



научно-методический журнал

ISSN 0130-5622

**5** 2010

# ФИЗИКА

## В ШКОЛЕ



- Тематический выпуск: профильное обучение
- Уроки и решение задач
- Элективные курсы



## 2010 год – год Учителя

### Представляем лучших учителей физики РФ

*(два основных критерия: известность учителя в своем регионе и наличие публикаций в журнале «Физика в школе»)*

#### Головин Петр Петрович



- Учитель физики МОУ Ишеевская средняя общеобразовательная школа им. Н. К. Джорджадзе.
- Педагогический стаж – 40 лет.
- Народный учитель СССР (1988).
- Заслуженный учитель РСФСР (1986).
- Учитель-методист (1980).
- Соросовский учитель в области точных наук (1996).
- Кавалер ордена «Знак Почета» (1981).
- Медаль им. А. С. Макаренко (2008).
- Кандидат педагогических наук (1992), доцент (2007).
- Профессор Академии естествознания (2000).

#### Приоритетные направления профессиональной деятельности

- Формирование практических знаний и умений в области электродинамики школьного курса физики и технологии на основе разработки и внедрения в педагогическую практику учителей России вариативных учебно-методических комплексов (УМК) по электродинамике для учителей физики и учащихся.
- Организация ученической учебно-методической и производственной фирмы по разработке, серийному производству и реализации вариативных комплексов по электродинамике (созданный в 1978 г. кружок физико-технического творчества «Импульс» преобразовался в Объединение «Физико-техническое творчество «Импульс»).
- Создана и успешно работает авторская Всероссийская школа повышения квалификации учителей в области практической электродинамики. За 1990—2010 гг. проведено более 300 занятий с учителями физики в разных регионах Российской Федерации и стран СНГ: в Москве, Санкт-Петербурге, Сыктывкаре, Воркуте, Анадыре, Чебоксарах, Пензе, Саратове, Саранске, Магадане, Рязани, Смоленске, Йошкар-Оле, Инте, Печоре, Уфе, Казани, Самаре, Челябинске, Омске, Салехарде, Горно-Алтайске, Новосибирске, Орле, Воронеже, Мурманске, в Республике Казахстан и т. д.
- Разработанные и изготовленные его учащимися несколько сот учебно-наглядных пособий стали призерами более 100 областных, Всероссийских, Всесоюзных и Международных выставок. Около 200 учащихся награждены медалями и свидетельствами ВДНХ СССР.
- Активный участник всех девяти ежегодных Московских педагогических марафонов учебных предметов.

#### Сотрудничество с журналом «Физика в школе»

- В журнале «Физика в школе» печатается с 1972 г. и имеет 12 публикаций.
- Автор более 100 научно-методических статей, монографий, книг с описаниями личного опыта преподавания физики, технологии и развития физико-технического творчества учащихся.



НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С МАЯ 1934 г.

# ФИЗИКА В ШКОЛЕ

Образован в 1934 году Наркомпросом РСФСР. Учредитель — ООО Издательство «Школа-Пресс». Журнал выходит 8 раз в год

## Выдающиеся ученые

- ▶ **Р. Н. Щербаков**  
Роберт Гук ..... 3

## МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ

- ▶ **С. В. Фомин, Д. Н. Лукичев, А. С. Красников**  
Принцип Ферма в школьном курсе физики ..... 9
- ▶ **С. В. Васильева**  
Интегрированный урок по теме «Термодинамика биологических систем»  
в X классе ..... 12
- ▶ **Л. А. Ларченкова**  
Движение автомобиля в школьных физических задачах ..... 19
- ▶ **Е. О. Булатов**  
Решение задач с биофизическим содержанием ..... 31

## Элективные курсы

- ▶ **О. В. Гоголашвили, Н. Н. Кузьмин**  
Межпредметные элективные курсы ..... 34
- ▶ **С. Е. Шевлякова**  
Автомобиль ..... 39
- ▶ **Г. И. Воронкович**  
Элективный курс по физике «Графики — язык сотрудничества  
профессионалов» ..... 44
- ▶ **Л. Н. Дерезева**  
Физика и человек ..... 49
- ▶ **Н. А. Ивочкина**  
Физика и медицина ..... 52



# ФИЗИКА В ШКОЛЕ

- ▶ **О. А. Крамнистая**  
Физика и биология ..... 59
- ▶ **Г. М. Набиева**  
Электрические явления в природе и жизни ..... 61
- ▶ **М. А. Старшов**  
Баланс энергии ..... 63

Главный редактор С. В. Третьякова  
Зам. главного редактора Е. Б. Петрова  
Редакторы отделов: Э. М. Браверман,  
Г. П. Мансветова, Г. И. Сурикова  
Зав. редакцией Е. Н. Стояновская

Редколлегия: М. Ю. Демидова, А. В. Засов,  
В. А. Коровин, А. Н. Мансуров, В. В. Майер,  
Г. Г. Никифоров, В. А. Орлов, В. Г. Разумовский,  
Г. Н. Степанова, Н. К. Ханнанов

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:** Москва, ул. Добролюбова, 16, стр. 2, тел.: 619-08-40, 639-89-92, 639-89-93, доб. 101  
**АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:** 127254, Москва, ул. Руставели, д. 10, корп. 3.

ООО Издательство «Школа-Пресс», тел.: 619-52-87, 619-52-89. E-mail: [fizika@schoolpress.ru](mailto:fizika@schoolpress.ru)

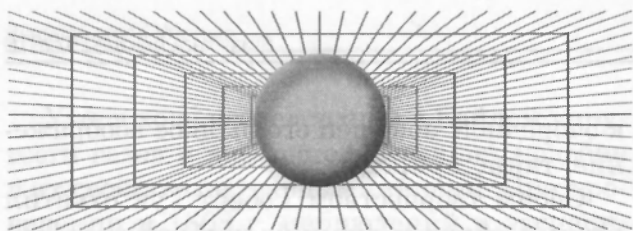
Формат 84x108/16. Тираж 6000 экз. Изд. № 1910. Заказ 4191

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19604. Охраняется Законом РФ об авторском праве. Запрещается воспроизведение любой журнальной статьи без письменного разрешения издателя. Любая попытка нарушения закона будет преследоваться в судебном порядке.

Отпечатано в ОАО ордена Трудового Красного Знамени «Чеховский полиграфический комбинат»  
142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1.

Сайт: [www.chpk.ru](http://www.chpk.ru). E-mail: [marketing@chpk.ru](mailto:marketing@chpk.ru). Телефон 8 (498) 988-63-87, факс: 8 (496) 726-54-10.

© ООО Издательство «Школа-Пресс», © «Физика в школе», 2010, № 5



## ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ

### РОБЕРТ ГУК

**Ключевые слова:** упругая деформация, опыты с тонкими пластинками, практические правила экспериментального изучения природы.

**Р. Н. Щербаков**, Эстония, г. Таллин, robertsch961@ Rambler.ru

В этом году исполняется 375 лет со дня рождения выдающегося естествоиспытателя эпохи научной революции XVII в. Роберта Гука. В статье рассказано о жизни и научных исследованиях выдающегося английского ученого Роберта Гука.

Это был талантливый и разносторонний исследователь (так о нем говорил С. И. Вавилов), первоклассный ученый и признанный авторитет (Р. Уэстфолл), величайший физик-экспериментатор (Дж. Бернал).

Современным школьникам Р. Гук знаком как автор закона упругой деформации. Механики помнят его как изобретателя шарнира, а физики и астрономы — как многолетнего и неукротимого оппонента И. Ньютона по вопросам оптики и тяготения.

Роберт Гук родился 18 июля 1635 г. на острове Уайт в семье настоятеля церкви. Полученные им от рождения слабое здоровье и непривлекательная внешность сопровождали его по жизни, усугубляясь с годами и заметно влияя на его поведение (далеко не в лучшую сторону). Годы жизни Гука пришлось на революции, гражданские войны и другие социальные потрясения, оказавшие влияние на его творчество.

Начальное образование он получает в Вестминстерском колледже, где знакомится с элементами математики, философии, изучает языки, а уже в 18 лет поступает в Оксфордский университет и становится помощником Р. Бойля. Роберт Гук увлекается философскими идеями Бэкона и Декарта, которые вскоре становятся основой его ми-

ровоззрения и своеобразным руководством в последующей научной деятельности.

Возникшее в 1662 г. Лондонское королевское общество обосновалось и проводило свои собрания в Грешем-колледже. С избранием в 1665 г. Гука профессором геометрии он получает в колледже квартиру, в которой живет до конца своих дней. Для него это было удобно, потому что для его научных занятий все было под рукой, и потому еще, что общительный Гук в личной жизни был практически одинок.

В подготовленном Гуком уставе Лондонского королевского общества подчеркивалось, что задачей этой организации является постановка экспериментов для «совершенствования познания естественных вещей, а также всех полезных искусств, мануфактур, механической практики, машин и изобретений...» [1, с. 43]. Гук навсегда связывает свою судьбу с Лондонским королевским обществом, в 1662 г. избирается его куратором со скромным жалованьем и берет на себя повседневную и к тому же нелегкую обязанность изобретения и изготовления приборов, постановки и демонстрации опытов (выполненных как им самим, так и другими исследователями) с их непременно пояснением и разбором, оценкой их познавательного и практического значения.

Как замечает Дж.Бернал, «если Бойль представлял собой душу Королевского общества, то Гук был его глазами и руками». К тому же «у Гука была гениальная догадка физика-экспериментатора, прозревающего в лабиринте фактов истинные соотношения и законы природы», — добавляет со своей стороны С. И. Вавилов [2, с. 113]. Без этого дара Гука Королевское общество вряд ли бы развивалось столь успешно.

Со временем Роберт Гук становится одним из наиболее убежденных сторонников сближения науки и практики, использования экспериментов как для изучения явлений природы, выяснения действия механизмов, так и применения научных знаний в технике. Virtuозно пользуясь в своих экспериментах техническими средствами, ученый готовил тем самым основу внедрения в науку инженерно-физического подхода.

Однако эти обязанности приносили Гуку не только уважение и славу со стороны членов Лондонского королевского общества, но с годами становились для него обременительной ношей, отнимающей немало драгоценного времени, здоровья и возможность основательно заниматься чисто научной и технической деятельностью. Истинное «служенье муз не терпит суеты», а вот это в жизни Гука оказалось чересчур много. Здесь были подготовка опытов и их демонстрация, выступления в Обществе с докладами и разного рода собрания, конструирование многочисленных приборов и сбор необходимого для них материала, чтение лекций и написание книг, многолетнее участие в восстановительных работах после лондонского пожара, постоянные поиски заработка и т. д. Причем деятельность Гука была пронизана мощной и целеустремленной страстью познать все и вся. Наполняя глубоким смыслом само бытие Гука, она гнала его по жизни от одних явлений и проблем к другим. И как только ему казалось, что уже ясна физика явления или существо механизма, он тут же оставлял их и обращался

к очередной, зовущей его пылкое воображение, тайне природы.

Своим творчеством Роберт Гук охватил разные области знаний: изобретательство и строительство, механику и физику, астрономию и биологию, геологию и палеонтологию, а также эволюцию мира. Обобщая свой богатейший опыт исследований, он сформулировал свое видение существа постановки эксперимента, высказал ряд идей о натурфилософии, взаимосвязи науки и техники и многом другом. Однако интерес одновременно ко многому и спешка в получении результата порождали в итоге незавершенность большинства проводимых им исследований. Более того, чрезмерное увлечение Гука тривиально понимаемым им принципом простоты (всякое представление должно быть «удобопонятным») нередко шло во вред глубине осмысления научных выводов и строгости их обоснования.

У Гука не доставало тех знаний по математике, которые позволили бы ему получить убедительные, научно обоснованные результаты. Владение же очень подробными фактами, сведениями об изобретениях, ремеслах, технологиях не оставляли ему сил и возможности переходить от конкретики к широким научным обобщениям. Впрочем, это неудивительно, ибо по своей манере мышления он не был крупным теоретиком [3]. И тем не менее уникальные способности Гука-экспериментатора, его интуиция исследователя, способного осмыслить и посредством лишь приближенных методов достичь верного результата, позволили ему в итоге внести существенный вклад в решение ряда прикладных и фундаментальных проблем физики и техники XVII в. Подтверждением тому являются те открытия Гука, которые, хотя и не получили строгого математического обоснования, в качестве решений имели в принципе законченную форму. Все они представляют собой наглядное механистическое объяснение, поскольку Гук в своем мировоззрении и подходах к явлениям природы оставался классическим механиком.

Уже в ходе исследований с Бойлем упругости газов и жидкостей Гук ищет подобие в их свойствах с твердыми телами. При проведении в 1668 г. наблюдений и экспериментов с часами и машинными пружинами Гук изучает упругость и приходит к выводам: «Каково растяжение, такова и сила» и «Каков вес, таково и растяжение». К сожалению, эти работы по механике упругих тел ученый не завершил.

Важнейший вклад внес Гук в решение фундаментальных проблем науки XVII в., связанных прежде всего с оптикой и механикой. Эти исследования пересекались с аналогичными исследованиями Ньютона. Они сопровождалась длительной и острой

полемикой Гука и Ньютона, оказавшегося более целеустремленным, настойчивым и удачливым в науке и в конечном счете более знаменитым, чем Гук.

Перефразируя слова пролетарского поэта, можно сказать, что, когда мы говорим о Гуке, тут же вспоминаем Ньютона, если же обращаемся к Ньютоу, то не обходим вниманием и Гука. Гук же впервые услышал о Ньюtone в начале 1672 г., когда тот представлял на суд членов Общества свой зеркальный телескоп. Тогда Гук с похвалой отозвался об изобретении 29-летнего Ньютона.

В оптике Гука вначале интересовали причины возникновения цветов в прозрачных

**ВНИМАНИЕ: ПОДПИСКИ!**

**ВНИМАНИЕ: ПОДПИСКИ!**

*Журнал*

## «ФИЗИКА В ШКОЛЕ»

(на полгода 4 номера)

Подписной индекс: **71019**

*Комплект журналов  
по льготной цене*

## «ФИЗИКА В ШКОЛЕ»

(4 номера)

## «ФИЗИКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»

(2 номера)

Подписной индекс комплекта: **79025**

**Внимание!**

Подписную цену с учетом почтового сбора вы можете узнать в своем отделении связи. Бланк подписки по каталогу помещен на стр. 6.



Уважаемые читатели!  
Подписка на I полугодие  
2011 г.  
по каталогу  
«Газеты. Журналы»  
агентства «Роспечать»  
начинается 1 сентября  
2010 г.



телах и особенно природа света. Первой его работой стала знаменитая «Микрография», вышедшая в свет дважды (и между прочим тщательно проработанная Ньютоном). В ней содержалось описание шести десятков исследований по различным областям знаний, лишь три из которых имели отношение к физической оптике.

В своей работе Гук дает описание экспериментов с тонкими пластинками. Ученый качественно объясняет их цвета. Наблюдает он и цветовые кольца (позднее названные кольцами Ньютона). В объяснении их Гуком уже есть намеки на понимание им принципа интерференции. В 1672 г. Гук осуществил также опыты по дифракции

света, аналогичные опытам Ф. Гримальди и в чем-то повторившие их. В том же году Гук выдвигает волновую теорию, по которой свет представляет собой колебательное движение частиц светящихся тел, переносимое особой средой — эфиром. При прохождении через вещество свет, как и звук, меняет свои свойства. В процессе обсуждения ньютоновской теории света Гук подчеркивает, что «белый свет — не что иное, как импульс или движение... а цвет — возмущение этого импульса...» [4, с. 106].

В ответ на опыты Ньютона по разложению света Гук, напомнив о проведенных им аналогичных опытах, настаивает на таком их объяснении с помощью своей теории цве-

### Подписка — 2011 I полугодие

БЛАНК ПОДПИСКИ ПО КАТАЛОГУ  
«ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ» АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на журнал   
(индекс издания)

«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»   
(наименование издания) Количество комплектов:

на 2011 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x	x	x	x	x	x						

Куда \_\_\_\_\_  
(почтовый индекс) (адрес)

Кому \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

---

Доставочная карточка на журнал   
(индекс издания)

ПВ	место	литер
----	-------	-------

«ФИЗИКА В ШКОЛЕ»  
(наименование издания)

Стоимость	подписки	_____ руб. _____ коп.	Количество комплектов: <input type="text"/>
	переадресовки	_____ руб. _____ коп.	

на 2011 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x	x	x	x	x	x						

Куда \_\_\_\_\_  
(почтовый индекс) (адрес)

Кому \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

(Информацию о подписке см. на 4-й стороне обложки.)



тов: белый свет, являющийся колебательным движением, при прохождении через призму видоизменяется, приводя к появлению цветов. Гук был вполне удовлетворен своей достаточно простой (хотя и не совсем ясной) волновой теорией [1].

С появлением «Новой теории света и цветов» Ньютона начинается его дискуссия с Гуком. Проводимая «в тонах ледяной вежливости», она стоила обоим ученым немалых сил и здоровья. Ведь и одного, и другого вела по жизни сильная и бескорыстная страсть познания природы, но подходы к экспериментально-математической деятельности они понимали не одинаково и в разной мере были способны и готовы к ней. После смерти Ольденбурга Гук в 1677 г. избирается секретарем Лондонского королевского общества со всеми его многочисленными обязанностями. В 1679 г. Гук предложил Ньютона возобновить переписку по актуальным проблемам науки, прерванную в свое время в связи с оптической дискуссией. С этого момента содержанием писем обоих ученых становится обсуждение теперь уже проблемы тяготения.

Еще в 1666 г. Гук, как и Ньютон, начинает размышлять о силе тяготения как возможной причине эллиптичности орбит планет. Он докладывает Обществу о своих опытах по измерению силы тяжести в зависимости от высоты, связывает движение небесных тел по замкнутой орбите с силой, направленной к центру тяготения. В 1670 г. он предлагает «набросок динамического устройства Вселенной» [5]. Однако Гук не знал, каким образом следует связать силу тяготения с соответствующим отклонением планет от прямолинейного движения и получить в итоге их движение по эллипсу. И тогда, обладая недюженной интуицией экспериментатора, ученый обращается к опыту, посредством которого наглядно демонстрирует эллиптическое движение с помощью конического маятника. И это ему удается.

Согласно выводам историков науки, Гук интуитивно понятой им идеей всемирно-

го тяготения настойчиво побуждает своего теоретически более подготовленного соперника приступить к конкретным расчетам траектории движения тела под действием центральной силы и при этом высказывает качественные соображения, весьма близкие к последующим уже количественным выводам Ньютона.

Опираясь на эмпирический метод, Гук направлял свои усилия на качественное описание явлений. Ньютон же не считал закон доказанным, если он не был выведен математически. В своих выводах Гук был излишне нетерпелив, Ньютон — предельно осторожен. Поэтому в ту эпоху создать «Начала» кроме Ньютона вряд ли кто-либо мог. И все же, «план «Начал» был впервые набросан Гуком» [3, с. 117].

Гук был твердо убежден в том, что природные явления полностью подчинены простым механическим законам. Создавая вместе с современниками новую физику с широким применением эксперимента и по возможности математическим обоснованием получаемых результатов, Гук во всех своих размышлениях и выдвигаемых идеях руководствовался принципом механицизма.

Техникой Гук занимался как продолжением науки. У него техника входит в исследование оптики, тяготения, упругости, теплоты и т. д. В его опытах физическая реальность уже не чисто природная, но конструируемая посредством технических средств, которые в его эпоху были достаточно популярны. В итоге в лице Гука общество имело и выдающегося изобретателя, и техника, и экспериментатора.

Как физик Гук вместе с Бойлем усовершенствовал воздушный насос Герике, а с Гюйгенсом установил точки таяния льда и кипения воды как постоянные точки. Позднее он показал, что для всех тел точки кипения и плавления постоянны, высказал гипотезу о теплоте как роде движения частиц тела, изучал колебания маятника, рассматривал свет, тепло, тяготение, звук как колебательное движение.

При необходимости Гук-ученый легко превращался в Гука-изобретателя и наоборот. Оставив на время науку, он совершенствует микроскоп и посредством его обнаруживает клеточное строение растений, изобретает круговой пружинный маятник и применяет его в часах и хронометрах, улучшает ряд астрономических и метеорологических приборов и т. д. За ним числится более 100 различных изобретений.

Но Гук размышлял также о стратегии и тактике научной деятельности. Первую он видел в осмыслении роли естествознания в познании природы и применении полученных знаний на благо человека, вторую — в разработке методологии опытного подхода к самой реальности. Развивая натурфилософские идеи и представления Бэкона и Декарта, Гук предложил свой взгляд на естествознание.

В своем сочинении «Общая схема или идея настоящего состояния естественной философии» ученый подчеркивает: «Делом философии является найти совершенное знание природы; это знание отыскивается не только для самого себя, но и для того, чтобы дать возможность человеку вызывать и совершать такие эффекты, которые могут наиболее способствовать его благополучию в мире» [3, с. 688].

Проведение Гуком в Лондонском королевском обществе собственных опытов и опытов других ученых позволили ему выявить общие правила экспериментального изучения природы, полезные для всякого исследователя. Причем его методика настоятельно рекомендовала применение технических средств, поскольку «с их помощью строение вещей во всем их разнообразии может быть открыто полнее...» [3, с. 670].

Гук подчеркивал: «Никакое напряжение воображения, никакая точность метода, никакая глубина теоретического созерцания не пригодны в такой мере, как верная рука и добросовестный глаз для рассмотрения и изучения вещей...» [3, с. 670]. Предложенная им методика эксперимента включала

в себя следующие важные, знакомые сегодня каждому ученому-физику, моменты: планирование опыта и вопросов, на которые он должен ответить; учет обстоятельств опыта и действий при его проведении; ограниченные области проводимого опыта; стремление доказать принятую гипотезу; возможное расширение одной из сторон опыта при сужении другой; обсуждение успеха или неудачи, выявление вопросов для дальнейшей разработки и вариантов постановки новых опытов [1].

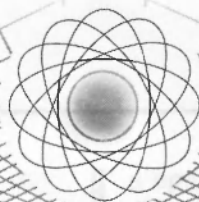
Во второй половине жизни Гука (он прожил 68 лет) его здоровье становится все хуже. Масса обязанностей и творческих дел, нередко сопровождавшихся спорами о приоритетах, смерть родственников привели к обострению хронических болезней. Роберт Гук скончался 3 марта 1703 г. Он был погребен в Лондоне в церкви св. Анны.

Через девять месяцев после его смерти президентом Лондонского королевского общества стал И. Ньютон, приказавший сжечь все портреты своего оппонента. Позднее общество предприняло усилия, чтобы восстановить предполагаемый портрет Гука.

Роберт Гук немало сделал для популяризации научно-технических знаний. Он считал: «Нельзя ни в какой вещи, входящей в последовательность рассуждений, ничего принимать за справедливое, что не вытекает из самоочевидных принципов, основанных на непосредственных объектах чувств...».

### Литература

1. Боголюбов А. Н. Роберт Гук (1635 — 1703). — М.: Наука, 1984.
2. Вавилов С. И. Исаак Ньютон: 1643 — 1727. — М.: Наука, 1989.
3. Райнов Т. И. Роберт Гук и его трактат об экспериментальном методе. — М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
4. Погребысская Е. И. Роберт Гук и его исследования по физической оптике. — М.: Наука, 1973.
5. Кирсанов В. С. Переписка Исаака Ньютона с Робертом Гуком: 1679—1680 гг. // Вопросы истории естествознания и техники. — 1996. — № 4.



## МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ

# ПРИНЦИП ФЕРМА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

**Ключевые слова:** принцип Ферма, геометрическая оптика, прямолинейное распространение света, углубленное изучение физики.

**С. В. Фомин**, аспирант РГУ им. С. А. Есенина, s.fomin@rsu.edu.ru

**Д. Н. Лукичев**, аспирант РГУ им. С. А. Есенина

**А. С. Красников**, д. т. н., профессор РГУ им. С. А. Есенина, a.krasnikov@rsu.edu.ru

В статье рассмотрена методика изложения законов геометрической оптики при профильном обучении. Показано, как из принципа Ферма для оптически однородной среды следуют прямолинейность распространения света, законы отражения и преломления света.

Углубленное изучение физики, как правило, начинается с X класса общеобразовательной школы. Это соответствует возрастным особенностям школьников, интересы которых формируются только к 15—16 годам.

Содержание углубленного курса физики, более полное отражение в нем фундаментальных физических теорий позволяет в большей мере приблизиться к формированию квантово-полевой физической картины мира, воспитанию идей близкодействия и корпускулярно-волнового дуализма.

Важным моментом в формировании научного мировоззрения является четкий показ условий и границ применимости физических законов, понятий и теорий. Эта идея проходит через весь курс физики углубленного уровня, начиная от закона сложения скоростей по Галилею в кинематике и заканчивая законами геометрической оптики.

Однако в рамках геометрической оптики нельзя объяснить всех свойств света, таких, например, как интерференция, дифракция и поляризация. Для их объяснения необходимо пользоваться понятиями волновой оптики, которая имеет более общий ха-

рактер. Все уравнения волновой оптики в предельном случае (при  $\alpha \rightarrow 0$ ) переходят в законы геометрической оптики. Так, например, уравнения, описывающие дифракцию на щели или дифракционную решетку  $a \sin \alpha = k\lambda$  в предельном случае при  $\lambda = 0$  приводят нас к значению  $\sin \alpha = 0$ ,  $\alpha = 0$ , т. е. имеем случай прямолинейного распространения света.

В ряде случаев оказывается возможным не прибегать непосредственно к законам волновой теории света, используя лишь представления геометрической оптики. Так на основе понятия о световом луче и его поведении строятся всевозможные изображения. Если реальный пучок света выделен при помощи диафрагмы диаметром  $a$ , то вследствие дифракции неизбежно его расширение, определяемое углом дифракции между направлением нормали к диафрагме и направлением на первый минимум. Этот угол имеет порядок  $\lambda/a$ . Если  $\lambda$  стремится к нулю, расширением пучка света можно пренебречь (рис. 1) и рассматривать идеализированный световой луч как геометрическую линию, вдоль которой распространяется свет. Диаметр пятна, получившегося на экране, определяется, как

$D \approx d + 2L \operatorname{tg} \left( \frac{\varphi}{2} \right) \approx d + dL \frac{\lambda}{a}$  (при малых углах  $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$ ). Если  $L \frac{\lambda}{a} \ll d$  дифракция не наблюдается ( $D \approx d$ ); при  $L \frac{\lambda}{a} > d$  дифракция наблюдается ( $D > d$ ).

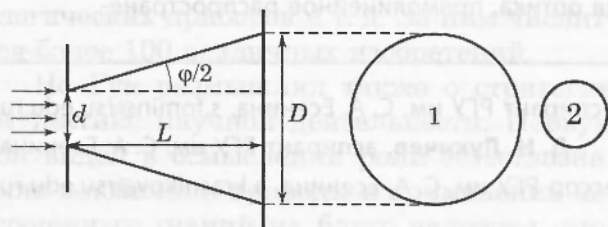


Рис 1. Дифракция световых волн на круглой щели (1 — при  $L \frac{\lambda}{d} > d$ , 2 — при  $L \frac{\lambda}{d} \ll d$ )

Таким образом, утверждение, что геометрическая оптика — предельный случай волновой оптики, справедливо лишь, когда длину волны света в рассматриваемой задаче можно считать малой и полагать равной нулю.

Обычно при рассмотрении законов геометрической оптики в школьном курсе физики используется принцип Гюйгенса—Френеля, который утверждает: всякая точка волнового фронта может рассматриваться как источник вторичных элементарных сферических волн. Новый фронт волны является огибающей поверхностью всех вторичных элементарных волн.

Используя этот принцип, выводят законы геометрической оптики — законы отражения и преломления света [1, с. 96—102; 2, с. 95—97].

Если  $F$  — волновая поверхность в момент времени  $t$ , а точка  $O$  — источник сферических световых волн, то волновая поверхность в момент времени  $t + dt$  будет представлять собой поверхность, огибающую множество с радиусом  $r = vdt$ , где  $v$  — скорость распространения световой волны с центрами в точках первой волновой поверхности (рис. 2).

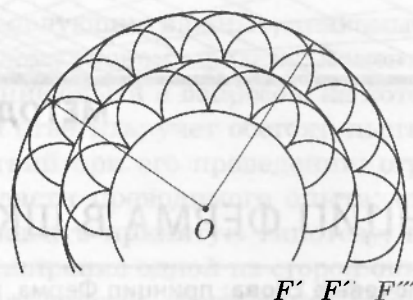


Рис. 2. Элементы нормали к огибающей поверхности точек волнового фронта, колеблющихся в одинаковых фазах

Элемент нормали к огибающей поверхности волнового фронта есть луч света, поэтому время распространения света минимально для его действительного пути. Ведь для прохождения любого другого мыслимого пути, состоящего не из отрезков нормали, свету понадобилось бы больше времени. Данное следствие, полученное из волновых представлений в геометрической оптике, называется принципом Ферма и формулируется следующим образом: действительный путь света между двумя точками должен быть минимальным по времени. Кратчайшее расстояние между двумя точками пространства есть прямая линия, которая и представляет собой луч света.

Покажем, что из принципа Ферма для оптически однородной среды следует прямолинейность распространения света, а также вытекают законы отражения и преломления света [3, с. 803—804].

### Закон прямолинейного распространения света

В однородной среде кратчайшим оптическим путем является прямая, следовательно, свет распространяется прямолинейно.

### Закон отражения света

Пусть свет падает из точки  $A$  на отражающую поверхность. Луч отражается в некоторой точке  $O$ . Отраженные лучи собираются в точке  $B$  (рис. 3).

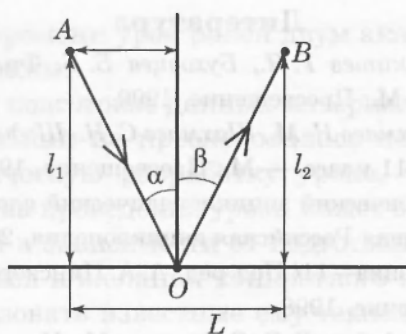


Рис. 3. Иллюстрация к выводу закона отражения света

Определим путь, требующий минимального времени прохождения. Время прохождения из точки A в точку B равно:

$$t = \frac{AO}{v} + \frac{OB}{v} = \frac{\sqrt{l_1^2 + x^2}}{v} + \frac{\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}}{v}. \quad (1)$$

Для определения минимума продифференцируем (1) и приравняем производную к нулю.

$$\frac{dt}{dx} = \frac{x}{v\sqrt{l_1^2 + x^2}} - \frac{L-x}{v\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}} = 0. \quad (2)$$

Из рисунка 1 видно, что:

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{l_1^2 + x^2}}, \quad \sin \beta = \frac{L-x}{\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}}.$$

Тогда выражение (2) принимает вид

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{v} (\sin \alpha - \sin \beta) = 0. \quad (3)$$

Получаем  $\sin \alpha = \sin \beta$ , а так как углы острые, то следовательно

$$\alpha = \beta, \quad (4)$$

т. е. угол отражения равен углу падения.

Первая часть закона отражения: луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр, восстановленный в точку падения, лежат в одной плоскости, так же следует из принципа Ферма. Если бы лучи не лежали в одной плоскости, то путь AOB не был бы минимален.

### Закон преломления света

Пусть в среде 1 скорость света  $v_1$ , в среде 2 -  $v_2$  ( $v_1 > v_2$ ). Луч света идет из среды 1

в среду 2. В точке O происходит преломление (см. рис.4).

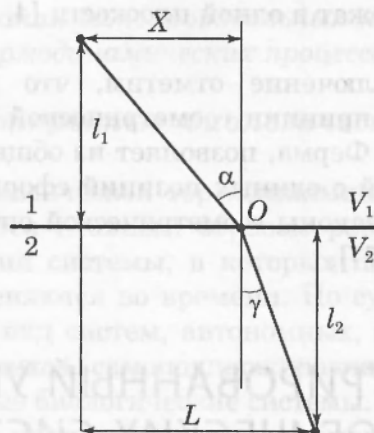


Рис. 4. Иллюстрация к выводу закона преломления света

Время прохождения из точки A в точку C равно:

$$t = \frac{\sqrt{l_1^2 + x^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}}{v_2}. \quad (5)$$

Продифференцируем и приравняем производную к нулю

$$\frac{dt}{dx} = \frac{x}{v_1\sqrt{l_1^2 + x^2}} - \frac{L-x}{v_2\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}} = 0. \quad (6)$$

Из рисунка 4 видно, что

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{l_1^2 + x^2}}, \quad \sin \gamma = \frac{L-x}{\sqrt{l_2^2 + (L-x)^2}}.$$

Тогда выражение (6) принимает вид

$$\frac{dt}{dx} = \frac{\sin \alpha}{v_1} - \frac{\sin \gamma}{v_2} = 0. \quad (7)$$

Откуда следует, что:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (8)$$

Или с учетом того, что  $v_1 = \frac{c}{n_1}$ ,  $v_2 = \frac{c}{n_2}$  ( $n_1, n_2$  относительные показатели преломления 1 и 2 среды). Получаем:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (9)$$

Также из принципа Ферма следует, что

луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точку падения, лежат в одной плоскости [4, с. 156—157].

В заключение отметим, что универсальный принцип геометрической оптики, принцип Ферма, позволяет из общих представлений с единых позиций сформулировать все законы геометрической оптики [5, с. 274—277].

### Литература

1. *Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б.* Физика. 11 класс. — М.: Просвещение, 1999.
2. *Шахмаев Н. М., Шахмаев С. Н., Шодиев Д. Ш.* Физика. 11 класс. — М.: Просвещение, 1995.
3. Физический энциклопедический словарь. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003.
4. Физика—11/ Под ред. А. А. Пинского. — М.: Просвещение, 1998.
5. *Ландсберг Г. С.* Оптика. — М.: Наука, 1976.

## ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК ПО ТЕМЕ «ТЕРМОДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ» В X КЛАССЕ

**Ключевые слова:** термодинамика, первое начало термодинамики, открытая биологическая система, энергия, внутренняя энергия, энергетический обмен, клетка, человек, экосистема, механизм терморегуляции.

**С. В. Васильева**, учитель физики МОУ «Лицей № 4 «Многопрофильный», г. Псков, vasil94@yandex.ru

Современная наука характеризуется все возрастающим взаимным проникновением различных наук. В целях реализации прогрессивного развития промышленности, сельского хозяйства, медицины и т. д. требуется объединение достижений в области физики, математики, биологии, химии и других наук. Этот процесс должен находить свое отражение и в преподавании школьных учебных предметов.

Современные требования к уровню подготовки выпускника средней школы включают в себя знание учащимися современной научной картины мира, усвоение школьниками идей единства строения материи и неисчерпаемости процесса ее познания, их умение самостоятельно приобретать и применять знания, полученные в школе, в повседневной жизни, в ходе дальнейшего образования. Осуществление межпредметных связей на уроках по различным предметам способствует выполнению вышеназванных требований.

В данной статье предлагаются материалы и рекомендации к интегрированному уроку в X классе, в ходе которого обобщаются и углубляются знания по темам «Законы термодинамики», «Энергетический обмен в клетке», «Человек как автономная само-

регулирующаяся система», «Экосистемы». Знания, полученные учащимися на уроках физики, биологии, экологии, объединяются в одно целое знание о действии закона сохранения и превращения энергии в открытых саморегулирующихся биологических системах.

Представленный материал может быть использован для проведения интегрированного урока в X классе после изучения темы «Основы термодинамики».

Цель такого урока — обобщить и систематизировать знания учащихся по теме «Основы термодинамики» на примере термодинамических процессов, протекающих в биологических системах, и выяснить, применимы ли к ним законы термодинамики.

Урок могут вести два учителя: учитель физики и учитель биологии.

По времени урок равен двум академическим часам.

При подготовке данных материалов и рекомендаций не преследовалась цель дать методическую разработку урока, так как методика проведения урока может быть различной в зависимости от подготовленности учащихся и желания конкретного педагога использовать известные ему технологии.

### Ход урока:

#### 1. Постановка проблемы.

Учащимся предлагаются задачи типа:

№ 1. Нормальная температура человека равна  $36,6^{\circ}\text{C}$ . Однако ему холодно, когда температура воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и жарко, когда она равна  $36^{\circ}\text{C}$ . В воде же, наоборот, при  $36^{\circ}\text{C}$  человек чувствует себя нормально, а при  $25^{\circ}\text{C}$  ему холодно. Почему?

№ 2. Каждому, кто купался во время дождя, известно курьезное чувство сухости под водой, когда не хочется вылезать из воды, чтобы не намочнуть. Почему?

#### 2. Повторение основ термодинамики.

1. Дать определение термодинамики.
2. Что является объектом изучения термодинамики?
3. Дать определение термодинамической системы.
4. В чем заключается основная задача термодинамики?
5. Дать формулировку первого начала термодинамики.
6. Дать определение изолированной системы.
7. Дать определение открытой системы.
8. Объяснить пути изменения внутренней энергии системы, используя формулу первого начала термодинамики.
9. Дать формулировку второго начала термодинамики.

*(Возможны различные формулировки. Для дальнейших рассуждений необходимо получить следующую: «Самопроизвольно энергия переходит от более нагретого*

*тела к менее нагретому». Второе начало термодинамики указывает направление протекания самопроизвольных необратимых термодинамических процессов.)*

#### 3. Открытые биологические системы.

В классической термодинамике рассматриваются главным образом равновесные состояния системы, в которых параметры не изменяются во времени. Но существует особый вид систем, автономных, саморегулирующихся, самоподдерживающихся. Это открытые биологические системы. В них постоянно происходит процесс обмена энергией с внешней средой. Внутренние метаболические процессы также сопровождаются превращениями одних форм энергии в другие. Общие характеристики эффективности преобразования энергии в таких макромолекулярных «машинах» представляют особый интерес для ученых и в наши дни.

#### 4. Биологический блок. Энергетический обмен в клетке (ведет учитель биологии).

#### 5. Законы термодинамики и энергетический обмен в клетке.

Проблема заключается в том, чтобы, во-первых, понять, как связано изменение энергии с параметрами процессов в открытой системе, а во-вторых, выяснить, можно ли предсказать общее направление необратимых процессов в открытой системе по изменению ее энергии. Главная трудность состоит в том, что мы должны учитывать изменение всех термодинамических величин во времени непосредственно в ходе процессов в открытой системе. Изменение внутренней энергии может происходить независимо либо за счет процессов обмена с внешней средой, либо вследствие внутренних необратимых процессов. В клеточном метаболизме всегда можно выделить две группы процессов. Например, поступление извне глюкозы, выделение наружу про-

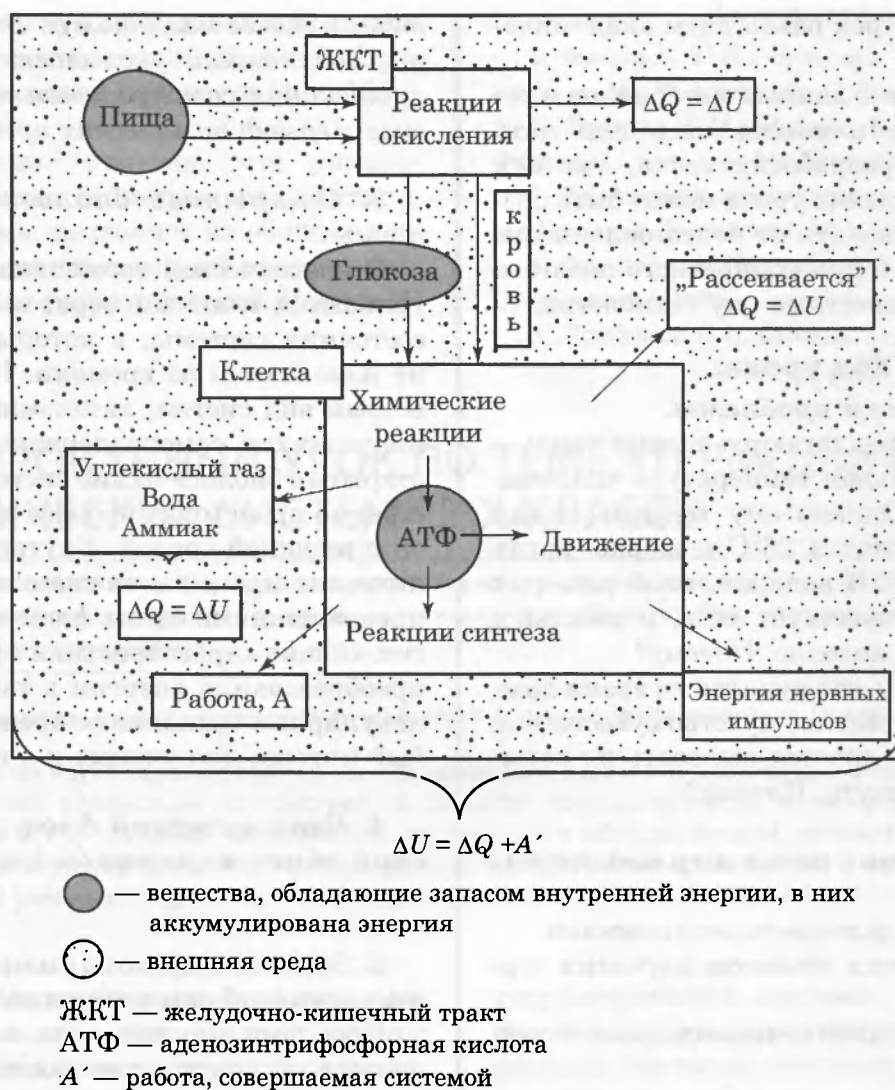


Рис. 1

дуктов ее окисления и окисления глюкозы в процессах дыхания.

В клетке, получающей энергию, аккумулированную в глюкозе, происходят химические реакции с образованием АТФ, в которых также аккумулирован запас энергии. В результате химических реакций получают продукты с большим запасом энергии, чем продукты, вступающие в реакцию («тепловой эффект»). Молекулы, составляющие продукты, находятся в постоянном движении. Следовательно, обладают потенциальной и кинетической энергией.

Имея большую энергию, чем окружающие частицы, они заставят последних двигаться по-другому, изменив их движение в сторону увеличения кинетической и потенциальной энергий. Как отразится это на окружающей среде? Ее внутренняя энергия увеличится. Становится понятным, что значит «энергия рассеивается».

Энергия, аккумулированная в АТФ, расходуется внутри клетки на реакции синтеза, на внутриклеточное движение составляющих клетки. Но основные запасы энергии превращаются в энергию нервных импуль-



сов, идут на совершение клеткой работы, уносятся углекислым газом, водой, аммиаком. Так как клетка ни на минуту не прекращает своей деятельности, то в ней постоянно происходят превращения различных видов энергии.

Итак, исходя из первого начала термодинамики, мы можем сказать, что клетка, как основная единица живого организма, может полноценно функционировать, если приток энергии не меньше расхода энергии, или иначе, внутренняя энергии клетки как термодинамической системы, должна оставаться постоянной:  $\Delta U = 0$ ,  $\Delta \bar{Q} = A$ ,  $T = const$ .

Достигается это за счет механизма терморегуляции. Но он не срабатывает мгновенно. Это значит, что в энергетических расчетах надо учитывать и фактор времени. Если рассматривать только один цикл получения — расхода энергии, то можно с уверенностью утверждать применимость законов термодинамики к энергетическому обмену в клетке.

Клетку нельзя рассматривать как изолированную систему вследствие обмена ее с окружающей средой и энергией, и веществом. Ее внутренняя энергия может изменяться и в процессе теплопередачи, и в процессе изменения массы (обмен веществом). Весь живой организм состоит из множества клеток, взаимодействующих между собой.

### **6. Человек как автономная саморегулирующая термодинамическая система.**

Внутренняя энергия организма человека как термодинамической системы может быть изменена всеми тремя вышеназванными способами. Но в конечном итоге ее изменения должны быть равны нулю ( $T = const$ ,  $U = const$ ). Поэтому особое значение играет механизм терморегуляции.

Однако еще в 1780 г. А. Лавуазье и П. Лавлас сделали попытку доказать справедливость закона сохранения энергии для живого организма. Они помещали морскую свинку в калориметр и измеряли количе-

ство выделенной теплоты и углекислого газа. После этого определяли количество теплоты, выделяющейся при прямом сжигании исходных продуктов питания. В обоих случаях получались близкие значения. Более точные результаты были получены при измерении количества теплоты, углекислого газа, азота и мочевины, выделенных человеком. На основании этих данных вычисляли баланс обмена белков, жиров и углеводов. И здесь совпадения оказались достаточно хорошими.

Роль горючего для человека играет пища. Она содержит энергию в аккумулированной и готовой к употреблению форме. Разные виды пищи содержат в себе разные запасы энергии (табл. 1). При поступлении в организм пища окисляется. В среднем, на каждый литр потребляемого организмом кислорода, необходимого для окисления любых видов пищи, выделяется 20,2 МДж энергии. То, как энергия продуктов питания используется организмом, зависит от его активности (табл. 2).

*(Для закрепления материала могут быть решены задачи с использованием табл. 1, 2.)*

**Задача 1.** Сколько энергии должен потреблять человек с пищей в сутки для поддержания жизни? ( $\approx 10$  Мдж.)

**Задача 2.** Подберите набор продуктов питания человека, необходимых для поддержания его жизни.

**Задача 3.** Рассчитайте калорийность своего завтрака.

**Задача 4.** На сколько часов обучения в школе вам хватит энергии, полученной за завтраком?

Итак, чтобы нормально функционировать, человеческий организм должен получать не менее 10 МДж энергии в сутки. Если нагрузка увеличивается, то, исходя из первого начала термодинамики, человеку необходимо будет получать большее количество энергии, иначе организм начнет тратить ранее запасенную аккумулированную

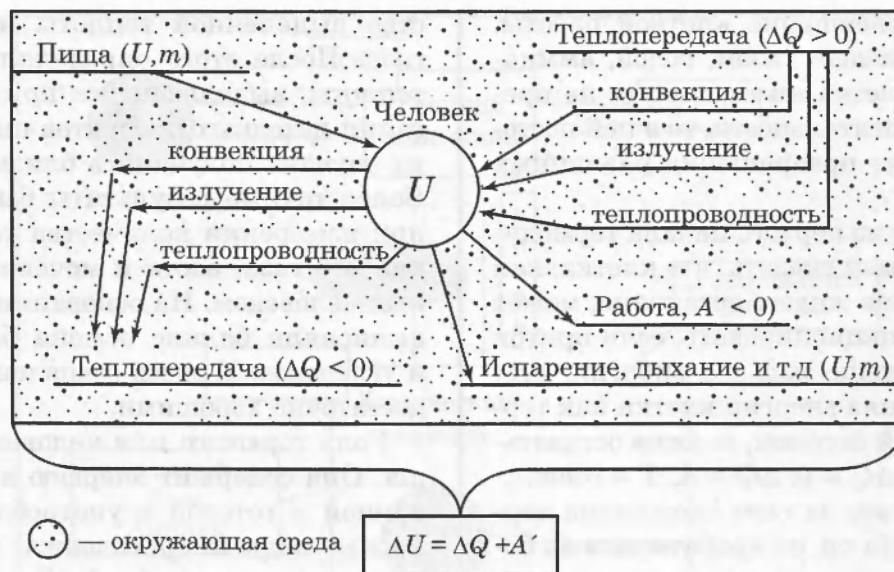


Рис. 2

энергию, результатом чего могут стать истощение, нарушение деятельности внутренних органов и гибель.

Человек получает энергию не только с пищей, но и из окружающей среды путем теплопередачи. Тратит он энергию в процессе теплопередачи и совершения им работы, а также часть энергии тратится на функционирование внутренних систем, дыхание, испарение (табл. 3, 4).

Помещенные в таблицы данные подтверждают справедливость первого начала термодинамики для живых организмов. Заметим, что они относятся к условиям, при которых организм не производит значительной работы, и к сравнительно короткому промежутку времени, когда не происходит накопления биомассы в результате роста. Это имеет место, очевидно, в случае реакций основного обмена, не сопровождающихся вовлечением и расходом запасенных ранее энергетически богатых соединений. Кроме того, опытное подтверждение существования энергетического баланса для организмов (табл. 4) показывает, что сами по себе они не являются источником какой-либо новой энергии и, следовательно, подчиняются законам термодинамики.

**7. Биологический блок. Экосистемы** (ведет учитель биологии).

**8. Экосистемы. Энергетический обмен** (этот вопрос подробно рассматривается в учебнике экологии, а также в [1, с. 148—150]).

### 9. Выводы.

1. Главным источником энергии на Земле является Солнце.

2. Биологические системы — системы саморегулирующиеся. В них работает механизм терморегуляции.

3. Биологическая система находится в динамическом (подвижном) равновесии с окружающей средой и требует для жизнеобеспечения вполне определенных энергетических затрат.

4. Процессы жизнедеятельности биологических систем подчиняются законам термодинамики и могут быть описаны этими законами.

5. Мир — един. Законы — едины.

### 10. Решение задач, предложенных учащимся при постановке проблемы.

**Задача 1.** Человек — саморегулирующаяся термодинамическая система, свя-

занная с окружающей средой. Ощущение тепла и холода возникает в зависимости от скорости излучения энергии телом человека в окружающую среду. Так как нормальной средой, в которой живет человек, является воздух, то его организм в процессе эволюции приспособился чувствовать себя хорошо при средней температуре воздуха 25°C. При этом организм «учитывает» малую теплопроводность воздуха и соответственно этому излучает энергию с определенной мощностью. Если температура воздуха понижается или повышается, то нарушается относительное равновесие системы человек — воздух и возникает ощущение холода или тепла.

Теплопроводность воды значительно больше, чем теплопроводность воздуха. Поэтому скорость теплоотдачи организма в воде больше, чем в воздухе, и при температуре 25°C человеку холодно. При температуре воды 36°C—37°C создается полное термодинамическое равновесие организма и среды, и человек не чувствует ни холода, ни тепла.

*Задача 2.* Ощущение влажности или сухости кожи у человека обычно связывается с ощущением охлаждения ее. Холодные капли дождя, попадая на кожу, охлаждают ее. Кроме того, испарение воды с поверхности кожи также охлаждает кожу человека. В воде же эти эффекты отсутствуют. Поэтому в воде «суше», чем на воздухе во время дождя.

Таблица 1

Энергосодержание некоторых продуктов питания

Продукты	Калорийность, энергосодержание в 100 г продуктов		Продукты	Калорийность, энергосодержание в 100 г продуктов	
	ккал	кДж		ккал	кДж
<i>Мясные изделия:</i> говядина тушеная	230	962	<i>Хлебные изделия:</i> мука	340	1423
свинина тушеная	380	1590	сухари	370	1548
паштет печеночный	335	1402	печенье	420	1757
колбаса жирная	440	1841	макароны	360	1506
<i>Рыбные изделия:</i> шпроты в масле	360	1506	<i>Крупы:</i> рис	350	1464
<i>Молочные продукты:</i> сливки	585	2448	гречневая	330	1380
молоко	350	1464	манная	320	1339
сыр	375	1569	овсяная	345	1443
<i>Жиры:</i> масло топленое	900	3766	<i>Углеводы:</i> сахар	410	1715
масло подсолнечное	900	3766	шоколад	540	2259
сало свиное	900	3766	<i>Прочие продукты:</i> фрукты сухие	235	983
			горох	310	1297
			грецкие орехи	620	2594

Таблица 2

Потребление энергии при некоторых видах деятельности человека

Вид деятельности	Потребляемая энергия за единицу времени, Дж/с	Вид деятельности	Потребляемая энергия за 1 час на 1 кг массы
Сон, отдых	80	Подготовка уроков	5,4 — 6,7 кДж
Низкая активность (прогулка)	290	Выполнение лабораторных работ	6,0 — 6,7 кДж
Средняя активность (медленное плавание)	520	Чтение про себя	5,4 кДж
Высокая активность (игра в баскетбол)	700		

Теплоотдача организма человека

Таблица 3

Потери энергии	Доля энергии в общем балансе, в %
На дыхание и испарение воды	13
На работу внутренних органов и систем	1,87
На нагревание окружающего воздуха	1,55
На испарение воды с поверхности кожи	20,67
На нагревание окружающего пространства (излучение, конвекция, теплопроводность)	73,9

Тепловой баланс человека за сутки

Таблица 4

Приход, кДж		Расход, кДж	
Питательные вещества:		Выделенная теплота	1374
белки	237	Выделяемые газы	43
жиры	1307	Кал и моча	23
углеводы	335	Испарение через дыхание	181
		Испарение через кожу	227
		Поправки	11
Всего:	1879	Всего:	1859

### Литература

1. Ильченко В. Р. Перекрестки физики, химии и биологии. — М.: Просвещение, 1986.

2. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики. — М.: Просвещение, 1974.

3. Опритов В. А. Энтропия биосистем // Соросовский образовательный журнал. — 1999. — № 6. — С. 33—38.

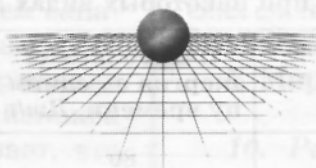
4. Осипов А. И. Термодинамика вчера, сегодня, завтра. Часть 1. Равновесная термодинамика // Со-

росовский образовательный журнал. — 1999. — № 4. — С. 79—85.

5. Осипов А. И. Термодинамика вчера, сегодня, завтра. Часть 2. Неравновесная термодинамика // Соросовский образовательный журнал. — 1999. — № 5. — С. 91—97.

6. Рубин А. Б. Термодинамика биологических процессов // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 10. — С. 77—83.

7. Чандаева С. А. Физика и человек. — М.: АО Аспект Пресс, 1994.



## ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ В ШКОЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

**Ключевые слова:** практическая направленность, система задач по физике, моделирование при решении задач.

**Л. А. Ларченкова**, к. п. н., доцент РГПУ, г. Санкт-Петербург, larludmila@yandex.ru

Статья посвящена обсуждению решения задач на движение автомобиля. Рассмотрены всевозможные случаи движения: равномерное, неравномерное, криволинейное и т. п.

### Часть 1

Преподавателей физики довольно часто упрекают в недостаточной практической направленности физических знаний, полученных в средней школе.

С одной стороны, для людей, знающих физику и занимающихся ею в своей профессиональной деятельности, эта точка зрения является довольно наивной, если не сказать примитивной. С другой стороны, источники ее понятны.

Во-первых, аргументы, что изучение физики формирует мировоззрение, правильный научный взгляд на окружающий мир, особые качества мышления, для большинства учащихся (да и для многих родителей) являются не слишком убедительными, прежде всего из-за отсроченности получения предполагаемого результата.

Во-вторых, в связи с сокращением времени на изучение физики и в погоне за отработкой определенных стандартами знаний, умений и навыков, а теперь и подготовкой к ЕГЭ, вопросы убедительной демонстрации практической ценности физических знаний зачастую отходят на второй план.

В-третьих, учащиеся даже старших классов мыслят довольно конкретно, абстрактное мышление у них находится еще в стадии формирования. Большое количество абстрактных представлений и теоретических моделей, без которых невозможно познать и понять явления природы, учащиеся не могут соотнести с их практическим смыслом.

В-четвертых, попытки выдвинуть для физического анализа в средней школе реальные объекты часто являются или данью занимательности преподавания, или сопровождаются очень грубым моделированием, не адекватным реальному объекту. Чем более абстрактным является объект изучения, тем менее интересен он учащимся. Чем менее абстрактный объект выбирается для рассмотрения, тем труднее его адекватно описать на уровне, доступном пониманию школьника.

Это касается, в том числе, и знакомых из повседневной жизни объектов. Современную жизнь невозможно представить без автомобиля, который постепенно перестает быть роскошью, умение водить автомобиль становится ежедневной необходимостью. Многие особенности его функционирования вполне могут быть достаточно строго объяснены в рамках школьного курса физики, поэтому не случайно автомобиль является объектом рассмотрения во многих школьных задачах, особенно по механике.

Однако при этом ряд условий, вводимых в формулировку задачи, даже будучи правильными и необходимыми с точки зрения возможности построения адекватной модели движения, во многих случаях остаются непонятными для учащихся, так как у них нет возможности для сравнения протекания физического явления при их отсутствии и их наличии. В первую очередь это касается особенностей проявления силы трения и выяснения ее роли в движении автомобиля.

Анализ наиболее известных и распространенных школьных задачников показал, что в большинстве таких задач:

— подразумевается, что автомобиль можно принять за материальную точку (это справедливо в ряде случаев, если имеется дополнительное к стандартным для модели материальной точки условие — все колеса ведущие);

— не выясняется природа силы тяги и силы сопротивления движению, что приводит к большим затруднениям учащихся, особенно если эти элементы являются ключевыми для решения задачи.

Разберемся в этом подробнее с помощью задач, решение которых не выходит за рамки профильного курса физики средней школы и может быть интересным для учащихся, увлекающихся автомобильной техникой.

### Равномерное движение автомобиля

Прежде всего, необходимо на качественном уровне разобраться в причинах движения автомобиля, так как в большинстве традиционных задач вопрос о природе силы тяги автомобиля просто не ставится. К тому же зачастую подразумевается (но, к сожалению, не оговаривается составителями задач в условии!), что речь идет о полноприводном автомобиле (со всеми ведущими колесами). В наше время практически любой школьник знает, что существуют также и переднеприводные, и заднеприводные автомобили, имеющие свои особенности движения, обусловленные конструкцией системы передачи усилия от двигателя к колесам.

**Задача 1.** По дороге едет автомобиль. Какие силы на него действуют? Какая сила заставляет автомобиль двигаться с ускорением?\*

Силы, действующие на автомобиль, указаны на рисунке 1. Внешними силами, которые заставляют двигаться его вперед,

\* Задачи, не имеющие ссылок на источник, являются авторскими.

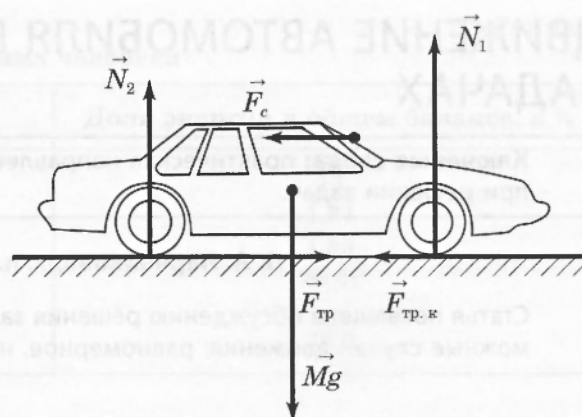


Рис. 1

являются силы трения покоя, действующие на ведущие колеса автомобиля. Они, собственно, и являются силами тяги. Соответственно, в автомобиле с передним приводом они приложены к передним колесам, в автомобиле с задним приводом — к задним колесам, а в полноприводном — ко всем колесам. Максимальная величина каждой силы трения определяется произведением коэффициента трения покоя покрышки о поверхность дороги и нормальной силы реакции опоры, приложенной к соответствующему колесу. Это приводит к тому, что увеличение мощности мотора гарантирует увеличение силы тяги только в определенных пределах, превышение которых может привести просто к проскальзыванию колес.

Проиллюстрируем сказанное с помощью еще одной задачи.

**Задача 2.** Нажимая на педаль «газ», водитель увеличивает мощность, развиваемую двигателем автомобиля. При какой мощности начнется пробуксовка колес автомобиля, если коэффициент трения между шинами и дорогой  $\mu = 0,2$ , масса автомобиля  $m = 1000$  кг, скорость  $v = 60$  км/ч, КПД двигателя  $\eta = 40\%$ ? [6]

Коэффициент полезного действия двигателя определяется следующим образом:

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P},$$

где  $F$  — сила трения покоя, движущая ав-

томобиль, а  $P$  — мощность двигателя в данный момент.

Если считать автомобиль полноприводным, то максимальное значение силы трения покоя на горизонтальной поверхности будет равно

$$F = \mu mg,$$

с учетом которого получаем выражение для мощности мотора:

$$P = \frac{\mu mg \cdot v}{\eta}.$$

Проведя вычисления, получаем:

$$P \approx 82 \text{ кВт} \approx 110 \text{ л. с.}$$

**Задача 3.** Почему скорость автомобиля при движении по горизонтальному пути не возрастает бесконечно, хотя сила тяги мотора действует постоянно?

При движении с постоянной скоростью сумма всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю, т. е. развиваемое двигателем тяговое усилие компенсируется действием внешних тормозящих сил различной природы. Самая важная из всех тормозящих сил своим происхождением обязана сопротивлению набегающего потока воздуха. При малых скоростях она пропорциональна скорости, а при больших — квадрату скорости движения.

На втором по значению месте — сила, которую порождает трение покрышек неведущих колес о поверхность дороги — трение качения. Обе эти силы называются силами сопротивления, поскольку они всегда направлены в сторону, противоположную движению и препятствуют ему.

Поэтому в условии количественных задач про автомобили правильнее задавать не коэффициент трения, который ограничивает величину силы тяги автомобиля, а именно коэффициент сопротивления движению, учитывающий все составные части, из которых оно складывается. Такая задача присутствовала в старом издании задачника А. П. Рымкевича, но затем из последующих изданий она исчезла, поэтому приведем

здесь только ее формулировку без решения, которое очевидно.

**Задача 4.** Автомобиль массой 2 т движется равномерно по горизонтальной дороге. Найти силу тяги автомобиля, если коэффициент сопротивления качению равен 0,02. Сопротивление воздуха не учитывать. (Коэффициент сопротивления качению экипажа учитывает все виды трения (колес о дорогу, в осях, и т. д.) и показывает, какую часть от силы нормального давления составляет сила сопротивления.) [5]

Рассмотрим задачу, в которой уже требуется учесть силы сопротивления в разных условиях движения.

**Задача 5.** Автомобиль начал двигаться с ускорением  $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ . При скорости 70 км/ч ускорение стало равным  $a_2 = 1 \text{ м/с}^2$ . Определить, с какой установившейся скоростью будет двигаться автомобиль, если сила тяги двигателя остается постоянной, а сила сопротивления пропорциональна скорости [3].

В момент начала движения скорость автомобиля еще равна нулю, поэтому и сила сопротивления тоже равна нулю. В этом случае ускорение автомобилю сообщает только сила тяги двигателя:

$$ma_1 = F.$$

При достижении некоторой скорости ускорение становится меньше, так как теперь на автомобиль действует еще и сила сопротивления:

$$ma_2 = F - kv_2.$$

При установившемся движении ускорение уже равно нулю, так как увеличившаяся сила сопротивления теперь полностью компенсирует действие силы тяги:  $0 = F - kv$ .

Решая совместно полученные уравнения, получаем ответ:

$$v = \frac{a_1 v}{a_1 - a_2}, v = 140 \text{ км/ч.}$$

### Торможение автомобиля

Наиболее часто встречаются сюжеты задач, связанные с торможением автомобиля. Приведем типичную задачу.

**Задача 6.** На обледеневшем участке шоссе коэффициент трения между колесами и дорогой в десять раз меньше, чем на необледеневшем. Во сколько раз нужно уменьшить скорость автомобиля, чтобы тормозной путь на обледеневшем участке шоссе остался прежним? [2]

В данной формулировке, по-видимому, подразумевается, что торможение осуществляется путем блокирования всех ведущих колес. В этом случае модель движения автомобиля почти не отличается от движения бруска по горизонтальной поверхности, который можно принять за материальную точку. В этом случае решение получается сразу из соотношения:

$$S = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g}.$$

При уменьшении коэффициента трения в 10 раз скорость нужно уменьшить в  $\sqrt{10}$  раз.

Следует отметить, что если при решении подобной задачи не обсуждать вопрос о том, от чего зависит величина тормозного пути, имеющий важное практическое значение, то упоминание автомобиля в данном сюжете будет лишь данью занимательности преподавания.

Полученный результат может показаться несколько парадоксальным: получается, что длина тормозного пути не зависит от массы автомобиля при прочих равных условиях. Этот вывод противоречит наблюдаемым фактам (остановить тяжелое транспортное средство гораздо труднее), однако противоречие снимается, если вспомнить, в рамках какой модели рассматривалось явление в предложенной задаче. Как будет показано далее, при движении автомобиля с ускорением происходит перераспределение нагрузки

между колесами, к тому же и коэффициент трения покрышки о дорогу немного изменяется в зависимости от нагрузки на колесо, а следовательно, приводит к изменению величины силы трения и более сложной зависимости тормозного пути от трения.

Более приближенной к реальной ситуации и практически значимой является следующая задача.

**Задача 7.** Машина движется со скоростью 30 м/с по горизонтальной дороге. Коэффициент трения покоя шин об асфальт равен  $\mu_1=0,5$ , а трения скольжения  $\mu_2=0,3$ . Какой путь пройдет автомобиль до полной остановки после начала торможения, если: а) при резком нажатии на тормоз колеса блокируются практически мгновенно и не вращаются; б) торможение происходит таким образом, что колеса не проскальзывают, хотя и близки к проскальзыванию? [4]

Случай а) аналогичен решению предыдущей задачи, так как с заблокированными колесами происходит их скольжение по поверхности дороги.

$$S = \frac{v^2}{2\mu_2 g} \approx 152 \text{ м.}$$

В случае б) колеса не проскальзывают, но близки к проскальзыванию, следовательно, тормозящая их сила трения равна максимально возможной силе трения покоя, которая больше силы трения скольжения.

$$S = \frac{v^2}{2\mu_1 g} \approx 92 \text{ м.}$$

Таким образом, получаем, что при прочих равных условиях эффективнее тормозить вторым способом. Это обстоятельство несколько проясняет проблему, поставленную в первой задаче. В действительности автомобили стараются не тормозить с заблокированными колесами, т. е. проскальзывания стараются избежать.



### Равноускоренное движение автомобиля

Гораздо больше затруднений у учащихся вызывают сюжеты, в которых необходимо учесть природу силы тяги, действующей на автомобиль. Принципиальную роль в движении автомобиля играет сила трения покоя. Шины ведущих колес автомобилей как бы «отталкиваются» от асфальта, и в отсутствие пробуксовки сила, толкающая автомобиль вперед, — сила трения покоя. Именно она направлена по ходу движения.

Показательной в этом смысле является следующая задача.

**Задача 8.** Автомобиль разгоняется вниз по склону с постоянным ускорением  $a$ . Каким должен быть коэффициент трения, чтобы это было возможно? Уклон горы  $\alpha$ .

Стандартное решение этой задачи по алгоритму, казалось бы, не должно вызывать никаких проблем. Однако слепое его применение может приводить к абсурдным результатам, если будут заданы числовые значения величин. Так например, при  $\alpha=15^\circ$  для достижения  $a=1 \text{ м/с}^2$  необходимо, чтобы сила трения была направлена против движения автомобиля (т. е. водитель должен давить на тормоз), однако при  $\alpha=10^\circ$  и для достижения  $a=7 \text{ м/с}^2$  необходимо, чтобы сила трения покоя покрышек о дорогу была направлена по ходу движения (т. е. водитель должен давить на педаль газа).

С методической точки зрения лучше всего вначале рассмотреть эту задачу в общем виде и провести анализ возможного хода событий. Нетрудно видеть, что ускорение, которое требуется приобрести автомобилю на склоне, нужно сравнивать с величиной  $g \sin \alpha$ :

- если  $a > g \sin \alpha$ , то автомобиль нужно дополнительно разгонять (рис. 2), а следовательно, сила трения должна быть направлена вниз по склону и тогда

$$\mu = \frac{a - g \sin \alpha}{g \cos \alpha};$$

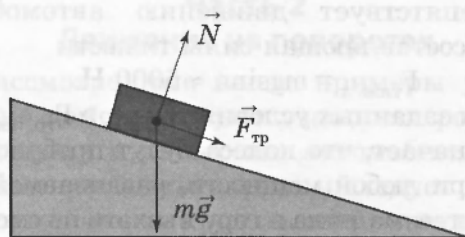


Рис. 2

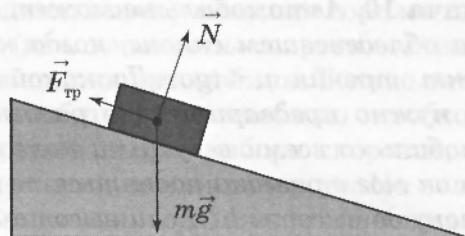


Рис. 3

- если  $a < g \sin \alpha$ , то автомобиль нужно притормаживать (рис.3), а следовательно, сила трения должна быть направлена вверх по склону и тогда

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}.$$

Таким образом, становится понятно, что первым шагом при решении подобной задачи должны стать оценочные вычисления, результаты которых позволят однозначно выбрать модель рассматриваемого движения и правильно составить уравнения.

Приведем примеры применения этой идеи.

**Задача 9.** Автомобиль массой  $1 \text{ т}$  пытается въехать без предварительного разгона на гору с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения между шинами автомобиля и поверхностью горки  $\mu = 0,1$ . С каким ускорением будет двигаться автомобиль? Считать все колеса ведущими.

Сила, толкающая автомобиль вперед, — сила трения покоя колес о поверхность горы. При всех ведущих колесах ее максимальное значение относительно поверхности горки

$$F_{\text{тр. пок. max}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \approx 860 \text{ Н.}$$

Препятствует движению автомобиля вверх составляющая силы тяжести

$$F_{\text{тяж. х}} = mgsin\alpha \approx 5000 \text{ Н.}$$

При заданных условиях  $F_{\text{тяж. х}} > F_{\text{тр. пок. макс}}$ . Это означает, что колеса будут пробуксовывать при любой мощности, развиваемой мотором, т. е. машина в гору въехать не сможет. Таким образом, ускорение автомобиля  $a = 0$ .

**Задача 10.** Автомобиль не может стоять на обледеневшем склоне, когда коэффициент трения  $\mu < tg\alpha$ . До какой скорости нужно предварительно разогнать автомобиль со всеми ведущими колесами, чтобы он мог с разгона подняться по этому склону до высоты  $h$ ? Если высота горы окажется больше и автомобиль не дотянет до ее вершины, то какова будет скорость, когда он с работающим двигателем сползет вниз и снова окажется у основания горы? [1, т. 1, с. 210]

При подъеме в гору сила трения ведущих колес о дорогу направлена вверх по склону и для полноприводного автомобиля равна  $\mu mg\cos\alpha$ . При этом она совершает положительную работу.

Изменение полной механической энергии автомобиля от подножия горы до наивысшей точки подъема, в которой его скорость обращается в нуль, равно работе силы трения на пути  $l = \frac{h}{\sin\alpha}$ :

$$mgh - \frac{mv_0^2}{2} = \mu mgh \cdot ctg\alpha.$$

Отсюда для искомой скорости получаем:

$$v_0 = \sqrt{2gh(1 - \mu ctg\alpha)}.$$

Если автомобиль остановился, не достигнув вершины, то при заданном условии ( $\mu < tg\alpha$ ) он будет сползать вниз даже при работающем двигателе. Колеса будут пробуксовывать, но направление силы трения останется прежним (вверх по склону), однако теперь она будет совершать отрицательную работу. Воспользовавшись законом сохранения энергии, получаем:

$$\frac{mv^2}{2} - mgh = -\mu mgh \cdot ctg\alpha.$$

Отсюда для конечной скорости находим

$$v = \sqrt{2gh(1 - \mu ctg\alpha)}.$$

Проанализируем полученный результат.

Во-первых, данный ответ имеет смысл, если подкоренное выражение больше нуля. Это требование выполняется, если сила трения не может удержать автомобиль на склоне ( $\mu < tg\alpha$ ), т. е. как раз в ситуации, описанной в условии задачи.

Во-вторых, из формулы видно, что трение действительно помогает преодолеть подъем: при отсутствии трения ( $\mu=0$ ) нужен был бы разгон до большей скорости  $v_0 = \sqrt{2gh}$ .

В-третьих, из формулы также видно, что для подъема на одну и ту же высоту  $h$  нужна тем большая скорость разгона, чем круче склон. На более пологом склоне и сама сила трения больше, и длиннее перемещение, на котором она совершает положительную работу.

В-четвертых, обратим внимание на совпадение скорости автомобиля  $v_0$ , до которых он был разогнан до подъема, и скорости  $v$ , с которой он сползает со склона. В этом нет ничего удивительного, если вспомнить, что в данной ситуации, в отличие от обычной силы трения, сила трения на всем пути не меняет направления своего движения.

В-пятых, совпадение начальной и конечной скоростей вовсе не означает, что система консервативна: пробуксовывающие колеса и поверхность дороги нагреваются, но восполнение потерь механической энергии обеспечивает работающий двигатель.

Следует отметить также, что приведенные примеры, иллюстрирующие тонкие моменты проявления силы трения, не являются чем-то экзотическим для школьной

физики, а довольно часто используются составителями конкурсных, экзаменационных и олимпиадных задач. В качестве еще одного примера приведем задачу из третьей части ЕГЭ по физике.

**Задача 11.** Грузовой автомобиль со всеми ведущими осями массой  $M=4$  тонн с прицепом, масса которого  $m=1$  тонн, движется равноускоренно вверх по склону под углом  $\alpha = \arcsin 0,1$  к горизонту. Коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой  $\mu=0,2$ . Какова максимально возможная сила натяжения троса, связывающего грузовик с прицепом? Силой трения качения, действующей на прицеп, и массой колес пренебречь.

Самым трудным для учащихся оказывается понять, куда направлена сила трения и зачем в условии сказано обо всех ведущих осях. При правильном понимании этих элементов ситуация сводится к типовой задаче на движение тел с невесомой и нерастяжимой связью, решение которой не вызывает затруднений.

В проекции на наклонную плоскость и с учетом равенства ускорений автомобиля и прицепа, а также сил натяжений, действующих на них, получаем уравнения:

$$Ma = F_{\text{тр}} - T - Mgs\sin\alpha;$$

$$ma = T - mgs\sin\alpha.$$

Для полноприводного автомобиля, находящегося на наклонной плоскости, максимальная сила трения покоя равна  $F_{\text{тр}} = \mu Mgc\cos\alpha$ .

Таким образом, с помощью записанных уравнений путем элементарных алгебраических преобразований получаем выражения для ускорения системы и силы натяжения троса:

$$a = \frac{\mu Mgc\cos\alpha}{M+m} - gs\sin\alpha; \quad T = \frac{\mu Mmg\cos\alpha}{M+m}.$$

Подставляя числовые значения и учитывая, что для малых углов  $\cos\alpha \approx 1$ , получаем ответ  $T \approx 1600$  Н.

## Часть 2

### Движение на поворотах

Рассмотренные выше примеры убедительно демонстрируют учащимся роль силы трения в движении автомобиля. Для создания полноты картины следует дополнительно акцентировать внимание еще на одном аспекте. Сила трения в местах соприкосновения ведущих колес с дорогой — это единственная внешняя горизонтальная сила (исключая силы сопротивления), действующая на автомобиль. Только она и может сообщить автомобилю необходимое ускорение и при наборе скорости, и при торможении, и при повороте. Но величина силы трения ограничена максимальным значением, а ее направление в горизонтальной плоскости может быть различным и может не совпадать с направлением скорости. В этом случае удобно разложить вектор силы трения на две составляющие — тангенциальную и центростремительную. Тангенциальная составляющая отвечает за изменение скорости по величине и может обеспечивать как ее увеличение, так и уменьшение. Центростремительная составляющая обеспечивает изменение направления скорости, т. е. прохождение поворотов.

**Задача 12.** Профиль дороги на закруглении радиусом  $R=30$  м таков, что автомобиль, движущийся со скоростью 40 км/ч, может уверенно поворачивать даже при гололеде, когда трение пренебрежимо мало. Определите границы скорости, при которой автомобиль может пройти этот поворот без заноса при коэффициенте трения 0,3 [4, № 2.70, с. 28].

Если трение отсутствует, то центростремительное ускорение автомобилю на обледеневшей дороге будут создавать сила тяжести и сила нормальной реакции опоры, равнодействующая которых будет направлена горизонтально. При этом можно найти угол наклона плоскости дороги к горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{gR}.$$

При меньшей скорости автомобиль будет скользить вниз вдоль наклонной плоскости, а при большей — вверх. Сила трения будет стабилизировать движение в некотором интервале скоростей (как на рис. 2).

Центростремительное ускорение, а следовательно, и скорость будут максимальными, если сила трения скольжения  $F_{\text{тр}} = \mu N$  будет направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рис.).

Тогда:

$$m \frac{v^2}{R} = N \sin \alpha + \mu N \cos \alpha,$$

$$0 = N \cos \alpha - mg - \mu N \sin \alpha.$$

Выражая  $v_{\text{max}}$ , получаем:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{gR(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{gR(\operatorname{tg} \alpha + \mu)}{1 - \mu \operatorname{tg} \alpha}} = v \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha + \mu}{\operatorname{tg} \alpha - \mu \operatorname{tg}^2 \alpha}}.$$

Центростремительное ускорение, а следовательно, и скорость будут минимальными, если сила трения скольжения  $F_{\text{тр}} = \mu N$  будет направлена вверх вдоль наклонной плоскости (как на рис. 3). Аналогичные рассуждения приводят к результату:

$$v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{gR(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}} = v \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha - \mu}{\operatorname{tg} \alpha + \mu \operatorname{tg}^2 \alpha}}.$$

Таким образом, автомобиль будет устойчиво двигаться по окружности в некотором интервале скоростей  $v_{\text{min}} < v < v_{\text{max}}$ , причем у силы трения будет центростремительная составляющая и нет тангенциальной.

Рассмотрим другой пример.

**Задача 13.** Автомобиль, трогаясь с места, равномерно набирает скорость, двигаясь по горизонтальному участку дороги, представляющему собой дугу окружности

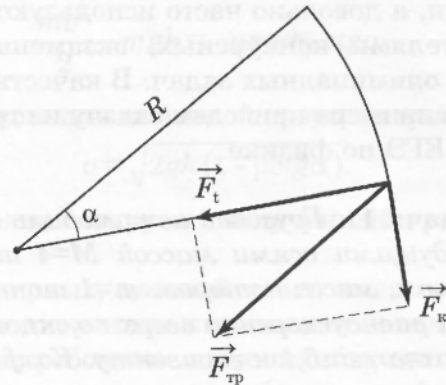


Рис. 4

в  $30^\circ$  радиуса  $R = 100$  м. С какой максимальной скоростью автомобиль может выехать на прямой участок пути? Коэффициент трения колес о землю  $\mu = 0,3$  [6, № 1.163].

Так как автомобиль одновременно и набирает скорость, и проходит поворот, сила трения покоя должна обеспечить и тангенциальную, и центростремительную составляющие ускорения, а следовательно, должна быть направлена под углом к скорости.

При этом составляющая  $F_{\text{т}}$ , направленная вдоль скорости, сообщает автомобилю необходимое для разгона ускорение, а составляющая  $F_{\text{ц}}$ , направленная по радиусу окружности, изменяет направление скорости. Геометрическая сумма сил  $F_{\text{к}}$  и  $F_{\text{ц}}$  не должна превышать максимальной силы трения покоя  $F_{\text{тр}} = \mu mg$  (рис.4). Так как эти силы перпендикулярны друг другу, их связывает следующее соотношение:

$$F_{\text{тр}} = \sqrt{F_{\text{т}}^2 + F_{\text{ц}}^2}.$$

Центростремительное ускорение равно

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}, \text{ следовательно, } F_{\text{ц}} = m \cdot \frac{v^2}{R}.$$

Скорость максимальна в конце разгона, значит, тогда же максимальна и  $F_{\text{ц}}$ .

Так как по условию задачи автомобиль набирает скорость равномерно, сила  $F_{\text{т}}$  постоянна, а пройденный путь, ускорение

и скорость в конце пути связаны соотношением

$$a_{\tau} = \frac{v^2}{2S}.$$

Тогда тангенциальная составляющая силы трения равна:

$$F_{\tau} = m \cdot \frac{v^2}{2S}, \text{ где } S = R\alpha,$$

и для условия данной задачи

$$S = \frac{\pi}{6} R.$$

Таким образом, в конце разгона имеем:

$$(\mu mg)^2 = \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{3mv^2}{\pi R}\right)^2.$$

Откуда получаем окончательный результат  $v = \sqrt{\frac{\mu g R}{\sqrt{1 + (3/\pi)^2}}}$ . И соответственно числовой ответ  $v_{\max} \sim 53$  км/ч.

### Задачи, в которых автомобиль нельзя считать материальной точкой

Во всех предложенных выше сюжетах анализ движения проводился в рамках модели материальной точки. В перечисленных случаях это допустимо, если считать, что автомобиль имеет полный привод, т. е. все колеса являются ведущими. Поэтому возникает закономерный вопрос, что изменится в динамике движения автомобиля, если у него не все ведущие колеса, а только передние (или задние)?

Естественно, что динамика движения у них существенно отличается и друг от друга, и от динамики полноприводного автомобиля. Это связано, прежде всего, с особенностями распределения нагрузки между передней и задней осями автомобиля. Распределение нагрузки не является постоянной характеристикой машины, а зависит от характера ее движения. Перераспределение нагрузки в процессе движения обусловлено несовпадением точек приложения силы тяжести и сил, действующих на машину со

стороны дороги. Поскольку величина силы трения зависит от силы реакции, действующей на колеса со стороны дороги, это имеет порой решающее значение для управления автомобилем при разгоне, торможении и поворотах.

Сначала следует показать, что модель материальной точки к анализу движения автомобиля применима далеко не всегда.

Сформулируем задачу следующим образом.

**Задача 14.** Объясните, почему стартующий автомобиль «приседает» на заднюю ось, а тормозящий «наклоняется» на переднюю ось? Зависит ли эта закономерность от вида привода автомобиля?

На автомобиль, стоящий на дороге, действуют сила тяжести, приложенная к его центру масс, и силы реакции опоры  $\vec{N}_1$  и  $\vec{N}_2$ , действующие на переднюю и заднюю оси со стороны поверхности (рис. 5). В состоянии покоя они компенсируют друг друга.

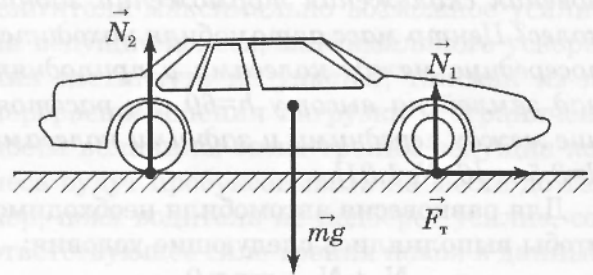


Рис. 5

$$mg = N_{10} + N_{20}.$$

Для начала будем считать, что центр масс автомобиля находится посередине между осями на высоте  $h$  от поверхности дороги, а следовательно, в покое  $N_{10} = N_{20} = \frac{mg}{2}$  и моменты этих сил относительно центра масс также компенсируют друг друга.

При торможении силы трения, действующие на колеса и направленные против скорости, создают относительно центра масс момент сил, стремящийся опрокинуть автомобиль на нос. Но поскольку тормозящие

машины все-таки обычно не опрокидываются, это означает, что возникает момент силы, препятствующий такому поворачиванию. Это может произойти только лишь, если  $N_1$  станет больше, чем  $N_2$ , но сумма их все равно останется равной  $mg$ . Таким образом, получается, что при торможении автомобиля увеличивается нагрузка на переднюю ось. Аналогично можно показать, что при разгоне автомобиля увеличивается нагрузка на его заднюю ось, а при повороте увеличивается часть нагрузки, приходящейся на его внешнюю сторону.

Задав численные значения, можно оценить, насколько велико это перераспределение.

Например:

**Задача 15.** Как изменится сила давления передних колес автомобиля массой 1500 кг, движущегося по горизонтальной дороге (с коэффициентом трения  $\mu=0,4$ ), при максимально возможном без возникновения скольжения торможении задних колес? Центр масс автомобиля находится посередине между колесами и приподнят над землей на высоту  $h=60$  см; расстояние между передними и задними колесами  $d=3,5$  м [6, № 1.31].

Для равновесия автомобиля необходимо, чтобы выполнялись следующие условия:

$$N_1 + N_2 - mg = 0,$$

$N_1 \frac{d}{2} - N_2 \frac{d}{2} - F_{\text{тр}} h = 0$  (относительно центра масс).

Учитывая, что сила трения по условию задачи действует только на заднем колесе  $F_{\text{тр}} = \mu N_2$ , и, проведя алгебраические преобразования, получаем результат:

$$N_1 = \frac{mg(2\mu h + d)}{2(\mu h + d)}.$$

Отсюда видно, что в отсутствие торможения ( $\mu=0$ )  $N_1 = N_{10} = \frac{mg}{2}$ .

Тогда изменение силы давления передних колес при торможении

$$\Delta N = N_1 - N_{10} = \frac{mg \cdot \mu h}{2(\mu h + d)}.$$

При заданных числовых значениях окончательно получаем  $\Delta N \approx 472$  Н.

**Задача 16.** Радиус поворота дороги  $R=100$  м. По дороге движется автомобиль с постоянной скоростью 54 км/ч. Масса автомобиля 1500 кг, центр тяжести находится на высоте  $h=0,6$  м от земли. Ширина следа автомобиля  $d=1,5$  м. Определить разницу в нагрузке на правые и левые колеса автомобиля. Найти скорость, при которой автомобиль начинает опрокидываться. Трение шин о дорогу достаточно велико, чтобы автомобиль не проскальзывал по дороге.

Для определенности будем считать, что автомобиль поворачивает влево. Так как движение происходит с постоянной по величине скоростью, сила трения покоя обеспечивает только центростремительное ускорение:

$$F_{\text{тр}} = m \frac{v^2}{R}.$$

В условиях равновесия справедливы равенства:

$$N_1 + N_2 - mg = 0,$$

$N_1 \frac{d}{2} - N_2 \frac{d}{2} + F_{\text{тр}} h = 0$  (относительно центра масс), где  $N_1$  и  $N_2$  — силы нормальной реакции опоры, действующие соответственно на левые и правые колеса автомобиля.

Нетрудно видеть, что при повороте для обеспечения равновесия возрастает  $N_2$ . Из полученных уравнений можно выразить  $\Delta N = N_2 - N_1$ :

$$\Delta N = \frac{2mv^2 h}{Rd}, \quad \Delta N \approx 4500 \text{ Н.}$$

В момент опрокидывания сила реакции опоры, действующая на внутреннюю по отношению к центру поворота пару колес, обращается в ноль, и уравнения приобретают вид:

$N_2 - mg = 0$ ,  $-N_2 \frac{d}{2} + F_{\text{тр}} h = 0$ , откуда получаем величину скорости:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{Rdg}{2h}}, \quad v_{\text{max}} \approx 35 \text{ м/с.}$$

Учет перераспределения нагрузки и закономерности сухого трения позволяют выяснить, что при ускорении уменьшается сцепление передних покрышек с дорогой, а задних — увеличивается, при торможении увеличивается сцепление передних покрышек, а при поворотах колеса внутренней стороны больше склонны к скольжению, чем внешние. Таким образом, становится понятно, что изменение сцепления колес с дорогой, возникающее из-за перераспределения нагрузки на колеса автомобиля, может приводить к скольжению некоторых колес, что значительно усложняет управление автомобилем и является очень опасным. Причем в этом случае принципиально важным является то, какая именно пара колес является ведущей.

Рассмотрим это на примерах.

**Задача 17.** Какое максимальное ускорение может развить автомобиль массой  $m$  при разгоне сразу же после старта на горизонтальной дороге, если центр масс находится посередине между осями на высоте  $h$  над дорогой? Расстояние между осями  $d$ , коэффициент трения покоя  $\mu$ . Считать автомобиль: а) переднеприводным; б) заднеприводным; в) полноприводным.

Если бы при движении с ускорением не происходило перераспределения нагрузки, то ускорение можно было бы указать сразу.

В случае а) и в)  $a = \frac{F_{\text{тр}}}{m} = \frac{\mu \cdot 0,5mg}{m} = 0,5\mu g$  (только половина веса машины приходится на ведущие колеса), и в случае в)  $a = \mu g$ .

Как только автомобиль тронется, сразу же произойдет перераспределение нагрузки на колесные оси и ускорение станет другим,

так как изменится нагрузка, приходящаяся на ведущие колеса.

В случае а)  $a = \frac{F_{\text{тр}}}{m}$ ; где  $F_{\text{тр}} = \mu N_1$ .

Силу реакции опоры можно определить из правила моментов, записанного относительно центра масс:

$$F_{\text{тр}} h + N_1 \frac{d}{2} - N_2 \frac{d}{2} = 0.$$

Учитывая, что  $mg = N_1 + N_2$ , получаем:

$$N_1 = \frac{mgd}{2(\mu h + d)}.$$

Следовательно,  $a = \frac{\mu g d}{2(\mu h + d)}$ .

Нетрудно видеть, что ускорение такого автомобиля в первое мгновение после начала движения меньше  $0,5\mu g$ , и чем ниже расположен центр масс автомобиля, тем ближе значение ускорения к величине  $0,5\mu g$ . Это означает, что даже если в момент старта утопить педаль газа до упора и передавать от двигателя максимально возможное усилие на ведущие колеса, максимального ускорения достигнуть не удастся, так как из-за перераспределения нагрузки и ограниченности величины силы трения ведущие колеса будут пробуксовывать на месте до тех пор, пока водитель не подберет усилие, соответствующее силе трения покоя в данный момент времени.

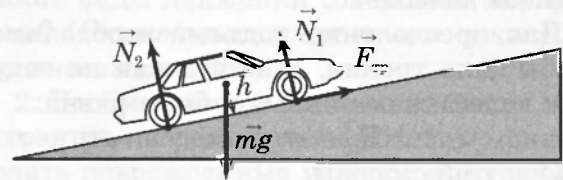


Рис. 6

В случае б) для автомобиля с задним приводом ускорение будет определяться силой трения, действующей на задние колеса:

$$a = \frac{F_{\text{тр}}}{m}; \quad \text{где } F_{\text{тр}} = \mu N_2.$$

Силу реакции опоры можно определить

из того же правила моментов, записанного относительно центра масс:

$$F_{\text{тр}} \frac{h}{2} + N_1 \frac{d}{2} - N_2 \frac{d}{2} = 0$$

Учитывая, что  $mg = N_1 + N_2$ , получаем:

$$N_2 = \frac{mgd}{2(d - \mu h)}$$

Следовательно,  $a = \frac{\mu g d}{2(d - \mu h)}$ .

В данном случае ускорение больше, чем  $0,5 \mu g$ , и при понижении положения центра масс будет уменьшаться, приближаясь к этой величине.

В случае в) для полноприводного автомобиля ускорение —  $a = \mu g$ .

Таким образом, уже из школьной задачи видно, что ускорение автомобиля при старте не является постоянной величиной, а зависит от многих факторов и в немалой степени от мастерства водителя оперировать рычагами управления автомобиля.

**Задача 18.** *Какой максимальный подъем  $a$  может преодолеть автомобиль массой  $m$  с передними ведущими колесами, если центр масс находится посередине между осями на высоте  $h$  над дорогой? Расстояние между осями  $d$ , коэффициент трения  $\mu$ . Каков будет максимальный подъем, если у автомобиля задние ведущие колеса? Все ведущие колеса?*

Для преодоления подъема необходимо, чтобы сила трения, действующая на ведущие колеса, как минимум, была равна:

$$F_{\text{тр}} = mgs \sin \alpha.$$

С другой стороны,

$$F_{\text{тр}} = \mu N,$$

где  $N$  — сила реакции опоры, действующая на ведущие колеса.

Для автомобиля с полным приводом решение получается сразу:

$$mgs \sin \alpha = \mu mgs \cos \alpha;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \mu \quad (1).$$

Для автомобиля с передними ведущими колесами (рис. 6)

$$F_{\text{тр}} = mgs \sin \alpha = \mu N_1 \quad (2).$$

Поэтому сначала необходимо учесть перераспределение нагрузки между колесными осями и найти силу реакции опоры, действующую на ведущие колеса (см. рис. 3):

$$N_1 + N_2 = mg \cos \alpha;$$

$$(N_2 - N_1) \frac{d}{2} = F_{\text{тр}} h.$$

откуда получаем выражение для соответствующей силы реакции опоры:

$$N_1 = mg \left( \frac{1}{2} \cos \alpha - \frac{h}{d} \sin \alpha \right) \quad (3),$$

при подстановке которого в (2) имеем:

$$mgs \sin \alpha = \mu mg \left( \frac{1}{2} \cos \alpha - \frac{h}{d} \sin \alpha \right).$$

Окончательно получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu}{2 \left( 1 + \mu \frac{h}{d} \right)} \quad (4).$$

Аналогичные рассуждения можно провести и для заднеприводного автомобиля, которые дают следующий результат:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu}{2 \left( 1 - \mu \frac{h}{d} \right)} \quad (5).$$

Сравнивая выражения (1), (4) и (5), можно видеть, что труднее всего преодолевать подъемы автомобилю с передними ведущими колесами. Опытные водители знают, что если подъем не поддается, то на автомобиле с передним приводом эффективнее пройти его «задом наперед».

Применение данной системы «автомобильных» задач позволяет разрешить целый ряд педагогических и методических проблем: углубление понимания действия сил сухого трения, их роли в движении транспортных средств, более детальное знакомство с устройством и особенностями движения автомобилей разных типов, что имеет важное практическое значение и не-



изменно привлекает внимание и интерес учащихся. Освоение особенностей физики движения автомобиля с помощью физических задач может составить хорошую основу для грамотного и безопасного управления автомобилем в дальнейшем.

### Литература

1. Бутиков Е. И., Кондратьев А. С. Физика: Учеб. пособие: в 3 кн. — М.: Физматлит, 2000.
2. Воробьев И. И., Зубков П. И. и др. Задачи по физике/ Под ред. О. Я. Савченко. — СПб.: Издательство «Лань», 2001.

3. Кашина С. И., Сезонов Ю. И. Сборник задач по физике: Учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1996.

4. Кондратьев А. С., Уздин В. М. Физика. Сборник задач. — М.: Физматлит, 2005.

5. Рымкевич А. П., Рымкевич П. А. Сборник задач по физике для 8—10 классов средней школы. — М.: Просвещение, 1976.

6. Сборник задач по физике: Учеб. пособие/ Л. П. Баканина, В. Е. Белонучкин, С. М. Козел, И. П. Мазанько; под ред. С. М. Козела. — М.: Физматлит, 1990.

7. Ларченкова Л. А. Из опыта практико-ориентированного обучения физике // Физика в школе и вузе. Международный сборник научных статей. Выпуск 10. — СПб.: БАН, 2009.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С БИОФИЗИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ

**Ключевые слова:** межпредметное содержание, система задач, элективный курс по биофизике.

**Е. О. Булатов**, ст. преподаватель Уральской государственной академии ветеринарной медицины, г. Троицк Челябинской области

Рассмотрена система задач, которая может быть решена в рамках элективного курса по биофизике. Представлены примеры различных задач: качественных, количественных, экспериментальных и исследовательских.

Особое место на занятиях по предметам естественнонаучного цикла занимают задачи с межпредметным содержанием, так как они способствуют повышению целостности естественнонаучного образования учащихся. Решению задач с межпредметным содержанием могут быть посвящена часть урока или специальные занятия в рамках элективного курса по биофизике.

Занятия элективного курса целесообразно построить следующим образом: в начале изучения темы учащимся предложить качественные биофизические задачи-вопросы, затем перейти к решению количественных задач и, наконец, — к экспериментальным и исследовательским задачам.

При изучении темы «Основы биомеханики», например, можно предложить приведенную ниже систему задач.

### Качественные задачи-вопросы

1. Цитоплазма в клетках растений и животных находится в постоянном движении. Какие виды движений совершает она при этом? (*Ответ: поступательное и колебательное движения.*)

2. Чтобы срастить сломанные кости или устранить повреждения, необходимо фиксировать поврежденные участки и устранить силы, которые обычно действуют в месте перелома до тех пор, пока кости не срастутся. Какие законы статики применяются в этих случаях? (*Ответ: условия равновесия при поступательном и вращательном движениях, которые являются следствием законов Ньютона.*)

3. Почему утки и гуси ходят, переваливаясь с ноги на ногу? (*Ответ: при перестав-*

новке лап возникают моменты сил, которые вращают тело утки.)

4. Почему черепаха, опрокинувшись на спину (рис. 1), обычно не может самостоятельно перевернуться? (Ответ: перевернутая черепаха представляет собой как бы массивный шаровой сегмент, лежащий на выпуклой поверхности. Такой сегмент очень устойчив, и, чтобы перевернуть его, нужно достаточно высоко поднять его центр тяжести. Многие черепахи не могут поднять свой центр тяжести так высоко, чтобы перевернуться, поэтому погибают, лежа на спине.)

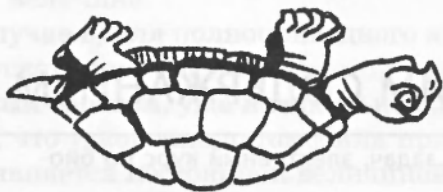


Рис. 1

5. Прыгательные конечности кузнечика очень длинные. Почему? (Ответ: тело получает большой запас энергии в том случае, если приложенная к нему сила действует длительное время или на достаточно большом пути, например, разбег перед прыжком, размах перед ударом. Мышцы кузнечика не могут развить больших усилий, поэтому для увеличения дальности прыжка, которое требует значительной энергии, служат длинные конечности кузнечика.)

### Количественные задачи

1. Разделение форменных элементов крови происходит на ультрацентрифуге, вращающейся с частотой 30 000 об/мин. Определите величину угловой скорости, нормальное ускорение и центростремительную силу, действующую на эритроциты массой 7 мг, находящиеся на расстоянии 10 см от оси вращения. (Ответ:  $\omega = 500$  об/с,  $F_{ц} = 6,9$  Н,  $a_{ц} = 0,99$  м/с<sup>2</sup>.)

2. Для изучения упругих напряжений, возникающих при перегрузках в костной

ткани, кость прикрепляют к центрифуге перпендикулярно ее оси и приводят во вращательное движение. Считая кость однородным стержнем массой 250 г и длиной 20 см, определите кинетическую энергию кости, если она вращается, делая 600 об/мин. (Ответ:  $E_k = 1,6$  Дж.)

3. Исследования показали, что голова дятла (рис. 2) при ударе клювом о дерево достигает скорости до 7 м/с, время удара длится менее 0,001 с. Перегрузка в конце удара достигает 1000g. Как вы думаете, почему мозг птицы при этом не травмируется? (Ответ: голова дятла перемещается вперед и назад только в одной плоскости, без боковых смещений. Этот принцип используется и при конструировании шлемов космонавтов, оборудованных специальными шейными скобами, ограничивающими боковые перемещения головы.)



Рис. 2

4. Мышца длиной 10 см и диаметром 1 см под действием силы 49 Н удлинилась на 7 мм. Определить модуль упругости мышечной ткани. (Ответ:  $8 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>.)

### Экспериментальные задачи

1. Пронаблюдайте и опишите фазы движения человека при ходьбе. Сколько можно выделить фаз? Что представляет собой хронограмма движения человека?

2. Рассчитайте, какой потенциальной энергией обладает человек при выпрыгивании из полного приседа?

3. Рассчитайте собственное положение центра масс, когда вы находитесь в вертикальном положении, лежите, сидите на стуле. Почему положение центра масс зависит от положения тела?

4. Рассчитайте собственную силу мышц руки, при удержании груза массой 3 кг на вытянутой руке, если учитывать, что масса плеча и предплечья равны.

5. Поставьте эксперимент по измерению изменения угловой скорости при вращении человека на скамье Жуковского. Определите, как связаны угловые скорости с моментом инерции тела человека? Чему равна угловая скорость тела, если момент инерции тела минимален?

### Исследовательские задачи

1. Исследуйте скоростные возможности учеников на занятиях физкультурой при беге на 60, 100 и 400 метров. Почему значение скорости на этих дистанциях не одинаковы? Что влияет на результаты забегов?

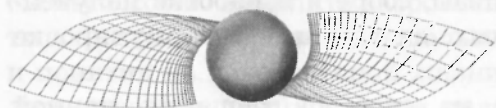
2. Предложите способ и исследуйте силовые возможности рук учащихся своего класса. Сделайте выводы и объясните, почему существует дифференциация по силовым возможностям у учащихся?

3. Исследуйте координацию собственного тела при устойчивом равновесии на одной ноге с закрытыми глазами на дощечке шириной 15 см, 10 см, 7 см, 5 см, 3 см. Какие выводы можно сделать?

4. Рассчитайте, какую работу совершают ваши икроножные мышцы при подъеме на четвертый этаж здания? Как изменится эта характеристика, если вы будете поднимать груз массой 10 кг.

5. Предложите метод исследования утомляемости мышц в зависимости от статической нагрузки на конечности организма.

По мере изучения темы большинство учащихся хорошо усваивают биофизические понятия, научаются применять их для практического решения задач.



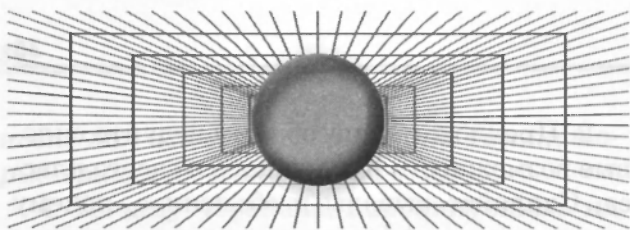
### От редакции

Редакция журнала приносит извинения за некорректность представления авторских коллективов в некоторых номерах журнала «Физика в школе»:

- № 3, 2009 год — с.3, вместо ссылки «В подготовке примерной программы принимали участие В. Г.Разумовский (рук.), В. А.Орлов, О. Ф. Кабардин, А. А. Фадеева.» следует читать «В подготовке примерной программы принимали участие В. Г. Разумовский (рук.), В. А.Орлов, О. Ф.Кабардин, А. А.Фадеева, Г. Г. Никифоров.».

- № 1, 2010 год — с.3, пропущена ссылка на авторов статьи «Аналитический отчет по результатам ЕГЭ по физике в 2009 г.». Авторы материала: М. Ю.Демидова (к.пед.н., ФИПИ, Москва); В. А. Грибов (к.ф.м.н., МГУ, Москва), Г. Г. Никифоров (к.пед.н., ИСиМО РАО, Москва);

- № 3, 2010 год — с.3, вместо ссылки «В подготовке примерной программы принимали участие В. Г.Разумовский (рук.), В. А.Орлов, О. Ф.Кабардин, А. А.Фадеева.» следует читать «В подготовке примерной программы принимали участие В. Г.Разумовский (рук.), В. А.Орлов, О. Ф.Кабардин, А. А.Фадеева, Г. Г. Никифоров.».



## ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ

# МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ

**Ключевые слова:** элективные курсы, межпредметные связи, естественнонаучные знания.

**О. В. Гоголашвили**, учитель физики МОУ СОШ № 65, г. Липецк gips48@mail.ru

**Н. Н. Кузьмин**, к. п. н., доцент ЛГПУ

Автор высказывает идею о том, что одним из способов овладения навыками самостоятельной и исследовательской деятельности могут стать элективные курсы, получающие широкое распространение в школьной практике.

Современный этап развития средней общеобразовательной школы связан с необходимостью решения проблемы повышения интеллектуального уровня, познавательного и творческого потенциала учащихся. Выпускники современной школы будут сталкиваться с новыми, постоянно изменяющимися технологиями, новыми знаниями развивающихся наук. Перед ними постоянно будут стоять задачи по самостоятельному овладению новыми знаниями, обусловленными постоянно изменяющимися условиями жизни, а также необходимостью осуществления исследований в областях новых технологий, энергетики, техники, информатики, экологии.

В этой ситуации овладение учащимися определенной системы естественнонаучных знаний оказывается недостаточным. Большинство естественнонаучных и гуманитарных дисциплин, опираясь на общеучебные умения, могут способствовать формированию исследовательских навыков. Важным аспектом в этом процессе является отбор учебного материала, способствующий формированию навыков исследовательской деятельности школьников, таких, как выдвижение гипотез, планирование и осуществление экспериментальной проверки гипотезы, проведение наблюдений и опы-

тов, анализ полученных в процессе эксперимента результатов и т. д.

В настоящее время большинство выпускников школы не владеют навыками самостоятельной и исследовательской деятельности. Учащиеся затрудняются в определении цели и задач исследования, анализе информационных источников, доказательстве гипотезы, сборе и обработке полученных данных, их анализе и формулировке выводов.

Одним из способов решения данной проблемы могут стать элективные курсы, получающие широкое распространение в школьной практике. Активность и самостоятельность в процессе обучения и овладения знаниями на занятиях элективного курса возникают только тогда, когда в ходе изучения объекта перед учащимися ставятся требования, диктуемые самим объектом: необходимость познания данного явления, ход его дальнейшего развития и т. д. Объективная закономерность проблемы при этом переходит в субъективную, становится значимой для учащегося и вызывает у него необходимость поиска решения; усвоение содержания знания становится потребностью. Эта потребность становится мотивирующим импульсом и помогает ученику мобилизовать свои усилия и достичь определенных

успехов в обучении, способствует развитию навыков исследовательской деятельности.

Предлагаемый нами межпредметный элективный курс «Ты и физика» разработан для учащихся, выбирающих естественнонаучный профиль обучения, и рассчитан на 17 учебных часов (см. «Физика в школе», № 3, 2007). Содержание элективного курса предполагает повторение, систематизацию знаний и отработку умений, получаемых учащимися при изучении раздела «Механика» на уроках физики, однако интеграция знаний с биологией и медициной позволяет сформировать некоторые новые умения, придает курсу практико-ориентированный характер, развивает навыки исследовательской деятельности. Изучение курса основано на использовании частично-поисковой (эвристической) и исследовательской деятельности учащихся.

В начале работы из 100 учащихся девятих классов, приступивших к изучению элективного курса, 50% находились на репродуктивно-рецептивном уровне. При наблюдении за явлением или процессом они были способны выделить разрозненные факты; описать ход процесса, используя знания и понятия из повседневной жизни; определить своеобразие протекания явления или процесса; запомнить факты без понимания их значения для рассматриваемого явления или процесса. Учащиеся в данном случае воспринимали факты, доказательства, понятия, излагаемые учителем. При этом они не могли самостоятельно выделить главного, сконцентрировать на нем свое внимание без акцента учителя.

Определить и описать качественные изменения наблюдаемых явлений и объектов, провести простейшие измерения смогли 28% школьников (репродуктивно-практический уровень). В данном случае учащиеся могли выделить наиболее существенные для данного явления или процесса моменты самостоятельно, но только с помощью учителя могли представить целостность процесса и условия его протекания. Для данной ка-

тегории школьников было характерно частичное использование научных понятий при объяснении явлений или процессов (преобладало описание процесса в житейских понятиях), наблюдался частичный анализ полученных данных.

Частично поисковая (эвристическая) деятельность характеризуется более высокой познавательной активностью учащихся. При этом им даются только тема работы и план ее выполнения, а результат ее не известен (учащиеся должны получить его самостоятельно). В данном случае учитель руководит практическими действиями учащихся, направляет их мыслительную деятельность на анализ полученных из опыта результатов и на формирование нового, ранее неизвестного знания. Умения, необходимые для реализации частично-поисковой познавательной деятельности, были сформированы у 22% школьников.

Исследовательская деятельность характеризуется наибольшей познавательной самостоятельностью учащихся, когда им сообщается только тема работы, а пути ее выполнения учащиеся разрабатывают сами и самостоятельно проводят все этапы исследования: выдвигают гипотезу, намечают план ее проверки, проводят необходимые измерения, обрабатывают результаты и делают аргументированные выводы. Учитель в данном случае контролирует действия учащихся. На начальном этапе работы элективного курса знаний и умений, необходимых для исследовательской деятельности, никто из школьников не продемонстрировал.

Основной формой организации учебного процесса в рамках элективного курса «Ты и физика» являются фронтальные экспериментальные работы.

Учащиеся индивидуально или в группах под руководством учителя одновременно выполняют одни и те же работы, пользуясь одинаковым оборудованием. Достоинством данной формы организации учебного процесса является то, что в по-

иск решения учебной проблемы включены одновременно все учащиеся, что позволяет сравнительно просто формировать навыки по совместному выдвижению гипотез, планированию проведения эксперимента, выбору оптимального варианта проведения практической части работы, определению способов фиксации полученных результатов и их критической оценке, определению факторов, влияющих на точность измерения, и т. д. Каждая работа содержит обязательную и дополнительную части. В обязательной части ученики получают одну из своих биомеханических характеристик, а в дополнительной выявляют условия, от

которых она зависит. В процессе работы каждый ученик получает свои собственные экспериментальные данные, но вывод формулируется общий — на основании результатов, полученных во всех работающих группах.

Межпредметный элективный курс позволил школьникам не только успешно овладеть необходимой системой естественнонаучных знаний, но и приобрести определенные умения и навыки исследовательской деятельности.

В таблице представлены уровни сформированности и перечень исследовательских умений.

Уровни сформированности исследовательских умений учащихся

Элементы исследовательских умений	Репродуктивно-рецептивный	Репродуктивно-практический	Частично-поисковый (эвристический)	Исследовательский
<b>Формулировка цели исследования</b>	Цель формулируется только по наводящим вопросам учителя	Ученик высказывает отдельные фрагменты цели исследования. Для уточнения цели требуются наводящие вопросы учителя	Формулирует цель исследования с небольшой корректировкой учителя	Самостоятельно формулирует цель исследования
<b>Формулировка гипотезы</b>	Формулировка гипотезы проводится только по наводящим вопросам учителя	Формулировка гипотезы проводится по наводящим вопросам учителя, но учащийся высказывает отдельные фрагментарные идеи, направленные на формирование гипотезы	Формулирует гипотезу с небольшой корректировкой учителя	Самостоятельно формулирует гипотезу
<b>Определение и анализ условий, необходимых для проведения исследования</b>	Самостоятельно не выделяет условий, необходимых для проведения исследования, без наводящих вопросов учителя не может провести необходимого анализа условий эксперимента	Условия, необходимые для проведения исследования, определяются по наводящим вопросам учителя; анализ условий разрознен, ученик не представляет целостного процесса исследования	Выделяет основные условия, необходимые для проведения исследования, условия анализируются с небольшой корректировкой учителя	Полностью определяет условия, необходимые для проведения эксперимента, и анализирует их

Элементы исследовательских умений	Репродуктивно-рецептивный	Репродуктивно-практический	Частично-поисковый (эвристический)	Исследовательский
<b>Подбор информационных источников, необходимых для проведения исследования</b>	Поиск информации по представленному учителем списку литературы	Поиск информации по представленному списку литературы с частичным привлечением дополнительных источников информации, указанных учителем	Частично самостоятельный поиск дополнительной литературы и других источников информации по решаемой проблеме	Самостоятельный поиск информации в дополнительной литературе и других источниках информации
<b>Анализ подобранной информации</b>	Не может самостоятельно проанализировать подобранную информацию	Проводит систематизацию полученной информации с помощью учителя	Полученную информацию анализирует, но затрудняется в ее систематизации	Самостоятельно проводит анализ подобранной информации
<b>Планирование проведения исследования</b>	Может провести эксперимент только по предоставленному ему плану	Выстраивает план эксперимента с помощью наводящих вопросов учителя	Может самостоятельно планировать отдельные части эксперимента, не до конца представляет его в целостном виде	Самостоятельно планирует проведение всей экспериментальной части исследования
<b>Выделение рациональных способов фиксации результатов</b>	Самостоятельно не может выделить способы фиксации результатов	Может предложить отдельные способы фиксации результатов	Может предлагать различные варианты для фиксирования результатов, однако самостоятельно выделить рациональный способ затрудняется	Самостоятельно определяет рациональные способы фиксации результатов исследования
<b>Наблюдение за ходом исследования, фиксация полученных данных</b>	Выявление разрозненных фактов в процессе наблюдения за объектом и фиксация результатов с помощью учителя	Частичное выделение внутренних причин процесса или явления, самостоятельное частичное фиксирование результатов исследования	Выделяет внутренние причины объекта, фиксирует результаты исследования с небольшими консультациями учителя	Определяет причинно-следственные связи в протекании явления или процесса, самостоятельно фиксирует результаты
<b>Средства описания исследования</b>	Описание процесса, выраженное в знаниях повседневной жизни	Преобладание описания процесса в житейских понятиях	Описание процесса, частично выраженное в научных понятиях	Описание процессов и явлений, выраженное в межпредметных понятиях

Элементы исследовательских умений	Репродуктивно-рецептивный	Репродуктивно-практический	Частично-поисковый (эвристический)	Исследовательский
<b>Анализ описания явления и полученных данных</b>	Мысленное определение особенностей исследования. Не может проанализировать результаты	Частичное использование научных понятий для объяснения явления. Частичный анализ полученных данных	Выделение необходимых понятий для объяснения явления или процесса. Анализ полученных данных с небольшой помощью учителя	Использование научных понятий для объяснения явления или процесса и возможности его изменения в соответствии с поставленными целями. Самостоятельный анализ полученных данных
<b>Результаты исследования (математическая обработка данных)</b>	Запоминание фактов и их понимание. Самостоятельно затрудняется провести обработку данных даже по представленным формулам	Использование отдельных фактов для обоснования протекания процесса или явления. Проводит математическую обработку данных с помощью предоставленных формул	Группировка и логическая классификация фактов и явлений объекта и нахождение внутренних связей между выявленными фактами; выделение связей межпредметного характера. Обработка данных при небольших консультациях учителя	Предвидение развития объекта во времени и формирование собственного суждения об области его использования. Самостоятельная математическая обработка результатов исследования
<b>Формулировка выводов по результатам исследования</b>	Выводы делает только с помощью наводящих вопросов учителя	Высказывает отдельные фрагментарные идеи вывода самостоятельно, но общий вывод без помощи учителя сделать не может	Выделение основных положений вывода по результатам исследования	Самостоятельная формулировка выводов по результатам исследования

Следует отметить, что по итогам курса 28% девятиклассников овладели навыками исследовательской деятельности, 33% — частично-поисковой (эвристической) и 33% — достигли репродуктивно-практического уровня. Каждый ученик прошел определенный путь своего развития в становлении познавательной деятельности: 94% школьников преодолели в ходе обучения не менее двух уровней в развитии познавательной деятельности.

В процессе работы школьники показывали умения определять основные свой-

ства объектов, производить измерения их характеристик, интерпретировать полученные данные. К концу экспериментального обучения рассуждения учащихся о рассматриваемых явлениях приобрели больше осмысленности, разносторонности, научной обоснованности. Школьники на занятиях демонстрировали умения выдвинуть гипотезу, разработать план ее проверки и самостоятельно провести исследование, проанализировать полученный результат. В ходе эксперимента развивалось критическое мышление школьников, что выразилось



в их способности оценивать, прогнозировать развитие явления или процесса, осуществлять контроль своей исследовательской деятельности, выполнять самостоятельные исследовательские работы.

После проведения элективного курса 15% учащихся проявили желание провести в домашних условиях самостоятельные исследовательские работы. Им были предложены на выбор такие темы исследований: «Определение жизненной емкости легких», «Энергозатраты человека при выполнении различных физических нагрузок», «Определение скорости кровотока» и другие. Длительность такой исследовательской работы составляла одну четверть. Перед учащимися ставились цели: выбор темы; определение цели и задач исследования; изучение литературы по данному вопросу, консультации у специалистов; сбор материала; обработка и оформление результатов; защита (презентация) работы. Презентация таких работ состоялась в конце учебного года. Наиболее

достоинные работы были рассмотрены на конференции школьного научного общества в начале следующего учебного года, а работа «Определение жизненной емкости легких методом Архимеда» была представлена на городскую научную конференцию школьников.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что организация занятий межпредметного элективного курса «Ты и физика» способствует:

- формированию навыков исследовательской деятельности школьников;
- критическому отношению к полученным знаниям;
- развитию способностей школьников к аналогиям, выделению причинно-следственных связей между явлениями и объектами;
- формированию умения использовать знания, полученные при изучении различных учебных дисциплин для решения поставленной перед ними проблемы.

## АВТОМОБИЛЬ

### (предпрофильный элективный курс)

**Ключевые слова:** элективный курс, предпрофильная подготовка, устройство автомобиля.

**С. Е. Шевлякова, МОУ СОШ № 1, г. Энгельс**

Статья посвящена обсуждению физических основ устройства автомобиля. Рассмотрены все возможные случаи движения, определяемые типом привода автомобиля.

#### **Пояснительная записка**

Элективный курс «Автомобиль» рассчитан на 12 ч. В этом курсе рассматриваются устройство автомобиля, принципы работы его механизмов и систем. Все машины мира на 99% имеют одинаковую конструкцию, и их работа основана на одних принципах, поэтому, прослушав элективный курс, учащиеся получают представление о том, поче-

му движется автомобиль, как работают его основные механизмы.

Учащиеся IX класса изучили механику, устройство и принцип действия двигателя внутреннего сгорания, тему «Давление жидкостей и газов» и начинают изучать электрические явления, поэтому этот элективный курс позволит учащимся без труда понять суть процессов, протекающих в ме-

ханизмах и системах автомобиля при движении.

Цель курса: сформировать и развить современные представления учащихся об устройстве автомобиля, изучить принципы работы некоторых его агрегатов.

Задачи курса:

- формирование познавательного интереса к физике и технике;
- ориентация учащихся на выбор профиля, предусматривающего углубленное изучение физики;
- расширение знаний учащихся по предмету;
- обеспечение углубленного изучения принципа работы и устройства автомобиля;
- развитие умений работы с дополнительной литературой;
- формирование умений работы в группах.

Продолжительность каждого занятия — 45 мин, из которых 35 мин занимает объяснение материала в виде лекции и 10 мин — беседа с учащимися, в которой может быть

выяснено, что из изученного материала они используют в своей работе, какие вопросы возникли и что хотелось бы узнать подробнее.

В конце первого занятия учащиеся выбирают темы рефератов, затем на каждом занятии они представляют отчет о проделанной работе и получают рекомендации учителя.

В качестве примера приведем план и подробное содержание занятия № 1 «Общие сведения о легковых автомобилях».

#### План занятия

*Цель занятия:* сформировать представления учащихся о конструкции автомобиля.

*Задачи:* рассмотреть общие сведения о легковом автомобиле: основные узлы, деление по типу привода.

*Оборудование:* кодограммы с рисунками, карандаши.

#### Ход занятия

1. Организационный этап.
2. Лекция о конструкции автомобиля.
3. Выполнение практической работы

#### Тематическое планирование

№ п/п	Название темы	Кол-во часов	Форма проведения	Образовательный продукт
1	Общие сведения о легковых автомобилях	1	Лекция и беседа. Выбор тем рефератов. Практическая работа «Типы приводов»	Конспект лекции. Отчет о практической работе
2	Двигатель внутреннего сгорания	3	Лекция и беседа. Практическая работа «Карбюратор»	Конспект лекции. Отчет о практической работе
3	Трансмиссия	2	Лекция и беседа	Конспект лекции
4	Ходовая часть	2	Лекция и беседа	Конспект лекции
5	Механизм управления	2	Лекция и беседа	Конспект лекции
6	Электрооборудование	1	Лекция и беседа	Конспект лекции
7	Защита творческих работ	1	Конференция	Защита творческой работы или выполнение тестовой работы
Итого:				12 часов

## Критерии оценки деятельности учащихся по баллам

Количество баллов за курс	Обязательные условия
0	Посещено менее 80% планового числа часов курса
1	Посещено от 80 до 100% планового числа часов, не выполнена зачетная работа
2	Посещено от 80 до 100% планового числа часов курса, выполнена зачетная работа репродуктивного характера
3	Посещено от 80 до 100% планового числа часов курса, выполнена зачетная работа творческого характера в рамках программы школьного курса
4 (максимальное)	Посещено от 80 до 100% планового числа часов курса, выполнена зачетная работа творческого характера, выходящая за рамки программы школьного курса

«Типы приводов» (используя карандаши, выявить особенности управления переднеприводного, заднеприводного и полноприводного автомобилей).

4. Выбор тем рефератов. Обсуждение требований к оформлению работы.

5. Подведение итогов занятия.

#### Содержание лекции

Автомобиль является единым и неделимым, почти живым организмом. Только при полной работоспособности всех его составляющих автомобиль может выполнять те функции, которые возлагает на него хозяин.

«Ну разве можно сравнивать машину с живым организмом?» — возразите вы.

А давайте подумаем вместе. Была такая песня: «И вместо сердца пламенный мотор...». А руки и ноги — не руль ли это с колесами, а кузов автомобиля, не страдает ли он так же, как наша с вами кожа, а суставы ног, а печень и селезенка, а кровеносная система... и т. д. В автомобиле, как и в организме человека, все составные части постоянно находятся во взаимодействии и обеспечивают его нормальное функционирование.

Как и в анатомии, «организм» автомобиля можно разложить на крупные и мелкие составляющие: двигатель, трансмиссию,

ходовую часть, механизмы управления, электрооборудование, дополнительное оборудование, кузов.

Автомобиль может долго и упорно стоять на одном месте, опираясь «ногами» на дорогу, и поедет только тогда, когда колеса начнут вращаться.

Что же заставляет их вращаться? Каким образом двигатель передает крутящий момент на колеса?

*Двигатель сжигает топливо и преобразует тепловую энергию сгорания во вращательное движение коленчатого вала, далее вращение передается через трансмиссию на ведущие колеса, которые являются элементом ходовой части автомобиля и... машина поехала. Во время движения автомобиля водитель пользуется рулем и тормозами (механизмы управления), включает лампочки и подает звуковые сигналы (электрооборудование), и, конечно же, в это время он сидит на водительском сиденье, пристегнутый ремнями безопасности (дополнительное оборудование). Все вышеперечисленное объединяет в себе кузов автомобиля, без которого все агрегаты, механизмы и даже само сиденье водителя лежали бы огромной кучей в углу гаража.*

Вот это и есть ваш автомобиль. А теперь давайте, не спеша, начнем вникать в на-

значение, принципы работы, детали и возможные неисправности вышеуказанных частей автомобиля.

**Двигатель** — это агрегат, в котором тепловая энергия сгорающего топлива преобразуется в механическую энергию (в виде крутящего момента).

**Трансмиссия** предназначена для передачи и изменения крутящего момента от двигателя к ведущим колесам автомобиля. Она включает в себя: сцепление, коробку передач, карданную передачу, главную передачу, дифференциал, полуоси.

**Ходовая часть** предназначена для перемещения автомобиля по дороге с определенным уровнем комфорта без тряски и вибраций и включает в себя: переднюю и заднюю подвески колес и сами колеса.

**Механизмы управления** служат для изменения направления движения, остановки и стоянки автомобиля. К механизмам управления относятся рулевое управление и тормозная система.

**Электрооборудование** предназначено для обеспечения электрическим током всех электрических приборов автомобиля и состоит из источников и потребителей тока.

**Дополнительное оборудование** обеспечивает комфортные и безопасные условия для водителя и пассажиров. Примером дополнительного оборудования могут служить: отопитель салона автомобиля, омыватель и очиститель лобового стекла, электроподогрев стекол и многое другое.

**Кузов** — это несущий элемент автомобиля, на котором крепятся все вышеперечисленные агрегаты и оборудование.

В зависимости от того, на какие колеса передается крутящий момент от двигателя, автомобили делятся на переднеприводные, заднеприводные и полноприводные.

Заднеприводные — это автомобили, у которых крутящий момент от двигателя передается на задние колеса. Примером заднеприводных автомобилей могут служить модели «Жигулей» от ВАЗ 2101 до ВАЗ 2107. Задние колеса у них являются ведущими,

и именно они отталкиваются от дорожного покрытия, двигают перед собой автомобиль. Передние колеса в этом случае будут лишь направляющими и служат для изменения направления движения. Можно сразу отметить, что заднеприводным автомобилям труднее сохранять прямолинейное движение на скользкой дороге, по сравнению с переднеприводными.

**Практическая работа «Типы приводов» (ПР).** Попробуйте для подтверждения этой мысли взять карандаш и, толкая его сзади, заставить перемещаться прямолинейно по плоскости стола или по любой другой поверхности. Сделать это будет трудно, так как передняя часть карандаша будет постоянно отклоняться от своей траектории, и для компенсации этого отклонения придется маневрировать задней частью нашего карандаша.

А в примере с велосипедом — это и есть, обычный велосипед, где вращение от педалей через цепь передается заднему колесу.

Переднеприводные — автомобили, у которых крутящий момент от двигателя передается на передние колеса. Среди автомобилей Волжского автозавода переднеприводными являются модели ВАЗ 2108, 2109, а также новая серия ВАЗ 2110, 2111, 2112, 2115. У этих автомобилей передние колеса являются как ведущими, так и направляющими. Задние колеса таких автомобилей не выполняют никакой функции (кроме связи кузова с дорогой) и просто катятся по дороге. А передние колеса вовсе работают — получают энергию от двигателя, вращаются и «тянут» за собой всю машину, направляя ее при этом по выбранной водителем траектории. Автомобили с передним приводом более устойчивы на дороге, чем заднеприводные.

**ПР.** Давайте снова возьмем карандаш. Только теперь мы будем его не толкать, а тащить вперед за кончик. Посмотрите, как легко стало перемещать его по плоскости стола в любом направлении, в том числе и прямо.

В примере же с велосипедом мы выбираем неудобную цепь и крутим педали на переднем колесе, вращая именно его. Самые юные обладатели трехколесных транспортных средств используют именно передний привод. Интересно отметить, что дети, интуитивно от природы, всегда делают все абсолютно правильно, хотя и кажется непривычным вращение «не того» колеса.

Полноприводные — это автомобили, у которых передача крутящего момента от двигателя осуществляется одновременно на задние и передние колеса. Таковыми являются автомобили «Жигули» модели ВАЗ 2121 «Нива» и ВАЗ 21213 «Тайга». У «вездеходов» все четыре колеса получают крутящий момент от двигателя, одновременно «тянут». И «толкают» автомобиль, максимально повышая его ходовые качества. Этот тип привода идеален для сохранения управляемости даже на скользкой дороге.

**Пр.** Придется опять взять в руки карандаш и, ухватившись за оба его конца, убедиться в том, что теперь он легко перемещается по любой поверхности и в любом направлении.

А в случае с велосипедом давайте представим, что, работая педалями, мы передаем усилие через две цепи, одновременно переднему и заднему колесам — вот и получится полный привод.

В конце первого занятия учащиеся выбирают интересующие их темы рефератов. Затем на каждом занятии они представляют отчет о проделанной работе и получают рекомендации учителя.

Ниже приведен перечень тем рефератов, дифференцированный по степени сложности.

На «4»:

- История изобретения автомобиля;
- Влияние автомобилизации на человека и окружающую среду;
- Самые... самые... самые...

На «5»:

- Способы увеличения мощностных, экономических и экологических качеств двигателя;
- Изобретение автомобиля с нестандартным видом топлива;
- Сила трения и автомобиль;
- Электричество и автомобиль;
- Виды двигателей;
- Гидравлическое давление и автомобиль.

Рефераты могут быть написаны индивидуально или группой учащихся. Группы создаются учителем по интересам или уровню подготовки. Слабые учащиеся собирают материал, а сильные оформляют и защищают на соответствующем занятии. Тогда вклад и оценка за данную работу у всех учащихся одной группы равноценны.

Если учащиеся не смогли раскрыть тему полностью или материал содержит мало физики, а носит чисто описательный характер, то оценка снижается на один балл.

Приведем пример содержания *итоговой тестовой работы*.

1. Для чего предназначен карбюратор?

- а) для питания электрическим током всех потребителей и для подзарядки аккумулятора;
- б) для своевременного впуска в цилиндры двигателя горючей смеси и выпуска отработанных газов;
- в) для приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя.

2. При нажатии на педаль газа:

- а) открывается воздушная заслонка;
- б) закрывается воздушная заслонка;
- в) открывается дроссельная заслонка;
- г) закрывается дроссельная заслонка.

3. Для чего предназначен генератор?

- а) для питания электрическим током всех потребителей и для подзарядки аккумулятора;
- б) для своевременного впуска в цилиндры двигателя горючей смеси и выпуска отработанных газов;
- в) для приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя.

4. Сколько аккумуляторов входит в состав аккумуляторной батареи автомобиля?

- а) 2; б) 3; в) 5; г) 6.

5. На какой передаче режим работы автомобиля самый скоростной и экономичный?

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

6. На каком такте работы двигателя осуществляется выпуск отработанных газов?

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

7. Тугое вращение рулевого колеса может быть из-за:

а) неправильной регулировки рулевого механизма;

б) отсутствия смазки в картере рулевого механизма;

в) нарушения углов установки рулевого механизма;

(Укажите неверный ответ.)

8. Двигатель — это:

а) агрегат, в котором тепловая энергия сгорающего топлива преобразуется в механическую;

б) устройство, совершающее работу за счет использования механической энергии топлива;

в) агрегат, который совершает работу за счет сгорающего топлива.

9. Во время рабочего хода температура в цилиндре:

а) превышает  $2000^{\circ}\text{C}$ ;

б) достигает  $500^{\circ}\text{C}$ ;

в) превышает  $1000^{\circ}\text{C}$ .

10. Двигатель внутреннего сгорания был изобретен:

а) Э. Ленуаром в 1860 г.;

б) Д. Стефенсоном в 1814 г.;

в) Р. Тревитиком в 1803 г.

## ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС ПО ФИЗИКЕ «ГРАФИКИ — ЯЗЫК СОТРУДНИЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛОВ»

Г. И. Воронкович, МОУ «Гимназия», Красноярский край, г. Дудинка

**Ф**изика-наука позволяет объяснять, предвидеть, открывать и использовать новые явления и объекты природы. Поэтому элективные курсы, расширяющие знания о ней учащихся, важны.

Данный элективный курс — обязательный учебный предмет по выбору школьников из предлагаемых образовательным учреждением. Его программа предназначена для учащихся IX класса, выбирающих физико-математический профиль обучения в старшей школе.

### Особенности курса

Он реализует и укрепляет тесную связь физики и математики; известно, что математика является «языком» физики, расширяет физико-математический язык учащихся, активизирует самостоятельную

деятельность, учит решать учебные проблемы, пробуждает желание творчески проявить себя, показывает широкое применение физико-математического графического языка в разных областях деятельности человека.

Данный элективный курс решает такие задачи:

- углубляет знания о методах научного познания природы;

- развивает познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности учащихся, умения самостоятельно приобретать физические знания и умения, используя различные источники информации;

- закрепляет межпредметные связи, демонстрируя синтез различных наук и представляя их как мощное оружие разума;

- учит проводить наблюдения, планиро-

вать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы;

- создает условия для творческого роста личности;
- приближает знания учеников к реальной жизни за счет введения национально-региональной компоненты в содержание;
- воспитывает навыки сотрудничества, уважительное отношение к мнению оппонента в процессе дискуссий.

### Направленность

Элективный курс является

*пробным*: создан для того, чтобы ученик опробовал свои силы в физике;

*ориентационным*: помогает удостовериться в правильности (или неправильности) выбора профиля обучения;

*углубляющим*: удовлетворяет естественное стремление подростка к знаниям и самостоятельной познавательной деятельности, не скованной жесткими рамками обязательного стандарта обучения;

*монографическим*: построен на одной, но широком образом представленной проблеме;

*междисциплинарным*: устанавливает и показывает связь физики с математикой, географией, биологией, экономикой и экологией.

### Основа элективного курса

За базу взят «язык» графиков.

Мы знакомим учащихся с разнообразием графиков в физике и их ролью:

график как средство для анализа физической ситуации, позволяющее избежать сложных математических выкладок и сконцентрироваться на сущности физического процесса;

график — как способ решения задач (задач, у которых график входит в условие или требование);

задачи, в условии которых описана зависимость между двумя физическими величинами и требуется графически выразить ее;

задачи, в которых графический способ задания зависимости между величинами нужно перевести в табличный или аналитический.

Научиться читать графики — это значит научить понимать их содержание, составлять о них рассказ, извлекать из образа главную информацию. Это умение требуется очень часто людям разных профессий: архитектору, строителю, инженеру, токару, банкиру, экономисту, диспетчеру.

**Программа курса** построена с опорой на знания и умения, полученные учащимися при изучении физики в основной школе, и содержит все знания, необходимые для достижения целей обучения. Она основана на самостоятельной работе учащихся и применяется для различных групп школьников.

Весь курс рассчитан на 16 учебных часов (2 ч в неделю). Он разбит на 5 независимых блоков: общий (1 ч), кинематика (3 ч), динамика (5 ч), тепловые явления и экология (4 ч), постоянный электрический ток (2 ч); заканчивается конференцией, освещающей результаты исследований. В каждом блоке предусмотрены наблюдения, эксперимент, лабораторные исследовательские работы, практикум по решению задач и зачет. 50% времени учащиеся ведут лабораторные изучения, более 30% времени отведено практикуму по решению графических задач. Каждая лабораторная или практическая работа оценивается по пятибалльной шкале.

### Тематическое и поурочное планирование курса

Тема и номер урока	Содержание урока
Тема 1; 1/1	Графики — язык профессионалов; их значение (1 ч; лекция-беседа)
Тема 2	Графики в кинематике (3 ч)

Тема и номер урока	Содержание урока
1/2	Лабораторная работа «Построение графика скорости движения человека» (с использованием индивидуальных результатов измерений). Подготовка к построению графической зависимости скорости ветра и его направления от времени на Таймыре (по данным местного радио или телефонной справочно-информационной службы в течение трех недель). На дом: самостоятельная индивидуальная работа по накоплению информации об использовании графиков в разных областях деятельности человека
2/3	Практикум по решению задач. Построение графиков зависимости скорости, перемещения и ускорения от времени при различных видах механического движения
3/4	Практикум по анализу графиков скорости, ускорения и перемещения от времени при различных видах движения. (Ответ на вопрос: «Для чего нужно уметь выполнять эти операции?».) Составление уравнений скорости, ускорения, перемещения и координаты по графикам
<b>Тема 3</b>	<b>Графики в динамике (5 ч)</b>
1/5	Лабораторная работа «Построение графика массы разного количества мелких взвешиваемых тел». Предсказания по графику и их проверка
2/6	Лабораторное исследование зависимости силы трения от нагрузки. Построение графика и его чтение
3/7	Лабораторное изучение зависимости кинетической энергии стального шарика, падающего на плиту, от времени падения. (Работа в парах.) Построение графика и составление рассказа
4/8	Практикум по решению задач «Графики в динамике». Закрепление умений построения и анализа динамических графиков
5/9	Зачет по теме «Графики в динамике»
<b>Тема 4</b>	<b>Тепловые явления и экология (4 ч)</b>
1/10	Дифференцированное лабораторное изучение зависимости температуры таяния льда от времени. (Работа в парах.) Построение графика, его прочтение, формулирование вывода
2/11	Практикум по решению задач на тему «Анализ графиков изменения агрегатных состояний вещества»
3/12	Графики в метеорологии и экологии. Построение графиков зависимости температуры окружающего воздуха и атмосферного давления от времени на Таймыре (в наших условиях по собранным учениками данным). (Индивидуальная работа.)
4/13	Создание графической зависимости изменения радиационного фона с течением времени в нашем городе Дудинке (по результатам предварительных измерений в течение 2—3 недель). (Работа в группах.) Анализ графиков
<b>Тема 5</b>	<b>Постоянный ток (2 ч)</b>
1/14	Лабораторное исследование зависимости силы постоянного тока от приложенного напряжения. Построение по полученным данным графика и его анализ, предсказание новых результатов
2/15	Практикум по решению задач. Расчет сопротивления проводника по графику зависимости силы электрического тока от напряжения; сравнение сопротивлений проводников по графикам
16 <i>Итоговое занятие</i>	Урок-конференция «Графики — язык сотрудничества специалистов»



• В качестве примеров привожу план вступительной беседы и инструкции к проведению трех лабораторных работ.

### План беседы «Графики — язык сотрудничества»

Беседа сопровождается показом слайдов

#### 1. Графики в математике

- Графики линейной функции.
- Графики квадратичной функции.
- Графики тригонометрических функций.

#### 2. Графики в физике

- Использование международной символики обозначения физических величин.
- Графики смещения и энергий колебаний математического и пружинного маятников.
- Графики разных звуковых колебаний.
- График результатов ЕГЭ по физике за последние 5 лет.

#### 3. Графики в метеорологии

- Графики изменения среднегодовых температур воздуха в странах Европы, Азии, Африки.
- Графики начала ледоставов в северных районах России, Скандинавских странах и Канаде.
- Графики сроков начала паводков на р. Енисей за период 2000—2007 гг.
- Теоретический температурный прогноз климата на следующие 100 лет.

#### 4. Графики в экономике

- Графики изменения стоимости барреля нефти за последние 5 лет.

• Графики выплавки цветных металлов на предприятиях «Норильского никеля».

• Графики российских поставок никеля и меди на мировой рынок.

• Графики товарообмена между странами Евросоюза.

• Графики поставок сельскохозяйственной продукции из стран СНГ.

• Динамика инвестиций зарубежных стран в экономику России.

• Графики изменения числа авиапассажиров в зимний и летний периоды, летящих в страны Юго-Восточной Азии и Китай.

### Лабораторная работа «Построение графика скорости движения человека и его анализ»

*Приборы и материалы:* секундомер, измерительная лента.

*Задания:* измерьте время, за которое человек равномерно пройдет (пробежит) определенное расстояние, рассчитайте скорость и среднюю скорость его движения; постройте графики зависимости скорости от времени при движении обычным шагом, при медленном беге, быстром беге. Проведите анализ графиков и их сравнение. Сделайте выводы.

#### Ход работы

1. Отмерьте дистанции в 10, 30 и 50 м.
2. Измерьте время прохождения ее разным видом равномерного движения. Запишите результаты в таблицу 1.
3. Постройте графики зависимости прой-

Таблица 1

Данные опыта

Вид движения	Время движения, с	Расстояние, м	Скорость, м/с	Средняя скорость, м/с
Средний по скорости шаг		10		
		30		
		50		
Медленный бег		10		
		30		
		50		
Быстрый бег		10		
		30		
		50		

денного пути от времени в общих осях координат. Можете использовать такой масштаб по оси ординат: 2 см — 10 м.

4. По графикам рассчитайте свою среднюю скорость в каждом виде движения.

5. Результаты занесите в таблицу.

6. Сравните свои результаты с информацией в «Справочнике по физике и технике».

7. Придумайте и решите какую-либо задачу на основе одного из своих графиков.

8. «Взгляд назад»: ваши впечатления о проделанной работе.

### Лабораторная работа «Предсказание массы по графику»

**Задание:** постройте график зависимости массы горошин от их числа; определите по этому графику массу заданного количества горошин.

**Приборы и материалы:** 30 горошин, линейка, карандаш, весы с разновесом.

#### Ход работы

1. Определите с помощью весов массу 6, 13 и 26 горошин.

2. Результаты измерений занесите в таблицу II.

Таблица II

Результаты опыта

$N$ — количество горошин	6	13	26
$m$ — масса $N$ горошин			

3. Постройте график зависимости массы горошин от их числа.

4. Предскажите по графику:

а) массу определенного количества горошин;

б) сколько горошин надо взять, чтобы масса их была равна 4,5 г;

в) как пройдет график, отражающий взвешивание половинок горошин; начертите свой предполагаемый график.

5. Постройте реальный график для половинок горошин и сравните его с предполагаемым.

6. Ответьте на вопрос: «Можно ли с помощью графика узнать массу одной горошины? Как это сделать?»

7. Сконструируйте формулу для определения массы одной горошины.

8. Что вы узнали в процессе этого исследования?

9. «Взгляд назад»: ваши впечатления о проделанной работе.

### Лабораторная работа «Исследование изменений температуры воздуха, атмосферного давления, скорости и направления ветра на Таймыре»

**Задание:** проследите изменения температуры, атмосферного давления, скорости и направления ветра на Таймыре (в г. Дудинке, Норильске, Талнахе, Кайеркане, Адыкеле). Постройте по ним графики изменений данных. Проанализируйте их, сделайте выводы и сравните с предварительным прогнозом по этим пунктам, полученным из Интернета.

#### Ход работы

1. На протяжении 15—20 дней ведите наблюдения и накапливайте информацию о температуре воздуха, атмосферном давлении, скорости ветра и его направлении; результаты заносите в таблицу III или аналогичную, но для другого пункта.

2. По полученным данным постройте графики:

а) зависимости температуры воздуха от времени;

б) атмосферного давления от времени;

в) скорости ветра и его направления от времени.

3. Сделайте анализ этих графических зависимостей и установите взаимосвязи между ними.

4. Сравните свои графики с графиками, относящимися к другим районам Таймыра, и сделайте выводы.

5. Сравните свои графики с прогнозами погоды, полученными из Интернета, на

Таблица III

Наблюдения за погодой

Район Таймыра, время	Дата	Показатели			
		температура воздуха, °С	атмосферное давление, мм рт. ст.	скорость ветра, м/с	направление ветра
г. Дудинка; 07 ч 00 мин (ученик-1)	01.02 02.02 03.02 04.02 и т. д.				
г. Дудинка; 13 ч (ученик-2)					
г. Дудинка; 19 ч (ученик-3) и т. д.					

этот промежуток времени для этих регионов и сделайте выводы.

6. «Взгляд назад»: ваши впечатления о проделанной работе и ее пользе.

**КОММЕНТАРИЙ МЕТОДИСТА.** В конце каждой работы желательно подвести итог: чему конкретно научились ученики.

- Например, после *первой работы* этот итог может быть таким: мы учились строить графики зависимости пройденного пути от

времени и по ним определять неизвестную до того величину, а именно:

время, необходимое для прохождения (при быстром беге) определенного расстояния, скажем, 40 м,

расстояние, которое будет пройдено (шагом) за заданное время — 8 с.

- После второй работы итог может быть по содержанию иным: мы учились наглядно с помощью графика отображать результаты эксперимента и с помощью построенного графика делать прогнозы.

## ФИЗИКА И ЧЕЛОВЕК

### (предпрофильный элективный курс)

Л. Н. Дерезова, школа № 3, Ленинградская обл., г. Волхов

Задача, поставленная перед образованием, заключается не только в том, чтобы давать человеку всесторонние знания, но и развивать в нем самостоятельность мышления, необходимую для развития творческого восприятия окружающего мира.

П. Л. Капица

#### Пояснительная записка

Организм человека — это часть природы, поэтому все, что в нем происходит, подчиняется законам природы, изучением которых занимается в том числе и физика. Естествоиспытатель и врач Ю. Майер

писал: «Сейчас нельзя обойтись без знаний физики, если ты хочешь достигнуть ясности относительно физиологических вопросов...». Знание о себе интересно и полезно для всех. Действительно, физика помогает нам глубже понять процессы,

происходящие в нашем организме, и объяснить их.

Цель курса — расширить и углубить знания учащихся по физике и биологии, продолжить развитие интереса к этим предметам, объяснить школьникам процессы, которые происходят в нашем организме, с точки зрения физики. Дать представление учащимся о применении современных достижений физики в обследовании человека, при постановке диагноза и при лечении некоторых заболеваний, а также познакомить с особенностями естественнонаучной исследовательской деятельности.

Исследовательская деятельность учащихся будет включать в себя наблюдение, измерение, выдвижение гипотез, проведение

экспериментов, математическую обработку данных, анализ результатов эксперимента, а также предполагает сотрудничество при работе в группе.

Задачи курса:

- развить познавательные, творческие способности учащихся, самостоятельность мышления;
- расширить кругозор учащихся;
- выработать умения выдвигать гипотезы, планировать и выполнять эксперименты;
- сформировать навыки проведения исследований с использованием простых физических приборов и анализа полученных результатов;
- познакомить с аспектами здорового образа жизни;

#### Учебно-тематическое планирование курса

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Форма занятия и вид деятельности уча-ся
1	Физические методы воздействия и физические методы исследования в биологии	1	Лекция, конспектирование ее основного содержания
2	Сердце. Движение крови по сосудам. Кровяное давление (с точки зрения физики)	2	Беседа, практическая работа, исследовательская работа
3	Электрические свойства тканей организма	2	Беседа, практическая работа, исследовательская работа
4	Биопотенциалы и их регистрация	1	Беседа, работа с дополнительной литературой
5	Экскурсия в кабинет ЭКГ поликлиники	2	
6	Применение электрического тока с лечебной целью	2	Лекция, сообщения учащихся
7	Динамический и статический режимы работы мышц	1	Беседа, практическая работа
8	Время реакции человека и факторы, которые на него влияют	2	Беседа, исследовательская работа
9	Решение качественных задач по теме «Физика и человек»	1	Решение задач
10	Решение количественных задач по теме «Физика и человек»	1	Решение задач
11	Итоговое занятие	2	Викторина, соревнование, отчеты учащихся о проделанных практических работах, отзывы об экскурсии

- воспитать ответственность у учащихся, умение сотрудничать в процессе работы в группе.

Программа элективного курса «Физика и человек» предназначена для учащихся IX класса и рассчитана на 17 часов.

### Содержание элективного курса

1. Лекция «Физические методы воздействия и исследования в биологии» (рассказ о том, что физика и техника дают биологии).

2. Повторение темы из курса биологии «Строение сердца». Работа сердца. Движение крови по сосудам. Артериальное давление (объяснение процессов с точки зрения физики). Устройство аппарата для измерения кровяного давления.

Практическая работа «Измерение артериального давления методом Рива-Роччи-Короткова. Выявление факторов, которые влияют на артериальное давление».

Памятка «Первая помощь при гипертоническом кризе». Рекомендации по предупреждению заболеваний сердца.

3. Повторение темы из курса физики «Действие электрического тока на человека». Электрические свойства тканей организма. Практическая работа «Измерение сопротивления кожи человека».

4. Биопотенциалы. Электрокардиография. Электрокардиограмма (показ и пояснение рисунков с изображениями электрокардиограмм при нормальной работе сердца и при нарушении работы сердца). Устройство и принцип действия электрокардиографа.

5. Экскурсия в кабинет ЭКГ поликлиники.

6. Применение статического электричества для лечебных целей. Применение постоянного тока с лечебной целью. Применение высокочастотных колебаний с лечебной целью.

7. Динамический и статический режимы

работы мышц. Практическая работа «Измерение мышечной силы с помощью ручного динамометра».

8. Примеры, показывающие важность быстроты реакции человека. Повторение из курса физики «Свободное падение тел». Практическая работа «Время реакции человека и факторы, которые на него влияют».

9. Решение качественных задач, связанных с физикой человека. Решение количественных задач по теме «Физика и человек».

10. Проведение викторины по теме «Физика и человек» с использованием фрагментов из художественной литературы.

Отчеты учащихся о проделанных работах, отзывы об экскурсии.

### Литература для учащихся

1. Богданов К. Ю. Физик в гостях у биолога. — М.: Наука, 1986.

2. Громов С. В., Родина Н. А. Учебник «Физика-8», «Физика-9».

3. Лукашик В. И. Сборник задач по физике 7—8 класс. — М.: Просвещение, 1994.

4. Манойлов В. Е. Электричество и человек. — М.: Энергоиздат, 1982.

5. Степанова Г. Н. Сборник задач по физике 7—8 класс. — СПб.: Спецлитература, 1995.

6. Сузмер А. И., Петришина С. Л. Учебник «Биология-9».

### Литература для учителей

1. Варикаш В. М., Кимбар Б. А., Варикаш И. М. Физика в живой природе. — Изд. «Народная Асвета», 1984.

2. Зверев И. Д. Книга для чтения анатомии, физиологии и гигиены человека. — М.: Просвещение, 1978.

3. Ильченко В. Р. Перекрестки физики, химии, биологии. — М.: Просвещение, 1986.

4. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики. — М.: Просвещение, 1974.

5. Колесов Д. В., Маш Р. Д. Основы гигиены и санитарии. — М.: Просвещение, 1989.

## ФИЗИКА И МЕДИЦИНА (предпрофильный элективный курс)

**Ключевые слова:** элективный курс, межпредметные связи предпрофильная подготовка.

**Н. А. Ивочкина**, учитель МОУ СОШ № 51, г. Воронеж

Элективный курс, предложенный автором, позволяет установить связь между наукой об общих закономерностях явлений природы и совокупностью наук о болезнях, их лечении и диагностике.

### Пояснительная записка

Данный курс создан для предпрофильной подготовки учащихся IX классов и включает вопросы таких дисциплины, как физика, биология, а также медицина.

Предложенный вариант рассчитан на 23 часа. При необходимости его можно увеличить до 34 часов, добавив раздел «Действие закона Бернулли в механизме кровообращения».

### Цели и задачи курса:

*Обучающие:*

1. Познакомить учащихся с основными тенденциями развития современной науки.
2. Дать представление о взаимосвязи и взаимопроникновении наук: физики; биологии и медицины.
3. Познакомить школьников с историей и этапами становления медицины, физиотерапии.
4. Показать единство законов природы, применимость законов физики к живым организмам.
5. Обзорно познакомить учащихся с устройством и принципом действия медицинских приборов, медицинской аппаратуры.
6. Заложить фундамент для восприятия новых идей, стремительно входящих в практику и жизнь.
7. Познакомить школьников с физическими методами исследования и воздействия находящими широкое применение в медицине.

8. Ориентировать учащихся на медицинскую специальность.

*Развивающие:*

1. Развитие и активизация познавательной деятельности учащихся.
2. Расширение и углубление научного мировоззрения на основе уяснения роли взаимосвязи и взаимопроникновения наук, а также расширение кругозора школьников.

*Воспитательные:*

1. Формирование устойчивого интереса к физике как учебному предмету.
2. Воспитание на основе материалов уроков упорства и настойчивости в достижении поставленной цели; формирование активной жизненной позиции.

Данный курс позволяет установить связь между наукой об общих закономерностях явлений природы и совокупностью наук о болезнях, их лечении и предупреждении.

Программа курса направлена на повышение интереса к физике, способствует лучшему усвоению материала, создает условия для самостоятельной творческой деятельности учащихся.

Поскольку наблюдения и опыты являются источниками знаний, ученики выступают в роли физиков-исследователей. Выполнение самостоятельных практических работ обеспечивает связь физического эксперимента с изучаемым теоретическим материалом, что позволяет детям самостоятельно делать обобщения и выводы.

Предлагаемые опыты рассчитаны на школьное оборудование или простые самодельные приборы, которые можно легко сделать в домашних условиях.

Ко всем опытам даны пояснения и рекомендации. Каждый учащийся обеспечен учебным пособием по программе элективного курса.

В результате изучения курса учащиеся должны:

1. Узнать об этапах становления медицины.
2. Получить представление о взаимосвязи и взаимопроникновении наук: физики; биологии и медицины.

3. Получить представление о физических факторах, применяемых с лечебно-профилактической целью, об их действии на организм человека.

4. Научиться объяснять устройства и принцип действия простейших медицинских приборов на основе физических закономерностей.

5. Научиться выдвигать гипотезу на основе фактов, наблюдений и экспериментов.

6. Научиться обосновывать свою точку зрения.

7. Уметь проектировать простейшие технические и электротехнические устройства.

#### Тематическое планирование

№ п/п	Тема урока
1/1 2/2	I. Физика и медицина. История медицины (2 ч). Возникновение медицины и ее развитие до XVI века. Медицина в XVI—XIX вв. Развитие медицины в XX в.
3/1 4/2	II. Температура (2 ч). Термометры. Лабораторная работа «Сборка действующей модели термоскопа»
5/1 6/2 7/3 8/4	III. Давление (4 ч). Атмосферное давление и медицина. Роль атмосферного давления в жизни живых организмов. Измерение давления. Решение задач. Самостоятельная работа по теме «Манометры»
9/1 10/2	IV. Физика сердца (2 ч). Сердце и насос. Лабораторный практикум «Подсчет пульса в разных условиях»
11/1 12/2 13/3	V. Физика зрения (3 ч). Глаз и зрение. Очки. Экспериментальное задание № 1 «Наблюдение изображения тени на сетчатке глаза». Экспериментальное задание № 2 «Наблюдение изображения светлого пучка на сетчатке глаза»
14/1 15/2	VI. Магниты (2 ч). Магниты в медицине. Решение задач. Экспериментальное задание № 3 «Сборка действующей модели простейшего электромагнита»
16/1 17/2 18/3 19/4	VII. Доктор Ток (4 ч). Открытие Гальвани. Биотоки. Вольтов столб. Лабораторная работа «Изучение гальванического элемента». Применение постоянного тока с лечебной целью. Решение тестовых заданий по темам «Электрические явления», «Электрический ток»

№ п/п	Тема урока
20/1	VIII. Доктор Луч (1 ч). Инфракрасные, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи
21/1	IX. Будь здоров! (2 ч). Физические факторы, применяемые с лечебно-профилактической целью, и действие их на организм человека.
22/2	Экскурсия в физиотерапевтический кабинет городской больницы (поликлиники)
23	X Итоговый тест по программе курса «Физика и медицина» (1 ч).

## Содержание программы

### Тема 1. Физика и медицина

История медицины. Физика в медицине. Взаимосвязь наук: физики, биологии, медицина и др.

*Демонстрации:* рентгеновские снимки, томограммы головы, фотографии («Медицинская техника», «Хирургические приборы», «Хирургические операции» и др.).

### Тема 2. Температура. Термометры

История изобретения термометра. Термометры Фаренгейта, Цельсия, Реомюра. Медицинский термометр. Методы измерения температуры тела человека. Разбор вопросов по данной теме.

*Лабораторная работа* «Сборка действующей модели термоскопа».

*Оборудование:* флакон от лекарства (например от пенициллина) с резиновой пробкой, стеклянная трубка, стакан с водой.

Вопросы по теме:

1. Почему врач, поставив медицинский термометр больному, смотрит показание термометра не раньше, чем через 5—7 минут?

2. Нормальная температура человеческого тела около  $37^{\circ}\text{C}$ . Сколько это составляет по шкале Кельвина?

3. Почему на Севере для измерения температур воздуха пользуются не глицериновыми и не ртутными термометрами, а спиртовыми?

*Демонстрации:* ртутный, спиртовой и медицинский термометры, таблицы со шкалой

Цельсия, Реомюра, Фаренгейта, модель термометра.

### Тема 3. Давление

#### Атмосферное давление и медицина

Атмосферное давление. Роль атмосферного давления в жизни живых организмов.

Вопросы по теме «Атмосферное давление»:

1. Почему трудно пить из опрокинутой бутылки, если плотно охватить ее горлышко губами?

2. Как выпить сок из закрытой железной банки при помощи шила? Свои действия объясните.

3. Бутылка с водой закрыта пробкой, сквозь которую пропущена стеклянная трубка (от пипетки). Нижний конец трубки опущен в воду. Почему, если подуть в трубку, а потом отстраниться, вода поднимается по трубке и разбрызгивается фонтаном?

4. Если положить монету на большую плоскую тарелку и налить столько воды, чтобы она покрыла монету, то как при помощи стакана, спичек и свечи можно достать монету из тарелки, не замочив пальцев?

Решение задач по теме «Давление в жидкостях. Сообщающиеся сосуды».

1. Водолаз в жестоком скафандре может погружаться на глубину 250 м, искусный ныряльщик — на 20 м. Определить давление воды в море на этих глубинах.

2. Определите по графику (рис. 1) глубину погружения тела в озере, соответствующую давлению воды 100, 300 и 500 кПа.



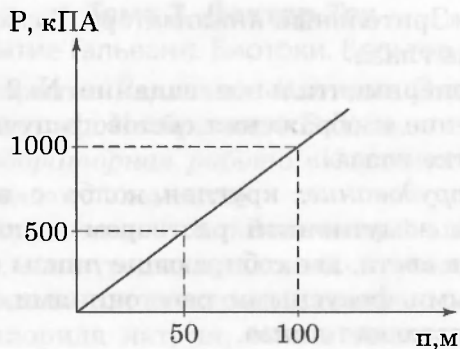


Рис. 1

3. Какую силу испытывает каждый квадратный метр площади поверхности водолазного костюма при погружении в морскую воду на глубину 10 м?

4. Давление в газогенераторе (установка для получения газа) изменилось на  $1,7 \cdot 10^{-2}$  атм. Как изменится разность уровней воды в манометре, присоединенном к генератору?

Демонстрации: проведение опытов, которые объясняют принцип работы медицинских приборов (шприц, пипетка, капельница и медицинские банки).

#### Измерение давления

Жидкостный манометр. Измерение давления внутри жидкости. Прибор для измерения давления крови.

Работа с карточками по теме «Манометры»\*.

Демонстрации: жидкостный манометр. Прибор для измерения давления крови — тонометр, стетоскоп.

### Тема 4. Физика сердца

#### Сердце и насос

Насос. Сердце. Автоматизм сердца.

Вопросы по теме «Насосы»:

1. Будут ли действовать в безвоздушном пространстве поршневые жидкостные насосы?

\* Манометры: Дидактический материал по физике: 7—6 кл.: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1969.

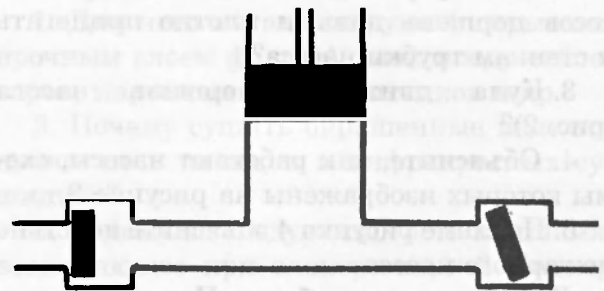


Рис. 2

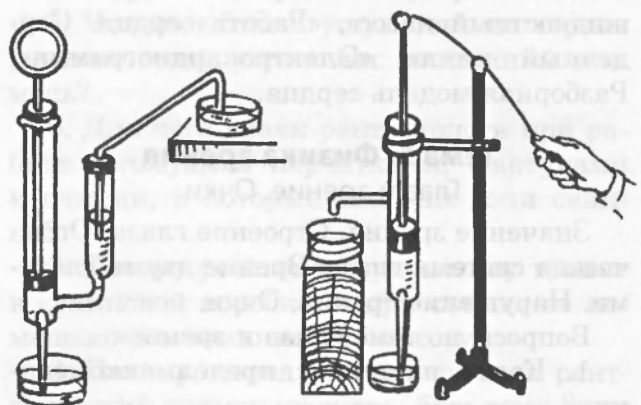


Рис. 3

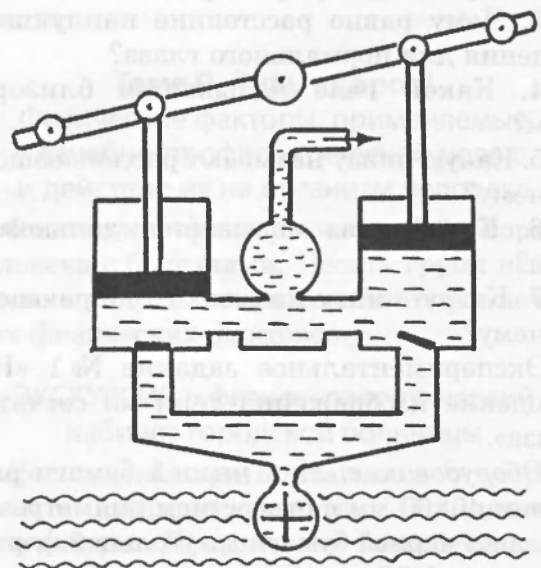


Рис. 4

2. Почему у жидкостных и газовых насосов поршень должен плотно прилегать к стенкам трубки насоса?

3. Куда движется поршень насоса (рис. 2)?

4. Объясните, как работают насосы, схемы которых изображены на рисунке 3.

5. По схеме рисунка 4 объясните действие пожарного насоса.

*Лабораторная работа* «Подсчет пульса в разных условиях».

Оборудование: часы с секундной стрелкой.

*Демонстрации:* таблицы «Поршневой жидкостный насос», «Работа сердца. Сердечный цикл», «Электрокардиограмма». Разборная модель сердца.

### Тема 5. Физика зрения

#### Глаз и зрение. Очки.

Значение зрения. Строение глаза. Оптическая система глаза. Зрение двумя глазами. Нарушение зрения. Очки.

Вопросы по теме «Глаз и зрение»:

1. Когда наступает предел аккомодации?

2. Как называется расстояние, при котором детали предмета можно рассматривать без напряжения?

3. Чему равно расстояние наилучшего видения для нормального глаза?

4. Какой глаз называется близоруким?

5. Какую линзу называют рассеивающей? Почему?

6. Какой глаз называется дальнозорким?

7. Какую линзу называют собирающей? Почему?

Экспериментальное задание № 1 «Наблюдение изображения тени на сетчатке глаза».

*Оборудование:* лист черной бумаги размером 40×60 мм с отверстием диаметром 2 мм, лист черной бумаги треугольной формы со стороной 30 мм.

*Демонстрации:* таблицы «Глаз и зре-

ние», «Зрительный анализатор». Разборная модель глаза.

Экспериментальное задание № 2 «Наблюдение изображения светового пучка на сетчатке глаза».

*Оборудование:* круглая колба с водой, слегка замутненной раствором мыла, источник света, две собирающие линзы с различными фокусными расстояниями, одна рассеивающая линза.

### Тема 6. Магниты в медицине

Соленоид. Способы усиления магнитного действия соленоидов. История создания электромагнитов. Применение электромагнитов. Глазной электромагнит. Электромагнитные аппараты. Магнитный интраскоп.

Вопросы по теме «Электромагниты и их применение».

1. Нужно построить электромагнит, подъемную силу которого можно регулировать, не изменяя конструкции. Как это сделать?

2. Что надо сделать, чтобы изменить магнитные полюсы катушки с током на противоположные?

3. Как построить сильный электромагнит, если конструктору поставлено условие, чтобы ток в электромагните был сравнительно малым?

4. Используемые в подъемном кране электромагниты обладают громадной мощностью. Электромагниты, при помощи которых удаляют из глаз случайно попавшие железные опилки, очень слабы. Какими способами достигают такого различия?

Экспериментальное задание «Сборка действующей модели простейшего электромагнита».

*Оборудование:* стальной болт диаметром 10 мм и длиной не менее 100 мм, 15 м медной изолированной проволоки диаметром 0,2—0,3 мм, толстая нить, батарейка от карманного фонаря, гвозди, булавки и другие металлические предметы.

*Демонстрации:* таблица «Электромагниты», опыты с соленоидом (фотографии электромагнитной аппаратуры в медицине).

### Тема 7. Доктор Ток

Открытие Гальвани. Биотоки. Вольтов столб

Открытие Гальвани. Биотоки. Электрокардиограф. Изобретение Вольта.

*Лабораторная работа* «Изучение гальванического элемента».

*Оборудование:* гальванический элемент сухой, электроды цинковый и угольный, держатель для электродов, стакан с раствором хлорида натрия, лампа накаливания на подставке, ключ, провода с наконечниками.

Экспериментальное задание в домашних условиях «Сборка электрической батареи (батареи Вольта)».

*Оборудование:* пять монет достоинством один рубль, пять пятидесятикопеечных монет, промокательная или газетная бумага, крепкий раствор поваренной соли, ванночка или тарелка для раствора [6].

*Демонстрации:* фотография электрокардиографа, сравнение его на опыте с работой осциллографа, модель гальванического элемента.

Опыт. Картофельный и лимонный элементы [7, 9].

#### Применение постоянного тока с лечебной целью

Электрический ток. Сила тока. Постоянный ток. Физико-химическая основа метода гальванизации. Лекарственный электрофорез.

Тест-задание по темам «Электрические явления», «Электрический ток» [2].

*Демонстрации:* фотографии «Некоторые частные методики гальванизации и лекарственного электрофореза», «Аппарат для гальванизации и лекарственного электрофореза «Поток—1»».

### Тема 8. Доктор Луч

Инфракрасные, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи

Шкала электромагнитных излучений. Инфракрасное, ультрафиолетовое и рентгеновское излучения в медицине.

Вопросы по теме:

1. Для чего металлизуют (покрывают прочным слоем фольги) спецодежду сталеваров, мартенщиков, прокатчиков и др.?

2. Почему сушить окрашенные изделия лучше не в печах, а в инфракрасных сушилках?

3. Почему не следует смотреть на пламя, возникающее при электросварке? Почему темное стекло предохраняет глаза сварщика от вредного действия пламени?

4. Почему баллоны ртутных ламп ультрафиолетового излучения делают не из обычного, а из кварцевого стекла?

5. Что дает более густую тень на экране рентгеновской установки: алюминий или медь?

6. Для чего врачи-рентгенологи при работе пользуются перчатками, фартуками и очками, в которые введены соли свинца?

7. Почему рентгеновскую пленку хранят в свинцовой коробке, а при съемке ее помещают в алюминиевую кассету?

8. Почему, перед тем как сделать рентгеновский снимок желудка, больному дают бариевую кашу?

*Демонстрации:* шкала электромагнитных колебаний, фотографии рентгеновских снимков.

### Тема 9. Будь здоров!

Физические факторы, применяемые с лечебно-профилактической целью, и действие их на организм человека

Физические факторы — способы борьбы человека с болезнями. Десять групп искусственно получаемых и естественных лечебных физических факторов.

#### ЭКСКУРСИЯ в физиотерапевтический кабинет городской больницы

*Цели:* ознакомить учащихся с устройством и принципом действия медицинской аппаратуры. Показать на практике связь физики и медицины. Сформировать устойчивый интерес к изучению предмета «Физи-

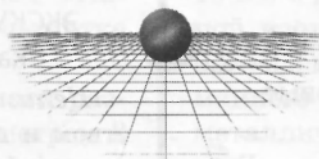
ка» и ориентировать учащихся на медицинскую специальность.

**Демонстрации:** фотографии; универсальный электроимпульсатор УЭИ-1, аппарат «Электросон—2», аппарат «Электросон—4», проведение процедуры электросна одновременно 4 больных, аппарат «Амилипульс—3», проведение воздействия синусоидальными токами от аппарата и «Амилипульс—3Т», воздействие диадинамическими токами от аппарата СНШ—1, аппарат для лечения диадинамическими токами «Модель—717», аппарат «Тонус—1», аппарат «Полюс—1», воздействие импульсными токами на область коленных суставов и область пятки.

### Тема 10. Итоговый тест по программе курса «Физика и медицина»

#### Литература

1. Алексеева М. Н. Физика — юным: Теплота. Электричество. — М.: Просвещение, 1980.
2. Алмаева Л. В. Тесты по физике. 9 класс. — Саратов: Лицей, 2001.
3. Батуев А. С., Кузьмина И. Д., Ноздрачев А. Д. и др. Биология: Человек: Учеб. для 9 кл. — М.: Просвещение, 1994.
4. Демкович В. П., Демкович Л. П. Сборник задач по физике для 8—10 классов средней школы. — М.: Просвещение, 1981.
5. Ерунова Л. И. Урок физики и его структура при комплексном решении задач обучения. — М.: Просвещение, 1968.
6. Гальперштейн Л. Забавная физика: научно-популярная книга. — М.: Детская литература, 1993.
7. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике в 6—7 классах средней школы. — М.: Просвещение, 1985.
8. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики. — М.: Просвещение, 1988.
9. Кириллова И. Г. Книга для чтения по физике 6—7 кл. — М.: Просвещение, 1978.
10. Лапин И. Я. Не уроком единым: Развитие интереса к физике. — М.: Просвещение, 1991.
11. Лукашик В. И., Иванова Е. В. Сборник задач по физике для 7—9 кл. — М.: Просвещение, 2000.
12. Перельман Я. И. Занимательная физика, кн. 1. — Уфа: Слово, 1993.
13. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика: Учеб. для 7 кл. сред. шк. — М.: Просвещение, 1993.
14. Скрелин Л. И. Дидактический материал по физике: 7—8 кл.: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1989.
15. Справочник по физиотерапии/ Под ред. А. Н. Обросова — М.: Медицина, 1976.
16. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика: Учеб. для 11 кл. — М.: Просвещение, 2004.
17. Буров В. А., Иванов А. И., Свиридов В. И. Фронтальные экспериментальные задания по физике. — М.: Просвещение, 1987.
18. Буров В. А., Кабанов С. Ф., Свиридов В. И. Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6—7 кл. сред. шк.: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1981.
19. Элементарный учебник физики: Учебное пособие в 3 т./Под ред. Г. С. Лансберга. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. — М.: Наука, 1935.
20. Энциклопедический словарь юного физика/ Сост. В. А. Чуянов — М.: Педагогика, 1984.
21. Яворский Б. М., Селезнев Ю. А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и для самообразования. — М.: Наука, 1989.



# ФИЗИКА И БИОЛОГИЯ (предпрофильный элективный курс)

**Ключевые слова:** элективный курс, межпредметные связи предпрофильная подготовка.

**О. А. Крамнистая**, учитель МОУ СОШ № 6, г. Вязьмы Смоленской области, vzm\_olgakr@mail.ru

Содержание элективного курса, предложенного автором, направлено на практическое использование межпредметного материала для проведения исследовательских работ.

### Пояснительная записка

Курс «Физика и биология» для реализации в рамках предпрофильной подготовки может использоваться для проведения исследовательской работы девятиклассников. Содержание программы мотивирует учащихся к изучению физики и биологии.

### Цель курса:

- оказать учащимся помощь*
- в принятии решения о выборе профиля обучения,
  - в направлении дальнейшего образования,
  - создать условия для повышения готовности подростков к социальному, профессиональному и культурному самоопределению в целом;

- расширить представления учащихся об*
- окружающем мире,
  - о гигиенической основе жизни человека,
  - об ответственности за свое здоровье.

### Задачи курса способствовать:

- развитию творческих и исследовательских способностей,
- формированию умений групповой работы,
- развитию интереса к изучению физики,
- развитию творческих наклонностей учащихся,
- развитию технического мышления,
- формированию теоретических и практических умений.

Программа курса позволяет учащимся осознанно ответить на вопросы: «Хочу ли

### Учебно-тематическое планирование

	Темы занятий	Количество часов		
		Всего	Лекции	Практические занятия
1	Строение глаза, процесс зрения	4	1	3
2	Коррекция зрения	2	1	1
3	Влияние витамина А на улучшение зрения	2	1	1
4	Естественное и искусственное освещение	4	2	2
5	Гигиеническая характеристика классной комнаты	4	2	2
6	Защита исследовательских работ	1	–	–
Итого		17	7	9

я это знать? Интересно ли мне это? Имею ли я склонность к этому профилю?». Для ответа на эти вопросы предусмотрены контрольные процедуры, под которыми понимается наличие следов учебной деятельности в области самостоятельного поиска информации (реферат или отчет по работе), выполнение действий, не заданных учителем, попытка поиска ответов на вопросы, сформулированные самостоятельно.

Включенный в программу материал может применяться для различных групп школьников, не только для учащихся IX классов, но и использования в качестве исследовательской работы для учащихся X и XI классов.

## Содержание программы

### Тема 1.

#### Строение глаза, процесс зрения

Строение глаза. Аккомодация. Цветовое зрение и цветовая чувствительность глаза. Глаз как живая камера-обскура. Бинокулярное и стереоскопическое зрение. Угол зрения и разрешающая способность глаза.

*Лабораторные работы:*

Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза.

Определение разрешающей способности глаза.

(Описания этих работ взяты из [5].)

### Тема 2.

#### Коррекция зрения

Заболевания глаз. Близорукость и дальзорукость. Очки. Водительские очки. Компьютерные очки. Иридодиагностика. Гимнастика для глаз. Очки-тренажер «Комфорт». Гигиена зрения. Разучивание упражнений для глаз. Нормы зрения при работе с ПК и чтении.

*Исследование:* изучение уровня зрения среди учащихся школы (работа с медицинскими картами).

### Тема 3.

#### Влияние витамина А на улучшение зрения

Содержание витамина А в продуктах питания растительного и животного происхождения.

*Исследование:* изучение содержания витамина А в рационе питания учащихся школы (анкетирование, изучение меню в школьной столовой).

### Тема 4.

#### Естественное и искусственное освещение

Люминесцентные лампы дневного света, сила света и освещенность, законы освещенности, люксометры, световой поток, гигиена освещенности. Значение естественного и искусственного освещения. Цветовая гамма помещений. Инсоляционный режим. Световой коэффициент. Коэффициент заглупления. Коэффициент заслонения. Коэффициент естественной освещенности. Определение искусственного освещения по методу «ватт».

*Исследование:* изучение цветовой гаммы, уровня естественного и искусственного освещения школы.

### Тема 5.

#### Гигиеническая характеристика классной комнаты

Относительная влажность воздуха. Психрометр. Атмосферное давление. Барометр. Термометр. Коэффициент аэрации. Анемометр. Потребный или вентиляционный объем воздуха.

*Исследование:*

- определение влажности воздуха, атмосферного давления и температуры воздуха в классе;
- определение площади и объема класса, приходящегося на одного учащегося;
- определение скорости воздуха в классе;
- определение вентиляционного объема воздуха, приходящегося на одного учащегося в классе.

### Литература для учителя

1. Вавилов С. И. Глаз и Солнце. — М.: Наука, 1987.
2. Гальперин С. Анатомия и физиология человека. — М.: Высшая школа, 1974.
3. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. — М.: Мир, 1996.
4. Демидов В. Как мы видим то, что видим. — М.: Знание, 1979.
5. Физика-11/ Под ред. А. А. Пинского. — М.: Просвещение, 1998.

6. СанПиН 2.4.2.1178-02.

### Литература для учащихся

1. Брэгг У. Мир света. — М.: Знание, 1991.
2. Толанский С. Удивительные свойства света. — М.: Мир, 1991.
3. Филлимович Б. Световые явления вокруг нас. — М.: Просвещение, 1989.
4. Школьник Ю. Человек: полная энциклопедия. — М.: Эксмо, 2004.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРИРОДЕ И ЖИЗНИ (предпрофильный элективный курс)

**Ключевые слова:** элективный курс, межпредметные связи, предпрофильная подготовка.

**Г. М. Набиева**, учитель МОУ СОШ № 5 Бавлинского муниципального района Республики Татарстан

Содержание элективного курса, предложенного автором, направлено на изучение электрических явлений, окружающих человека повседневно.

### Пояснительная записка

Ключевой проблемой психологии и педагогики являются развитие и реализация творческого потенциала человека как субъекта профессионального труда и целостной жизнедеятельности. Здесь крайне важно выявление склонности молодых людей к той или иной профессиональной деятельности. Особую роль в этом процессе занимает опережающая работа по развитию у ученика способности к принятию решений, освоению ими полей возможностей и ответственности.

Курс рассчитан на учащихся IX класса. Является краткосрочным курсом, рассчитанным на 10 часов. Материал элективного курса включает оригинальный материал, выходящий за рамки школьной программы.

В процессе обучения предполагается использование активных методов обучения, таких, как: эвристическая беседа, дискус-

сия, разрешение проблемных ситуаций, экспериментальное моделирование, унифицированное использование элементарных бытовых предметов на основе знания законов физики.

### Цель курса:

1. Ориентация школьников на выбор профиля обучения на старшей ступени.
2. Развитие содержания одного из базовых курсов.
3. Применение значимости знаний, полученных по физике в различных жизненных ситуациях.
4. Формирование конкретных навыков решения бытовых проблем на основе знания законов физики.
5. Формирование четкого представления по соблюдению правил техники безопасности в быту.

6. Повышение познавательного интереса к предмету.

### Содержание курса

**Тема 1.** Два рода зарядов. Электризация тел.

*Исследование:* изучение природы электрического заряда.

**Тема 2.** Электроскоп. Принцип его действия.

*Практическая работа:* «Изготовление электроскопа».

Практическое применение электризации — «Музейная задача».

**Тема 3.** Примеры электризации в жизни и быту (по докладам учеников). Опасности проявления электризации в производстве и меры их предотвращения.

*Практическая работа* «Грозовой ливень в комнате».

**Тема 4.** Проводники и непроводники электричества. «Птицы на проводах».

*Практическая работа* «Определение электропроводности вещества».

**Тема 5.** Электрическое поле. Характеристики электрического поля. Решение задач по определению напряженности и потенциала электрического поля.

**Тема 6.** Электрический ток. Условия существования тока. Физическая природа молнии.

**Тема 7.** Работа и мощность электрического тока.

*Расчетная задача* «Сколько стоит молния?».

**Тема 8.** Действие тока.

*Исследование:* выявление действий электрического тока.

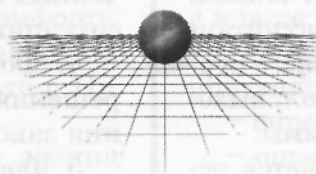
**Тема 9.** Электромагниты и их применение: 1) магнитные фокусы; 2) магнит в земледелии; 3) электромагнитный наземный и водный транспорт; 4) магнитная летательная машина.

*Практическая работа* «Исследование свойств электромагнитов».

**Тема 10.** Заключительная лекция-обобщение на тему «Единство электрического и магнитного полей». Магнитное поле Земли, физическая природа магнитных бурь.

### Литература

1. Мэрион Дж.Б. Физика и физический мир. — М.: Мир, 1975.
2. Перельман Я. И. Занимательная физика. — М.: Триада-Литера, 1994.
3. Физическая смекалка. Занимательные задачи и опыты по физике для детей. — М.: Омега, 1994.
4. Родина Н. А., Гутник Е. М., Кирилова И. Т. Самостоятельная работа учащихся по физике в 7—8 кл. средней школы. — М.: Просвещение, 1994.
5. Чучкалов И. А., Чучкалов С. И. Аналитические и качественные задачи по физике. — Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 1997.
6. Коган Л. М. Учись решать задачи по физике. — М.: Высшая школа, 1993.





## БАЛАНС ЭНЕРГИИ

М. А. Старшов, доцент Саратовского государственного университета

Вполне очевидно, что груз, висящий на закрученной нитке, покрутится некоторое время и успокоится. Но вот вспомнилось, какое удовольствие доставляла простая игрушка, принесенная кем-то из мальчишек (а я учился тогда в мужской школе) — крупная пуговица на сложенной вдвое прочной нитке, пропущенной через две дырочки в пуговице. Берешься за концы шпагата двумя руками так, чтобы пуговица висела ниже рук, крутишь-крутишь много раз, описывая пуговицей как можно большее кольцо, а потом быстро разводишь руки в стороны, резко и сильно. Пуговица начинает вращаться вокруг своей оси на горизонтальной веревочке. Тут надо было не зевать, во время растягивать нить и в нужное время чуть-чуть ослаблять натяжение. Поддерживать очень быстрое вращение пуговицы можно было почти неограниченное время, короче говоря — пока не надоест.

Гораздо позже, вспомнив эту игрушку, осознал в ней пример устройства с удивительно точным равенством подводимой энергии и потерями в системе. Глубина обратной связи определяется человеком, который интуитивно, на основе быстро приобретаемого опыта регулирует переменную силу натяжения нити.

Предложим модификацию этой эффектной игрушки с физическим содержанием. Во-первых, вместо пуговицы возьмем обычную пробку от винной бутылки, не пластиковую, а из прессованной крошки. Проткнем ее шилом по возможности ближе к оси симметрии, пропустим через отверстие сложенную вдвое тонкую медную проволоку и с ее

помощью протащим через пробку прочный шпагат. Затем пропустим шпагат через металлическое гладкое колечко и еще раз через пробку. Надев на шпагат второе кольцо, завяжем узелок.

Оказывается, старинная забава стала еще более интересной. Пробку можно долго вращать на закрученном шпагате, а крутится она не совсем вокруг своей оси, концы ее при этом кажутся утолщенными. Самое же интересное то, что, чуточку ослабив силу, растягивающую нить, можно наблюдать прекрасную стоячую волну, нить так быстро отклоняется от горизонтального направления в одну и другую сторону, что глаз видит ее одновременно в двух крайних положениях, и это наблюдается сразу слева и справа от пробки. Конечно, и с пуговицей можно увидеть нечто похожее, но с пробкой это видно отчетливее и ярче.

Демонстрация такого опыта будет полезна для первых уроков физики в школе, а также и на занятиях со студентами в физическом практикуме при изучении сложения волн.

Дальнейшее изменение устройства совсем озадачивает. В другой аналогичной пробке шилом сделаем два отверстия, параллельных ее оси, в которые пропустим шпагат, сделав игрушку, похожую на пуговицу, только существенно толще. Предположим, что она будет вращаться лучше первой пробки. Но ничего подобного, она очень быстро останавливается, как бы долго ее не закручивали предварительно. Таким образом, эта простая игрушка дает простор для самостоятельного исследования любознательным школьникам.

# О НОВОЙ ЛИНИИ УЧЕБНИКОВ ФИЗИКИ ДЛЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ



Появление новой линии учебников физики вызвано намерениями облегчить изучение этого предмета в школе, сделать физику более доступной, понятной учащимся, наконец, увлечь этой наукой и в то же время повысить качество знаний, выдержать научный подход. Обычно авторы учебников для 7–9 классов вынуждены

решать прежде всего первый круг задач: сделать изучение физики более доступным для большинства учеников. При этом полноценное рассмотрение ряда тем школьного курса часто откладывается до старших классов, и только с 10 класса внимание начинает уделяться качеству знаний в расчете на то, что необходимый для этого фундамент уже заложен в основной школе. Но заложен ли он? Или старшеклассникам приходится поспешно учить физику, не имеющую начал? У школьников нарушается ощущение цельности и логической стройности курса физики, возникает отторжение, нежелание изучать физику как предмет. По мнению авторов, это и является для учащихся основной проблемой, создающей трудности при изучении физики. Между тем весь курс школьной физики представляет собой логически стройную теорию, базирующуюся на более чем ограниченном количестве утверждений. В связи со сказанным авторы при построении своего курса старались придерживаться следующих принципов:

1. **Логическая последовательность.** Последовательное изложение материала должно убедить школьника в том, что физика представляет собой логически стройную науку. Поэтому изложение физики начинается с азов: введения основных понятий, способов измерения физических величин, описания положения тела в пространстве и т. п.

2. **Ступенчатость изложения.** Отсутствие у учеников необходимого математического аппарата не позволяет изложить основные законы механики и методы решения задач в полном объеме. Поэтому предлагаемый курс построен по ступенчатому принципу: от простого к сложному.

3. **Преemptивность.** Введенные физические понятия, определения физических величин и формулировки ос-

новных законов без изменения используются и в старших классах. Несмотря на то что такой подход создает определенные трудности на начальном этапе обучения, по мнению авторов, он оправдан и целесообразен: ведь, как известно, переучивать сложнее, чем учить.

4. **Классификация задач.** Задачи в учебнике разделены на группы, которым присвоены названия. Подобное разделение позволяет учащимся, во-первых, ориентироваться при решении новых задач; во-вторых, что нам представляется даже более важным, понять, что при кажущемся разнообразии задач число их видов весьма ограничено.

5. **Наличие алгоритма решения задач каждого вида.** В учебнике приведены подробные алгоритмы решения задач каждой группы. По мнению авторов, такие алгоритмы помогают научиться самостоятельно разрабатывать логически правильную последовательность действий при решении задач, использовать полученные теоретические знания на практике и одновременно хорошо усвоить теорию.

6. **Возможная автономность.** Учебник и рабочая тетрадь построены таким образом, чтобы ученик имел возможность самостоятельно разобратся в материале: найти ответы на возникшие у него вопросы, понять то, что вызвало у него затруднение во время урока.

7. **Разноуровневость обучения.** Учебник создавался как разноуровневый, одинаково интересный и для обычных учащихся, и для интересующихся физикой учеников. Поэтому все тексты для дополнительного изучения представляют собой «параллельное изложение» материала, что делает их доступными не только для одаренных детей, хотя сам текст и может выходить за рамки образовательного стандарта.

8. **Поэтанная систематизация и возможность поэтапного контроля.** Авторы уделили особое внимание четкости формулировок итогов каждого параграфа. Приведенные вопросы составлены таким образом, что ответы на них содержатся в тексте параграфа. Итоги в конце каждой главы позволяют представить изученную информацию в компактном и наглядном виде.

На правах рекламы



Издательский центр «Вентана-Граф»  
127422, Москва,  
ул. Тимирязевская, д. 1, стр. 3  
Тел./факс: (495) 234-07-53, 611-15-74  
E-mail: [pr@vgf.ru](mailto:pr@vgf.ru), [sales@vgf.ru](mailto:sales@vgf.ru)  
Посетите наш интернет-магазин на сайте:  
[www.vgf.ru](http://www.vgf.ru)



## «Обучение должно быть трудным, но обязательно победным!»

О. Ф. Кабардин

Актуальной задачей современной российской школы является перенос основного внимания с процесса передачи знаний на развитие интеллектуальных и творческих способностей школьников, формирование умений самостоятельного приобретения новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами учащихся.

Линия УМК «Архимед» О. Ф. Кабардина для 7 – 9 классов призвана способствовать решению этой задачи.

учебник



рабочая тетрадь



книга для учителя



электронное приложение



ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ

Состав комплекта



На правах рекламы

Комплект «Архимед» — первый во всём!

- Первый комплект учебников физики, основанный на лично ориентированном подходе к процессу обучения.
- Первый комплект учебников физики фиксированного формата: на одном развороте дан учебный материал для обязательного изучения всеми школьниками, а на другом – дополнительный дифференцированный материал.
- Первый комплект учебников физики, в котором материал параграфа организован так, чтобы работать с ним было удобно и интересно детям разного уровня подготовки.
- Первый комплект учебников физики с полноцветными иллюстрациями.

### Возможности работы с УМК «Архимед»: для учителя

- ориентация учащихся на самостоятельную активную поисковую деятельность;
- организация на каждом уроке самостоятельной познавательной деятельности учащихся;

### для учащегося

- возможность выбора самостоятельной образовательной траектории при изучении физики благодаря сокращению объема обязательного учебного материала;
- переход к проблемному обучению и самостоятельному поиску материала.

Издательство «Просвещение»

Интернет-магазин Umlit.ru

127521, Москва,  
3-й проезд Марьиной рощи, 41  
Тел.: (495) 789-3040  
Факс: (495) 789-3041  
E-mail: [prosv@prosv.ru](mailto:prosv@prosv.ru) [www.prosv.ru](http://www.prosv.ru)

Доставка учебно-методической литературы почтой по России, курьером по Москве  
129075, Москва, ул. Калибровская, 31а, 000 «Абрис»  
Тел.: (495) 981-1039  
E-mail: [zakaz@umlit.ru](mailto:zakaz@umlit.ru) [www.umlit.ru](http://www.umlit.ru)



### Уважаемые читатели!

Для комплектования школьных и вузовских библиотек предлагаем подписаться **по льготной цене** на комплект журналов:

- 1) «Биология в школе» (5 номеров)
- 2) «Воспитание школьников» (5 номеров)
- 3) «География в школе» (5 номеров)
- 4) «Математика в школе» (5 номеров)
- 5) «Преподавание истории и обществознания в школе» с разделом «Экономика и право в школе» (5 номеров)
- 6) «Русская словесность» с разделом «МХК. Мировая художественная культура» (3 номера)
- 7) «Физика в школе» (4 номера)
- 8) «Физическая культура в школе» (4 номера)
- 9) «Школа и производство» (4 номера)

Подписной индекс **80858**, каталожная цена комплекта **5400 руб.**

**Внимание!** Каталожная цена не включает почтовый сбор.

Подписную цену с учетом доставки вы можете узнать в своем отделении связи.

ISSN 0130-5522



9 770130 552106

05



Подписной индекс **71019**

Подписка осуществляется

по каталогу «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать»