы»  $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ , надо составить и решить систему уравнений. Это трудоёмко и интереса не вызывает. Если же знать, что *пути, проходимые равноускоренно движущимся телом за последовательные равные промежутки времени, составляют арифметическую прогрессию*, то задача решается устно. Из условия сразу следует, что за 2-ю секунду автомобиль проехал 12 м, следовательно, пройденный за секунду путь увеличивается каждую секунду на 2 м. Значит, за 3-ю секунду автомобиль проедет  $10 + 2 + 2 = 14$  м, а за три секунды  $22 + 14 = 36$  м.

Доказать выделенное выше курсивом утверждение очень просто (см. далее), – оно *очевидно* при взгляде на график зависимости скорости от времени. Но найдёте ли вы его в учебниках? И таких примеров, как мы увидим, можно привести много.

Откуда же ученик может узнать об этих свойствах, являющихся **ключами к решению задач**? В учебниках о них обыч-

но не пишут, считая, что это – частные вопросы, а в задачниках редко встретишь задачи, в которых эти свойства *раскрываются*, потому, что для задачников эти вопросы считают слишком общими. К тому же это, как правило, задачи *на доказательство*, а их недооценивают как авторы задачников, так и учителя. Подавляющее большинство задач в задачниках – расчётные, где эти свойства уже *применяются*. В результате в школьном курсе физики возникает пропасть между «теорией» и «задачами». Во многом она обусловлена искусственным разделением курса физики на «теорию» и «задачи», которым отведена не самая приятная для учеников роль *проверки* усвоения теории (это ещё одна причина нелюбви к задачам).

*Обучающая* роль задач практически сведена на нет, а ведь *понимание* теории возникает только при решении задач! Можно попытаться изменить ситуацию, построив методику обучения физике так, чтобы «стереть грань» между «теорией» и «задачами», сделав в том числе вывод «канонических» формул естественным звеном в системе *обучающих* задач.

## Обучающие задачи-ключи

Определяющим свойством *обучающих* задач-ключей является *раскрытие при их решении важных общих свойств физических объектов и/или понятий*. Примером такой задачи является, например, доказательство приведённого выше утверждения о путях, проходимых равноускоренно движущимся телом за последовательные равные промежутки времени. Обучающие задачи – это часто *задачи на доказательство* важных и полезных утверждений. Такие задачи недооцениваются многими учителями по той причине, что «таких не дают на экзаменах». Да, не дают, но зато утверждения, которые доказываются в этих задачах, – это как раз и есть **ключи к решению экзаменационных задач!** В самих же экзаменационных задачах таких **ключей** нет, потому что в *контролирующих* задачах проверяется *применение* упомянутых выше утверждений. Конечно, каждая задача чему-то учит (в том числе и контролирующая), но *эффективность* обучения может быть очень и очень разной. Знакомство учеников с открытыми вариантами ЕГЭ необходимо для *тренировки в изученном*, но не для *обучения!*

При составлении системы обучающих задач полезно посмотреть на структуру другого школьного курса, в котором тоже есть много задач – курса геометрии. Его сокровищем является тщательный отбор обучающих задач – теорем. Эти задачи на доказательство отличаются от рядовых задач тем, что в нескольких десятках теорем раскрываются основные свойства и признаки простых геометрических фигур, которые используются затем в тысячах задач. Не случайно курс элементарной геометрии – единственный школьный курс, который практически не изменился за две тысячи лет! Он был и остаётся ярким примером единства «теории» и «практики»: мостом между ними является система теорем.

Печатается в сокращении. Полный текст представлен в табличной форме, предложенной учителем А.В. Кошкиной (МОУ СОШ № 37, г. Архангельск), на CD-диске. – Ред.

Предлагаемая система обучающих задач по физике для старшей школы естественно включает в себя и то, что обычно считают «теорией». Но при этом сложные «выводы формул» разбиваются на цепочки посильных и понятных *задач на доказательство*, благодаря чему в значительной степени стирается грань между «теорией» и «задачами».

Желательно организовать обучение так, чтобы постепенно включать в решение задач самих ребят. Например, предлагая не готовое решение, а подсказку, которая наведёт их на решение, – все эти задачи несложные. Работа над *задачами с подсказками* намного интереснее и полезнее для учеников, чем просто числовые расчёты. Поэтому мы предлагаем и подсказки: записывайте их на доске при формулировке задач.

После каждой обучающей задачи мы приводим 2–3 задачи, в которых применяется доказанное утверждение. Среди этих «задач на применение» вы встретите хорошо известные и заметите, что их можно решить значительно проще (часто – устно!) Задачи, считающиеся обычно задачами повышенной трудности, отмечены звёздочкой (хотя здесь они решаются довольно просто).

В заключение скажем о главном назначении обучающих задач. Решение задач по физике очень важно, но всё-таки его нельзя считать единственной или даже главной целью изучения предмета в школе. Главный результат – это развитие физической интуиции, которая проявляется в понимании основных свойств физических объектов и понятий. Учат этому именно обучающие задачи. В контролирующих же задачах интуиция проверяется.

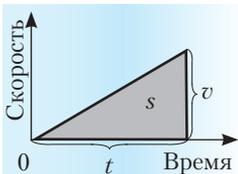
## КИНЕМАТИКА

**Свойства прямолинейного равноускоренного движения, в том числе свободного падения тела (сопротивление воздуха не учитываем, тела считаем материальными точками)**

● **Начальная скорость равна нулю.** В этом случае для понимания существа дела лучше рассматривать модуль конечной скорости  $v$  и пройденный путь  $s$ .

**Основная формула:**  $v = at$  ( $a$  – ускорение,  $t$  – время). Для частного случая свободного падения тела  $v = gt$  ( $g$  – ускорение свободного падения, считаем  $g = 10$  м/с).

● **Следствие:** скорость тела в конце первой секунды численно равна ускорению. Например, скорость свободно падающего тела в конце первой секунды падения равна 10 м/с.



**Ключ 1.1:** докажем, что  $s = \frac{v}{2}t$ .

**Подсказка.** Путь численно равен площади под графиком зависимости  $v(t)$ , см. рисунок.

### Примеры задач по ключу 1.1

1. Санки скатились с горы длиной 100 м за 20 с, двигаясь равноускоренно без начальной скорости. Какова скорость санок в конце спуска? (10 м/с.)

2. При разгоне с места автомобиль набрал скорость 20 м/с за 5 с. Какой путь он проехал? (50 м.)

3. Шарик скатывался с наклонной плоскости длиной 3 м. В конце спуска скорость шарика 4 м/с. Сколько времени скатывался шарик? (1,5 с.)

**Ключ 1.2:** докажем, что средняя скорость равна половине конечной скорости:  $v_{\text{cp}} = \frac{v}{2}$ .

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулой  $v_{\text{cp}} = \frac{s}{t}$  и определением средней скорости  $s = \frac{v}{2}t$ .

### Примеры задач по ключам 1.1, 1.2

1. Автомобиль разгоняется с места в течение 10 с. В конце разгона скорость автомобиля 30 м/с. Какова была средняя скорость автомобиля? Какой путь проехал автомобиль? (15 м/с; 150 м.)

2. Тело на некоторой планете свободно падало с высоты 100 м. Какова была средняя скорость во время падения и сколько времени длилось падение, если при ударе скорость тела 40 м/с? (20 м/с; 5 с.)

3. Санки спускались с горы длиной 60 м в течение 20 с. Какова средняя скорость санок? Какова скорость санок в конце спуска? Начальная скорость санок равна нулю. (3 м/с; 6 м/с.)

**Ключ 1.3:** докажем, что  $s = \frac{v^2}{2a}$  (для свободно падающего тела  $h = \frac{v^2}{2g}$ ).

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулами  $s = \frac{v}{2}t$  и  $v = at$ .

● **Следствие:** путь прямо пропорционален квадрату конечной скорости. Пример задачи:

– Чтобы разогнаться с места до некоторой скорости, автомобилю потребовалось проехать 20 м. Какое расстояние понадобится ему для разгона до втрое большей скорости? (180 м.)

### Примеры задач по ключу 1.3

1. Автомобиль при разгоне с места набрал скорость 20 м/с на пути 100 м. С каким ускорением двигался автомобиль? (2 м/с<sup>2</sup>.)

2. Свободно падающее тело при ударе о землю имело скорость 30 м/с. С какой высоты падало тело? (45 м.)

**Ключ 1.4:** докажем, что  $v = \sqrt{2as}$  ( $v = \sqrt{2gh}$  для свободно падающего тела).

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулой  $s = \frac{v^2}{2a}$ .

● **Следствие:** скорость прямо пропорциональна корню квадратному из пути.

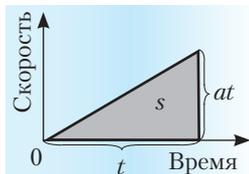
*Примеры задач по ключу 1.4*

1. Разгоняясь с места с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , автомобиль проехал  $400 \text{ м}$ . Какова скорость автомобиля в конце разгона? ( $40 \text{ м/с}$ .)
2. Тело свободно падало с высоты  $20 \text{ м}$ . Какова скорость тела при ударе о землю? ( $20 \text{ м/с}$ .)
3. В момент падения скорость свободно падавшего тела равна  $40 \text{ м/с}$ . Какова была скорость тела, когда оно пролетело половину пути? ( $28 \text{ м/с}$ .)

**Ключ 1.5:** докажем, что

$$s = \frac{at^2}{2}.$$

*Подсказка.* См. рисунок.



*Следствие:* путь, пройденный телом за первую секунду, численно равен половине ускорения.

*Примеры задач по ключу 1.5*

1. Какое расстояние пролетает свободно падающее тело за первую секунду полёта? ( $5 \text{ м}$ .)
2. Автомобиль при разгоне с места проехал за первую секунду  $2 \text{ м}$ . С каким ускорением двигался автомобиль? ( $4 \text{ м/с}^2$ .)

- *Следствие:* путь пропорционален квадрату времени движения. Например:
  - Санки съезжают с горы без начальной скорости. За некоторый промежуток времени они проехали  $12 \text{ м}$ . Какое расстояние проедут санки за вдвое больший промежуток времени? ( $48 \text{ м}$ .)

**Ключ 1.6:** докажем, что  $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$  (и в частности,  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  при свободном падении тела с высоты  $h$ ).

*Подсказка.* Воспользуйтесь формулой  $s = \frac{at^2}{2}$ .

- *Следствие:* когда путь уменьшается в  $n$  раз, то время уменьшается в  $\sqrt{n}$  раз.

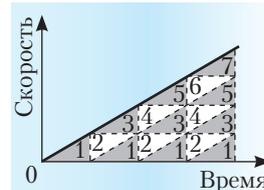
*Примеры задач по ключу 1.6*

1. Шарик скатывался с наклонной плоскости длиной  $2 \text{ м}$  с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . Сколько времени шарик катился? ( $2 \text{ с}$ .)
2. Санки съезжают с горы без начальной скорости за  $10 \text{ с}$ . За какое время проезжают они половину спуска? ( $7 \text{ с}$ .)
- 3\*. Автомобиль разогнался в течение  $16 \text{ с}$ . Какое время ушло у него на первую четверть пути? На вторую четверть? ( $8 \text{ с}$ ;  $3,3 \text{ с}$ .)

**Ключ 1.7:** докажем, что пути, проходимые за последовательные равные промежутки време-

ни, относятся как последовательные нечётные числа:  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 \dots$

*Подсказка.* См. рисунок.



*Примеры задач по ключу 1.7*

1. За 1-ю секунду разгона автомобиль проехал  $2 \text{ м}$ . Какое расстояние он проехал за 3-ю секунду? ( $10 \text{ м}$ .)
2. Какие расстояния проходит тело при свободном падении без начальной скорости за последовательные секунды? ( $5 \text{ м}$ ,  $15 \text{ м}$ ,  $25 \text{ м}$ ,  $35 \text{ м}$ ,  $45 \text{ м}$ , ...)
3. За последнюю секунду свободного падения тело пролетело путь, в 5 раз больший, чем за первую секунду. Сколько времени длилось падение? ( $3 \text{ с}$ .)
4. Вдоль наклонной плоскости длиной  $90 \text{ см}$  шарик скатился за  $3 \text{ с}$ . Какой путь проходил шарик за каждую секунду движения? ( $10 \text{ см}$ ,  $30 \text{ см}$ ,  $50 \text{ см}$ .)

● **Конечная скорость равна нулю.**

(Ключи 1.8–2.3 и примеры задач к этим ключам даны на диске к № 13/2011. – Ред.)

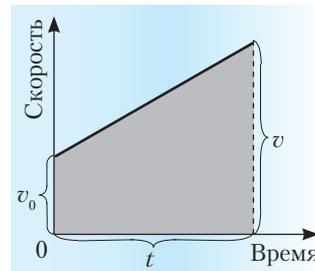
● **Начальная и конечная скорости отличны от нуля** (направление движения не изменяется).

**Основная формула:**  $v = v_0 + at$ .

**Ключ 2.4:** докажем, что

$$s = \frac{v_0 + v}{2}t.$$

*Подсказка.* Путь численно равен площади под графиком зависимости  $v(t)$ , (см. рисунок).



- *Следствие:* средняя скорость равна сумме начальной и конечной скоростей:

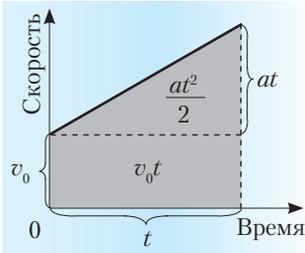
$$v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v}{2}.$$

*Примеры задач по ключу 2.4*

1. Автомобиль проехал мимо одного километрового столба со скоростью  $15 \text{ м/с}$ , а мимо следующего – со скоростью  $25 \text{ м/с}$ . Сколько времени он ехал от одного столба до другого, если он двигался равноускоренно? ( $50 \text{ с}$ .)
- Подсказка.* Найдите среднюю скорость автомобиля.
2. Поезд, двигаясь равноускоренно, проехал участок  $1 \text{ км}$  за  $1 \text{ мин}$ . В начале участка скорость поезда была равна  $40 \text{ км/ч}$ . Чему равна скорость поезда в конце участка? ( $80 \text{ км/ч}$ .)
- Подсказка.* По средней скорости и начальной найдите конечную.

**Ключ 2.5:** докажем, что  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$ .

**Подсказка.** Путь численно равен площади под графиком зависимости скорости от времени (см. рисунок).



**Ключ 2.6:** докажем, что

$$s = vt - \frac{at^2}{2}.$$

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулами

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \text{ и } v = v_0 + at.$$

**Примеры задач по ключам 2.4–2.6**

1\*. Автомобиль на участке длиной 30 м двигался с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Какова его конечная скорость, если он проехал этот участок за 3 с? (13 м/с.)

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулой

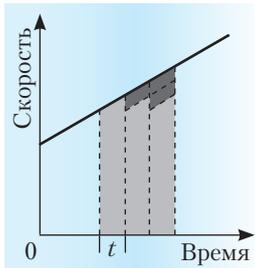
$$s = vt - \frac{at^2}{2}.$$

2\*. За последнюю секунду свободного падения тело пролетело 35 м. Какова скорость тела в момент падения? Сколько времени длилось падение? Какова начальная высота тела? (40 м/с; 4 с; 80 м.)

**Подсказка.** Воспользуйтесь формулой

$$s = vt - \frac{gt^2}{2}.$$

**Ключ 2.7:** докажем, что пути, проходимые равноускоренно движущимся телом за последовательные равные промежутки времени, составляют арифметическую прогрессию.



**Подсказки:**

1. **Графическое решение.** Путь численно равен площади под графиком зависимости  $v(t)$  (см. рисунок).

2. **Аналитическое решение**

$$s_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2};$$

$$s_2 = v_1 t + \frac{at^2}{2} = (v_0 + at)t + \frac{at^2}{2} = v_0 t + \frac{at^2}{2} + at^2 = s_1 + at^2.$$

**Пример задачи по ключу 2.7**

1. Автомобиль движется равноускоренно. В течение первой секунды наблюдения он проехал 10 м, а в течение двух секунд 22 м. Какое расстояние он проедет за три секунды? (36 м.)

**Подсказка.** Пути, проходимые автомобилем за последовательные секунды, составляют арифметическую прогрессию. В данном случае её разность равна 2 м.

● **Движение двух тел с одинаковым ускорением.**

**Ключ 2.8:** докажем, что тела, движущиеся с одинаковым ускорением, движутся друг относительно друга с постоянной скоростью (то есть прямолинейно и равномерно).

**Подсказка.** Зависимость скорости от времени для этих тел даётся формулами  $v_1 = v_{10} + at$ ,  $v_2 = v_{20} + at$ , а относительная скорость движения первого тела относительно второго равна  $v_1 - v_2$ .

**Примеры задач по ключу 2.8**

1. С крыши высокого дома одна за другой упали две капли с промежутком 1 с. Каково расстояние между каплями через 3 с после падения второй капли? (35 м.)

**Подсказка.** К моменту падения второй капли первая капля пролетела 5 м и набрала скорость 10 м/с.

2\*. Яблоко начинает свободно падать с высоты 100 м. В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности земли, стреляют в яблоко вертикально вверх. Начальная скорость пули 50 м/с. Через какое время после выстрела пуля попадёт в яблоко? На какой высоте это произойдёт? (2 с; 80 м.)

**Подсказка.** Пуля по отношению к яблоку движется с постоянной скоростью, равной начальной скорости пули.

3\*. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. В момент, когда он достиг высшей точки, из той же начальной точки с той же начальной скоростью бросили второй шарик. Через какое время и на какой высоте шарики столкнутся? (1 с; 15 м.)

**Подсказка.** Начальное расстояние между шариками равно высоте подъёма первого шарика, друг относительно друга шарики движутся со скоростью, равной начальной скорости первого шарика.

4\*. Яблоко начинает свободно падать с высоты  $H$ . В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности Земли, стреляют в яблоко вертикально вверх. Какова должна быть начальная скорость пули

$$v_0, \text{ чтобы пуля попала в яблоко в полёте? } \left( v_0 > \sqrt{\frac{gH}{2}} \right)$$

**Подсказка.** Пуля движется относительно яблока с постоянной скоростью, равной начальной скорости пули; время полёта пули должно быть меньше времени падения яблока.

5\*. Яблоко начинает свободно падать с высоты  $H$ . В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности Земли на расстоянии  $L$  от яблока (по прямой), стреляют в яблоко под углом к горизонту. Начальная скорость пули  $v_0$ . Под каким углом к горизонту надо прицелиться, чтобы попасть в яблоко? При какой скорости пули она сможет

$$\text{попасть в яблоко в полёте? } \left( \sin \alpha = \frac{H}{L}, v_0 > L \sqrt{\frac{g}{2H}} \right)$$

**Подсказка.** См. подсказку к предыдущей задаче.

● **Движение тела, брошенного под углом к горизонту** (цепочку ключей 2.9–3.2, делающую доступным для большинства учеников довольно сложный раздел теории, и примеры задач см. на диске к № 13/2011).

# Авария на АЭС «Фукусима-1»

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атомная энергетика, Фукусима, Чернобыль, АЭС

Заметки на полях: уроки Чернобыля

**А.Б. КОЛДОБСКИЙ**  
koldobski@mtu-net.ru,  
Национальный  
исследовательский  
университет МИФИ, г. Москва

Четверть века назад, 26 апреля 1986 г., ночной взрыв чудовищной силы на реакторе РБМК-1000 открыл занавес чернобыльской трагедии. Произошла авария, по тяжести последствий многократно превзошедшая все другие ядерные и радиационные аварии «атомной истории» человечества. Несомненно, включая сюда и фукусимскую аварию – при всём к ней «уважении» и даже с учётом того, что она до сих пор находится в процессе оперативной ликвидации последствий. Сравнение физико-технических генезисов этих аварий и сценариев их протекания, для чернобыльской аварии надёжно известных, а для фукусимской – весьма вероятных, оставляют в этом слишком мало сомнений.

Подробный анализ истории чернобыльских событий как таковых не входит в планы автора – ей и так посвящены десятки тысяч страниц и месяцы экранного времени. В контексте же этой статьи важно понять, что Чернобыль расколол историю атомной энергетики (АЭ) на «до» и «после». И в наши дни анализ протекания и последствий любой ядерной аварии может быть проведён лишь в контексте того, насколько усвоены (либо – не усвоены) уроки Чернобыля. Фукусимская авария – не исключение.

«Дочернобыльская» эпоха развития АЭ была, в некотором смысле, временем своеобразного «ядерного романтизма». Именно, отсутствовало понимание того, что невиданной степени проникновения человеческого разума и умения в глубины мироздания должен соответствовать и особый уровень внимания к безопасности АЭС. Разумеется, нормы и требования по безопасности существовали, но они действовали наряду с многочисленными иными (экономическими, инфраструктурными, техническими, административными, социальными и прочими), часто не будучи при этом даже «первыми среди равных». Такое сходило с рук, пока АЭ имела, в общем, статус технологического эксперимента – достаточно масштабного, но всё же эксперимента, когда относительно небольшое количество эксплуатируемых ядерных энергоблоков (ЯЭБ) и их невоспыхиваемый вклад в общую энергонаработку сочеталось с возможностью элитарной, «поштучной» подготовки персонала.

В таких условиях «судьба прощала», в силу чисто вероятностных соображений, даже достаточно серьёзные недостатки в ранних конструкциях ЯЭБ и ошибки в выборе площадок для строительства АЭС первого поколения. Наступило некоторое «головокружение от успехов» – отсутствие по этой причине масштабных ядерных и радиационных аварий было воспринято чуть ли не как свидетельство невозможности таких аварий вообще.

Из виду упускалось, что в ходе невероятно быстрого, «взрывного» развития атомной энергетики в 70-е гг. качество подготовки персонала, вследствие утраты элитарности, неизменно падало – при лишь незначительном повышении степени технической безопасности АЭС. Парадигма «равенства» или даже «подчинённости» требований по безопасности среди прочих регламентных норм эксплуатации, в общем, сохранялась – как сохранялись и ошибки в выборе площадок вследствие чрезмерной оптимистичности оценок рисков.

Последствия не заставили себя ждать. Первая тяжёлая авария на АЭС с расплавлением активной зоны мощного энергетического реактора произошла в 1979 г. в США (Три-Майл-Айленд – ТМА). Причины – несовершенство техники и ошибки персонала, из трёх рассмотренных выше факторов риска (площадка, техника, персонал) «сработали» два. Тогда масштабного выхода радиоактивных веществ во внешнюю среду удалось избежать. Вероятно поэтому, принятые меры по существу свелись лишь к модернизации ряда систем АЭС, несовершенство которых и привело к аварии. Кратковременный всплеск тревоги сменился, в общем, прежним благодушием – при сохранении бурного роста числа ЯЭБ во всём мире. Потребовалась чернобыльская авария с её тяжелейшими последствиями, чтобы покончить как с благодушием, так и, к несчастью для АЭ, с бурным её ростом – на долгие двадцать лет.

На сей раз выводы были сделаны вполне адекватные – как адекватными были и принятые меры. Формально к чернобыльской аварии привели те же два фактора, что и на ТМА (техника и персонал). Но на ТМА персонал допускал лишь ошибки. А вот как был организован и как проводился на злосчастном 4-м ЯЭБ ЧАЭС так называемый «реакторный эксперимент», что вытворял персонал в ходе этого «эксперимента», нарушив все регламенты эксплуатации, последовательно отключив все системы безопасности реактора и позволив его техническим недостаткам проявиться в полной мере, ошибками никак не назовёшь. Речь идёт о преступном легкомыслии, о преступной халатности, о преступной безответственности. Такое могло случиться лишь в условиях господства фатальной концептуальной недооценки смысла и значимости обеспечения безопасности АЭ.

Они и подверглись (и не только в СССР/России, но и во всём мире) немедленному кардинальному пересмотру. Сугубо технические, иногда и не главенствующие, регламентные нормы превратились в основополагающий, первоочередной принцип «безопасность прежде всего», неукоснительно действующий на всех этапах жизни ЯЭБ (обоснование, разработка, проектирование, сооружение, эксплуатация, закрытие).

Кардинальному пересмотру подверглась базовая концепция требований как к отдельным элементам системы «оператор–реактор», так и к их взаимоотношениям. Основным направлением модернизации существующих и развития

новых энергетических реакторов стала техническая реализация пассивных (не зависящих от вмешательства человека) средств безопасности. Для оператора на смену его собственным (и его руководства) представлениям о степени профессиональной готовности пришли плановые тренировки, проверки знаний и умений на полномасштабных тренажёрах и жёсткие аттестации. А применительно к взаимоотношениям в системе «оператор–реактор», в господствовавшей десятилетиями парадигме «человек должен быть защищён от техники», возникло и стало интенсивно развиваться принципиально важное дополнение «...а техника – от человека». Слишком многому в этом смысле научил Чернобыль.

Были резко ужесточены практически все относящиеся к ядерным технологиям разрешительные, лицензионные и надзорные процедуры, что объективно ухудшало экономические показатели АЭ и снижало её конкурентоспособность на рынке современных энерготехнологий. Но иначе было нельзя – и это понимали все.

Были созданы принципиально новые направления науки и техники, в частности – современные методы вероятностного анализа безопасности. Это позволило количественно оценить и многократно понизить расчётную вероятность тяжёлой реакторной аварии с расплавлением активной зоны. Для «дочернобыльских» ЯЭБ первого поколения такая вероятность составляла примерно  $10^{-4}$  на 1 энергоблок в год (1 случай за 10 000 лет, или, при округлении до целого, двум случаям для 400 энергоблоков за 40 лет). В реальности таких аварий две и было – ТМА и Чернобыль. После всеобщей обязательной модернизации таких ЯЭБ, эта вероятность была снижена примерно на порядок – до  $10^{-5}$ .

Для вновь сооружаемых ЯЭБ поколения «3+» она понижена примерно на 4 порядка – до  $10^{-8}$  (1 случай за 100 000 000 лет). При вероятном наличии к 2050 г. в мире 500 ЯЭБ (сейчас их 438) эта величина соответствует одной аварии за 200 000 лет, что вполне отвечает современным представлениям о технологической безопасности.

Наконец, в рамках наступившего в мировом ядерном сообществе понимания непреложной аксиомы атомного века «катастрофа на одной АЭС – есть катастрофа для всех АЭС» были предприняты решительные шаги к интернационализации и юридической институционализации международных усилий по радикальному повышению уровня безопасности АЭ. Это было в особенности важно для СССР, АЭ которого до этого развивалась в условиях фактической международной изоляции из-за господства сложившегося в ходе советской ядерной истории режима информационной закрытости.

Международное ядерное право из отдельных разрозненных документов стало наконец-то превращаться в системную структуру обеспечения безопасности (в чём огромная заслуга принадлежала МАГАТЭ). Возникли и стали активно работать неправительственные ядерные организации, что позволило соединить опыт профессионалов-атомщиков разных стран и их искреннее стремление к взаимной поддержке с оперативностью планирования и проведения наиболее полезных мероприятий (чего не всегда удаётся достичь на «официальном» межгосударственном уровне). Здесь особо следует отметить

основанную в 1989 г. Всемирную организацию ядерных операторов (WANO), внедрившую в практику очень удачную и в высшей степени полезную для повышения безопасности АЭС систему взаимных партнёрских проверок.

Сделано было многое. Но – не всё. Прежде всего, одно заряженное ружьё так и осталось висеть на стене – недооценка рисков от воздействия природных факторов для некоторых площадок «дочернобыльских» ЯЭБ, таких, как сооружённые в начале 70-х гг. на АЭС «Фукусима-1». По понятным причинам с ними в этом смысле по существу ничего сделать было нельзя – такие АЭС можно лишь закрыть. Не закрыли – хотя, по мнению автора, это надо было сделать, и не только там, и не только в Японии. Понадеялись (и зря!), что за оставшееся, сравнительно небольшое время эксплуатации уже «пожилой» АЭС «пронесёт». Как выяснилось, эта надежда оказалась сродни упованиям гимназистки, что всё рассосётся само собой.

Заряженное ружьё, по законам жанра, обязательно стреляет. «Фукусима-1» «закрылась» сама. Как – общеизвестно. А заодно при этом явственно обозначились и другие системные возможности повышения безопасности мировой АЭ, после Чернобыля вроде бы интенсивно пошедшие в рост, но потом как-то увядшие.

Но сначала – о немедленном: не повлияют ли фукусимские события на развитие мировой АЭ – по аналогии с Чернобылем? А если повлияют, то где и как именно? В самом общем смысле – да, конечно, повлияют. Радиационная авария шестого уровня по шкале *INES* (высший уровень, седьмой – только у чернобыльской аварии) вовсе без последствий обойтись не может. И главное из этих последствий – новый ощутимый удар по общественному престижу ядерных технологий, новый виток, казалось бы, безвозвратно уходящих в прошлое дискуссий о приемлемости АЭ для человечества, новый всплеск антиатомных кампаний в СМИ и в методах публичной политики.

Горько, конечно, но это так, а не иначе. Впрочем, об этом разговор ниже. А начать следует, видимо, с попытки ответить на наиболее злободневные вопросы: будет ли АЭ расширена или хотя бы сохранена в странах, в которых она стала (или становится) неотъемлемой частью «индустриально-технологического пейзажа»? Будет ли она создаваться «с нуля» в странах, где её нет? Какова истинная цена многочисленных высказываний политиков и экспертов, гласной и «негласной» информации в СМИ, интернетовских сплетен – что страна «X» приостанавливает свою ядерную программу, что страна «Y» закрывает все свои ЯЭУ, что страна «Z» отказывается от АЭ вообще и так далее?

Прежде всего: системной угрозы мировой АЭ нет. В её дальнейшей истории возможны паузы, не исключены какие-то откаты назад, но «закрыть» её – уже не получится. Сейчас это уже не масштабный технологический эксперимент, как 25 лет назад. АЭ прочно вписалась в упомянутый выше глобальный «индустриально-технологический пейзаж», заняла уже неосвобождаемую нишу в мировом энергетическом хозяйстве. Что, естественно, не исключает её различной судьбы в различных странах. Но здесь в каждом отдельном случае необходимо учитывать целый комплекс обстоятельств –

физических, технических, экономических, инфраструктурных, социальных, экологических, политических и так далее, рассматриваемых в тесной взаимной увязке.

Вот лишь несколько примеров. Фундаментальной физической особенностью АЭ является чрезвычайно высокая энергоёмкость ядерного топлива. Соответственно резко упрощается логистика отрасли – ведь свежее ядерное топливо для годовой загрузки мощного ЯЭБ можно доставить на самолёте или вертолёте. На ТЭС такое с очевидностью не проходит – например, для доставки десятков тысяч тонн угля требуется железнодорожное сообщение с определённой конфигурацией разветвлённой транспортной сети при высокой загрузке всех её плеч.

Особенностью технической – малопригодность современных энергетических реакторов на АЭС к работе на изменяющейся в течение суток мощности. Поэтому общая мощность АЭС в стране должна покрывать только базовую (не зависящую от времени суток) часть графика потребления электроэнергии (30–40% от максимальной).

Особенностью экологической – отсутствие на АЭС выбросов парниковых газов и общепромышленных загрязнителей (сажа, пыле-дымные аэрозоли, оксиды серы и азота, органические соединения с высокой канцерогенностью), а также огромных объёмов высокотоксичных шлаковых отвалов. При этом радиационный фон как в окрестностях АЭС, так и на их площадках соответствует естественному фоновому уровню, а по уровню травматизма и отдалённых последствий для здоровья АЭ принадлежит к числу наиболее безопасных производственных отраслей.

Наконец, особенностью социальной – наличие, помимо собственно АЭС, обширных обеспечивающих технологических комплексов, где заняты десятки тысяч высококвалифицированных, как правило, узкоспециализированных сотрудников.

Разумеется, вопросы организации и функционирования мировой энергетики отнюдь не сводятся к обсуждённым выше – их неизмеримо больше. Но, исходя только лишь из сказанного, следует немедленный вывод: для стран и регионов с относительно небольшой территорией, высокой плотностью населения, скудными запасами органических топливных ископаемых, высокой степенью общеэкономического и технологического развития, изолированностью национальных энергетических систем, сложившейся транспортной инфраструктурой и значительной современной долей ядерной генерации отказ от АЭ при любых обстоятельствах вполне тождествен системной национальной катастрофе, причём в кратчайшие сроки. Таковы Республика Корея (20 ЯЭБ, 35% ядерной генерации), Тайвань (6 и 21%), та же Япония (48 – без АЭС «Фукусима-1», 29%).

В этих странах следствиями фукусимской аварии могут стать, во-первых, ускорение вывода из эксплуатации ЯЭБ первого (частично, возможно, и второго) поколений на «проблемных» в рассмотренном выше смысле площадках (они там есть, в особенности в Японии). А, во-вторых, техническое совершенствование систем аварийного охлаждения реакторов. Но делаться всё это будет по-восточному спокойно, без суеты и истерик.

При этом весьма высокие показатели удельного энергопотребления в этих странах (Корея – 6,5 МВт/год на человека; Тайвань – 8,8; Япония – 8,2) в совокупности со стабилизировавшейся численностью населения не делают проблему роста общего объёма генерации актуальной, позволяя при выводе из эксплуатации устаревающих АЭС ограничиться замещением их мощностей. Но это замещение будет осуществляться почти исключительно за счёт сооружения новых ЯЭБ. Возможности технологического маневра при модернизации системы энергоснабжения у этих стран предельно ограничены. А для Японии, которой предстоит ещё преодолевать последствия чудовищной природной катастрофы (именно природной – Фукусима здесь не при чём!), таких возможностей и вовсе нет. Стране сейчас как воздух нужна энергия, много энергии, иначе – безысходность и гибель.

Состояние энергетики двух азиатских гигантов (Китай и Индия) выглядит иначе. Для них главной проблемой являются «нищенские» показатели удельного энергопотребления (1,2 и 0,4 МВт/год на человека). Отсюда и главная задача: резко увеличить, причём в кратчайшие сроки, общие объёмы генерации. Но в случае отказа от АЭ для этого ни там, ни там не видно иного сколько-нибудь реального пути, кроме сжигания угля. А здесь сразу возникает огромное множество проблем – в первую очередь транспортных (недостаточная пропускная способность железных дорог и слабое развитие их сети) и экологических (невообразимое возрастание объёмов парниковых, загрязняющих и токсичных выбросов).

Вывод: и для Китая, и для Индии резкий рост ядерной генерации представляется системно безальтернативным, тем более, что её доля в них ничтожна (1,9 и 2,2% соответственно). Допустить, чтобы страны, по числу строящихся ЯЭБ занимающие в мире первое (Китай – 20) и третье (Индия – 5) места, отказались бы от АЭ, вряд ли возможно. Подобные же оценки для США, страны с наиболее объёмной АЭ в мире, приводят (исходные данные и общая логика анализа опускаются по недостатку места) к следующим выводам: и после Фукусы общий объём АЭ (около 100 ЯЭБ) сохранится, доля ядерной генерации останется примерно неизменной или незначительно сократится, выводимые из эксплуатации старые ЯЭБ будут, в основном, замещаться новыми – ядерными же.

Будущее достаточно пёстрого «ядерного ландшафта» Западной Европы определяется многими факторами, среди которых, однако, можно выделить несколько определяющих. Во-первых, наличие в центре региона «атомного гиганта» – Франции, где количество ЯЭБ (59, второе место в мире после США) лишь незначительно уступает таковому во всех остальных странах Западной и Средней Европы, вместе взятых (без России и Украины – 80). Следует учитывать также рекордную, объективно даже чрезмерную, долю ядерной генерации во Франции (76%). Это делает весьма выгодным экспорт электроэнергии, чему способствует высокая степень развития и стандартизации региональных европейских энергетических сетей. При этом Франция уже высказалась вполне определённо, что фукусимская авария на функционирование и дальнейшее развитие её национальной АЭ никак не повлияет.

Во-вторых, позиция Великобритании, которая, как можно заключить из заявлений её руководства, хочет в основном сохранить достигнутую долю ядерной генерации (около 18%). Однако для этого ей предстоит вывести из эксплуатации значительную часть устаревших ЯЭБ из ныне имеющихся 19 (второе место в Западной Европе) с последующим замещением новыми – в тесном сотрудничестве, вероятнее всего, с Францией (возможно, и с США). Это важно, поскольку открывает большие перспективы не только для АЭ как таковой, но и для европейского и мирового атомного машиностроения.

В-третьих, уже упомянутая высокая степень развития общеевропейской сетевой инфраструктуры вообще обеспечивает широкие возможности коммерческого энергообмена, чему способствует значительная (34%) доля ядерной генерации в 13 европейских странах, имеющих АЭС (без Франции, России, Украины и островной Великобритании). Это, с учётом также и французского ядерно-энергетического потенциала, позволяет странам континента, вовсе не имеющим АЭ, относиться к этому отсутствию достаточно спокойно, а в некоторых (Италия, Австрия, Греция) – ещё и устроить приличествующие фукусимским событиям политические антиатомные информационно-пропагандистские песнопения с традиционным припевом «очень страшно, все мы против, не допустим никогда».

Здесь особо надо отметить случай Германии – страны с величайшей, уникальной историей науки, техники и образования, страны, где 17 ЯЭБ обеспечивают около четверти общей генерации. Где, тем не менее, особенности протекания политических и информационных процессов, наряду с неадекватностью восприятия реальных возможностей современных энерготехнологий, привели к совершенно чудовищной, необъяснимой с точки зрения элементарной логики и психологии, степени массовой технологической аберрации, поголовной радиофобии и антиатомных буйств. Поневоле вспоминаются средневековые «охоты на ведьм». Кстати говоря, именно в Германии они в особенности и свирепствовали. Случайно ли совпадение? Хотелось бы думать, что да...

В качестве итога: в континентальной Западной Европе не только возможно, но и весьма вероятно скорое закрытие 8–12 устаревших ЯЭБ (5–8% от всех имеющихся) без замещения новыми. Это относится, в первую очередь к Германии и к некоторым соседним с ней странам (Бельгия, Нидерланды), также заболевших «антиатомной дизентерией» с вероятным ситуационным её обострением – вроде уже имеющей место «информационной диареи».

Впрочем, на общее состояние и структуру западноевропейской энергетики это вряд ли окажет немедленное влияние – по указанным выше причинам. Дальнейшее же развитие ситуации менее прогнозируемо – здесь могут сыграть свою роль не только объективные обстоятельства чисто энергетического плана, но и совместное влияние причудливой смеси иных, помимо радиофобии, политических и экологических фобий, к которым современная просвещённая Европа на удивление чувствительна – тут и «попадание в газовую кабалу к русскому медведю», и «неминуемая скорая гибель от глобального потепления», и тому подобное.

Обсуждая (вынужденно в самых общих чертах) возможное влияние фукусимских событий на развитие АЭ в России, следует в первую очередь отметить чрезвычайно сильное влияние на этот процесс позиции политического руководства страны. Конечно, оно значимо и в других странах, но в России оно может стать вообще решающим. В этой связи уместно вспомнить первые послечернобыльские годы, когда невнятное (а в ряде случаев – и откровенно негативное) отношение к АЭ российского политического истеблишмента создавало вполне реальные предпосылки для фактической её гибели в нашей стране.

К счастью, сейчас ситуация совершенно иная. Современное российское руководство отдаёт себе ясный отчёт в том, что АЭ – может быть, единственная реально существующая в стране технология, которая, находясь на передовом уровне мирового развития (а в ряде случаев – и опережая его), одновременно обладает и уникальным инновационным потенциалом. Следовательно, трудно придумать лучшую кандидатуру на роль локомотива национальной технологической модернизации, в вопросе о необходимости которой единодушны практически все сколько-нибудь значимые политические силы и персоналии. При этом очень важно, что вероятность пересмотра этой принципиальной позиции как в ходе подготовки к предстоящим в России в 2011 г. парламентским и в 2012 г. – президентским выборам, так и после них, практически равна нулю.

Из этого, конечно, не следует, что в России нет «антиядерных» политических сил, стремящихся использовать в своих интересах вполне, к сожалению, реально существующие (и объективно – совершенно необоснованные) страхи и опасения населения. Но даже эти силы отчётливо понимают, что антиядерные лозунги не могут, сами по себе, стать политической программой – они могут стать лишь её частью, причём заведомо не самой главной. А политические программы «антиядерных» партий и объединений в целом не имеют, в силу очень многих причин, шансов на массовую электоральную поддержку. К тому же эти партии и объединения часто (и небезосновательно) подозревают в значимой степени управляемости и материальной поддержки из-за рубежа, что в условиях России близко к политическому самоубийству.

В качестве общего вывода можно утверждать: интенсивное развитие АЭ в России в настоящее время – реальность, не имеющая практических альтернатив. Второе место в мире, после Китая, по числу строящихся ЯЭБ (10) – тому наглядное свидетельство. Поэтому фукусимская авария скажется на российской АЭ лишь на уровне введения дополнительных технических нормативов, проверок и инспекций в части безопасности строительства и эксплуатации АЭС – что, конечно, лишним никогда не бывает.

Очень важным является также то обстоятельство, что российские специалисты считают уровень безопасности на АЭС отечественных проектов и постройки одним из самых высоких в мире. И они имеют к тому достаточно веские основания – иногда технические и административные решения, направленные на повышение этого уровня, даже несколько снижают экономические показатели работы АЭС. Но в рамках концепции «безопасность прежде всего» такой подход более чем обоснован.

# Пять вопросов о ... металлах

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** мини-конкурс, вопрос по картинке, строение вещества, рентгеновское излучение, металл

См. также № 12/2011

Иллюстрированный материал, занимательный и поучительный.  
7–11-й классы

**Е. В. АЛЕКСЕЕВА**

n-ever@ya.ru,  
МОУ лицей им. В. В. Гусева,  
г. Рошаль, Московская обл.

## Вопросы

1. Разница в температурах плавления этих металлов составляет почти 3450 °С. Назовите два предмета, имеющиеся практически в каждом доме, в которых есть эти металлы.

2. В захоронении императора Цинь Шихуана нашли плоский макет Китая и других земель, сделанный специально для этой усыпальницы из драгоценных и не очень камней и металлов. Скажите, из чего в этом макете были выполнены все моря и океаны?

3. Рассказывают, что известный британский гонщик Барри Шин каждый раз, отправляясь в путешествие на самолёте, вынужден брать с собой в дорогу целую кучу своих рентгеновских снимков. Зачем?

4. Эти люди питают странную антипатию к металлу. Работают они инструментами из дерева, фарфора, рога, пластмассы — но металлическими никогда. На рабочей одежде у них нет ни одной металлической детали. Что это за люди?

5. Каким общим смыслом или признаком объединены эти изображения 1–4?

## Дополнительные вопросы

6. Вот что произошло бы на Земле, если бы везде исчез этот химический элемент: «На улицах стоял бы ужас разрушения... Даже камни мостовой превратились бы в глинистую труху, а растения начали бы чахнуть. Впрочем, человек бы не дожил до этого момента, ибо, лишившись 3 г этого элемента в своём теле и в крови, он прекратил бы существование раньше, чем развернулись бы эти события. Что это за элемент?

7. Высшая военная награда Великобритании — Бронзовый Крест Виктории, — был учреждён в 1856 г.

Как вы думаете, откуда англичане взяли бронзу, из которой были сделаны первые кресты Виктории?

8. На острове Ваникоро Дюмон-Дюрвиль выстроил памятник погибшим там кораблям Лаперуза — коралловую пирамиду без единого кусочка металла. Почему?

9. Египтолог Лепсус установил, что именно у египтян раньше означал иероглиф, на котором был символически изображён кусок ткани, с которого стекала вода. Так какой же металл изображал этот иероглиф?

10. Этот металл служит и морякам, и геологам, и путешественникам. Он незаменим в электротехнике, входит в состав красителей и дымовых завес. Иной раз он демонстрирует просто сказочную стойкость: ни ливень, ни агрессивная среда рыбьего желудка ему не страшны. Назовите его.

## Что почитать?

- Краткая история креста Виктории [сайт] URL: <http://ostmetal.info/krest-viktorii/>
- Тайна острова Ваникоро [сайт] URL: <http://historic.ru/books/item/f00/s00/z0000124/st008.shtml>
- Юрий Григорьевич Гуревич. Загадка булатного узора [сайт] URL: <http://lib.rus.ec/b/214231/read>

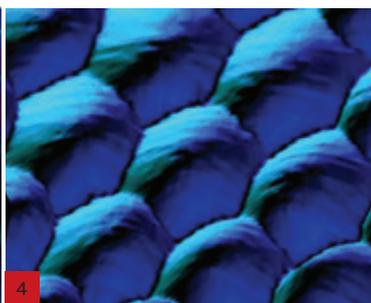
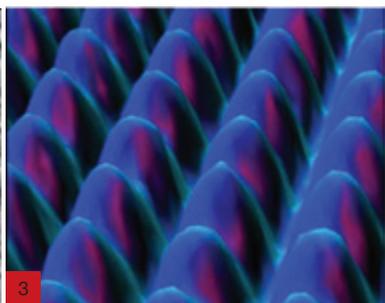
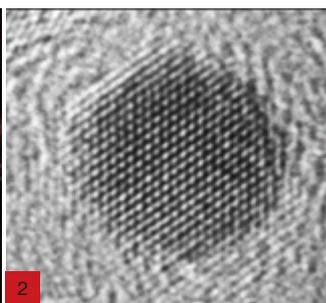
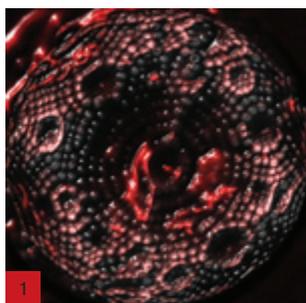
## Что посмотреть?

Видеоролик с фрагментами жизни прославленного гонщика Барри Шина (*Barry Sheene*) [сайт] URL: <http://bikepost.ru/blog/video/3836/video-barri-shin.html>

Ответы, а также занимательный материал «Концепты мобильных телефонов для физиков» см. на CD-диске. — *Ред.*



<http://www.civilization.ca/cwmy5years/images/liveyearspic34.jpg>



Мини-конкурс рассчитан на учащихся 7–11-го классов. Вопросы — текстовые и по картинкам — вывешиваются в кабинете на 1–2 недели. Первое верное решение всех заданий, поступившее из каждого класса, оценивается отметкой «отлично». Ответы и литература даны на диске к этому номеру.

## Зачем школьнику сотовый телефон

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атомная энергетика, Фукусима, Чернобыль, АЭС

## Сайты для подготовки к ЕГЭ и ГИА

Е.П. СУХАНЬКОВА. elena517@mail.ru, МОУ СОШ № 12 им. Героя Советского Союза И.Н. Машкарин, г. Орёл

Сотовый телефон – один из простейших в практическом применении физических приборов, которым умеет пользоваться даже ученик младших классов. Современные телефоны прекрасно справляются со многими задачами, выходящими за рамки традиционных услуг связи: работа с электронной почтой, просмотр текстовых документов и электронных таблиц, работа с планировщиком задач и многими другими. Расширение функциональности телефонов возможно за счёт *J2ME*-программ, которые поддерживаются практически всеми мобильными телефонами, смартфонами и коммуникаторами. Экран целого ряда мобильных телефонов не уступает большинству смартфонов, большинство моделей оснащены разъёмом для карты памяти, имеют мультимедийные функции (более качественная камера, расширенные возможности воспроизведения видеофайлов, улучшенные музыкальные возможности), *Wi-Fi*, *GPS* и т. п. Коммуникаторы имеют сенсорный экран и клавиатуру, работающие под управлением операционных систем *Windows Mobile*, *PalmOS* или *Android*. Приложения к сотовому телефону помогут рассчитать скорость, например, пробега дистанции на уроке физкультуры. Помогает ориентироваться на местности функция навигации. Секундомер необходим на лабораторных работах в старших классах. Мелодии из каталога пригодятся для подготовки к школьным концертам, в походе, поездке. Однако не все знают, что от антенны мобильного телефона исходит электромагнитное излучение, во время разговора по мобильному давлению поднимается на 5-10 мм рт. ст., учащается сердцебиение (сердечный ритм легко измерить с помощью телефона). Забывая, что их слышат окружающие, люди начинают возбуждённо кричать в трубку, бегать или жестикулировать. Плотно прижатый к уху телефон затрудняет испарение с поверхности кожи – происходит перегрев тканей (уши краснеют). Рекомендуется разговаривать не более 3 минут, делая перерыв между звонками не менее 15 минут, держать мобильник подальше от жизненно-важных органов, на ночь выключать, по возможности заменять разговор на SMS-сообщения. Чем меньше мощность мобильного, тем он безопаснее. Покупая телефон, внимательно прочитайте копию гигиенического сертификата на конкретную модель. Если вы чувствуете ослабление памяти, снижение внимания, умственных и познавательных способностей, раздражительность, нарушение сна, склонность к стрессам, постарайтесь снизить время воздействия электромагнитных излучений.

По сайту <http://gubkin.info/interesting/12501-kak-vybrat-mobilnik-dlya-shkolnika.html>

- Официальный информационный портал ЕГЭ. URL: [www.ege.edu.ru](http://www.ege.edu.ru)
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор). URL: <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Типы заданий ЕГЭ-2011. URL: [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)
- Видеоконсультации специалистов ФИПИ. URL: <http://www1.ege.edu.ru/classes-11/consult>
- Видеоконсультация: шкалирование результатов ЕГЭ. URL: <http://www1.ege.edu.ru/egevideo/consult2011/shk/lectureplayer.swf>
- Заполнение бланков ЕГЭ. URL: <http://www.rustest.ru>
- Федеральный центр тестирования (ФЦТ). URL: [www.rustest.ru](http://www.rustest.ru)
- Видеоконсультация по правилам заполнения бланков. URL: <http://www1.ege.edu.ru/egevideo/consult2011/blank/lectureplayer.swf>
- Видеоконсультация по процедуре проведения ЕГЭ. URL: <http://www1.ege.edu.ru/egevideo/consult2011/proc/lectureplayer.swf>
- Расписание ЕГЭ 2011. URL: <http://www.rustest.ru/news/426/>
- Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ). URL: [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)
- Демонстрационные версии (демоверсии) КИМ ЕГЭ-2011. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/217/docs/514.html>
- Демонстрационные версии (демоверсии) КИМ ГИА-2011. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/218/docs/>
- Открытый сегмент федерального банка тестовых материалов. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/141/docs/>
- Методические письма по ЕГЭ. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/208/docs/556.html>
- Методические письма по ГИА. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/209/docs/>
- Технология обработки результатов ГИА. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/172/docs/>
- Рекомендации для экспертов ГИА и шкалы. URL: <http://www.fipi.ru/view/sections/213/docs/>

# Рефераты электронных публикаций

● **Белюстов В.Н.** Belustov@yandex.ru (МОУ Борисоглебский центр образования, г. Борисоглебск, Воронежская обл.). **Майкл Фарадей** (22.09.1791–25.08.1867). Удивительная судьба гения (особенно в сравнении с недорослями, которых приходится «мотивировать» к учёбе, да и то не всегда успешно): ● родился в семье кузнеца ● в 9 лет (!!!) предпочёл уйти из школы, чем быть выпоротым розгами ● чтению, письму и арифметике учился дома ● с 13 лет будучи учеником владельца книжной лавки, разносил книги и учился переплётному делу, с жадностью читал переплетаемые научные труды по физике и химии, статьи из «Британской энциклопедии», посещал популярные воскресные вечерние лекции по физике и астрономии, много писал, упорно вырабатывая ясный и лаконичный стиль. И вот случай (который улыбается только гениям!) привёл его в 1810 г. на место лаборанта к известному физико-химику сэру Гемфри Дэви. Затем – ассистент в Королевском институте с окладом 30 шиллингов в месяц. «Король экспериментаторов». Открытие нержавеющей стали (которое в 1820 г. никого не заинтересовало). Опыты (1821) с вращением магнита вокруг проводника с током и проводника с током вокруг магнита, то есть создание лабораторной модели электродвигателя. Сжижение газов. Наконец, признание: член Королевского общества (1824), директор лабораторий (1825), профессор Королевского института (1827). Это по его инициативе члены Королевского общества собираются (до сих пор!) каждую пятницу на вечерние лекции. Зачинатель другой хорошей традиции – рождественских чтений для детей и юношества (он прочитал всего девятнадцать курсов лекций, часть из которых легла в основу одного из лучших произведений мировой научно-популярной литературы – книги «История свечи»). 10 лет ушло на одно из самых блестящих открытий – явления электромагнитной индукции – с постановки в 1821 г. задачи – «превратить магнетизм в электричество» до статьи «Об индукции электрических токов» (1831): После этого открытия следовали одно за другим: первый электрогенератор – колесо Фарадея (1831), экстра-токи замыкания и размыкания (1835), клетка Фарадея (1836), тождественность «животного», «магнитного», гальванического и термоэлектричества, законы электролиза, вращение плоскости колебаний линейного поляризованного света и прочее – всего одиннадцать с лишним тысяч экспериментов. Смерть в кресле за рабочим столом. Его идеи питали современную физику. Его именем названы единица электрической ёмкости – фарад, устройство для определения полного электрического заряда и интенсивности пучка заряженных частиц – цилиндр Фарадея, кратер на Луне и многое другое.

● **Винокурова Р. П.** (ССОШ, с. Сулгача, Амгинский улус, Республика Саха (Якутия)). **Первый урок решения задач в 7 классе.** Учитель в игровой форме знакомит школьников с правилами решения задач. Сложные педагогические задачи

урока решаются с помощью шуточных героев – Губки Боба и его друзей, представленных в презентации.

● **Галимова Т.Н.** tamara\_galimova@mail.ru (МОУ гимн. № 26, г. Набережные Челны, Респ. Татарстан). **Решение задач на расчёт пути, скорости и времени движения при равномерном прямолинейном движении.** Урок решения задач, 7 класс. Учитель умело организует учебную деятельность так, чтобы у учащихся развивались познавательные и творческие способности, воспитывалась целеустремленность, дружелюбие, понимание и терпимость к ровеснику.

● **Ганат С.А., Муравьев С.Е.** semuraviev@mail.ru (НИЯУ МИФИ, г. Москва). **Дистанционные курсы по подготовке к ЕГЭ по физике.** В рамках «Школы Росатома» в НИЯУ МИФИ проходил курс из 14 лекций по физике «Подготовка к ЕГЭ» в режиме on line, охватывающий всю программу школьного курса физики с максимальной ориентацией на те разделы, которые больше всего представлены в ЕГЭ. Каждая лекция содержала в себе минимальный теоретический материал и решение задач (первые задачи разбирались очень подробно для демонстрации логики и возможностей законов физики, уровень сложности задачам раздела С ЕГЭ). Изначально планировалось транслировать занятия только на «ядерные» города страны, однако после многочисленных обращений из регионов круг слушателей был расширен. Ежедневно лекции слушали более 400 школьников из городов: Ангарск, Волгодонск, Воронеж, Димитровград, Железногорск, Заречный, Зеленогорск, Калининград, Красноярск, Курчатов, Лесной, Липецк, Мурманск, Неман, Нижний Новгород, Нововоронеж, Новосибирск, Новоуральск, Озерск, Ростов-на-Дону, Рязань, Саров, Северск, Серпухов, Смоленск, Снежинск, Советск, Сосновый Бор, Тамбов, Тверь, Томск, Трёхгорный, Удомля, Челябинск. Все занятия были бесплатными. Более того, наши технические специалисты помогали установить соответствующее программное обеспечение на компьютеры участников и освоить основные навыки работы с ним. (Более подробно см. на диске.) В будущем учебном году планируется провести два аналогичных дистанционных курса, увеличив количество учебных часов: по подготовке к ЕГЭ (для «среднего» школьника) и решению задач повышенной сложности (для «сильного»).

Информацию о программе можно найти на сайте НИЯУ МИФИ: [www.mephi/entrant.ru](http://www.mephi/entrant.ru), связаться с Центром внешних коммуникаций и профориентации НИЯУ МИФИ (руководитель Светлана Александровна Ганат) по телефону (495)-785-5525 или электронной почте [crkp@mephi.ru](mailto:crkp@mephi.ru)

● **Есин В.И.** Vesin2007@yandex.ru (МОУ ЗСОШ, с. Запрудное, Кстовский р-н, Нижегородская обл.). **Термоядерные реакции. Энергетические характеристики звёзд. Конспект элективного курса ФИЗИКА+АСТРОНОМИЯ, 9 кл.** Кратко и логично изложены основные положения звёздной энергетики и

характеристики звёзд: все химические элементы до железа образуются внутри звёзд, в результате термоядерных реакций, длящихся миллиарды лет; энергия из недр звёзд к поверхности передаётся поэтапно также длительное время; за 1 с со всей поверхности Солнце излучает  $4 \cdot 10^{26}$  Дж полной энергии; яркости и светимости звёзд можно сравнивать с помощью формулы Погсона, зная их видимые и абсолютные звёздные величины.

● **Задорожная С.В.** zsv125@yandex.ru (МОУ СОШ № 125 с УИОП, г. Снежинск, Челябинская обл.). **Послесловие к уроку на тему «Прямолинейное и криволинейное движение», 10 кл.** В 10-м классе, несмотря на систематическое и последовательное описание прямолинейного и криволинейного движения (по параболе и по окружности), даже не намекается на то, что ускорение, ответственное за изменение скорости по модулю, имеет в физической литературе название – *касательное* или *тангенциальное*. Представляется целесообразным остановиться на этом вопросе более подробно.

● **Золова Н.А.** vlasovanatalia2008@rambler.ru (МОУ СОШ № 98, г. Барнаул, Алтайский кр.). **Познай самого себя.** Элективный курс, 36 ч, 7 кл. Человек – часть природы, его тело подчиняется тем же законам физики, что и весь мир вокруг. Сократовское «познай самого себя» понимается, как «познай своё тело и те физические законы, которым оно подчиняется». Программой курса предусматривается конструирование измерительных приборов, что позволяет проникнуться духом экспериментальных исследований. Практические работы выполняются на простом оборудовании.

● **Ильясова Т.В., проф.** ilyasovatv@rambler.ru (ОГПУ, г. Оренбург). Учебные слайды к курсу физики 7–8-го классов. Обучающая презентация на тему «Тепловые явления», 8 кл.

● **Кулик Г.А.** mir61@list.ru (МОУ ДСОШ № 6, г. Домодедово, Московская обл.). **Сказка глазами физика. 7 кл. Открытый урок решения задач по теме «Механическое движение и его виды. Скорость».** Учитель органично совмещает повторение пройденного материала с решением новых задач, учитывая возраст учащихся. Наглядность и доступность изложения обеспечена медиа- и мультимедиа поддержкой урока. Работа может служить хорошим образцом оформления проектной работы учителя и использоваться коллегами при составлении конспектов открытых мероприятий.

● **Назаров А.И.** sambobr28@mail.ru (МОУ БСОШ, с. Бобровка, Самарская обл.). **Сказка о Силе Трения.** Материал к уроку или внеклассному мероприятию составлен членами физического кружка под руководством учителя. Готовый сценарий можно использовать для постановки спектакля.

● **Радченко Т.И.** fizika-tehnika@rambler.ru, bigjonick@rambler.ru (МОУ СОШ № 26, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания) **Повышение уровня восприятия учебного материала при подготовке школьников к ЕГЭ. Создадим интерактивный решебник!** Как известно, подготовить учащегося к сдаче ЕГЭ довольно трудно. Сказывается и большой объём материала, и нехватка времени. Большую помощь могли бы иметь презентации с решением типовых или редких, но важных и сложных для учащихся задач. С помощью журнала «Физика-ПС» можно было бы собрать коллекцию таких интерактивных презентаций, и это оказало бы

большую методическую помощь и учителям, и самим ученикам (при самостоятельной подготовке к ЕГЭ). Плюсы такого «Интерактивного решебника» очевидны: ● актуальность заданий ● наглядность условия задачи и её решения (фотографии реальных экспериментов, анимация и тому подобное) ● эмоциональное воздействие ● скрупулёзная проработка решений учителем-предметником, – человеком, который ближе всего к обучаемым и учитывает специфику восприятия материала школьниками того или иного возраста ● реальная возможность обмениваться учебными материалами. Структура «решебника», то есть примерный порядок следования слайдов, может быть однотипной, позволяющей раскрывать методику решения задач в соответствии с общепринятыми правилами.

Для примера показана презентация из 26 слайдов на тему «Колебательный контур» с решением задачи о вычислении силы тока в контуре по данным об изменении заряда конденсатора. Сначала даются 12 анимированных слайдов, на которых последовательно, через каждые четверть периода показаны процессы, происходящие в контуре. Затем на 6 слайдах приводится ход решения задачи, каждый шаг также сопровождается анимацией. Презентацию можно использовать и при изучении темы, и при обучении решению задач. В заключение представлен бесконечный процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре. Хочется надеяться на поддержку коллег и в итоге на создание – общими усилиями – полезного пособия.

● **Старикова Е.М.** starikovaem@yandex.ru (ЧелГМА, г. Челябинск). **Работоспособность обучающихся и способы её повышения на занятиях по физике.** Рассматривается содержание понятий «работоспособность», «трудоспособность», «утомляемость». Анализируются факторы, определяющие динамику работоспособности применительно к занятиям по физике, предлагаются способы её повышения на примере изучения курса физики 9-го класса.

● **Цыганков В.В.** cygankov67@mail.ru (СОШ им. М.С. Добрынина, д. Савеево, Рославльский р-н, Смоленская обл.). **Материалы к урокам по темам «Сила», «Условия плавления тел. Закон Архимеда», контрольная работа в 2 вариантах по разделу «Давление твёрдых тел, жидкостей и газов», 7 кл.** Опорные конспекты, вопросы, задачи, сведения исторического и прикладного характера содействуют мотивации учения, развитию познавательной деятельности ребят, учат анализировать и извлекать информацию из таблиц, способствуют формированию экспериментальных умений и навыков. Они всегда вызывают у учащихся живой интерес, а учителю помогают повысить эффективность урока и организовать самостоятельную работу класса.

● **Широкова Т.В.** shtv@land.ru (п. Любучаны, Чеховский р-н, Московская обл.). **Блиц-турнир по теме «Плавление и кристаллизация», 8 кл.** Внеклассное мероприятие, направленное на то, чтобы в игровой форме обобщить и систематизировать знания по теме «Плавление и кристаллизация», а также совершенствовать навыки решения качественных и расчётных задач, расширить кругозор учащихся, развить коммуникативные способности. Участвуют команды из 6–7 человек из каждой параллели. В жюри входят 9-классники, которые получают возможность повторить пройденный год назад материал перед ГИА.

# Почему же, почему?..

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** колебания, акустический импеданс, устройство уха

См. также № 1, 3, 5, 7, 9, 11/2011

**?** Отмечались ли какие-то заметные последствия магнитных бурь?

**Ответ.** Самая сильная за всю историю наблюдений солнечной активности магнитная буря была зафиксирована в 1859 г. — её называют *событием Каррингтона* (Carrington event) в честь британского астронома-любителя Ричарда Каррингтона, зафиксировавшего в ночь с 1 августа на 1 сентября появление на поверхности Солнца гигантского факела. А в первых числах сентября 1859 г. наблюдались катастрофические сбои телеграфной связи в Европе и в Северной Америке, а стрелки магнитометров приборов, измеряющих интенсивность земного магнитного поля, упирались в край шкалы. Проанализировав эту информацию, Каррингтон предположил существование весьма сильного влияния процессов, протекающих на Солнце, на процессы, протекающие на Земле. Всё то время, пока длилась буря, на всей поверхности земного шара можно было наблюдать северное сияние, а наиболее заметным оно было на территории Карибских островов. В районе же Скалистых гор сияние было таким ярким, что шахтёры-золотодобытчики начали готовить завтрак, будучи уверенными в наступлении утра. Уже в конце XX в. исследования взятых на различных глубинах проб льда показали, что геомагнитные бури такой интенсивности происходят в среднем каждые 500 лет. В наши дни наиболее уязвимы объекты земной техносферы: бортовая электроника GPS-спутников, линии электропередачи, и в особенности понижающие трансформаторы. Последствия подобного развития событий уже пришлось пережить жителям канадского Квебека в марте 1989 г.: 6 млн человек были лишены электричества почти на 6 ч!

<http://www.vokrugsveta.ru/telegraph/cosmos/1278/>

**?** Однажды моя дочь играла в бассейне и, нырнув, громко крикнула под водой. В этот момент я находился рядом с ней, но голова моя была над водой. Я услышал лишь слабый звук в конце крика. Но когда мы оба находились под водой, я совсем не услышал крика. Почему?

**Ответ.** Это классический пример рассогласования импедансов. Акусти-

ческий импеданс — это параметр, характеризующий взаимодействие звуковой волны со средой, в которой она распространяется. Если звуковая волна падает на границу раздела двух сред с разными импедансами, то большая часть её энергии от этой границы отразится.

Многие знакомы с процедурой ультразвукового сканирования плода у беременных. Во время такого сканирования на кожу матери наносится гель — чтобы скомпенсировать разницу в импедансах между её телом и самим ультразвуковым сканером и, следовательно, оптимизировать передачу энергии ультразвуковых колебаний. Несмотря на различие импедансов воздуха и воды наш ежедневный опыт свидетельствует: колебания давления в звуковой волне в воздухе успешно регистрируются рецепторами, находящимися внутри жидкости в ушной улитке (заполненной жидкостью канале, отвечающем за часть внутреннего уха, воспринимающего и распознающего звуки). Это возможно благодаря особенностям строения среднего уха, которые и обеспечивают согласование импедансов. Колебания давления в звуковой волне передаются от барабанной перепонки через три косточки мембране (овальному окошку), расположенной на передней части ушной улитки. Барабанная перепонка соединена с первой из трёх косточек (молоточком). Молоточек вращается вокруг второй косточки (наковальни), которая, в свою очередь, соединена с третьей косточкой (стремечком). Стремечко ударяет по овальному окошку.

Площадь барабанной перепонки примерно в 10 раз превышает площадь овального окошка. По этой причине, когда падающая на барабанную перепонку звуковая волна достигает овального окошка, интенсивность колебаний существенно возрастает. Если бы косточек в среднем ухе не было, то до внутреннего уха доходило бы только 0,1% энергии падающей на барабанную перепонку звуковой волны.

**Sound of silence.**  
**New Scientist 02.03.2011**

**?** Почему моя кожа сохнет в холодную погоду? Как известно, чем холоднее, тем медленнее сохнет выстиранное бельё, тем не менее, с приходом зимы мои руки

становятся такими сухими, что кожа на них начинает шелушиться.

**Ответ.** При данной температуре в единице объёма воздуха содержится вполне определённое число молекул водяного пара. Чем ниже температура, тем это количество меньше. В холодную погоду водяного пара в воздухе очень мало, даже если относительная влажность (отношение плотности водяных паров в воздухе к их плотности в насыщенном паре той же температуры) велика. Теперь обратимся к скорости, с которой испаряется вода с увлажнённой поверхности. Эта скорость зависит от разности между двумя концентрациями: молекул водяного пара в воздухе непосредственно над поверхностью и в помещении в целом. Что касается концентрации молекул воды над поверхностью, то она определяется в первую очередь температурой увлажнённой поверхности: наша кожа, даже в холодную погоду, остаётся нагретой, в то время как концентрация молекул воды в окружающем воздухе в такую погоду весьма незначительна. Поэтому в холодную погоду испарение и происходит быстрее, нежели в тёплую.

Сказанное остаётся справедливым даже применительно к отопляемым помещениям, так как нагревание поступившего в здание «наружного» воздуха никак не сказывается на количестве содержащегося в этом воздухе водяного пара. Увеличить это количество можно с помощью увлажнителей, но они потребляют много энергии.

Хотя вода и испаряется с кожи в холодную погоду быстрее, нежели в теплую, бельё в эту погоду сохнет медленнее. Оно не нагревается вашим телом (как в случае кожного покрова), из-за этого концентрация молекул водяного пара непосредственно над поверхностью белья незначительна, а потому и скорость испарения также невысока. Если вы хотите чтобы ваше бельё высохло быстро, надевайте его на себя сразу после стирки.

**Split times.**  
**New Scientist, 05.03.2011**

**Б.В. БУЛЮБАШ** (пер. с англ.)  
borisbu@sandy.ru,  
НГТУ им. П.Е. Алексеева,  
г. Н. Новгород

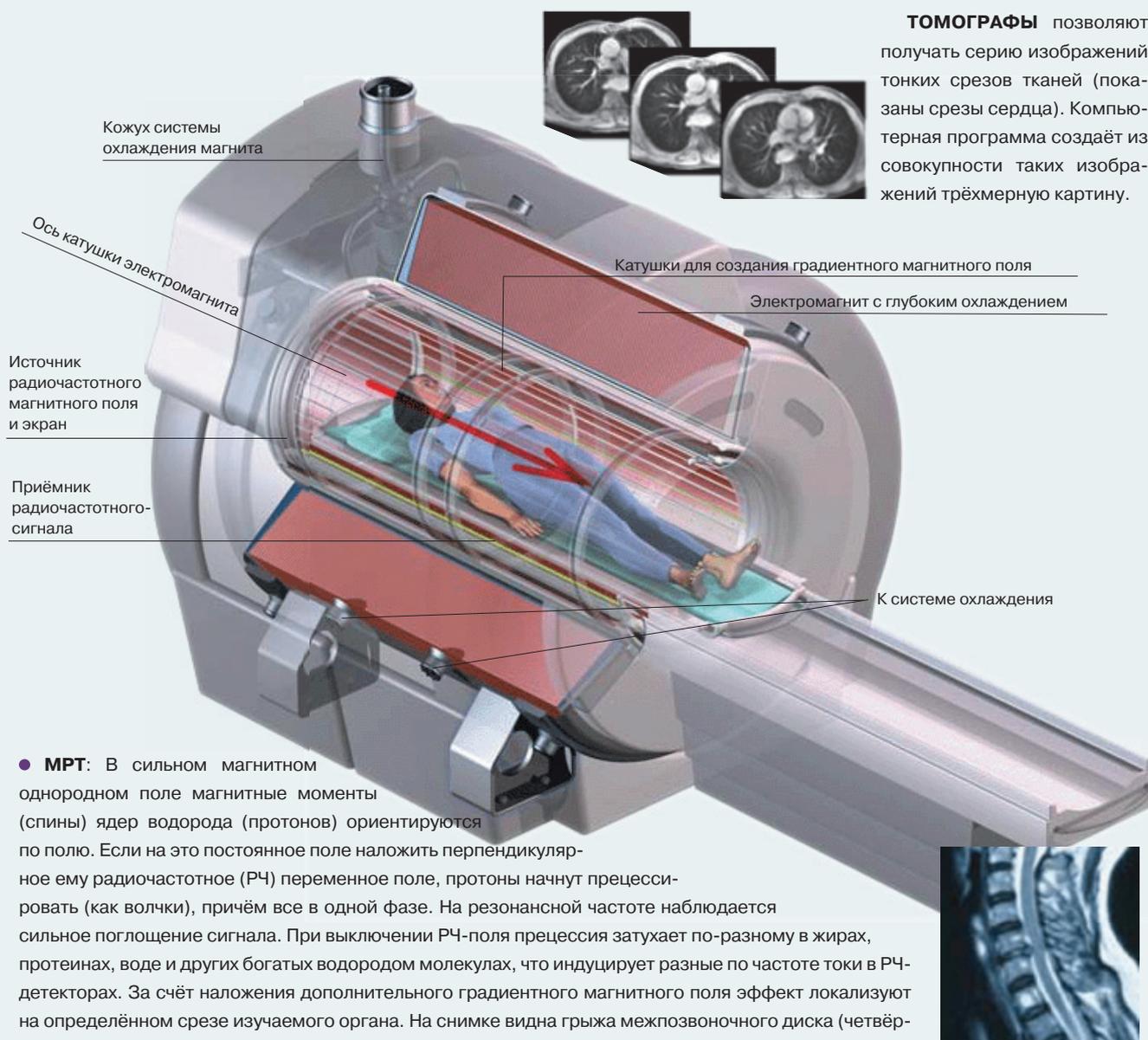
# Как это устроено?

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** томография компьютерная, позитрон-эмиссионная, магнитно-резонансная

См. также № 1, 3, 5, 7, 9, 11/2011

**МЕДИЦИНСКАЯ ТОМОГРАФИЯ.** Томографические снимки помогают врачам обнаруживать скрытые травмы и признаки патологических изменений внутренних органов, что позволяет им опираться в своих заключениях не только на внешний осмотр или на хирургическое вмешательство. Ряд томографических методов довольно широко распространён. В любом случае пациент ложится на стол (кушетку), который вдвигается в аппарат, имеющий форму кольца. Внутри кольца находятся источник излучения, направляемого на пациента и пронизывающего его тело, и детектор, принимающий это излучение, которое несёт информацию о состоянии внутренних органов обследуемого. Аппаратура создаёт последовательность двумерных изображений слоёв, лежащих на пути луча. Компьютер анализирует полученную последовательность и создаёт трёхмерную картину. В методе **компьютерной томографии (КТ)** изображение создаётся с помощью рентгеновских лучей, поэтому его часто называют **рентгеновской томографией**. Он позволяет получать сильно различающиеся по контрасту изображения тканей и костей, поэтому используется для диагностики переломов, тромбов в сосудах и камней в почках. Если в 1970-х гг. требовалось около 5 мин для получения изображения слоя с разрешением (толщиной среза) 10 мм, то сейчас разрешение достигло 1 мм, а время съёмки сократилось до 1 с. Ожидается, что со временем, когда быстрое действие рентгеновских томографов возрастет, а их стоимость понизится, они станут использоваться как обычные рентгеновские аппараты.

**ТОМОГРАФЫ** позволяют получать серию изображений тонких срезов тканей (показаны срезы сердца). Компьютерная программа создаёт из совокупности таких изображений трёхмерную картину.



● **МРТ:** В сильном магнитном однородном поле магнитные моменты (спины) ядер водорода (протонов) ориентируются по полю. Если на это постоянное поле наложить перпендикулярное ему радиочастотное (РЧ) переменное поле, протоны начнут прецессировать (как волчки), причём все в одной фазе. На резонансной частоте наблюдается сильное поглощение сигнала. При выключении РЧ-поля прецессия затухает по-разному в жирах, протеинах, воде и других богатых водородом молекулах, что индуцирует разные по частоте токи в РЧ-детекторах. За счёт наложения дополнительного градиентного магнитного поля эффект локализуется на определённом срезе изучаемого органа. На снимке видна грыжа межпозвоночного диска (четвёртого сверху) в шейном отделе позвоночника, вызывающая сдавливание спинного мозга.

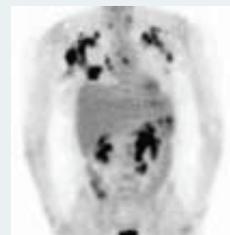
В методе **позитрон-эмиссионной томографии (ПЭТ)**, пациенту вводят радиофармпрепарат, в состав которого входит радионуклид, испытывающий позитронный бета-распад с излучением фотонов (гамма-квантов), и срез за срезом «прощупывают» содержание этого препарата в организме. Если препарат является аналогом природной глюкозы, по величине эмиссии можно судить о скорости поглощения молекул сахаров клетками, то есть о скорости обмена веществ (клеточном метаболизме). Необычная активность может указывать на раковые клетки, невралгические нарушения, такие как болезнь Альцгеймера, злокачественные опухоли, а также на зоны активности при работе мозга.

Метод **магнитно-резонансной томографии (МРТ)** основан на резонансном поглощении электромагнитной энергии ядер атомов водорода. Хорошо просматриваются вариации плотности тканей, что позволяет обнаруживать разрывы хрящей, грыжу межпозвоночного диска, опухоли. С помощью МРТ можно исследовать, как быстро клетки поглощают кислород, и по этому признаку судить, какие нейроны в мозге активизируются при распознавании образов или мышлении.

По мере развития техники можно ожидать появления гибридных аппаратов, например КТ-ПЭТ, которые помогут отличить раковую опухоль от обычной фиброзной ткани. Следующий шаг – разработка алгоритма, с помощью которого можно будет следить за процессами в тканях. Человек будет свои выводы основывать уже не на том, что он видит невооружённым глазом, а на более глубокой информации, соответствующей состоянию органа.



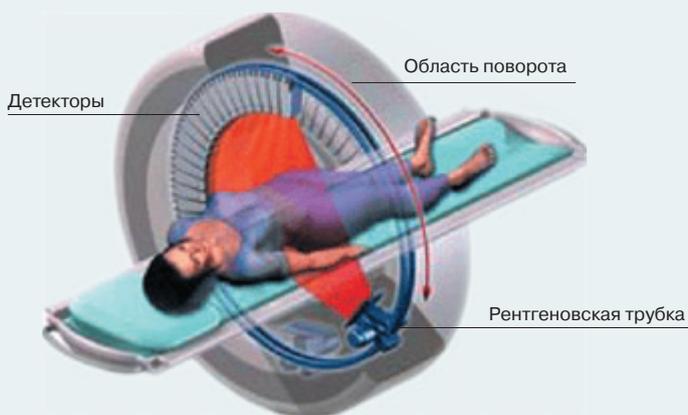
● **ПЭТ:** радиофармпрепараты, меченные изотопами кислорода или углерода, позволяют определить скорость потребления сахаров различными клетками ткани. Эти изотопы испускают позитроны. Когда позитрон встречается электрон, пара аннигилирует с испусканием двух фотонов энергией 511 кэВ, разлетающихся в противоположные стороны. Когда пара фотоумножителей, расположенных друг напротив друга, одновременно генерирует сигналы, линия, проходящая через оба эти детектора, определяет местоположение испустившей фотоны клетки. Совокупность таких линий создаёт изображение клеток на данном срезе и несёт информацию о скорости процессов метаболизма. На приведённом изображении видны раковые клетки на лимфатических узлах – вверху слева и справа.



● **КТ:** рентгеновская 140-кэВ трубка создаёт плоский пучок, просвечивающий тело пациента. Сигнал с детектора зависит от степени поглощения излучения разными тканями. Обычно рентгеновская трубка и детектор неподвижны, и мы видим суммарную плоскую картину всех слоёв, лежащих на пути луча (теневое изображение). Если же излучатель и детектор подвижны, то тень «размазывается» во всех слоях кроме одного, неподвижного относительно излучателя и детектора. Практически это достигается за счёт расположения излучателя и детектора на концах С-образного коромысла.



В момент снимка рентгеновская трубка перемещается под столом с пациентом по дуге, а кассета, расположенная над столом, совершает движение в противоположном направлении. Коромысло вращается вокруг оси примерно на 30–60°. В результате контрастное изображение получается только на уровне оси вращения. Толщина выделяемого слоя тем меньше, чем больше дуга, пробегаемая рентгеновской трубкой. На снимке виден большой тромб (сразу под кружком в центре) в лёгочной артерии.



*Scientific American, 2004, August, p. 92–93.*  
Сокр. пер. с англ. Н.Д. Козловой



Светлана Антроповна Трубаچهва окончила матфак Иркутского ГПИ, педагогический стаж 29 лет, учитель физики высшей квалификационной категории, Ветеран труда, награждена знаком «Почётный работник общего образования РФ», медалью «За вклад в развитие образования», лауреат Всероссийского конкурса «Современный урок» и регионального конкурса «Учитель – главная профессия единой России», дипломант Всероссийских конкурсов «Организация учебно-воспитательного процесса, научно-исследовательской, методической и экспериментальной работы в образовательных учреждениях» и «Воспитание в классе», победитель Всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2010», автор более двух десятков печатных работ, в том числе в газете «Физика-ПС». За все годы работы в школе с. Алагуй (Ольхонский р-н, Иркутская обл.) – преподавала математику, физику, информатику – ни разу не пожалела о выборе профессии, потому что очень любит свою работу. Она родилась и выросла здесь же, в семье сельских учителей и продолжает учительскую династию. Светлану Антроповну отличает высокий профессионализм, стремление постоянно самосовершенствоваться, идти в ногу со временем. Качество знаний по её предмету составляет 44% при 100%-ной успеваемости, ведь учитель строит отношения с учениками на доверии и уважении. Ученики постоянно участвуют в районных, региональных и всероссийских конкурсах. Их творческие работы отмечены дипломами на Всероссийском фестивале исследовательских работ в 2006/2007 уч. г. Светлана Антроповна охотно делится с коллегами опытом работы, выступая на семинарах и НПК («Портфель ученика как одна из педагогических технологий, способствующая самореализации и самооценке личности», «Творческое развитие личности учащихся на уроках физики», «Применение программ MWord и MExcel на уроках физики и при выполнении лабораторных работ»), уже 15 лет сотрудничает с газетой «Физика-ПС», раскрывая игровые приёмы обучения и доказывая, что игровое направление относится к перспективным направлениям в развитии педагогики, надёжным средством включения учащихся в активную познавательную деятельность.



Геннадий Петрович Саламатов – учитель физики первой квалификационной категории, Заслуженный учитель школы РФ, «Отличник народного просвещения», педагогический стаж 48 лет. Окончил Кировский ГПИ по специальности «Учитель физики и основ производства». Трудовую деятельность начал в Пижемской школе Тоншаевского р-на Нижегородской области. Были трудности и неудачи, но всегда считал, что главное в работе педагога – это знать в совершенстве свой предмет и любить учеников. Дети не прощают притворства, лицемерия, обмана. С ними надо быть (а не казаться!) умным, строгим, добрым и человечным. Организовал кружок «Необыкновенная физика обыкновенных явлений. Нестандартные задачи по физике». Через внеклассную работу развивается кругозор учащихся, их интерес к явлениям природы, умение мыслить логически, находить нестандартные решения. С 1975 г. – завуч. В это время Пижемская школа – самая большая в районе (более 900 учащихся, 30 учителей и воспитателей). Много внимания уделял работе с педагогическим коллективом через педагогические советы, методобъединения, методсовет, педагогические чтения, открытые уроки для районных учителей. До половины выпускников поступали в вузы, учащиеся занимали призовые места на районных и областных олимпиадах. Работая завучем, успешно сочетал административную работу с преподавательской, внедрял новые формы обучения: лекции, семинары, практикумы, конкурсы. С 1987 г. – директор Пижемской школы. Но была мечта жить и работать в небольшом селе (Пижма – посёлок городского типа, тогда там жили более 3000 человек), и в 1990 г. стал директором новой, построенной по инициативе жителей колхоза им. И.И. Разумовского, школы в д. Котельницы. Заодно решил и квартирный вопрос – учителям давали квартиры со всеми удобствами в строящихся домах, директору – трёхкомнатную. А семья была большая: жена – учитель начальных классов, две взрослые дочери (уже работали), младшая перешла в 3-й класс, да ещё мать и тёща. Спасибо друзьям – М.Ф. и Н.И. Посажениковым – за помощь в быту, спасибо С.Н. Курочкиной, бывшей заведующей Чкаловским РОНО за помощь и советы в работе. Директором Котельницкой средней школы проработал 16 лет, в 2006 г. перешёл на чисто преподавательскую работу – учителем физики там же. В 90-е гг. в Котельницкой СОШ было до 185 учащихся, постепенно их число уменьшилось до 50 и менее, и с 2008 г. школа получила другой статус – девятилетняя. Сейчас Геннадий Петрович продолжает преподавать физику, любит свой предмет, своих учеников. Более 25 его питомцев стали учителями физики. Труд педагога отмечен грамотами «Министерства просвещения РФ» и районного отдела образования, благодарственными письмами администрации Чкаловского района. Сейчас учитель живёт вдвоём с женой (она на пенсии), дочери уже стали совершенно самостоятельными (работают в Чкаловске и в Нижнем Новгороде). В свободное время занимается огородничеством, зимними заготовками, любит ремонтировать старую радиоаппаратуру.

*От всей души желаем  
Светлане Антроповне и Геннадию Петровичу удачи!  
Вы блестящие учителя, у вас прекрасные ученики!*

# Годовая подшивка газеты «ФИЗИКА» на компакт-диске

## ПОЛНАЯ ПОДБОРКА МАТЕРИАЛОВ ЗА 2010 ГОД

### ПОВТОРНЫЙ ТИРАЖ ПОДШИВОК ЗА 2005, 2006, 2007, 2008 И 2009 ГОДЫ

**А ТАКЖЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ СБОРНИКИ И ПОДШИВКИ ДРУГИХ ГАЗЕТ ИД «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»**



Удобная система навигации и поиска: материалы можно выбрать по тематике, рубрике или по номеру газеты.

Для пользователей любого уровня: включи и работай — не требуются инсталляция и место на винчестере.

Компакт-диск пригоден для работы на компьютерах даже устаревшей конфигурации (Windows-95 и выше).

Стоимость диска включает доставку. Рассылка производится только на территории РФ.

**КУПОН** ✂ **ЗАПОЛНЯЕТСЯ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ!**

ФАМИЛИЯ																
ИМЯ																
ОТЧЕСТВО																
ИНДЕКС					АДРЕС											
_____ _____																

**ЭТИ ДИСКИ  
МОЖНО ПРИОБРЕСТИ:**

- заполнив купон и отправив его в конверте с пометкой «Книга — почтой» по адресу: ИД «Первое сентября», ул. Киевская, д. 24, г. Москва, 121165
- заказав по телефону: (499) 249-47-58
- заказав по электронной почте: [podpiska@1september.ru](mailto:podpiska@1september.ru)
- заказав на сайте: [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ  
СБОРНИКИ**

Цена за один диск с доставкой – 399 руб.

- Газета «Начальная школа»
- «50 лет системе Л.В. Занкова» \_\_\_\_\_ шт.
- «1001 ёлка на Новый год» \_\_\_\_\_ шт.
- Газета «Школьный психолог»
- «Тренинг в теории и на практике» \_\_\_\_\_ шт.
- Газета «Школьный психолог»
- «Тест со всех сторон» \_\_\_\_\_ шт.
- Газета «Литература»
- «Консультации по темам экзаменационных сочинений» \_\_\_\_\_ шт.

Цены действительны до 31 августа 2011 года

Цена за один диск с доставкой	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
299 руб.	299 руб.	299 руб.	299 руб.	299 руб.	399 руб.	399 руб.	499 руб.	699 руб.
Английский язык	x	x	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.
Библиотека в школе	x	шт.						
Биология	шт.							
География	шт.							
Дошкольное образование	x	шт.						
Здоровье детей	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
Информатика	x	x	x	x	x	x	x	шт.
Искусство	x	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
История	шт.							
Классное руководство и воспитание школьников	x	x	x	x	x	шт.	шт.	шт.
Литература	шт.							
Математика	x	x	x	x	x	x	шт.	шт.
Начальная школа	x	шт.						
Немецкий язык	x	x	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.
Русский язык	шт.							
Спорт в школе	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
Управление школой	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
Химия	шт.							
Физика	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
Французский язык	x	x	x	x	шт.	шт.	шт.	шт.
Школьный психолог	шт.							

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ПОДПИСЧИКОВ!

Вы подписаны на бумажную версию журнала «Физика»?

У вас есть доступ к Интернету?

Если да, то теперь вы можете **БЕСПЛАТНО**  
получать **ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ** журнала!



## НУЖНО ТОЛЬКО:

- 1 Зайти на интернет-сайт [www.1september.ru](http://www.1september.ru)
- 2 Зарегистрировать личный кабинет (если у вас его еще нет)
- 3 Ввести код SE-91185-10601 и информацию с квитанции о подписке

С этого момента **1 ЧИСЛА КАЖДОГО МЕСЯЦА** в ваш личный кабинет будет доставляться **НОВЫЙ ВЫПУСК ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИИ ЖУРНАЛА**. Читать журнал и работать с ним вы можете в любое удобное время: все выпуски будут храниться в вашем личном архиве.

Электронная версия: • Полностью соответствует бумажной • Выходит гарантированно в срок • Легко распечатывается на принтере • Доставляется по Интернету