

ФИЗИКА

ISSN 2077-0049
ИЗДАЕТСЯ С 1992 г.
№ 4 (963)

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

*12 апреля – Всемирный день
авиации и космонавтики*



«Нельзя же вечно жить в колыбели...»
с. 3–25, 32, 61

Закон сохранения импульса
с. 39

Наука и религия
с. 55



Лабораторный практикум

- Переменный ток
 - Электромагнитные колебания
 - Колебательный контур
 - Осциллограф-приставка
- с. 26



издательский
ДОМ
1september.ru

Первое сентября

апрель
2014

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

4–8



НАУКА И ТЕХНИКА: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

С.А. Красоткин
Человек в космосе

9

Проф. В.Г. Довгань
Это – планета Марс

10–19



В.Е. Бугров
Советская ракетно-
космическая школа:
от «Востока» до «Бурана»

20–25



УЧЕБНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Л.В. Филюкова,
А.А. Иванова, О.А. Коверга
Интегрированные уроки
с использованием ИКТ

26–29

ЭКСПЕРИМЕНТ

В.В. Ефимов
Установка для исследования
графиков электромагнитных
колебаний с помощью
осциллографа-приставки
и работа с ней в рамках
лабораторного практикума.
11 кл.

30, 31
34, 35

АСТРОНОМИЯ

Проф. В.М. Чаругин
Звёздное небо в мае

32–33



И ШКОЛЬНИКУ, И УЧИТЕЛЮ, И...

В.Д. Чупин
Космонавтика на банкнотах
мира

36–37



М.А. Бражников
Историческая физика:
Изобретение громоотвода
Б. Франклином

37



Народный учитель России
Л.В. Пигалицын
Новости науки и техники

38

Н.Д. Козлова
«ЕГЭ» по-американски

39–41

Е.Б. Гусев
Закон сохранения момента
импульса в космосе

47

М.А. Старшов
Смех сквозь слёзы...

42–43

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

А.А. Зайцев
Опять «2»!

44–47

АБИТУРИЕНТУ

В.П. Демков, В.В. Озолин,
Г.Э. Солохина
МАИ (НИУ)-
2013: Российская
аэрокосмическая
олимпиада

48–54



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Н.В. Латухина
Физические основы
нанотехнологий. Лекция 3

55–59



К.Ю. Богданов
Наука и религия

60–61



Рефераты электронных
публикаций



К материалам, обозначенным
этим символом,
см. электронные дополнения
в своём Личном кабинете на
сайте www.1september.ru.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Главный редактор:

Артем Соловейчик
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:

Константин Шмарковский
(финансовый директор)

Развитие, IT и координация проектов:

Сергей Островский
(исполнительный директор)

Реклама, конференции и техническое
обеспечение Издательского дома:

Павел Кузнецов

Производство:

Станислав Савельев

Административно-хозяйственное

обеспечение: Андрей Ушков

Педагогический университет:

Валерия Арсланьян
(ректор)

ГАЗЕТА ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Первое сентября – Е.Бирюкова

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Английский язык – А.Громушкина,

Библиотека в школе – О.Громова,

Биология – Н.Иванова,

География – О.Коротова,

Дошкольное образование – Д.Тюттерин,

Здоровье детей – Н.Сёмина,

Информатика – С.Островский,

Искусство – О.Волкова,

История – А.Савельев,

Классное руководство

и воспитание школьников – М.Битянова,

Литература – С.Волков,

Математика – Л.Рослова,

Начальная школа – М.Соловейчик,

Немецкий язык – М.Бузоева,

ОБЖ – А.Митрофанов,

Русский язык – Л.Гончар,

Спорт в школе – О.Леонтьева,

Технология – А.Митрофанов,

Управление школой – Е.Рачевский,

Физика – Н.Козлова,

Французский язык – Г.Чесновицкая,

Химия – О.Блохина,

Школа для родителей – Д.Тюттерин,

Школьный психолог – М.Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано ПИ № ФС77-44336 от 21.03.11

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 12.03.14,

фактически 12.03.14. Заказ №

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая

типография», филиал «Чеховский Печатный

Двор» Ул. Полиграфистов, д. 1, Московская

область, г. Чехов, 142300; сайт: www.chpd.ru;

e-mail: sales@chpk.ru; факс: 8 (496) 726-54-10,

8 (495) 988-63-76

Марка на обложке: MarkauMark /
Shutterstock.com

Электронные публикации рецензируются,

но не оплачиваются. Подробнее см.

Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте

журнала <http://fiz.1september.ru> в разделе

Правила для авторов публикаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ

И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: 1september.ru

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Уважаемые подписчики бумажной версии журнала!

Дополнительные материалы к номеру и электронная версия журнала находятся в вашем Личном кабинете на сайте www.1september.ru

Для доступа к материалам воспользуйтесь, пожалуйста, кодом доступа, вложенным в январский номер.

Срок действия кода с 1 января по 30 июня 2014 года.

Для активации кода:

• Зайдите на сайт www.1september.ru

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

• Введите код доступа и выберите своё издание

Справки: podpiska@1september.ru или через службу поддержки на портале «Первого сентября»



РЕДАКЦИЯ:

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

Консультанты:
И.Д. Воронова,
В.А. Козлов,
Н.Ю. Миложкова,
Т.А. Соловейчик,
А.В. Берков

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

Дизайн макета:
И.Е. Лукьянов

Корректура и набор:
И.С. Чугреева

Верстка:
Д.В. Кардановская

Иллюстрации: Фотобанк Shutterstock,
если не указано иное

Журнал распространяется по подписке
Цена свободная Тираж 17 992 экз.
Тел. редакции: **(499) 249-2883**
E-mail: **fiz@1september.ru**
Internet: **fiz.1september.ru**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

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

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

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

Космос – ближний и дальний

Эпоха полётов человека в космическое пространство началась всего чуть более полувека назад. 12 апреля 1961 г. лётчик-космонавт Юрий Алексеевич Гагарин на космическом корабле «Восток» совершил первый полёт в космос, который длился в общей сложности 1 ч 48 мин. Подписанное Главным конструктором Особого конструкторского бюро № 1 Госкомитета Совета Министров СССР по оборонной технике Сергеем Павловичем Королёвым задание гласило: «Выполнить одновитковый полёт вокруг Земли на высоте 180–230 километров, продолжительностью 1 час 30 минут с посадкой в заданном районе. Цель полёта – проверить возможность пребывания человека в космосе на специально оборудованном корабле, проверить оборудование корабля в полёте, проверить связь корабля с Землёй, убедиться в надёжности средств приземления корабля и космонавта». Успешное выполнение этого задания положило начало многочисленным последующим полётам человека в космос.

Буквально менее чем через месяц после полёта Ю.А. Гагарина американский астронавт Алан Шепард 5 мая 1961 г. на космическом корабле Меркурий-Редстоун-3 совершил суборбитальный полёт.

Из основных этапов развития космонавтики до полёта Ю.А. Гагарина следует выделить успешные запуски первого искусственного спутника Земли («Спутник-1») 4 октября 1957 г., первого искусственного спутника Земли, оснащённого научной (в дополнение к технической) аппаратурой и выведшего на околоземную орбиту собаку Лайку («Спутник-2», 3 ноября 1957 г.), станции «Луна-1», «Луна-2» и «Луна-3», успешно исследовавшие нашу ближайшую космическую соседку в 1959 г., а также первый орбитальный полёт с успешным возвращением на Землю собак Белки и Стрелки.

Первым же рукотворным объектом в космосе следует считать успешно достигшую в июне 1944 г. суборбитальной высоты (176 км) немецкую ракету V-2.

Всего через 8 лет после полёта Ю.А. Гагарина 21 июля 1969 г. американский астронавт Нил Армстронг в составе экипажа корабля Аполлон-11 сделал «один маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества», ступив на поверхность Луны. Между 1969 и 1972 гг. американские астронавты шесть раз высаживались на Луну.

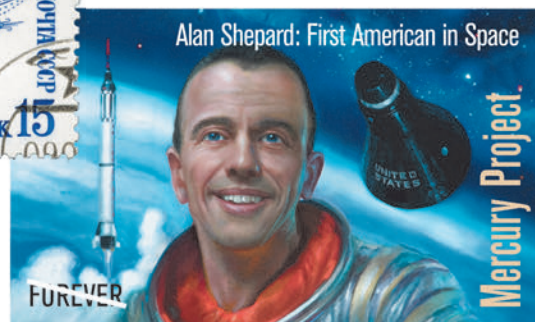
К основным этапам изучения космоса следует отнести запуск 19 апреля 1971 г. первой орбитальной станции «Салют-1», просуществовавшей до конца 1980-х гг., вывод на орбиту базового модуля (20 февраля 1986 г.) и последующее сооружение орбитальной станции «Мир», проработавшей 15 лет, и начавшееся 20 ноября 1998 г. с запуска модуля «Заря» строительство Международной космической станции (МКС), функционирующей и поныне.

С.А. КРАСОТКИН
НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына
МГУ им. М.В. Ломоносова,
г. Москва



Первопроходцы космоса:
Юрий Алексеевич Гагарин, СССР,
совершивший 12.04.1961 г. первый
полёт в космос.

Алан Шепард (*Alan Bartlett Shepard*),
США, совершивший 5 мая 1961 г.
первый управляемый суборбитальный
космический полёт.



https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GgTtCo_LFJUGADP4fZC6Z3K8LMT9--9dg41s_Hwm4m4HNuzEv0

Человек в космосе

Представлен материал доклада на III Всероссийском Фестивале Науки (г. Москва). Презентация и подробный список литературы дан в ЭП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: космонавтика, астронавтика, управляемые космические полёты



С.А. КРАСОТКИН
 sergekras@rambler.ru,
 НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына
 МГУ им. М.В. Ломоносова

Для успешного развития технологий реальность должна ставиться выше пиара, ибо природу не одурачишь. *Р. Фейнман**

В космонавтике сегодняшнего дня в соответствии с целями и способами их достижения можно выделить несколько всегда пересекающихся и дополняющих друг друга направлений и видов деятельности:

- **фундаментальная космонавтика:** разработка новых ракетных двигательных установок и новых ракет, исследование физических условий в космосе (в том числе в околоземном космическом пространстве, на Луне, Марсе, Венере, Меркурии и других естественных телах Солнечной системы, включая астероиды, кометы и прочее, изучение межпланетного пространства, гелиосферы, Солнца и его активности как основного фактора, управляющего состоянием так называемой космической погоды в Солнечной системе) и медико-биологических вопросов пребывания человека вне Земли;

- **прикладная космонавтика:** космические информационные системы (навигация, связь, дистанционное зондирование Земли, метеорология), прикладные научно-технические эксперименты (в том числе по созданию новых материалов); эти же виды деятельности могут быть дополнены таким направ-

лением как так называемый космический туризм и называются *коммерческой космонавтикой*;

- **военная космонавтика:** спутниковая разведка (в том числе как разновидность дистанционного зондирования Земли), обеспечение навигации и связи, обнаружение баллистических ракет, создание и поддержание систем противоспутникового и противоракетного вооружения, испытание новых материалов.

Поскольку в начальную эпоху космических полётов (запуска первого спутника, первого полёта человека, высадки на Луну) вопросы первенства и престижа у осуществлявших космическую гонку стран стояли на первом месте, космическую деятельность той эпохи можно смело назвать *политической космонавтикой*. Именно наличие конкуренции космических лидеров – СССР и США – обеспечило невообразимо быстрое развитие космонавтики, получение в 1950–1960-х гг. невиданных результатов как в научной, так и в прикладной областях [1–4].

Печатается по докладу на III Всероссийском Фестивале Науки (см. <http://www.intel.festivalnauki.ru/>).

*Из особого мнения Ричарда Фейнмана (кто не знает этого имени, спросите у старших), участвовавшего в расследовании трагедии, произошедшей 27.01.1967 на Земле при тренировке экипажа, готовившегося к полёту на Луну, в результате которой погиб весь экипаж Аполлона-204 – *Вирджил Гриссом, Эдвард Уайт и Роджер Чаффи*. <http://trv-science.ru/2011/02/01/prrodu-nelzya-odurachit/> После трагедии космический корабль Аполлон-4 был переименован в Аполлон-1.



▲ Советские почтовые марки, выпущенные в честь первого в мире планетохода Луноход-1, успешно работавшего на другом небесном теле — Луне (17.11.1970–30.09.1971 гг.), и первой проложенной им космической колеи



Блок почтовых марок СССР. 1973. Луна-21, Луноход-2, центр дальней космической связи ▶

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/1973_Луна-21_Луноход-2_центр_дальней_космической_связи.jpg

Сегодня на смену политической космонавтике приходит пора космонавтики мечтательной: СМИ непрерывно твердят о скором полёте человека на Марс, об использовании ресурсов Луны, о создании поселений на естественных телах Солнечной системы и прочее. При этом само собой подразумевается длительное пребывание человека вне Земли в различных, но всегда экстремальных физических условиях. Насколько это реально, достижимо? И чем оправдано? И нужно ли это?

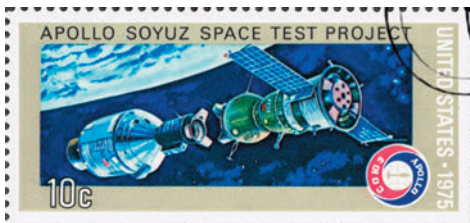
Идеи колонизации космоса не новы, они во множестве высказаны в литературе. Происходившее с начала эпохи космических полётов развитие космической техники, особенно бурное на первых этапах, вселяет уверенность в достижимости этих идей. Конечно, первым кандидатом в жертвы человеческой экспансии обычно рассматривается наша ближайшая соседка – Луна. И причины тому тривиальны: близость к Земле (всего три дня полёта), хорошая изученность её ландшафта, наличие опыта полётов на Луну, интерес учёных к созданию разнообразных лабораторий для изучения физических, биологических, астрономических и смежных проблем, в том числе строительство оптических и радиотелескопов для изучения Вселенной (на Луне, лишённой атмосферы, возможно получить более детальные снимки, чем с поверхности Земли).

Лунные полезные ископаемые – в первую очередь титан, алюминий и железо – обладают завораживающе притягательной силой для промышленных коммерсантов, а накопленный в поверхностном лунном грунте – реголите – изотоп гелий-3, весьма редкий на Земле, заставляет энергетиков и экологов терять головы в силу возможности его использования для только ещё проектируемых термоядерных реакторов. В идеальном случае использование в термоядерных реакторах изотопа гелия-3 позволит не только получать дешёвую, даже с учётом его доставки с Луны, энергию, но и, в отличие от ис-

пользования в реакторах реакции деления тяжёлых ядер, избежать проблем утилизации долгоживущих радиоактивных отходов, поскольку они не образуются. Но при создании реакторов для активации реакции синтеза гелия-2 и гелия-3 необходимо не только обеспечить нагрев компонентов реакции до 10^9 К, но и удержать полученную плазму. Сегодня эта проблема не решена: плазму удаётся удерживать лишь при температуре 10^8 К, при этом вся получаемая в результате реакции энергия как раз и затрачивается на удержание плазмы. Таким образом, сегодня разговоры о многообещающих возможностях термоядерной энергетики, основанной на реакции дейтерия и трития, следует отнести к весьма отдалённому будущему.

Реголит рассматривается не только как источник гелия-3 и металлов, но также и кислорода. На Луне планируется строительство металлургических, электронных, фармакологических и прочих производств, которые, с одной стороны, весьма вредны для окружающей среды и потенциально опасны, с другой, – весьма энергоёмки и требуют глубокого вакуума. Военные прожектёры уже продумывают размещение баз для контроля околоземного космического пространства, пытаясь перенести на Луну, а туроператоры чуть ли не завтра готовы приступить к строительству лунных отелей.

Сегодня лунные программы существуют у США, Европейского союза, Японии, Китая и Индии. Все они включают как минимум полёты к Луне автоматических станций и рассчитаны на перспективу колонизации ближайшей соседки. Немного отвлекаясь, следует заметить, что наша страна никогда не проводила колонизаторской деятельности, и отсутствие у России лунной программы в сложившихся условиях можно считать естественным продолжением традиционной внешней политики добрососедства.



▲ Первая стыковка в космосе (июль, 1975 г., советско-американская миссия Союз-Аполлон). Экипажи работали вместе двое суток

◀ Первый снимок Земли с окололунной орбиты (миссия Apollo VIII, 24.12.1969). Слова на марке «*In the beginning God...*» («Вначале Бог...») напоминают о чтении экипажем (Ф. Борман, Дж. Ловелл, У. Андерс) первых десяти стихов первой главы книги Бытия во время телевизионного сеанса с селеноцентрической орбиты, транслировавшегося в большинстве стран мира (см. URL: <http://www.youtube.com/watch?v=AkSO07cKTfo>)

Каковы трудности, связанные с пребыванием человека в космосе: на околоземной орбите, в процессе полёта к телам Солнечной системы, на самих этих телах, в первую очередь на Луне и Марсе [5]?

Первейшая, сложнейшая и пока непреодолимая проблема связана с космической радиацией [6]. «Космос радиоактивен!!!» – кричали американские издания в 1958 г. в связи с открытием радиационных поясов Земли, называемых *поясами Ван-Аллена*. Но эти пояса были зарегистрированы ещё осенью 1957 г. вторым искусственным спутником Земли, запущенным в СССР. Обнаруженное превышение (на несколько порядков) радиационного фона в околоземном космическом пространстве на орбите «Спутника-2» настолько отличалось от расчётного, что представлялось сбоем работы аппаратуры и требовало проверки, и поэтому научному сообществу не было представлено сразу же. Причиной существования радиационных поясов вокруг Земли является наличие геомагнитного поля определённой конфигурации, что обеспечивает возникновение магнитных ловушек для протонов и электронов, попадающих в них в основном от Солнца. Но именно это же магнитное поле защищает (экранирует) саму Землю от космической радиации. Другим фактором, защищающим нас на Земле, является земная атмосфера.

Существуют три источника радиации в околоземном космическом пространстве: радиационные пояса, солнечные и галактические космические лучи [7]. Под космическими лучами понимаются потоки заряженных частиц (в основном – протонов и электронов, в значительно меньшей степени – ядер гелия и более тяжёлых элементов). Радиационные пояса вокруг Земли проявляются на Земле полярными сияниями, а в околоземном космическом пространстве, говоря условно, – на расстояниях от 200 до 100 000 км, за пределами же магнитосферы Земли они отсутствуют. Солнечные космические лучи отклоняются магнитосферой и ослабляются атмосферой, и до поверхности Земли доходят существенно ослабленными. Галактические космические лучи порождаются звёздами, их энергия значительно выше энергии солнечных космических лучей, разница может достигать 10 порядков, но поток галактических космических

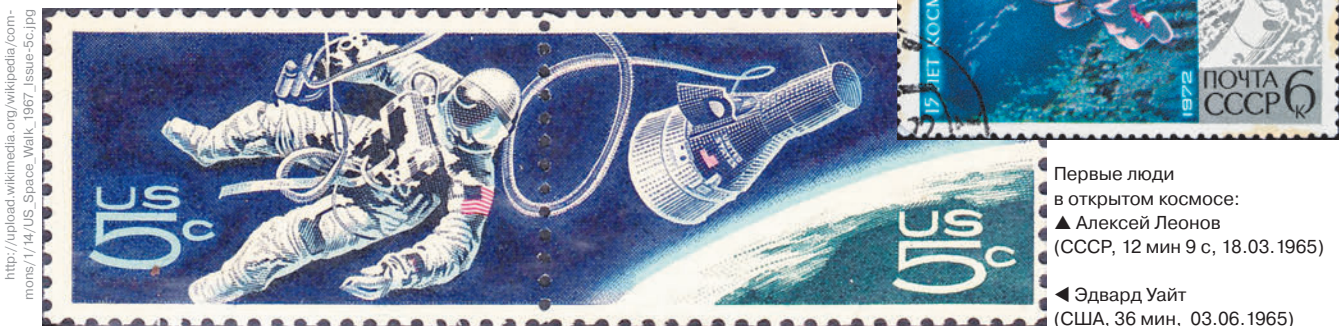
лучей существенно слабее и представляет собой, по сути, фон, на котором время от времени при вспышках сверхновых звёзд появляются сильные, но короткие всплески. При околоземных космических полётах необходимо учитывать влияние всех трёх вышеназванных источников радиации.

Вне магнитосферы Земли, например при полёте к Луне или Марсу, нужно обеспечивать защиту как экипажа, так и электронной аппаратуры от солнечных и галактических космических лучей. При этом толстая защитная оболочка будет хорошо защищать от солнечной, относительно низкоэнергичной, радиации, но за счёт возникновения каскадов заряженных частиц в стенках оболочки увеличится поток галактической радиации. Поэтому наиболее выгодной с точки зрения защиты экипажа и техники является именно тонкая защитная оболочка, задерживающая значительную часть потока солнечных космических лучей и не дающая возможности возникновению каскадов вторичных частиц от галактических космических лучей.

На самой Луне ситуация точно такая же, как и в космосе за пределами магнитосферы Земли. У Луны нет собственного магнитного поля (что, кстати, говорит об отсутствии жидкого энерговыделяющего ядра), поэтому нет и радиационных поясов, так что космические лучи не будут ни отклоняться, ни тормозиться – ведь атмосферы у Луны тоже нет.

Ещё одну проблему составляет рентгеновское излучение Солнца: сотня часов на поверхности Луны с 10%-ной вероятностью приводит к получению космонавтом дозы, представляющей существенную опасность для здоровья. А при солнечной вспышке такая доза может быть получена всего за минуту.

Отсутствие атмосферы приводит к попаданию на лунную поверхность множества микрометеоритов (в атмосфере же Земли они просто сгорают), представляющих существенную опасность. Ещё одной проблемой является очень неприятная лунная пыль: благодаря отсутствию атмосферы нет и эрозии, сглаживающей



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/US_Space_Walk_1967_Issue-5c.jpg

Семейный портрет исследователей Марса



1, 2. СССР: МАРС 1М-1 (10.10.1960), МАРС 1М-2 (14.10.1960) – сгорели при запуске • 3, 4, 5, 8. СССР: МАРС 2МВ-4 (24.10.1962), МАРС 2МВ-3-1 (04.11.1962) – авария на орбите Земли; МАРС 1 (01.11.1962), ЗОНД 2 (30.11.1964) – первыми вышли на межпланетную траекторию, передали большой объём телеметрической информации, связь утеряна • 6, 7. США: Mariner 3 (05.11.1964) – ушёл на околосолнечную орбиту; Mariner 4 (28.11.1964) – первый успешный облёт Марса, передали первые фотографии • 9, 10. США: Mariner 6 (25.02.1969), Mariner 7 (27.03.1969) – передали фотографии с пролётных траекторий • 11, 12. СССР: МАРС 1969А (27.03.1969), МАРС 1969В (02.04.1969) – авария ракеты-носителя • 13, 17. США: Mariner 8 (08.05.1971) – авария ракеты-носителя, Mariner 9 (30.05.1971) – первый искусственный спутник Марса • 14, 15, 16. СССР: Космос 419 (10.05.1971) – авария на орбите Земли; МАРС 2 (19.05.1971) – разбился при посадке, МАРС 3 (28.05.1971) – не удалось посадить • 18, 19, 20, 21. СССР: МАРС 4 (21.07.1973) – передал фото с пролётной траектории; МАРС 5 (25.07.1973) – вышел на орбиту, прекратил работу из-за разгерметизации; МАРС 6 (05.08.1973) – вышел на орбиту, спускаемый аппарат передал данные о параметрах марсианской атмосферы и совершил посадку, связь утеряна; МАРС 7 (09.08.1973) – не удалось посадить • 22, 23. США: Viking 1 (20.08.1975), Viking 2 (09.09.1975) – оба успешно достигли поверхности Марса и передали данные, работали, соответственно, до 07.08.1980 г. и до 25.07.1978 г. • 14, 25. СССР: ФОБОС 1 (07.07.1988) – передал уникальную информацию о структуре и динамике слоёв солнечной атмосферы, утеряна связь; ФОБОС 2 (12.07.1988) – вышел на орбиту Марса, передал фото Марса и Фобоса, связь утеряна • 26. США: Mars Observer (25.09.1992) – связь утеряна вблизи Марса • 27. США: Mars Global Observer (07.11.1996) – вышел на орбиту Марса и передавал данные до 05.11.2006 г. • 28. Россия: МАРС 96 (16.11.1996) – разрушился в полёте • 29. США: Mars Pathfinder (04.12.1996) – успешная посадка, спуск ровера Sojourner (работал до 27.09.1997 г.) • 30. Япония: Nozomi (04.07.1998) – не вышел на орбиту • 31. США: Mars Climate Orbiter (11.12.1998) – не вышел на орбиту • 32. США: Mars Polar Lander (03.01.1999) – авария при посадке • 33. США: Mars Odyssey (07.03.2001) – работает на орбите Марса до сих пор • 34. ЕКА: Mars Express с марсоходом Beagle 2 (02.06.2003) – вышел на орбиту Марса, марсоход утерян после отделения • 35, 36. США: Mars Exploration – спуск роверов Spirit (10.06.2003, проработал 6 лет) и Opportunity (07.07.2003, работает до сих пор) • 37. США: Mars Reconnaissance Orbiter (12.08.2005) – работает на орбите Марса • 38. США: Phoenix (04.08.2007) – спустился на поверхность, нашёл воду, работал до 10.11.2008 г. • 39. Россия: ФОБОС-ГРУНТ (08.11.2011) – авария на орбите Земли • 40. США: Mars Science Laboratory (26.11.2011) – ровер Curiosity работает в кратере Гейла

Аппараты на поверхности Марса: Viking 1, Viking 2, Sojourner, Spirit @ Opportunity, Phoenix, Curiosity.

ВЕЧНАЯ СЛАВА ГЕРОЯМ!

Нашивка на скафандры экипажа корабля «Аполлон»/«Сатурн» 204 (впоследствии названного Аполлон-1). Все астронавты – В. Гриссом, Э. Уайт и Р. Чаффи – погибли 27.01.1967 г. в сильном пожаре на борту, случившемся во время наземных испытаний при подготовке к первому пилотируемому полёту, который планировался на 21.02.1967 г.
URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Аполлон-1>



Нашивка на скафандр космонавта Героя Советского Союза инженер-полковника Владимира Михайловича Комарова, погибшего 23.04.1967 г. во время приземления советского космического корабля «Союз-1». (Дублёром в этом полёте был Юрий Алексеевич Гагарин.)
URL: <http://russos.livejournal.com/925557.html>

эту самую пыль, а сама она несёт на себе электростатический заряд, в результате чего ко всему прилипает, практически не счищается и, обладая абразивным действием, всё царапает – любые механизмы и даже обувь быстро истираются, колоссальная опасность таится при попадании пыли в лёгкие. Все экипажи американских лунных модулей рассказывали о том, что после выходов на поверхность Луны и вплоть до возвращения на Землю лунная пыль их буквально преследовала: она налипала на все предметы (при этом было невозможно её счистить), проникала всюду, летала в воздухе и немало досаждала запахом пороха [6].

Сегодня часто звучат заявления об организации экспедиции на Марс. Если дорога до Луны на современных ракетных двигателях занимает трое суток, то на полёт к Марсу потребуются как минимум восемь-девять месяцев (только в одну сторону), причём в случае «удачного» расположения Марса и Земли друг относительно друга.

В этом путешествии человека подстерегает множество опасностей: полученная человеком доза радиации будет приближаться к летальной и заведомо превысит дозу, вызывающую стойкое ухудшение здоровья [8, 9]. Но ведь нужно ещё и вернуться на Землю, а дорога обратно займёт не меньше времени. Чтобы уложиться в тот же срок, придётся провести на Марсе длительное время, когда взаимное положение Марса и Земли опять станет благоприятным для полёта. Нелепость проектов отправки поселенцев в одну сторону вообще не стоит обсуждать.

Обычно целями будущей колонизации Марса объявляют необходимость создания базы для научных исследований как самого Марса и его спутников, так и других планет, а также пояса астероидов и дальнего космоса. Естественно, звучат дежурные слова о добыче полезных ископаемых, столь необходимых современной промышленности, при этом почему-то не только трудность, но даже экономическая оправданность подобной деятельности просто игнорируются. И совсем как заклинания провозглашается концепция решения демографических проблем за счёт строительства марсианских колоний. При этом вопросы обеспечения жизнедеятельности человека на Марсе, в первую очередь кислородом, водой, питанием, и за проблемы-то не считаются; радиационная опасность даже не упоминается; вопросы транспортировки рассматриваются как решённые.

В этой связи уместно вспомнить слова английского писателя первой половины XX в. Г.К. Честертона, сказанные про английских солдат и офицеров, несших службу в английских колониях, в первую очередь в Индии, о том, что каждый из них мечтает лишь об одном: вернуться на свой маленький остров.

Вопрос о полёте человека к Марсу со скорым возвращением может быть поставлен только так: возможен ли он в ближайшие десятилетия или нет?

Кроме эффекта накопления значительных доз радиации есть и другие неприятности. В первую очередь, это вспышки в глазах: при попадании высокоэнергичной частицы (например, протона) в глазное яблоко в нём происходит световая вспышка (так называемый *черенковский свет*). Такие вспышки досаждают космонавтам даже на околоземной орбите, мешают спать, вызывают дополнительное раздражение в и так непростых условиях пребывания человека в космосе. Физические условия на борту космического корабля санаторными сложно назвать: условия невесомости вызывают перераспределение потоков крови в организме, ослабляются мышцы и тому подобное. Добавьте длительное пребывание в замкнутом пространстве и ограниченном коллективе, ограничения в потреблении воды и пищи и многом другом, и становится ясно, что все эти факторы выливаются в колоссальную нагрузку на нервную систему. Даже у специально подготовленных и отобранных для полётов космонавтов иногда происходят нервные срывы, близкие к кратковременным помутнениям рассудка.

До создания более мощных и надёжных ракетных двигателей, которые позволили бы обеспечить перелёт до Марса и возвращение на Землю за 3–4 месяца, то есть хотя бы в 5–6 раз более мощных, чем сегодняшние, вести разговор о полёте к Марсу не приходится. Нужно трезво оценивать современные возможности и не заниматься мечтательством.

Литература

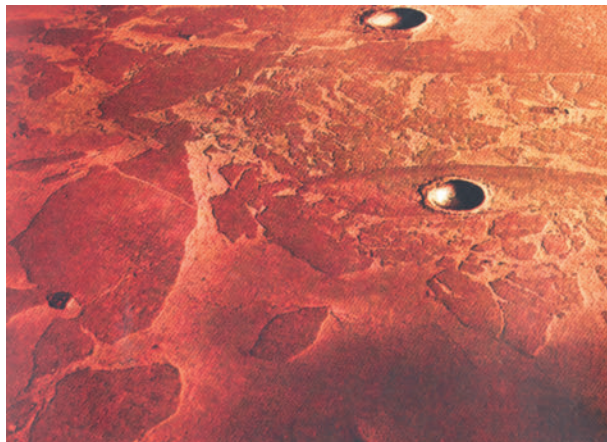
1. Первый в Мировом полёт в космос http://www.youtube.com/watch?v=bC_fJhwx4kg
2. 3D-реконструкция первого полёта человека в космос <http://www.youtube.com/watch?v=F798dvGWQvU>
3. Хронология полётов к Луне: <http://galspace.spb.ru/index29.html>
4. Хронология полётов к Марсу: <http://galspace.spb.ru/index35.html>
5. Афанасьев И., Воронцов Д. Как выжить в космосе? // Вокруг Света. 2008. № 12. URL: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6501/>
6. Панасюк М.И. Странники Вселенной, или Эхо Большого взрыва. Ядерная физика в Интернете. 15. Радиоактивный космос URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/pilgrims/cr15.htm>; 16. Радиационные бури в космосе. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/pilgrims/cr16.htm>
7. Владимиров И. Космос. Радиация и космос. URL: <http://www.planetavsego.ru/news/html/387.html>
8. Curiosity рассказал о радиации в космосе. URL: <http://habrahabr.ru/post/181608/>
9. Ковалёв Е.Е. Защита экипажей от ионизирующей радиации URL: <http://www.astronaut.ru/bookcase/books/spacebio/text/04.htm>

Это – планета Марс



◀ Слои водяного льда на северном полюсе. Скорость «планетного ветра» 400 км/с, солнечный ветер «выдувает» из атмосферы до 100 т вещества в сутки. Обнаружены обрывы высотой 2 км. Кальдеры и дюны – из вулканического пепла

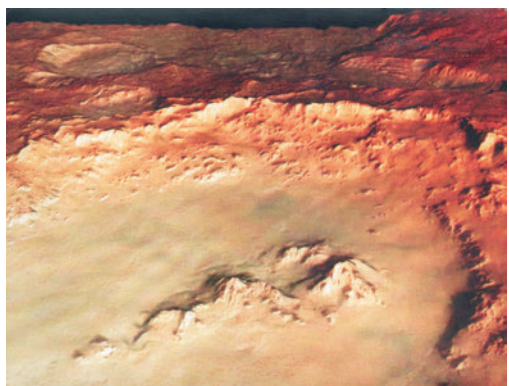
Равнина Элизий (5° с. ш., 150° в. д.) на юге от горы Элизий. Снимок сделан 19.01.2004 г. Отличить марсианский пейзаж от вида полярных морей Земли весной, когда лёд тает и раскалывается, почти невозможно. Это замерзающее море, над которым возвышается паковый лёд – айсберги размером от 30 м до 30 км! ▶



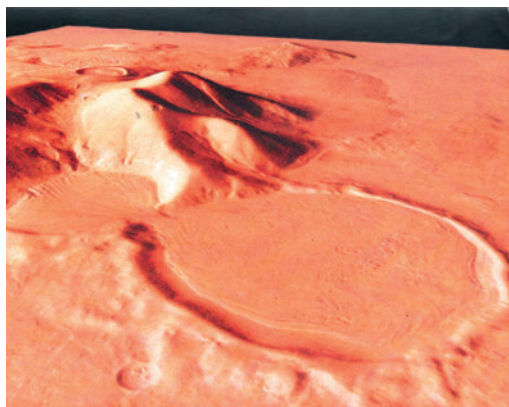
Марсианские барханы на дне безымянного кратера на равнине Афгир. Кратер имеет диаметр 45 км и глубину 2 км. Барханы (тёмный цвет) занимают территорию 7 × 12 км. Тёмный цвет песка предполагает базальтовое происхождение. (Май, 2004 г.) Разрешение – 14 м ▼



◀ Цепочка Копрат (14° ю. ш.) в южной части Долин Маринета, цепь провалов 2500–3000 м глубиной. Снимок сделан 17.11.2004 г. (Разрешение 43 м.) (Mars' Express, NASA, США)



◀ Крупным планом – кратер Хейл в бассейне Аргир (39° ю. ш., 324° в. д.). Снимок сделан на 533-м витке в июне 2004 г. с разрешением 40 м. Хорошо видны террасированные стены кратера и центральная горка



◀ Этот фантастический перспективный вид марсианского ледника (аппарат США) *Mars Express* обнаружил на восточном склоне (38° ю. ш., 104° в. д.). Сойдя со склона между горами высотой несколько тысяч метров, ледник сначала заполнил ударный кратер $D = 9$ км, а затем проник в лежащий на 500 м ниже кратер диаметром 17 км!



Проф. В. Г. ДОВГАНЬ,
генерал-майор авиации, к. в. н.,
академик РАКЦ и АМТН, чл.-корр. МИА.
Астроснимки из личного архива

Советская ракетно-космическая школа: от «Востока» до «Бурана»



История создания советского космического корабля многоразового использования, рассказанная участником проекта «Энергия-Буран», ведущим конструктором пилотируемых ракетно-космических комплексов для экспедиции на Луну и Марс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Энергия-Буран, пилотируемые ракетно-космические комплексы, полёты на Луну и Марс

В. Е. БУГРОВ

bugrovv@yandex.ru,

BugrovV@yandex.ru,

Заслуженный ветеран РКК

«Энергия», г. Москва



Триумфальный полёт на орбиту многоразового ракетно-космического комплекса «Энергия-Буран» и последующая посадка корабля «Буран», блестяще выполненные с первой попытки, стали вершиной творчества советской ракетно-космической школы, основанной Сергеем Павловичем Королёвым. Многоразовые ракетно-космические системы должны обеспечивать возвращение на Землю после каждого полёта дорогостоящей материальной части и доставку с орбиты различных грузов. Увеличение посадочной массы потребовало отказаться от парашютного метода спуска в атмосфере и использовать самолётную посадку на аэродром после совершения определённого манёвра в атмосфере. Экономия от применения многоразовой системы может стать ощутимой при многократном её использовании и максимальном количестве сохраняемой материальной части. Идеальной многоразовой системой был бы воздушно-космический самолёт (ВКС), использующий для взлёта, полёта в атмосфере и посадки шасси, крылья и другие элементы самолёта, а в орбитальном полёте – системы космического корабля. Однако проблемы создания, в частности, многорежимного



Владимир Евграфович Бугров – ведущий конструктор комплекса «Энергия-Буран» в 1974–1988 гг., разработчик проектов экспедиций на Марс и Луну, космонавт-испытатель, ведущий конструктор пилотируемых ракетно-космических комплексов для экспедиции на Луну и «Энергии-Буран», заслуженный инженер России. Его воспоминания о советских проектах экспедиций на Марс и Луну см. в книге «Марсианский проект С.П. Королёва» (изд-во «Русские витязи»).

двигателя, работающего и в атмосфере, и в космосе, привели к долгим поискам оптимального варианта объединения самолёта с ракетой, начатым в начале прошлого века.

К.Э. Циолковский и Ф.А. Цандер, мечтавшие о межпланетных полётах, представляли себе космический корабль крылатым, то есть использующим не только реактивную силу ракеты, но и подъёмную силу крыла. С.П. Королёв в 1933 г. в ГИРДе практически приступает к созданию ракетоплана – устанавливает ракетный двигатель на планер. В 1940 г. на его ракетоплане РП-318-1 был впервые в СССР выполнен полёт человека на летательном аппарате с жидкостным ракетным двигателем. В 1942 г. в ОКБ В.Ф. Болховитинова был создан и испытан первый советский ракетный истребитель с жидкостным реактивным двигателем (ЖРД) – «БИ». Но он не подтвердил заявленные характеристики. Под руководством А.Г. Костикова и М.К. Тихонравова в РНИИ был разработан ракетный самолёт-перехватчик «302» нового типа с высокими характеристиками. На нём устанавливались ЖРД с турбонасосным агрегатом и два прямоточных воздушно-реактивных двигателя (ПВРД). Проект был одобрен Сталиным. В 1943 г. начались испытания, но в результате интриг руководства Миавиапрома работы были прекращены, а самолёт «302» уничтожен. Война внесла свои коррективы. Перед создателями крылатой ракетной техники на первый план выдвинута задача достичь максимальной не высоты, а дальности для доставки ядерного боезаряда на большие расстояния. М.В. Келдыш, возглавлявший НИИ-1 Наркомата авиационной промышленности, в 1947 г. проектирует самолёт со стартовой массой 100 т, массой полезной нагрузки 8 т и дальностью полёта около 12 000 км. Но комбинация ЖРД и сверхзвукового ПВРД не выдержала конкуренции с газотурбинным ВРД.

С.П. Королёв, работая над ракетами дальнего действия, приходит к необходимости создания двухступенчатых межконтинентальных баллистических ракет (МБР) и межконтинентальных крылатых ракет (МКР). При этом делает важный вывод о целесообразности использования существующих баллистических ракет дальнего действия в качестве первой ступени для отделяемой крылатой части и применения на ней СПВРД в качестве маршевого двигателя.

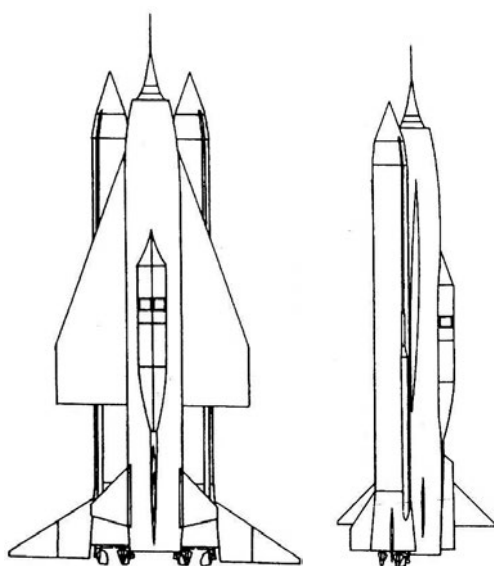
13 февраля 1953 г. И.В. Сталин подписал Постановление, одобрявшее предложения Королёва и определившее его главным конструктором МБР и МКР. За год Королёв провёл проектную разработку, организовал кооперацию, начал изготовление и подготовку к испытаниям экспериментальной крылатой ракеты. Однако, оценив сложность одновременной работы по двум направлениям, он принимает решение остановиться на баллистических ракетах, а работы по МКР передать в Министерство авиационной промышленности.

В 1954 г. техническая документация и часть специалистов была передана в ОКБ-301 С.А. Лавочкина. Первый удачный пуск созданной там МКР «Бура» состоялся 22 мая 1958 г. (всего было проведено 19 пусков, из них 3 аварийных). «Бура» для своего времени была выдающимся достижением. Она превосходила американский аналог КР «Навах», её по праву можно считать прототипом нашего «Бурана» (на создание которого ушло 14 лет). Прорабатывались варианты пилотируемой и возвращаемой второй ступени, но в негласном соревновании королёвская МБР Р-7 одержала победу над «Бурей»: доставлять грузы на большие расстояния оказалось выгоднее баллистическими ракетами. 5 февраля 1960 г. вышло Постановление о прекращении

работ по «Буре». А жаль: мы в начале 60-х могли иметь прототип «Бурана».

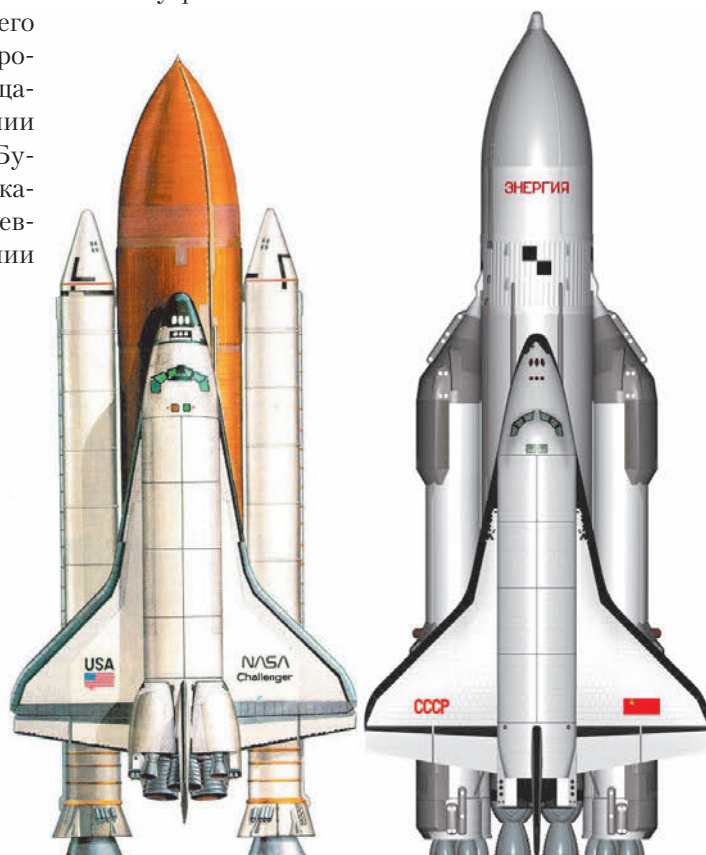
Через 12 лет интерес к идее объединения самолёта с ракетой проявили американцы. 5 января 1972 г. президент США Р. Никсон утвердил программу создания многоразовой транспортной космической системы (МТКС) «Спейс Шаттл». Этому предшествовали напряжённые дебаты в конгрессе. У программы было много противников, не видевших в многоразовой системе экономической выгоды.

Американский проект сразу же привлек пристальное внимание отечественных специалистов. На заседании Военно-промышленной комиссии (ВПК) в марте 1972 г. единого мнения по проблеме создания у нас аналогичной системы достигнуто не было. В конце апреля 1972 г. состоялось расширенное обсуждение этой проблемы с участием министра общего машиностроения С.А. Афанасьева, представителей головных институтов ЦНИИмаш и ЦНИИИС-50, главных конструкторов В.П. Мишина, В.Н. Челомея. Общие выводы сводились к следующему: • МТКС для выведения полезных грузов на орбиту неэффективны и существенно уступают по стоимости одноразовым ракетам-носителям • серьёзных задач, требующих возврата КА с орбиты, нет • создаваемая американцами система «Спейс Шаттл» реальной стратегической угрозы не несёт.



«Бурия-1»

«Бурия-2»



«Шаттл» и «Энергия-Буран»

<http://www.buran.ru/images/jpg/mikman.jpg>

Дальнейшее развитие событий показало, насколько верной оказалась оценка 1972 г. Так почему же мы так упорно второй раз наступаем на те же грабли? Почему, как и в случае с лунным проектом, бездумно бросаемся догонять американцев? В 1974–1975 гг. сотрудниками Центра Келдыша было сделано заключение о теоретической возможности американского «Шаттла», находящегося на орбите, совершить внезапный нырок в атмосферу и совершить боковой манёвр на расстояние до 2000 км с возможностью нанесения неотвратимого ядерного удара по нашей столице. Если вывод о возможности такого коварного удара по Москве был правильным, то вряд ли наш ответ на эту угрозу можно было считать адекватным – полетел «Буран» через 7 лет (!) после «Шаттла».

Руководству страны стало очевидно, что США создают систему, которая не представляет непосредственной угрозы, но может угрожать безопасности страны в будущем. Именно неизвестность будущих задач «Шаттла» обусловили нашу дальнейшую стратегию: обеспечить аналогичные возможности для адекватного ответа будущим вызовам вероятного противника.

Проработки НПО «Энергия», начатые в 1974 г., легли в основу постановления правительства от 17.02.1976 № 132-51 о создании Многоразовой космической системы (МКС) 1К11К25 (на первых порах она называлась «Буран») в составе: ракета-носитель (11К25, в дальнейшем «Энергия»), орбитальный корабль ОК (11Ф35, в дальнейшем «Буран»), межорбитальный буксир (11Ф45) технических и стартовых комплексов, комплекс управления подготовкой и пуском, комплекс управления полётом, посадочный и поисковый комплексы. Главным конструктором МКС в НПО «Энергия» был первый заместитель генерального конструктора И.Н. Садовский. Его заместители: по кораблю – П.В. Цыбин, по ракете – Я.П. Коляко.

Орбитальный корабль «Буран» имел в своём составе полный набор систем, обеспечивающих выполнение пилотируемого космического полёта экипажем из 4–10 человек, продолжительностью 7–30 суток, по рабочим орбитам с высотами в диапазоне 200–1000 км, при наклонениях от 51 до 110°. Масса ОК составляла 105 т, общая длина 36,4 м, высота на стоянке 16,5 м, диаметр окружности, описываемой вокруг поперечного контура фюзеляжа, 5,6 м, размах крыла 24 м.

Конструктивная основа ОК – планер, выполненный по схеме моноплана, бесхвостка с низким расположением стреловидного крыла, оснащённый всеми самолётными системами, обеспечивающими динамические операции в атмосфере – ав-

томатически управляемый планирующий спуск, в том числе выполнение бокового манёвра до 2000 км и горизонтальную посадку на аэродром в районе старта. На наружной поверхности планера установлено специальное теплозащитное покрытие в виде плиток из материала на основе углерода и супертонкого кварцевого волокна общим количеством свыше 39 тысяч штук. Максимальные температуры достигают 1250–1650 °С. В носовой части корпуса расположена герметичная остеклённая кабина для размещения экипажа и части аппаратуры. За кабиной в средней части корпуса планера расположен негерметичный раскрывающийся грузовой отсек для груза длиной до 17 м, диаметром до 4,5 м, массой до 30 т при выведении и 20 т при спуске. Для работы с грузом предусмотрен манипулятор.

Важная составная часть ОК, обеспечивающая все динамические операции ОК в орбитальном полёте, в том числе сход с рабочей орбиты для спуска на Землю – расположенная в хвостовой части планера высокоэнергетическая объединённая двигательная установка (ОДУ), работающая на жидком кислороде и синтетическом углеводороде. В составе ОДУ два двигателя с тягой 8,8 тс для коррекции орбиты, 38 управляющих двигателей с тягой 400 кГс для координатных перемещений и разворотов вокруг центра масс, 8 двигателей с тягой по 20 кГс для точной ориентации. Вместе с топливными баками, системами заправки, термостатирования, наддува, забора топлива, транспортировки его к носовым двигателям и автоматикой управления ОДУ можно считать одной из самых сложных и трудоёмких составных частей ОК.

В автономном полёте движением «Бурана» управляли четыре компьютера, обеспечивая навигацию и управление работой всех бортовых систем. Система управления полностью автоматическая, экипаж рассматривался как звено, дублирующее автоматику. Главной проблемой при проектировании системы управления было создание программного обеспечения, отработка которого заняла несколько лет.

На «Буране» применено электроснабжение с использованием кислородно-водородных электрохимических генераторов на основе топливных элементов, обеспечивающих непосредственное преобразование химической энергии водорода и кислорода в электроэнергию и воду. Впервые в отечественной практике оно было применено на нашем лунном орбитальном корабле. Мощность вырабатываемой бортовыми источниками электроэнергии – до 30 кВт; предусмотрен аварийный запас 300 кВт · ч от аккумуляторных источников тока. При разработке системы электроснабжения впервые в мире была разработана система косми-

ческого хранения водорода и кислорода без потерь.

В состав ОК входило более 600 установочных единиц бортовой аппаратуры, сгруппированных более чем в полусотне бортовых систем и объединённых в единый бортовой комплекс; более 1500 трубопроводов, более 2500 жгутов кабельной сети, включающих около 15000 электроразъёмов.

Универсальная двухступенчатая ракета-носитель «Энергия» обеспечивала выведение ОК или других грузов в специальном контейнере диаметром 6,7 м и массой 100 т на исходную орбиту. Её модификации должны обеспечивать выведение на орбиту полезных грузов массой до 200 т. Именно наличие в составе МРКК самостоятельной универсальной ракеты «Энергия» выгодным образом отличает его от американского «Шаттла», для выведения которого на орбиту используются два твердотопливных ускорителя и маршевый двигатель, установленный на корабле, топливо для которого размещено в большом подвесном баке.

Ракета «Энергия» выполнена по пакетной схеме с боковым расположением полезного груза. Её составные части: центральный блок Ц (вторая ступень: диаметр 7,75 м, длина 58,7 м) с четырьмя однокамерными кислородно-водородными двигателями (тяга каждого 145 тс у земли и 190 тс в пустоте); четыре боковых блока А диаметром 3,9 м с четырёхкамерными кислородно-керосиновыми ракетными двигателями (тяга каждого 740 тс). Суммарная тяга всех двигателей первой ступени (А и Ц) у земли 3540 тс. Стартовая масса пакета 2300 т.

Огромное количество организационных и технических вопросов, возникавших в процессе работ, как правило, решались на нужном уровне руководства. Однако в некоторых вопросах существовала неразбериха, вызванная некоторой двойственностью технического руководства. И.Н. Садовский, будучи главным конструктором системы, должен был быть наделён всей полнотой власти, как Королёв в своё время. Но он подчинялся Глушко как генеральному конструктору НПО, который иногда начинал руководить Садовским, не будучи ракетчиком и юридически не отвечая за разработки. В результате разработка технического проекта ракеты затянулась почти на два года – Садовский вынужден был подать в отставку, и в конце 1981 г. главным конструктором ОК и первым заместителем генерального конструктора был назначен Ю.П. Семёнов, а в начале 1982 г. главным конструктором ракеты и МКС и первым заместителем генерального конструктора был назначен Б.И. Губанов.

В конце 1982 г. на полигоне, в условиях большого дефицита наземного технологического оборудования, была собрана первая технологическая раке-

та «Энергия». С 1983 г. начались и продолжались до 1988 г. комплексные испытания на полноразмерных изделиях по ОК, ракете и МРКК.

К этому времени о боевом первоначальном назначении «Бурана» давно забыли и стали считать систему экономически выгодным транспортным средством. Окупить гигантские первоначальные затраты на создание комплекса и инфраструктуры можно лишь при их действительно многократном применении. Многократность определяет не выводимый на орбиту 30-тонный груз (ракета «Энергия» без корабля могла вывести 100 т), а возвращаемый из космоса – 20 т. То есть, чтобы система стала хоть сколько-нибудь рентабельной, надо было спускать на Землю 20 т хотя бы четыре раза в год (больше ракет мы за год делать не умели).

Но ни Академия наук, ни военные не были в состоянии обеспечить такой грузопоток ни на орбиту, ни с орбиты, да и замыслов у них особых не было. Когда затапливали станцию «Мир», сожалели, что пропадает 11 т научного оборудования, накопившегося на станции за 15 лет эксплуатации. В итоге стало ясно, что американцы крупно просчитались, рассчитывая возвращать на Землю огромное количество военных спутников, не учли, что ресурс их работы на орбите значительно увеличился и возвращать для ремонта спутник, проработавший на орбите 8–10 лет и морально устаревший, абсурдно. Кроме того американские экономисты (у которых, видимо, учились наши) при расчётах экономической эффективности многократной системы ошиблись... на порядок. А у нас её просто никто не оценивал.

Мне поручили заниматься целевым использованием «Бурана», и среди большого перечня задач я не обнаружил ни одной, которую нельзя было бы решить на одноразовом носителе.

В 1985 г. П.В. Цыбин, будучи научным консультантом с 1982 г., разработал проект воздушно-космического самолёта, взлетающего с аэродрома, выполняющего операции на орбите и возвращающегося на аэродром. Он увлёк меня этой идеей, и я, будучи ведущим конструктором по МРКК «Энергия-Буран», написал письмо президенту М.С. Горбачёву с предложением прекратить работы по «Бурану» в том виде, как они проводятся, и использовать созданный научно-производственный задел для создания ВКС по проекту Цыбина, а ракету «Энергия» использовать в перспективных программах. Надо сказать, что Горбачёв отреагировал на письмо вполне адекватно. Он провёл большое совещание с участием военных и главных конструкторов ведущих авиационных фирм и дал поручения. У Цыбина было создано проектное подразделение, он был назначен главным конструктором темы и «процесс пошёл». Но Михаил Сергеевич увлёкся перестрой-

кой и проверить исполнение своих поручений по ВКС уже не успел, а ведь если бы это было сделано, судьба МКС и советской космонавтики могла сложиться по-иному.

В конце 1984 г. Б.И. Губанов принял решение о проработке возможности запуска изделия 6С, предназначенного для огневых стендовых испытаний. Это решение не имело серьёзного технического обоснования (пуск ракеты с грузом вместо корабля носил скорее демонстрационный характер), но потребовало значительной корректировки конструкторской документации и усилий по обеспечению его поддержки. Пуск изделия 6СЛ состоялся 15 мая 1987 г. и прошёл успешно – груз был выведен на орбиту.

Штатный МРКК был подготовлен к запуску в октябре 1988 г. Попытка запуска 29 октября была неудачной: за 51 с до старта прошла команда «Аварийное прекращение пуска» из-за неотделившейся платы с приборами системы прицеливания. Из изделия пришлось сливать топливо. Проведённый анализ выявил помимо конструктивных дефектов ряд нарушений, допущенных при выпуске и корректировке проектно-конструкторской документации, что при определённом стечении обстоятельств могло привести к старту изделия с неотделившейся платой и непредсказуемым последствиям. Повторный пуск был намечен на 15 ноября 1988 г.

Утром в день старта надвигался циклон с дождём и шквалистым ветром порывами до 19 м/с. За 30 мин до запуска синоптики порадовали штормовым предупреждением. Главные конструкторы – Губанов (МКС и ракеты), Семёнов (ОК) и Лозино-Лозинский (планеры орбитального комплекса) – под свою ответственность, приняли решение пускать.

МРКК «Энергия-Буран» стартовал точно по графику в 06 : 00 : 1,25 по московскому времени, выполнил программные развороты по тангажу и крену. На 30–38-й секундах снизил тягу двигателей. На 143-й секунде выключились двигатели боковых блоков А, отделились на высоте 53 км и упали в 426 км от места старта. На 467-й секунде выключились двигатели центрального блока, на 482-й секунде полёта «Буран» отделился от блока Ц и, выдав два корректирующих импульса, сформировал рабочую орбиту высотой 263–251 км и наклоном 51,6° с периодом обращения 89,45 мин. На втором витке, вне зоны радиосвязи, на борту «Бурана» перезагрузилась оперативная память компьютеров для работы на участке спуска, и началась перекачка топлива из носовых баков в кормовые для обеспечения посадочной центровки. ОК сориентировался кормой «вперёд-вверх», и в 08 : 20 над Тихим океаном на 158-й секунде включился маршевый двигатель для выдачи тормозного импульса 162,4 кг · м/с. Вход в

атмосферу произошёл со скоростью 27 330 км/ч над Атлантикой на расстоянии 8270 км от посадочного комплекса Байконура. В 08 : 53 на высоте 90 км из-за образования облака плазмы на 18 минут прекратилась радиосвязь. На высоте 50 км «Буран» вышел на связь со станциями слежения в районе посадки; его скорость в этот момент в 10 раз превышала скорость звука.

В 09 : 19 «Буран» вошёл в прицельную зону на высоте 20 км с минимальными отклонениями. При выходе в «контрольную точку» с высоты 20 км «Буран» «заложил» манёвр, повергший всех в шок. Вместо ожидавшегося захода на посадку с юго-востока корабль энергично отвернул влево и стал заходить на ВПП с северо-восточного направления с креном 45° на правое крыло. Послеполётный анализ показал, что вероятность выбора такой траектории была менее 3%, однако в сложившихся условиях это было самое правильное «решение» корабля! В 09 : 24 : 42, опережая всего на секунду расчётное время, «Буран» на скорости 263 км/ч изящно коснулся взлётно-посадочной полосы и через 42 с, пробежав 1620 м, замер в её центре с отклонением от осевой линии всего 3 м (!).

Отечественная и мировая ракетно-космическая техника не знает изделий по масштабу и сложности равных МРКК «Энергия-Буран». Не знает она и такого ошеломляющего успеха с первого пуска. Если говорить честно, даже среди самых квалифицированных разработчиков, мало кто ожидал подобного результата. Тем важнее понять истинные причины этого успеха.

Полёт комплекса «Энергия-Буран» вряд ли стал бы таким успешным, если бы при его создании не был реализован огромный опыт создания первого советского крупномасштабного ракетно-космического комплекса для высадки на Луну Н1-ЛЗ. Тогда были сделаны важные выводы о несоответствии методов организации работ, традиционно сложившихся при подготовке простых изделий типа «Восток», уровню новых, более сложных изделий и о необходимости разработки нового более совершенного процесса создания крупномасштабных изделий.

Схема создания первых советских пилотируемых кораблей «Восток» себя оправдывала, и полученные в тот период результаты вдохновляли разработчиков на продолжение сложившейся технологии, которая складывалась при непосредственном личном участии Сергея Павловича Королёва.

По мере разработки в дальнейшем более сложных кораблей «Союз», а затем и ещё более сложных лунных кораблей стали возникать проблемы, свидетельствовавшие о том, что прежний производственный процесс требовал пересмотра. В 1968 г.

мне пришлось уйти из отряда космонавтов ОКБ-1, в который я был зачислен в 1966 г., и по просьбе Василия Павловича Мишина стать ведущим конструктором по лунному комплексу ЛЗ, разработкой которого я занимался до отряда. При его подготовке к лётным испытаниям на Байконуре постоянно выявлялось огромное количество замечаний, так что приходилось не только заниматься их устранением, но и разбираться в причинах их возникновения. После комплексного анализа причин дефектов в конце 1969 г. я представил главному конструктору докладную записку, в которой были определены четыре основные причины неполадок, выявленных при подготовке первых двух лунных комплексов к лётным испытаниям.

Первая – это некомплектность при проведении изменений. Принимая технические решения, заместители главного конструктора, чаще всего, не ставя в известность главного и ведущего конструктора, оформляли их различными протоколами, в которых, как правило, содержались не все указания о корректировке документации. Часть документов не корректировалась, и несовместимость составных частей изделия выявлялась при испытаниях на ключевых этапах подготовки.

Вторая причина заключалась в том, что завод стремился в первую очередь выполнять крупные работы, более высокой стоимости, скажем, отсеки кораблей, откладывая на вторую очередь мелкие работы, на которых отрабатывались отдельные элементы конструкции. Это приводило к тому, что замечания, выявленные при испытаниях элементов, необходимо было устранять на собранном изделии и часто это делалось ненадлежащим образом.

Третья причина заключалась в том, что права и обязанности ведущего конструктора не отвечали его обязанностям – выполнять свою главную функцию по обеспечению качества изделия и, в первую очередь, проектно-конструкторской документации.

Четвёртая, самая главная причина заключалась в том, что в проектной документации обнаруживалось огромное количество «белых пятен», то есть сплошь и рядом разработчикам приходилось дописывать в своих документах недостающие сведения.

Надо отдать должное В.П. Мишину, который, несмотря на огромный объём работ, свалившийся на него после внезапной кончины Королёва, нашёл время досконально разобраться со всеми выявленными проблемами. По его указанию

были подготовлены и выпущены три приказа, которые существенно поменяли стиль нашей работы. Собственно уже в этой части наступил определённый порядок.

Вот один из примеров по обеспечению комплектности документации. 30 декабря 1968 г. был сдан на комплексные испытания лунный орбитальный корабль, а 5 января было снято на доработку 500 кабелей. Возник скандал на руководстве и меня попросили, как ведущего конструктора, объяснить, откуда взялась необходимость доработки этих 500 кабелей. На следующем заседании было показано, что три заместителя главного конструктора в марте-апреле прошлого года подписали 6 технических решений. Но ни в одном не было сказано конкретно, что и кому делать, чтобы решение было полностью реализовано. Решения были зашты в чьи-то дела, корректировка документации проходила стихийно без всякого контроля, изменения постепенно накапливались и, в конце концов, привели к такому эффекту.

Для устранения подобных случаев Мишин подписал приказ о порядке подготовки, согласования и контроля технических решений. Приказом был утверждён бланк, определяющий порядок оформления решений. Номер решения присваивал ведущий конструктор, в решении должно было быть указано полностью, от начала до конца, какая документация должна быть откорректирована, какая материальная часть доработана, какие испытания повторены, что забраковано и так далее. Устанавливались сроки и исполнители всех работ. Этот бланк существует на предприятии уже 40 лет и без него теперешние разработчики не представляют, как работать.

Вместе с этим ещё три приказа существенно улучшили нашу работу. Но решить главный вопрос – навести порядок в проектной документации – тогда мы не смогли. Поскольку перевыпустить проектную документацию на изделия, находившиеся в производстве, не представлялось возможным, решение этой проблемы пришлось отложить.

А вопрос этот был очень серьёзным. Проектанты кораблей «Восток» и «Союз», существенно упрощая процедуру технического описания изделия, обмениваясь между собой технической информацией о своих системах даже по телефону, и не всегда отражали эти сведения в архивной документации. Разрабатывая компоновку корабля и его отсеков, проектанты требовали от разработчиков габа-



ритные и весовые характеристики приборов своих систем, не слишком вникая в существо самих систем и их взаимную увязку. Включая приборы, в общий перечень, который назывался «Поблочный состав изделия», они размещали их по отсекам, включая в спецификации отсеков. Системы, как таковые при этом оставались за кадром, в спецификациях их не было.

Сборочные чертежи отсеков поступали на завод, он требовал от смежников аппаратуру, собирал и сдавал отсек как завершённое изделие. Когда изготовленные отсеки собирались на полигоне в изделие, приборы систем управления, терморегулирования и других, установленные в разных отсеках, впервые встречаясь друг с другом, часто оказывались несовместимыми и выводили друг друга из строя. Это происходило потому, что поставка систем как готовых изделий – самостоятельных сборочных единиц – не предусматривалась, понятие системы в тот период было весьма условным.

Это нельзя объяснять недобросовестностью разработчиков. Мы столкнулись с очень большой проблемой. В отечественной ракетно-космической технике переход от понятия *сборочная единица* к понятию *система* произошёл без изменения наших представлений о способах описания изделия. С появлением понятия *система* в нашей тематике (будь то корабль «Союз» или система терморегулирования) появилась потребность описывать на самых ранних этапах разработки её структуру и функционирование.

Но мы этого делать не умели, так как в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) эта потребность не была регламентирована. Обязательными документами на начальной стадии работ ГОСТ определял «Пояснительную записку» и «Чертёж общего вида». Выпускники вузов имели дипломы инженеров-механиков или инженеров-электриков. Инженер-механик с помощью чертежа общего вида мог обсудить с коллегой устройство, скажем, клапана. А инженер-электрик не мог понять устройство, скажем, телевизора по чертежу его общего вида. У них существовал другой язык – схемы, но выпуск их предполагался на более поздних стадиях разработки.

Космические корабли и их системы – это наполовину «клапаны», наполовину «телевизоры». С каким дипломом к ним подходить и на каком языке действовать, было неясно. Инженеров-системотехников не было, вузы их не готовили, технологии их деятельности не существовало. Привлечённые к проектированию систем механики или электрики выпускали конструкторскую документацию на системы в меру своего понимания вопроса на «своём родном языке», и в ней оставалось много «белых» пятен, что и послужи-

ло одной из основных причин большого количества дефектов на заключительных этапах создания изделий.

Всё это стало камнем преткновения ещё и потому, что некоторые наши разработчики под влиянием эйфории от первых космических успехов считали, что раз изделия летают (а летали они не всегда), то и документация в архивах в порядке. А то, что она не соответствует ГОСТам, – это специфика наших изделий. Иногда в почёте оказывались «корифеи», владевшие важными сведениями об изделии, которых не было в архивах. Но огромный энтузиазм всех без исключения разработчиков компенсировал все эти недостатки и приводил к общепризнанным успехам. В этой обстановке (победителей не судят) изменить что-либо было практически невозможно.

Очень трудно было переубедить разработчиков, а заставить их юридически было нельзя, потому что ГОСТы не содержали необходимых требований и фактически оставляли решение о том, какую документацию выпускать, на усмотрение разработчиков. Отраслевые документы такие, как ОТТ-70, РК-75, также не содержали необходимых требований, определяющих комплекты документов на наши изделия.

Но один эпизод летом 1974 г. всё поставил на место. При подготовке по программе «Союз-Аполлон» на Байконуре при проведении испытаний системы аварийного спасения на наземной экспериментальной установке произошёл взрыв. На заседании коллегии министерства директор программы с нашей стороны К.Д. Бушуев получил выговор. И после коллегии выразил претензии заместителю генерального конструктора по координации М.С. Хомякову. Это было при мне, Бушуев сказал: «Михаил Степанович, до каких пор у нас будет неразбериха в координации? На коллегии выговор за САС объявили мне, хотя не сработала схема Чертока, а я эти документы не видел и не подписывал».

Это заявление директора программы сильно насторожило руководство. Создали комиссию из 80 человек, включив в состав всех начальников отделов (председатель Э.И. Корженевский, я его заместитель). Задача была поставлена просто: разобратся, что должен был подписать К.Д. Бушуев? что он ещё не подписал? что он должен подписать, пока ещё есть время?

Комиссия зашла в тупик. Потому что документация, находившаяся в архиве, была в том виде, как я отметил выше. В ней невозможно было разобраться. В дополнение по этой международной теме появился «мешок с деньгами», и всем отсыпали премии направо и налево за любые справки и отчёты. В общем, в архиве собралось громадное количество бумаги, которая кому-то приносила пользу, но ещё

больше запутывала структуру изделия и комплексы конструкторской документации.

Тогда комиссии было предложено уточнить, из каких составных частей состоит корабль «Союз». Дальше стали коллективно читать ГОСТы и, рассматривая содержание конкретных документов, например, «Технических условий», определять необходимость каждого документа в комплекте, скажем, на систему терморегулирования, систему управления или на корабль в целом. В результате получили картину полного комплекта необходимых гостированных документов на корабль. В этом комплекте нетрудно было установить, что должен был подписать директор программы.

Разработчики утверждали, что поскольку корабль «Союз» успешно летал, в архиве имеется вся необходимая документация, хотя названия документов отличаются от гостированных. Тогда им было предложено сгруппировать свои архивные документы независимо от названия и, исходя из их содержания, «привязать» к гостированным.

Когда все поработали и представили результаты своих проверок, оказалось, что на корабль и на его основные системы основных проектных документов в архиве нет. Первый заместитель генерального конструктора Ю.Н. Труфанов, прочитав наш с Корженевским отчёт на полутора страницах, убрал его в сейф и попросил никому о нём не говорить, чтобы не возбуждать американскую сторону, но пообещал, что этот вопрос он не забудет.

Документацию под программу «Союз-Аполлон» местами кое-как привели в порядок, а 9 июля 1974 г. вышел приказ № 277 генерального конструктора В.П. Глушко, которым была образована ещё одна комиссия, под председательством Ю.Н. Труфанова, в которую вошли все замы генерального и руководители комплексов. Комиссии было предписано проанализировать состояние разработок по всем изделиям и «разработать систему мероприятий по повышению проектной надёжности изделий, качества разрабатываемой технической документации, уровня отработанности, направленных на выявление и исключение ошибок и предотвращение отказов изделий при натурных испытаниях».

Комплексами и службами главных конструкторов было направлено в комиссию большое количество материалов с анализом существующих недостатков и предложениями по их устранению, в общей сложности, более 300 мероприятий.

Председатель комиссии Труфанов не забыл вопрос, который мы с Корженевским ему докладывали. Хомяков также помнил оставшийся нерешённым вопрос по упорядочению проектной документации и мои предложения ещё на лунном комплексе. По его рекомендации Труфанов ввёл меня в состав комиссии, поручил обобщить представленные мате-

риалы и применительно к многообразной системе «Энергия-Буран» разработать требования, соблюдение которых позволит построить сквозной производственный процесс, исключающий появление дефектов при натурных испытаниях и обеспечивающий решение целевой задачи с первого раза.

При рассмотрении предложений, направленных в комиссию, был проведён сравнительный анализ организации управления разработками в США и на предприятии. Анализ показал, что американские разработчики при переходе от простых сборочных единиц к сложным крупномасштабным системам в части, касающейся технической документации, сталкивались, как и мы, с похожими проблемами.

В частности, у нас, как и у них, на стадиях проектирования сведения, необходимые для разработки рабочей документации, часто описательного характера, размещались в многотомных «Пояснительных записках». А конкретные технические требования, обязательные для исполнения в производстве, появлялись только через 2–3 года в рабочей документации, чертежах, схемах, технических условиях, которые считались документами для завода и разрабатывались другими подразделениями.

В этот период проектные сведения в томах «Пояснительных записок», как правило, не корректировались, а все необходимые изменения проводились в рабочей документации (в чертежах, схемах, технических условиях), на основании технических решений, протоколов, служебных записок, исходных данных, выпускавшихся разработчиками. Это приводило к существенным отличиям рабочей документации от исходной проектной. Поскольку разрабатывать ту и другую документацию могли не только разные подразделения, но и разные организации, с учётом удлинившихся сроков разработки утрачивалась персональная ответственность за конечный результат и за соответствие изделия исходному техническому заданию.

Американцы для решения этой проблемы ещё в 1966 г. приняли (по нашему переводу) «Спецификацию блочных требований». Это был единый документ, выпускавшийся с первых дней разработки и содержащий все технические требования к изделию, корректируемые с первого до последнего дня его создания. Рассмотрение его содержания сравнительно с содержанием наших гостированных документов показало, что нашими ГОСТами и отраслевыми документами такой проектный документ не предусмотрен, а объём содержащихся в нём сведений рассредоточен по нескольким нашим документам, выпускаемым на более поздних стадиях разработки рабочей документации.

Мы не стали копировать американскую схему, а пересмотрели порядок формирования полного комплекта конструкторской документации, опре-

делённый стандартами ЕСКД. В качестве обязательных первоначальных проектных документов для всех изделий многоуровневого комплекса были определены «Схема структурная», «Технические условия» и «Спецификация». Объём сведений, предусмотренный в этих документах, соответствовал тому, что содержался в «Спецификации блочных требований». Для остальных документов, выбранных нами из полного комплекта применительно к уровням и видам наших изделий, были установлены стадии их разработки и выпуска.

В итоге был разработан собственный нормативный документ «Требования к порядку разработки комплекса «Энергия-Буран» (индекс П-13182 ВК). Он устанавливал типовую структуру технического комплекса, состав комплектов конструкторской документации для уровней изделия по стадиям разработки, этапы разработки. Был приведён проспект технических условий на изделия, содержащий перечень однотипных разделов и их содержание. Приведён также проспект структурной схемы, которая должна была определять состав изделия, его составные части и их функции, взаимосвязи между ними, режимы работы изделия и изменение состава и функций по режимам.

Правильное формирование структуры изделия и её анализ на разных этапах и режимах его работы имеет решающее значение для выявления будущих возможных дефектов на ранних стадиях проектирования. Так, например, лунный комплекс Н1-ЛЗ в полёте будет постоянно менять свой состав и форму: на участке выведения после отделения первых двух ступеней ракеты Н1 (блоков «А» и «Б») он вместе с третьей ступенью (блоком «В») может рассматриваться как самостоятельное изделие, выполняющее определённую функцию на конкретном этапе полёта. Имея собственную конфигурацию, массу, моменты инерции, он должен иметь необходимую прочность, органы управления, словом, должен изначально иметь свой комплект конструкторской документации и ответственного за работу этого изделия, иначе после аварии начнётся выяснение ответственности между разработчиками комплекса ЛЗ, блока «В» ракеты Н1 и главным конструктором, который заранее не определил ответственного. Примерно такая ситуация и сложилась осенью 1962 г., когда за два месяца из 6 автоматических межпланетных станций 5 остались на исходной орбите – по вине то ли автоматической межпланетной станции, то ли разгонного блока «Л», а ответственность потерялась между заместителями Королёва Б.Е. Чертоком и С.С. Крюковым.

После утверждения «Требования...» П 13182-ВК были введены в действие на предприятии приказом В.П. Глушко № 435 от 25 сентября 1976 г. Первым

практическим действием по выполнению требований документа стал выпуск структурной схемы многоцветного комплекса «Энергия-Буран». Дело в том, что подготовленная проектантом структурная схема преследовала цель изменить распределение работ в интересах некоторых заместителей генерального и их статуса на предприятии. Возражения оппонентов препятствовали её утверждению, и начало работы срывалось уже несколько месяцев. Я предложил Садовскому свой вариант схемы, исходя из технического существа без учёта чьих-то интересов. Садовский обсудил её на совещании с замами и утвердил. После чего приказом генерального была утверждена ответственность за разработку составных частей.

Поскольку в создании орбитального корабля «Буран» кроме нас участвовала организация Минавиапрома НПО «Молния», ответственная за разработку планера ОК и его систем, возник вопрос совместимости комплектов конструкторской документации, выпускавшейся у них по своим авиационным канонам. После нескольких совещаний у Глушко с участием генерального конструктора НПО «Молния» Г.Е. Лозино-Лозинского было принято решение распространить действие П13182-ВК на изделия разработки Минавиапрома. Нами, в соответствии с рекомендациями документа, была подготовлена таблица полного комплекта конструкторской документации на ОК и все его составные части.

Таблица позволила выявить более трёх тысяч работ, любая из которых могла стать дефектом на заключительных этапах подготовки и аварией в полёте комплекса «Энергия-Буран». В течение целого месяца у В.П. Глушко в кабинете собирались 40 человек из НПО «Молния» и нашего предприятия и согласовывали все вопросы по распределению ответственности за разработку и всему комплекту документации. Ответственность была закреплена соответствующими приказами, и в дальнейшем не было необходимости разбираться, кто должен был выполнять ту или иную работу. Были назначены ведущие конструкторы по всем составным частям комплекса, в задачу которых входил контроль за соблюдением установленных организационных требований и качества конструкторской документации по закреплённому изделию.

Таким образом, в нашем нормативном документе был зафиксирован огромный опыт королёвской школы, накопленный в ОКБ-1, а затем в ЦКБЭМ в 1959–1974 гг., и на его основании установлены конкретные требования, соблюдение которых должно было обеспечить существенное повышение качества и надёжности комплекса. В дальнейшем, для обеспечения на всех уровнях жёсткого контроля за выполнением установленных требо-

ваний была использована автоматизированная система «Сигнал НПО», действовавшая на предприятии для контроля за выполнением приказов генерального директора, генерального конструктора и решений партийного комитета. После доработки она позволяла оперативно получать сведения о выполнении работ за определённый период по конкретному подразделению и по конкретной составной части комплекса. Эти сведения служили основой для оценки работы подразделений, занимались этой работой специальные контрольные группы.

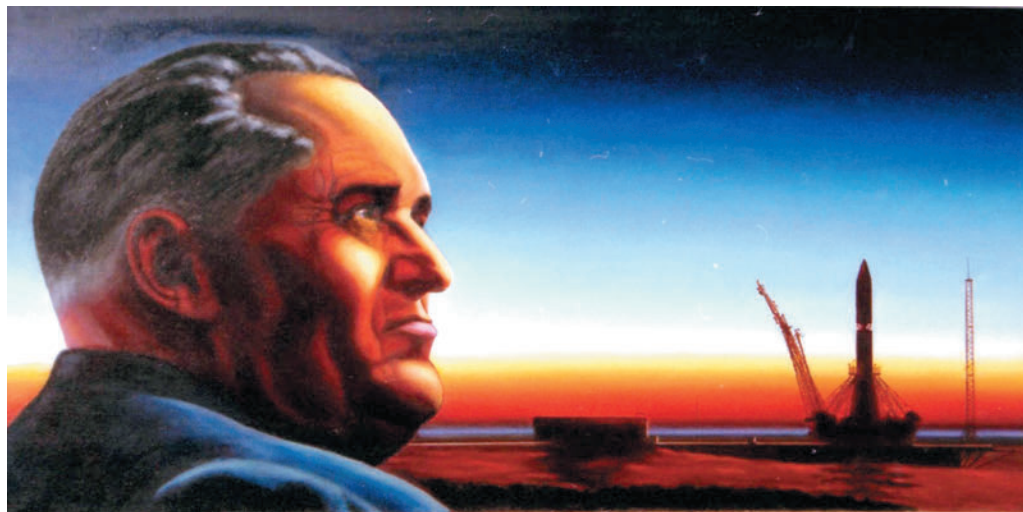
Из числа других мероприятий, направленных на повышение эффективности работы предприятия, можно отметить следующие. Поскольку создание Совета главных конструкторов не оживило работу со смежными организациями, Министр рекомендовал ознакомиться с опытом работы головной организации на межведомственном уровне в Минсудпроме. По поручению генерального директора В.Д. Вачнадзе был изучен опыт работы со смежными организациями предприятия «Рубин» при создании атомных подводных лодок. Хотя этот опыт оказался малоприменим к нашим изделиям, на предприятии был создан межведомственный «Центр координации работ» по комплексу «Энергия-Буран». Еженедельные заседания, которые проводил заместитель генерального конструктора А.Н. Иванников, а затем зам. министра О.Н. Шишкин, существенно оживили работу смежных организаций по своевременным поставкам комплектующих для экспериментальных, а затем и для штатных изделий.

Осенью 1982 г. решением руководства НПО на ЦНИИП-5МО была образована «Группа оперативно-технического руководства по изделию 11Ф36 (комплекс «Энергия-Буран»)». Я возглавлял группу как ведущий конструктор по

комплексу. И мне было поручено развернуть на Байконуре работы по сборке первых изделий комплекса и подготовке их к испытаниям. Структура группы и положение о её статусе и порядке работы были разработаны на основании опыта работ при подготовке лунного комплекса ЛЗ в 1968–1974 гг. Группа была укомплектована ведущими конструкторами по составным частям комплекса, ответственными представителями разработчиков и предприятий изготовителей. Непосредственное участие на первых этапах принимали начальник 3-го главного управления Минобщмаша Ю.Н. Коптев, зам. министра О.Н. Шишкин. Регулярные совещания на ТП с привлечением всей кооперации проводили министры С.А. Афанасьев и О.Д. Бакланов.

Эти организационные меры способствовали своевременному завершению наземной экспериментальной отработки, огромный объём которой, в конечном счёте, позволил выявить и устранить замечания, оставшиеся на изделии, несмотря на тщательную проработку конструкторской документации.

Этот успех, тем не менее, для меня лично сопровождается чувством досады. Дело даже не в том, что первый полёт «Бурана» стал последним. Досада возникала по другим соображениям. Главным замыслом Королёва, утверждённым двумя постановлениями правительства, была экспедиция на Марс, и реальный фундамент для её осуществления к 1974 г. был создан. Однако бывшие соратники Королёва уничтожили нашу межпланетную программу. А ведь вся более чем двадцатилетняя титаническая эпопея по совершенствованию методов работы, развёрнутая на королёвском предприятии, с успехом могла обеспечить экспедицию советского человека на Марс в середине 1980-х, но, к большому сожалению, её место занял «Буран».



То, что казалось несбыточным на протяжении веков, что ещё вчера было лишь дерзновенной мечтой, сегодня становится реальной задачей, а завтра – свершением. Нет преград человеческой мысли!
С.П. Королёв. Газета «Правда» от 1 января 1966 года (за одиннадцать дней до кончины).
(Портрет написан автором настоящей статьи.
Комментарий см. в ЭП. – Ред.)

Интегрированные уроки с использованием ИКТ



Приведён алгоритм создания интегрированных уроков в средней и старшей школе и сценарий разработанного на его основе мероприятия. Две презентации даны в ЭП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: космонавтика, ресурсы космоса, экология космоса

Л.В. ФИЛЮКОВА

lyudmila.filyukova@mail.ru,

А.А. ИВАНОВА, О.А. КОВЕРГА,
ГБОУ СОШ № 859, г. Москва

Пока человек отдаёт себе отчёт, что его знания и опыт – ничтожная крупица реальной картины мира, он настолько не безнадёжен, что пари впору заключать, делая ставку на его блестящее будущее.

Макс Фрай. Ворона на мосту

Новый ФГОС ориентирует на результат, поэтому вся учебная деятельность должна строиться на основе деятельностного подхода. Задача школы – сделать учебный процесс значимым для учащихся, представляющим для них непосредственный жизненно важный интерес. Задача учителя – усилить мотивацию ребёнка к познанию окружающего мира, продемонстрировать, что школьные занятия – это необходимая подготовка к жизни, её узнавание, обучение навыкам поиска полезной информации и её применения. Этому в немалой степени способствуют уроки нетрадиционной формы (слайд 1) – с привлечением ИКТ и использованием межпредметных связей (слайд 2). Мы проводим их, стремясь с самого начала преподавания предмета развивать познавательные способности учащихся (слайд 3). Для достижения этой цели мы поставили 5 задач:

- ознакомление с современными достижениями в науке и технике
- использование различных форм творчества на межпредметном уровне для самовыражения учащихся
- развитие творческих способностей детей с помощью проектной и исследовательской деятельности
- привлечение учащихся к созданию программных продуктов для использования их в преподавании предметов естественнонаучного и других циклов
- укрепление связи семьи и школы.

Наиболее, как нам кажется, значимые цели выделены курсивом: *использование различных форм творчества на межпредметном уровне для самовыражения учащихся и укрепление связи семьи и школы (слайд 4)*. Актуальность работы не вызывает сомнения (слайд 5).

Однако созданию качественного, интересного урока предшествовал ряд подготовительных этапов. Мы их назвали *этапами реализации*.

Первым этапом на пути повышения мотивации учащихся к самостоятельной деятельности явилась музейная практика: мы организовали посещение музея паровозов (слайд 6), Дарвиновского музея (слайд 7), Музея воды (слайд 8), Центра подготовки космонавтов и Мемориального музея космонавтики (слайд 9).

Второй этап – творческие встречи с космонавтами и астронавтами (слайды 10, 11).

Следующий этап – развитие творческого потенциала учащихся: сложение стихов (слайд 12), рисование иллюстраций к учебному материалу (слайд 13).

После этих познавательных-ознакомительных этапов мы перешли уже к серьёзной работе – сбору и обработке информации по конкретным темам: например, к открытому уроку по топонимике района «Его именем названы...» (слайд 14), к исследовательской работе «Космодромы мира» (слайд 15).

Завершающий этап – интегрированный урок или общешкольное мероприятие, подготовленные самими учащимися, конечно, под руководством учителей: например, открытый урок-конференция «Вулканы. Созидательная или разрушительная сила», 8 класс (слайд 16, см. «Физику» № 7/2012), урок-композиция «Шар земной, шар земной, мы взлетаем над тобой», общешкольное мероприятие (слайд 17, см. «Физику» № 3/2013).

В прошлом году (объявленном Президентом Годом экологии) мы предложили учащимся для индивидуальной работы темы, связанные с экологией Космоса. Отношение человека к природе формируется с детства. Ребёнок учится видеть вокруг себя прекрасное, удивительное, постепенно понимает, что состояние природы, её ресурсов (и не только на Земле, но и в Космосе) зависит от действий человека. Мы предложили ребятам увидеть красоту природы и через литературные произведения, и через естественнонаучные знания, осознать проблемы её сохранения, поискать способы их решения.

Итогом совместной работы стало общешкольное мероприятие «Космос и мы», посвящённое и Дню космонавтики (слайд 18), и Году экологии. Это были доклады и презентации учащихся, созданные с использованием знаний, полученных на уроках предметов естественнонаучного и гуманитарного циклов. Над этим уроком учащиеся 9-го класса работали в груп-

пах, а направляли их деятельность учитель физики и учитель русского языка и литературы (классный руководитель) при активной помощи учителей английского языка и информатики. Таким образом, данная работа совмещает в себе урочную и внеурочную деятельность ребят и преподавателей.

Подобные мероприятия интересны тем, что позволяют включать в познавательную деятельность большую группу учеников самого разного возраста. Дети, готовящие урок/мероприятие, учатся рассматривать одну тему, используя различные источники информации, выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации. Ребята, присутствующие на уроке/мероприятии, получают информацию, не только расширяющую их кругозор, но и побуждающую к самостоятельной исследовательской деятельности, рождающую гордость за свою страну, побуждающую интерес к повседневному окружению.

Не менее важна для развития познавательной деятельности учащихся и «ситуация успеха»: участникам открытого урока/мероприятия хочется публично представить свои исследования, а пассивным участникам (слушателям) хочется оказаться на месте выступающих и заслужить похвалу.

Сценарий мероприятия «КОСМОС И МЫ»

(девятиклассники зачитывают фрагменты в сопровождении слайдов одноимённой презентации)

Ученик 1 (слайд 1).

Ладонью заслоняясь от света,
Сидит мальчишка.
Тишина.
И вдруг волшебное:
– Ракета...
Достигла станции Луна.
И оторвавшись от тетрадок,
Сказал с достоинством:
– Порядок.
Как будто так и быть должно.
Должно быть так,
А не иначе.
И удивительного нет,
Что это нами,
Нами начат
Штурм неразгаданных планет.

Л. Татьянаичева (<http://ped-kopilka.ru/stihi-dlja-detei/den-kosmonavtiki-stihi.html>)

(Слайд 2.) 12 апреля наша страна отмечает День космонавтики. Это всенародный праздник. Для нас кажется привычным, что стартуют с Земли космические корабли. В высоких небесных даях происходят стыковки космических аппаратов. Месяцами в космических станциях живут и трудятся космо-

навты, уходят к другим планетам автоматические станции. Вы можете сказать: что же тут особенного? Но всего чуть больше, чем полвека назад, полёт в космос казался таким же мифом, как и представления древних людей о Земле и Небе.

(Слайд 3.) Древние греки думали, что Земля – плоская и похожа на огромное блюдо. На этом блюде расположены горы и равнины, реки и озёра. Сверху необыкновенное блюдо прикрывает небесный свод. Некоторые народы полагали, что Земля лежит на трёх могучих слонах-великанах.

(Слайд 4.) Наши предки славяне считали, что небеса и Земля похожи на яйцо, которое снесла огромная «космическая птица».

(Слайд 5.) На чём только не отправлялись в небеса герои сказок и старинных легенд! И на золотых колесницах, и на быстрых стрелах. Аладдин летал на волшебном ковре-самолёте, Баба-Яга неслась над землёй на ступе, Иванушку несли на крыльях гуси-лебеди.

(Слайд 6.) Прошли века, и люди сумели покорить воздушное пространство Земли. Но они мечтали о полётах не только в воздушном, но и в космическом пространстве, о котором великий русский учёный и поэт Михаил Ломоносов сказал так:

Открылась бездна звезд полна;
Звездам числа нет, бездне дна!

Первые крылья человечества

Ученик 2 (слайд 7). Леонардо да Винчи, художник, учёный и инженер, обогатил своими наблюдениями и догадками почти все области знания того времени. Страсть к моделированию приводила Леонардо к техническим предвидениям, он спроектировал летательные аппараты и парашют.

(Слайд 8.) К.Э. Циолковский, русский изобретатель, основоположник космонавтики, говорил: «Человечество не останется на Земле, оно завоеует себе околосолнечное пространство... Но человек полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума». Учёный доказал, что освоить космическое пространство можно только с помощью ракеты, и предсказал, что в космосе будет постоянно находиться настоящий дом, где космонавты станут подолгу жить, занимаясь исследованиями!

Идеи Циолковского воплотил в жизнь Сергей Павлович Королёв. Под его руководством были созданы мощные ракеты для выведения на орбиту искусственных спутников.

(Слайд 9.) 4 октября 1957 г. произошло событие, которое потрясло весь мир, – был запущен первый искусственный спутник Земли (ИСЗ). Это было первое сотворённое человеком тело, которое не упало на Землю, а стало вращаться вокруг неё.

(Слайд 10.) Первый орбитальный полёт живых существ с успешным возвращением на Землю совершили собаки Белка и Стрелка (ролик 1



«Белка и Стрелка»: URL: <http://yandex.ru/video/search?text=белка и стрелка полёт в космос=81&where=all&filmId=83S3ysxg8gE>

(Слайд 11.) А 12 апреля 1961 г. иностранные газеты сообщили (ученики 3 и 4 зачитывают сообщения на английском языке о полёте Гагарина*:

- Attention! Attention!
- Have you heard the latest news?
- What news? What news?
- Man enters space!

– Yuri Gagarin was the first human to journey into outer space, when his Vostok spacecraft completed an orbit of the Earth on 12 April 1961. Gagarin became an international celebrity, and was awarded many medals and titles, including Hero of the Soviet Union, the nation's highest honour.)

(Ролик 2 «Полёт Гагарина»: URL: <http://yandex.ru/video/search?p=2&text=полётГагарина&where=all&filmId=dWkdVfurp3k>)

Пионеры космоса

Ученик 5 (слайд 12). 6–7 августа 1961 г. в космосе летал Герман Титов на пилотируемом космическом корабле «Восток-2». Он первый в мире совершил несколько витков вокруг Земли – их было 17.

(Слайд 13.) В июне 1963 г. в космосе уже два корабля: «Восток-5», пилотируемый Валерием Быковским, и «Восток-6», на котором полетела первая в мире женщина-космонавт Валентина Терешкова. Этот совместный полёт продолжался 70 часов.

(Слайд 14.) В октябре 1964 г. на околоземную орбиту поднялся первый многоместный корабль – «Восход». На его борту находились три человека: командир Владимир Комаров, врач Борис Егоров и учёный Константин Феоктистов. Впервые в космосе работали люди разных специальностей, которые проводили наблюдения и изучение космического пространства.

(Слайд 15.) В марте 1965 г. в космосе «Восход-2». Командир корабля – Павел Беляев, пилот – Алексей Леонов. Он впервые в мире вышел

в открытый космос и выполнил ряд экспериментов вне корабля.

На Луну

Ученик 6 (слайд 16). Первым (и пока единственным) небесным телом, на которое высадились обитатели нашей планеты, стала Луна. Первыми землянами, осуществившими экспедицию на Луну, стали Нейл Армстронг, Майкл Коллинз, Эдвин Олдрин. Экипаж доставил на Луну космический корабль «Аполлон-11». Полёт длился 8 суток и 3 часа. На Луне астронавты провели 31 час 31 минуту. Впоследствии на Луне побывали экипажи ещё четырёх «Аполлонов».

(Слайд 17.) В январе 1973 г. на поверхность Луны был спущен «Луноход-2» – необычная машина, сконструированная специально для работы в открытом космосе. Луноходом управляли с Земли по теле- и радиоканалам. Он проработал там несколько месяцев и прошёл по поверхности Луны 37 км.

Стыковка в космосе

Ученик 7 (слайд 18). В 1975 г. две мировые державы – Советский Союз и Соединённые Штаты Америки приняли программу ЭПАС – экспериментальный полёт «Аполлон-Союз». 17 июля 1975 г. состоялась стыковка двух кораблей. Космонавты А. Леонов, В. Кубасов и астронавты Т. Стафферд, Д. Слейтон, В. Браундт пожали друг другу руки на орбите.

(Слайд 19.) Следующим шагом в освоении космического пространства стало появление орбитальных станций – крупных научно-исследовательских комплексов. Советская орбитальная станция «Мир», выведенная на орбиту 20 февраля 1986 г., проработала 15 лет. За это время на борту станции «Мир» побывало 104 космонавта, со станцией состыковалось 109 космических аппаратов.

В 1998 г. Россия и США приступили к постройке МКС – Международной космической станции. Это комплекс-лаборатория, где космонавты проводят исследования и ставят эксперименты.

Искусственные спутники Земли, созданные руками людей, по-прежнему день и ночь несут вахту в космосе. Они ведут наблюдение за Солнцем, звёздами, атмос-

*Сообщение-сценка на английском языке было составлено и зачитано учащимися 6-х классов под руководством учителя английского языка О.А. Коверги.



ферой. С помощью спутников можно предсказывать погоду, осуществлять телевизионную и телефонную связь. На данный момент мы твёрдо знаем, что космос богат ресурсами, необходимыми на Земле.

Ученик 8 (слайд 20). Солнце, как известно, является первичным и основным источником энергии для нашей планеты. Оно греет всю Землю, приводит в движение реки. Под его лучами вырастают растения, питающие, в свою очередь, все живые организмы. Благодаря ему на Земле накоплены запасы нефти, угля, торфа, которые мы сейчас активно используем.

(Слайд 21.) Способов преобразования энергии Солнца в электрическую существует множество. Использование солнечных батарей (то есть фотоэлектрических преобразователей) – лишь один из них. Способ этот хорош потому, что он обеспечивает, во-первых, мобильность установок, во-вторых, – их долговечность. Солнечную батарею можно установить и на крыше автомобиля, и на крыльях самолёта, и на корпусе космического аппарата. Её можно встроить в часы, калькулятор, ноутбук и даже, как это ни парадоксально, в фонарик.

(Слайд 22.) Однако огромным препятствием для получения энергии Солнца может стать земная атмосфера: то небо совсем не вовремя затягивается облаками, то дым от соседнего завода закрывает Солнце. Проблемы эти были теоретически решены ещё в 1968 г., когда впервые возникла идея строительства космической солнечной электростанции (СЭС). Эта идея актуальна и по сей день. Доставка элементов в космос, естественно, будет осуществляться космическими кораблями, другого способа мы пока ещё не знаем. А энергию на Землю планируется переправлять в виде СВЧ-луча. Сам луч совершенно безопасен, и ни облака, ни тучи не станут для него препятствием. Это дорого, но в 4 раза дешевле войны в Ираке. А ведь, наверное, лучше строить станции на Луне, чем воевать на Земле за нефть.

Ученик 9 (слайд 23). Для преобразования солнечной энергии в электрическую в промышленных масштабах даже сейчас используется способ, предложенный, согласно легенде, ещё в III в. до н. э. знаменитым учёным Архимедом Сиракузским (*ролик 3 «Архимед», с 5 : 00 по 5 : 52.* URL: http://yandex.ru/video/search?filmId=oDMS_IAFUXI&where=all&text=архимед). Именно на этом принципе основана работа современных гелиоэлектростанций.

Первая промышленная солнечная электростанция была построена в 1985 г. в СССР в Крыму.

(Слайд 24.) Использовать энергию Солнца в быту можно и без превращения её в электричество. Для того чтобы «протопить» холодную комнату или нагреть воду в водопроводе, можно напрямую воспользоваться солнечным теплом. Установки, собирающие, сохраняющие и передающие это тепло, называются *солнечными коллекторами*.

Кроме электричества космос может снабдить нас водой.

Ученик 10 (слайд 25). Без воды не может жить человек. Именно сейчас, когда темпы роста водопотребления огромны, когда некоторые страны уже испытывают дефицит пресной воды, особенно остро стоит вопрос снижения её загрязнения.

Вода, как известно, является основой жизни и ранее предполагалось, что она есть только на Земле. В свете исследований последних лет астрономы опубликовали список планет, на которых есть вода.



41
**Когда последний закружён виток,
 Так хорошо сойти на Землю снова**



42
Земля – колыбель разума

Но
 нельзя
 вечно
 жить
 в
 колыбели



43
**«Смотри – перед нами Земля,
 но не вечный и единственный приют
 человечества, а всего
 лишь его колыбель,
 отправная точка
 бесконечного
 приключения»**

А.Азимов



(Слайд 26.) Оказалось, что в том или ином виде эта живительная влага присутствует на всех планетах Солнечной системы. Наличие воды является одним из главных условий гипотетического расселения людей на экзопланеты – планеты около других звёзд, и в один прекрасный день, быть может, именно её наличие там станет первым признаком обнаруженной жизни.

Многие молодые звёзды окружены разрежёнными облаками раскалённого газа – фабриками по производству воды, в которых водяные пары присутствуют в изобилии.

(Слайд 27.) Совсем недавно вода была обнаружена на Марсе и на Луне, и более того, даже и на планетах вне Солнечной системы.

Ученик 11 (слайд 28). Общее количество замёршей воды, сосредоточенной во внешних планетах и спутниках Солнечной системы, значительно превосходит запасы Мирового океана.

(Слайд 29.) Огромными ледяными шарами являются и спутники планет-гигантов: Ганимед, Каллисто, Европа, Энцелад.

(Слайд 30.) На спутнике Сатурна, Энцеладе, межпланетная станция «Кассини» обнаружила водяные вулканы. На снимках видны выбросы пара и ледяных кристаллов, поднимающиеся на высоту 500 км над поверхностью спутника. Факт существования водяных вулканов свидетельствует о том, что под поверхностью Энцелада находится океан жидкой воды.

(Слайд 31.) Астрономы обнаружили, что кометы тоже являются переносчиками воды в звёздных системах. Ядра комет – это гигантские глыбы из рыхлого снега и льда с вкраплениями частиц пыли. Колоссальное количество льда сосредоточено и далеко за пределами Плутона, в так называемом *облаке Оорта*, представляющем собой остатки материала, из которого сформировалась наша планетная система.

(Слайд 32.) Учёные пробуют перерабатывать космическую воду. Фильтрационные системы *JONICS* (производство США) – системы очистки воды, являющиеся примером использования высоких технологий (разработаны для космических программ *NASA*), сейчас применяются и для бытовых це-

лей (ролик 4 «Обломок Шаттла в космосе»: URL: <http://tomsk.fm/watch/109768>)

Ученик 12 (слайд 33). Необходимо отметить, что обилие космических аппаратов создаёт проблему загрязнения околоземного пространства. Космический мусор мешает выводу на орбиту космических аппаратов, а отдельные регионы Земли начали подвергаться «атакам» космического мусора. Всё это – орбитальные космические объекты искусственного происхождения за исключением функционирующих КА.

(Слайд 34.) Первый пояс мусора находится на высоте 850–1200 км от поверхности Земли. Именно здесь летает огромное количество метеорологических, военных, научных спутников и зондов.

(Слайд 35.) Вторым пояс загрязнения лежит в районе геостационарных орбит (выше 30 000 км). Сейчас там находится около 800 объектов разных стран. Каждый год к ним присоединяется 20–30 новых станций.

(Слайд 36.) Так как все эти пылинки, частицы, кусочки и мёртвые спутники летят с сумасшедшими скоростями, то при ударе они пробивают и многослойный скафандр, и алюминиевые листы. Такой метеорит выбивает из мишени облако частиц в 1000 раз превосходящее его по массе. Таким образом, происходит нечто, напоминающее цепную реакцию: мусор лавинообразно размножается!

(Слайд 37.) Пока нас спасает то, что соударения не столь часты и скорости не столь велики, потому что все космические корабли во всех странах запускаются с запада на восток. Таким образом, вся эта круговерть идёт в одном направлении, однако уже были зафиксированы столкновения: в 2009 г., 10.03.2013. То есть появилась реальная угроза, что человечеству будет закрыт путь в космос на несколько сотен лет.

Ученик 13 (слайд 38). Для решения данной проблемы необходимы исследования по определению уровня засорения космических орбит: • слежение за крупным космическим мусором • создание моделей столкновения в специальных лабораториях • изучение и осмотр поверхностей космических аппаратов.



(Слайд 39.) Для решения проблемы экологии космоса необходимы:

- законодательные акты
- технические разработки.

В этом плане весьма перспективным представляется созда-

ние уникальных космических платформ, каждая из которых может заменить несколько специализированных спутников. Другим важным направлением является увеличение ресурса или срока активного существования КА.

(Слайд 40.) К снижению уровня засорения околоземных орбит могут привести также конструкторские доработки, направленные на уменьшение числа отделяющихся элементов на последних ступенях ракетносителей. Сократить увеличение числа осколков в космосе можно, исключив самопроизвольные и преднамеренные взрывы КА на орбите.

Проектов по очистке околоземного космического пространства несколько. Один из них – захват пассивных космических объектов многоразовыми

орбитальными кораблями типа «Буран» и «Шаттл» и возвращение их на Землю в грузовом отсеке корабля. А также автономный спуск в заданный район после торможения с помощью буксира. (Ролик 5 «Космический мусор»: URL: [http://yandex.ru/video/search?text=мусор в космосе видео&where=all&filmId=CpnJ5PyqUXI](http://yandex.ru/video/search?text=мусор+в+космосе+видео&where=all&filmId=CpnJ5PyqUXI))

Ученик 1 (слайд 41).

Когда последний закружён виток,
Так хорошо сойти на Землю снова
И окунуться после всех тревог
В живую красоту всего земного.
Галактика в сеченье звёздных трасс,
Нам на неё глядеть – не наглядеться,
Но, поднимаясь в небо всякий раз,
Своей Земле мы оставляем сердце.

(Слайд 42.) Когда-то Циолковский назвал Землю «колыбелью» разума, но добавил, что «нельзя же вечно жить в колыбели». Подобную мысль высказал и фантаст Айзек Азимов (слайд 43): «Смотри, перед нами Земля, – но не вечный и единственный приют человечества, а всего лишь его колыбель, отправная точка бесконечного приключения» («Конец вечности». М: «Правда», 1990. С. 211). Так пусть это приключение будет захватывающим и приносит человечеству только пользу (слайд 44).



Людмила Васильевна Филюкова – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила Кишинёвский Госуниверситет в 1971 г., педагогический стаж 15 лет. Педагогическое кредо: любовь к детям, развитие их творческого потенциала. Награждалась грамотами ЮДО МДО (2001, 2003), удостоена Гранта Москвы (2007). Выпускники поступают в МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ, МЭИ, МГУ им. М.В. Ломоносова. Замужем, дети уже взрослые, окончили «Бауманку». Хобби: книги, театры, музеи.



Анна Александровна Иванова – учитель русского языка и литературы I квалификационной категории, окончила МГПУ в 2006 г., педагогический стаж 10 лет. Педагогическое кредо – по А. Сент-Экзюпери: «Сажая дуб, смешно мечтать, что скоро найдёшь приют в его тени». Награждена грамотой ОУО МДО г. Москвы (2007). Две выпускницы поступили в МГПУ. Хобби: художественная литература, театры, выставки.



Ольга Александровна Коверга – учитель английского языка I квалификационной категории, окончила МГОПУ им. М.А. Шолохова в 2004 г., педагогический стаж 18 лет. Педагогическое кредо – по В. Ключевскому: «Чтобы быть хорошим преподавателем, нужно любить то, что преподаёшь, и любить тех, кому преподаёшь». Воспитывает сына Никиту и дочь Надежду. Хобби: путешествия, книги, театр.

Установка для исследования графиков электромагнитных колебаний с помощью осциллографа-приставки и работа с ней в рамках лабораторного практикума

Представлены работы физического лабораторного практикума, 11 класс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физический эксперимент, электромагнитные колебания, колебательный контур, сдвиг фаз, виртуальный осциллограф

В.В. ЕФИМОВ
efimberez@mail.ru,
СОШ с УИОП № 3,
г. Березники, Пермский край

I. Установка для исследования сдвига фаз колебаний силы тока и напряжения с помощью компьютера и осциллографа-приставки

Вопрос о сдвиге фаз между колебаниями силы тока и напряжения в цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлениями рассматривается в 11-м классе при изучении темы «Переменный ток». Демонстрацию этого явления проводят обычно с использованием двухлучевого осциллографа или простого осциллографа с коммутатором. С появлением в школах виртуального осциллографа (осциллограф-приставка к измерительному блоку и программа *L*-физика поступили в комплекте учебного оборудования *L*-микро: l-micro@mail.ru) эту демонстрацию можно провести более эффектно с проекцией графиков на большой экран с помощью мультипроектора.

Для этого предлагаю собрать простой прибор, позволяющий провести следующие демонстрации:

- сдвиг фаз между колебаниями силы тока и напря-

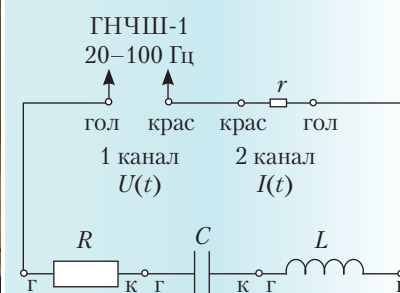
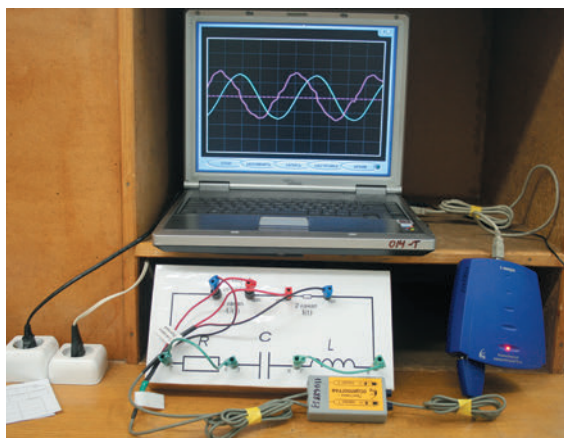
- сдвиг фаз между колебаниями напряжений на отдельных элементах последовательного колебательного контура
- изменение сдвига фаз колебаний силы тока и напряжения в последовательном колебательном контуре при изменении частоты переменного напряжения
- колебания в противофазе напряжений на катушке и конденсаторе в последовательном контуре.

Прибор смонтирован в прямоугольной коробке $30 \times 15 \times 5$ см (см. рисунок и фото внизу). В состав последовательного колебательного контура входят резисторы $r = 10$ Ом и $R = 300$ Ом, конденсатор $C = 9,4$ мкФ (два соединённых параллельно конденсатора по $4,7$ мкФ марки К73 – электролитический конденсатор в цепи переменного тока использовать нельзя, так как он полярный) и катушка индуктивности $L = 0,9$ Гн (дроссель из набора по электронике для практикума). Резистор r нужен для демонстрации на дисплее компьютера графика зависимости силы тока от времени: поскольку его сопротивление примерно в 30 раз меньше сопротивления каждого из остальных элементов цепи на частоте 55 Гц ($R \approx X_C \approx X_L \approx 300$ Ом), на общее сопротивление цепи и силу тока в ней оно почти не влияет.

Для подключения осциллографа на передней панели прибора в местах соединения отдельных эле-



Приставка «Осциллограф» к измерительному блоку (Школьный мир. Оборудование для учебных классов. URL: <http://td-school.ru/index.php?page=4472>)



▲ Схема колебательного контура и

◀ общий вид установки

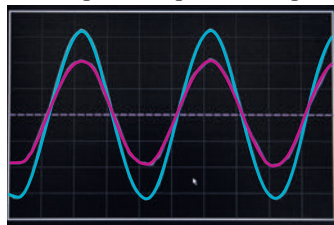
ментов цепи установлены однополюсные гнезда. На прибор подаётся переменное (20–100 Гц) напряжение 2–5 В от ГНЧШ-1. Такая низкая частота выбрана потому, что максимальная «частота развёртки» осциллографа-приставки 20 Гц.

Перед демонстрацией подключите осциллограф-приставку ко входу 1 измерительного блока, а сам блок – к компьютеру. Включите компьютер, запустите программу *L-физика* и откройте в меню следующие пункты: электродинамика → осциллограф → проведение эксперимента → настройка.

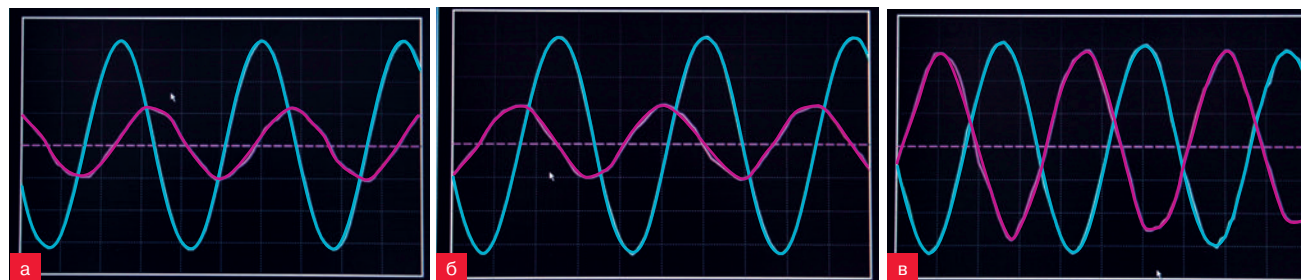
В разделе **настройка** сделайте установки: **режим работы** – ждущий; **развёртка** – 0,005 с/дел; **канал запуска** – 1; **характер сигнала** – возрастание; **1 канал, чувствительность** – 2 В/дел; **2 канал, чувствительность** – 0,1 В/дел.

При получении графика сдвига фаз на одном из трёх элементов цепи два остальных **надо замкнуть проводником** со штекерами на концах. Для получения графика напряжения $u(t)$ 1-й канал осциллографа 1 подключите к выходу ГНЧШ-1. Указанные на схеме цвета наконечников однополюсных вилок осциллографа следует соблюдать обязательно.

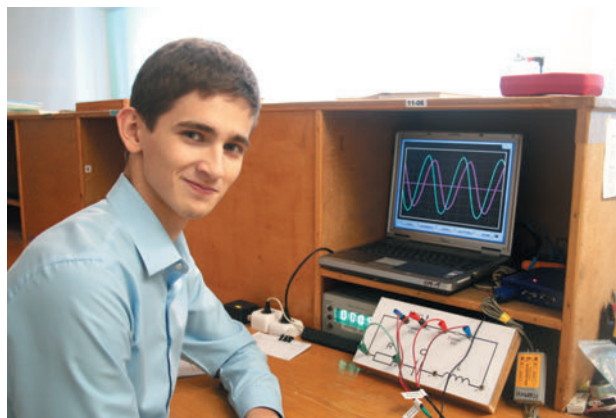
Демонстрация отсутствия сдвига фаз между током и напряжением на резисторе. На 2-й канал осциллографа-приставки подайте напряжение с резистора r , которое прямо пропорциональна протекающему через него току, поскольку на активном сопротивлении нет сдвига фаз между колебаниями тока (красная кривая на фото) и напряжения (голубая кривая).



Демонстрация сдвига фаз между током и напряжением на катушке и на конденсаторе. На фото внизу показаны виртуальные осциллограммы тока и напряжения на катушке (фото *а* – сдвиг фаз $-\pi/2$, колебания силы тока отстают от колебаний напряжения), на конденсаторе (фото *б* – сдвиг фаз $+\pi/2$, колебания силы тока опережают колебания напряжения на $\pi/2$), а также колебания напряжений на катушке и на конденсаторе. В последнем случае надо установить одинаковую



Сдвиг фаз между колебаниями напряжения и силы тока в колебательном контуре: *а* – колебания силы тока в катушке отстают от колебаний напряжения на ней на $\pi/2$; *б* – колебания силы тока в конденсаторе опережают колебания напряжения на нём на $\pi/2$; *в* – колебания напряжения на катушке всегда и на всех частотах противофазны колебаниям напряжения



Работу лабораторного практикума выполняет Морозов Алексей, 11-й класс

ую чувствительность обоих каналов (2 В/дел) и, увеличивая частоту генератора от 20 до 100 Гц, убедитесь, что независимо от частоты колебания напряжений остаются в противофазе: когда амплитуда напряжения на конденсаторе уменьшается, на катушке она растёт.

Демонстрация зависимости сдвига фаз между током и напряжением в последовательном колебательном контуре от частоты. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц, убеждаемся, что при частоте меньше резонансной (~55 Гц) колебания силы тока опережают колебания напряжения (график тока сдвинут влево относительно графика напряжения), а при частоте больше резонансной наоборот – колебания тока отстают по фазе от колебаний напряжения (график тока сдвинут вправо). При резонансе контур обладает только активным сопротивлением, поэтому сдвига фаз нет.

С помощью данного прибора можно убедиться, что с учётом сдвига фаз общее напряжение на последовательном колебательном контуре надо находить по правилу сложения векторов:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}.$$

Для большей точности измерять напряжения лучше не по сетке осциллографа, а с помощью цифрового вольтметра или мультиметра.

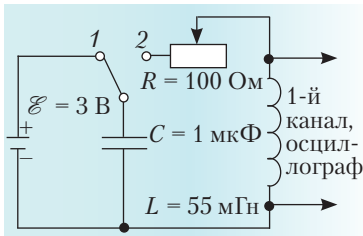
II. Исследование свободных электромагнитных затухающих колебаний

Цель работы: научиться по графикам свободных и вынужденных электромагнитных колебаний определять их основные характеристики.

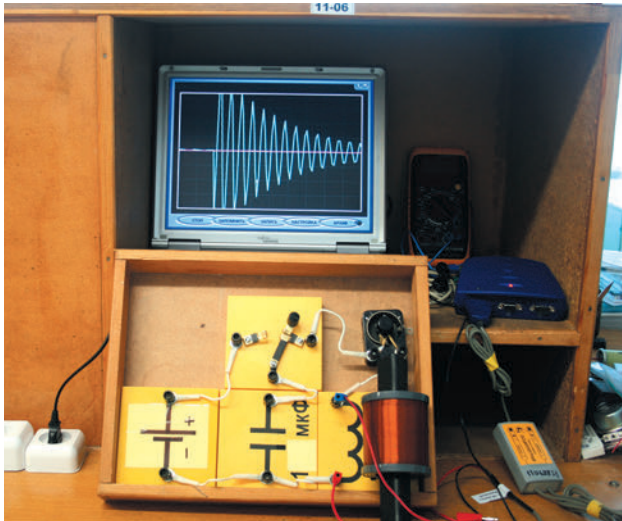
Оборудование: ноутбук, осциллограф-приставка, электрическая цепь колебательного контура, прибор для наблюдения сдвига фаз между колебаниями силы тока и напряжения, генератор низкой частоты ГНЧШ-1, мультиметр.

Ход работы

Общий вид и схема электрической цепи для получения графика свободных электромагнитных колебаний показаны ниже.



◀ Схема электрической цепи и общий вид установки для демонстрации графика свободных колебаний в контуре ▼



Когда переключатель ставят в положение 1, конденсатор заряжается до напряжения, равного ЭДС источника, а при переводе переключателя в положение 2 в колебательном контуре возникают свободные затухающие электромагнитные колебания, график которых с помощью осциллографа-приставки можно наблюдать на экране компьютера.

Ход работы

1. Подключите осциллограф ко входу 1 измерительного блока, а измерительный блок – к компьютеру. Первый канал осциллографа подключите к катушке колебательного контура электрической цепи для наблюдения свободных колебаний.

2. Включите компьютер и запустите программу L-физика. Последовательно открывайте в меню пункты: **электродинамика** → **осциллограф** → **проведе-**

ние эксперимента → **настройка**. В разделе **настройка** сделайте установки: • **режим работы** – ждущий • **развёртка** – 0,005 с/дел • **канал для запуска** – 1 • **характер сигнала** – возрастание • положение на экране – 2 • **1 канал, чувствительность** – 0,5 В/дел. Закройте настройку значком ✓ и включите **пуск**.

3. В первом опыте по наблюдению свободных колебаний в колебательном контуре используйте конденсатор 1 мкФ и катушку без сердечника. Сопротивление переменного резистора 0 Ом. Зарядите конденсатор, замкните его на катушку и получите на дисплее график затухающих колебаний – зависимость напряжения от времени $u(t)$. Изменяется ли период колебаний в контуре при уменьшении их амплитуды? Зарисуйте график $u(t)$ в тетрадь в масштабе: 1 клетка экрана = 1 клетка в тетради. Зная, что 1 деление экрана по оси t составляет 0,005 с, определите период колебаний. Запишите его в табл. 1. Вычислите индуктивность катушки.

Таблица 1

Ёмкость конденсатора C , мкФ	1	1	5,7	5,7
Катушка	Без сердечника	С сердечником	Без сердечника	С сердечником
Период колебаний T , с				
Индуктивность катушки L , Гн				

4. Опыт повторите для случаев, указанных в табл. 1. Для получения ёмкости 5,7 мкФ параллельно конденсатору 1 мкФ подключите конденсатор 4,7 мкФ.

5. Используя конденсатор 1 мкФ и катушку с сердечником, зарисуйте графики свободных колебаний при сопротивлении переменного резистора 0; 50 Ом; 100 Ом.

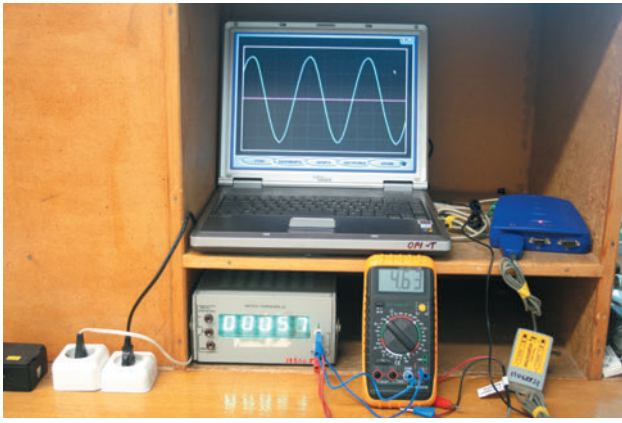
6. Проверьте, как зависит период свободных колебаний от активного сопротивления контура.

III. Исследование переменного напряжения генератора низкой частоты

Соберите установку: к выходу генератора низкой частоты подключите мультиметр и канал 1 осциллографа-приставки, соединённого с ноутбуком (см. фото).

Ход работы

1. Отключите осциллограф от колебательного контура и подключите его к выходу ГНЧШ-1. Установите диапазон частот генератора 20–200 Гц. Измените в режиме **настройка** чувствительность канала 1 осциллографа с 0,5 В/дел на 2 В/дел.



2. Включите генератор в сеть и получите график зависимости напряжения генератора от времени. Пронаблюдайте, как меняется график при изменении величины напряжения и его частоты. Включая многократно **пуск** и **стоп**, наблюдайте в правом верхнем углу экрана значения мгновенного напряжения в момент, указанный жёлтой чертой.

3. Не отключая осциллограф, подключите к выходу генератора мультиметр для измерения действующего значения переменного напряжения на шкале 20 В.

4. Для трёх пар значений величины напряжения и его частоты заполните табл. 2.

Таблица 2

Частота ν , Гц			
Период колебаний по графику T , с			
Амплитуда напряжения по графику U_m , В			
Уравнение $u(t)$, В			
Действующее напряжение по мультиметру U , В			
Отношение амплитудного напряжения к действующему U_m/U			

Контрольные вопросы

1. График какой зависимости можно получить на экране используемого в данной работе виртуального осциллографа?

2. Как с помощью этого осциллографа определить амплитуду исследуемого напряжения и его частоту?

3. В настройках установлены: **время** 0,005 с/дел, **чувствительность** 2 В/дел. Максимальное смещение синусоиды от горизонтальной оси 3 деления. На десяти делениях горизонтальной оси уложилось 5 колебаний. Запишите уравнение зависимости исследуемого напряжения от времени.

4. Как, используя осциллограф и мультиметр, доказать, что амплитудное значение напряжения больше действующего в $\sqrt{2}$?

5. При наблюдении графика свободных колебаний в колебательном контуре на 4-х делениях оси t уложилось 5 колебаний. Вычислите собственную частоту свободных колебаний этого контура и индуктивность его катушки, если ёмкость конденсатора 4 мкФ, а развёртка осциллографа 0,005 с/дел.

6. Как с помощью виртуального осциллографа получить график колебания силы тока $i(t)$ в какой-либо электрической цепи?

7. На экране осциллографа получены графики колебаний напряжения и силы тока в некотором приборе. Как определить: опережают колебания тока колебания напряжения или отстают от них? какова величина сдвига фаз?

Ответы на контрольные вопросы

1. График зависимости напряжения от времени. А если подключить осциллограф к резистору малого сопротивления, включённому последовательно с RLC -цепочкой, то можно получить и график зависимости силы тока в этой цепи от времени.

2. Для определения амплитуды напряжения в вольтах надо амплитуду колебания в делениях сетки экрана умножить на установленную в настройках чувствительность канала в В/дел. Для определения частоты переменного напряжения надо период колебания в делениях горизонтальной оси t умножить на установленную в режиме **настройка** развёртку в с/дел, и взять обратную величину.

$$3. U_m = 3 \text{ дел} \cdot 2 \text{ В/дел} = 6 \text{ В.}$$

$$T = 10_{\text{дел}}/5 = 2 \text{ дел}; T = 2 \text{ дел} \cdot 0,005 \text{ с/дел} = 0,01 \text{ с};$$

$$\nu = 1/T = 100 \text{ Гц}; \omega = 200\pi \text{ с}^{-1}; u(t) = 6 \sin 200\pi t.$$

4. С помощью осциллографа надо измерить амплитудное напряжение U_m , с помощью мультиметра – действующее U и найти U_m/U .

$$5. T = 4 \cdot 0,005/5 = 0,004 \text{ с};$$

$$\nu = 1/T = 250 \text{ Гц};$$

$$L = T^2/(4\pi^2 C) = 0,1 \text{ Гн.}$$

6, 7. Чтобы определить, опережают колебания тока колебания напряжения или отстают от них, надо: • включить последовательно в эту цепь резистор, сопротивление которого много меньше полного сопротивления этой цепи – график напряжения на нём будет совпадать с графиком силы тока • если колебания тока опережают по фазе колебания напряжения, то график тока сдвинут влево относительно графика напряжения, а если отстают, то – вправо • посчитать сдвиг графиков в делениях оси t , поделить на период колебания в делениях и умножить на 2π .

Звёздное небо в мае

Описано звёздное небо, даны звёздные карты в зените, южной и северной частях горизонта, фазы Луны, планеты, метеорные потоки. Приведены астрофотографии планетарных туманностей Сияющий глаз и Тухлое яйцо.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астрономия, звёздное небо, звёздные карты, планетарные туманности, Сияющий глаз, Тухлое яйцо

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

■ В начале месяца Солнце движется по созвездию Овна, а 13 мая переходит в созвездие Тельца. Что касается знаков зодиака, то в начале месяца Солнце движется в знаке Тельца и 20 мая переходит в знак Близнецов. 1 мая 2014 г. – 2 456 778-й юлианский день, Солнце взойдёт в $04^{\text{h}} 16^{\text{m}}$ по среднему солнечному времени (в $05^{\text{h}} 46^{\text{m}}$ по московскому). В гринвичскую полночь звёздное время $S_0 = 14^{\text{h}} 37^{\text{m}}$. Истинный солнечный полдень наступает в $11^{\text{h}} 57^{\text{m}}$ по среднему солнечному времени, заходит же Солнца в этот день в $19^{\text{h}} 38^{\text{m}}$. В конце месяца, 31 мая (2 456 808-й юлианский день), восход – в $03^{\text{h}} 23^{\text{m}}$, заход – в $20^{\text{h}} 32^{\text{m}}$ (соответственно в $04^{\text{h}} 53^{\text{m}}$ и $22^{\text{h}} 02^{\text{m}}$ по московскому времени), звёздное время в гринвичскую полночь $S_0 = 16^{\text{h}} 35^{\text{m}}$. Следует отметить, что наблюдения ярких звёзд, созвездий, планет и Луны можно начинать по окончании гражданских сумерек (они длятся всего 40 мин), когда на небе появятся яркие звёзды [1].

В области неба вблизи зенита, прямо над головой, находится хорошо знакомое нам созвездие Большой Медведицы. Две крайние звезды в её Ковше, Мерак (β) и Дубхе (α), указывают на Полярную звезду (α Малой Медведицы). Линия, проходящая через Полярную звезду (Полус мира) и зенит, представляет собой небесный меридиан. Она пересекает горизонт в точках севера и юга. Если проследить за созвездиями вблизи зенита, которые сейчас пересекают небесный меридиан к югу от Полярной, то мы увидим Хвост Дракона. Почти в центре дуги, описываемой «хвостом» Большой Медведицы, можно увидеть довольно яркую в этом месте звездочку третьей величины – ярчайшую в незаметном созвездии Гончих Псов (Сердце Карла II) и звезду Денеболу (β Льва). Эти созвездия и звёзды находятся в верхней кульминации. В прошлом, по наблюдениям прохождения светил через небесный меридиан в верхней кульминации определяли звёздное время, а по известному звёздному времени, которое хранили с помощью хронометров, определяли прямые восхождения светил. Вы можете сами оценить, какое сейчас звёздное время. Для светил в верхней кульминации звёздное время $S = \alpha$, где α – прямое восхождение светила, которое даётся в справочниках и каталогах. Так, прямое восхождение Денеболы $\alpha = 11^{\text{h}} 46^{\text{m}}$, по-

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на 22° 15 мая в Москве.

этому звёздное время, на которое составлена наша карта неба, равно $S = \alpha = 11^{\text{h}} 46^{\text{m}}$. Наши часы показывают в этот момент около $22^{\text{h}} (20^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ среднего солнечного времени). Из этого примера видно, как определяют звёздное время и как оно отличается от солнечного времени, по которому мы живём. Только раз в году, в день весеннего равноденствия, среднее солнечное и звёздное времена совпадают.

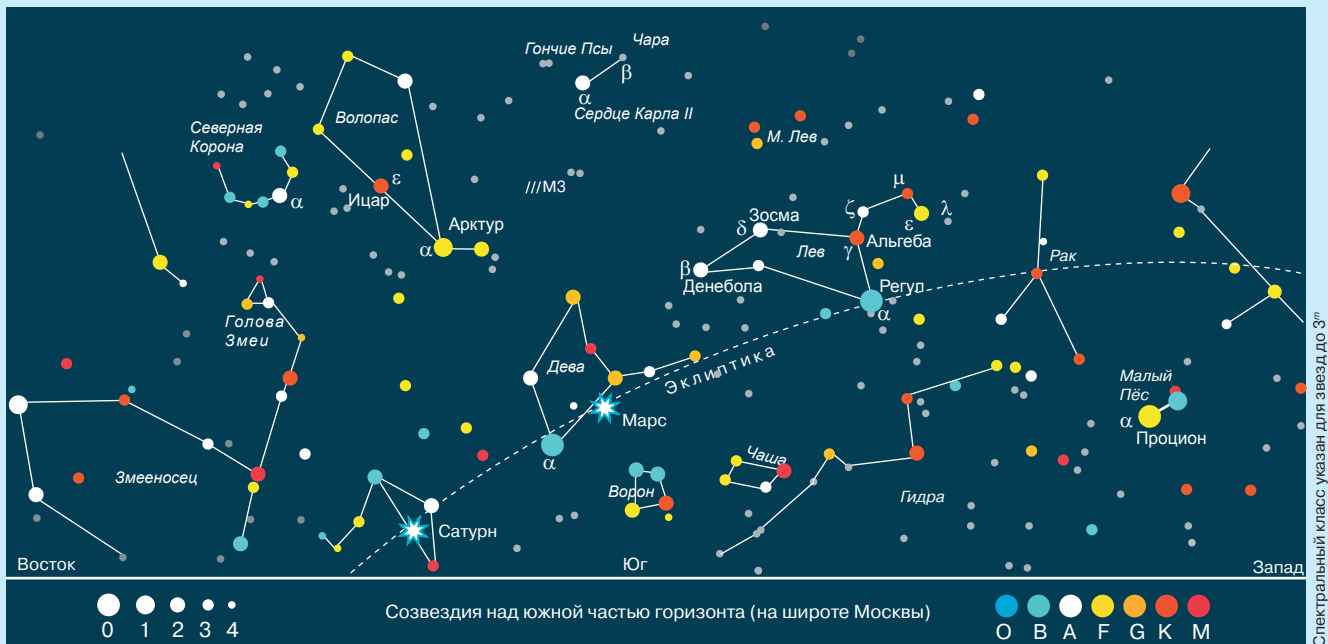
Звезда α Гончих Псов была названа Сердцем Карла II монархически настроенным английским астрономом Э. Галлеем в честь короля, с именем которого связана реставрация королевской власти в Англии в XVII в. и который мстил сторонникам Кромвеля за казнь своего отца, короля Карла I, во время буржуазной революции. По инициативе астронома на звёздных картах того времени под «хвостом» Большой Медведицы изображали корону, венчающую сердце.

В созвездии Гончих Псов мы видим двух псов, которые гонятся за Большой Медведицей. Первый пёс Чара выделяется звездой β ($4,2^{\text{m}}$) в своём ошейнике (также названной Чарой), другой пёс, Астерион, выделяется цепочкой звёзд (5^{m}), лежащих соответственно на расстоянии 5° и 10° к востоку от Сердца Карла II. Сама звезда Сердце Карла II в небольшой телескоп представляется красивейшей двойной: одна из них золотисто-жёлтого цвета ($3,2^{\text{m}}$), другая – с лиловым оттенком ($5,7^{\text{m}}$), на расстоянии $20''$ от первой. В этом созвездии находится знаменитая спиральная галактика M51 Водоворот.

Созвездие Льва хорошо узнаваемо на небе. Довольно яркие звёзды: α – Регул, β – Денебола, δ – Зосма и γ – Альгеба – расположены в вершинах большой небесной трапеции. Хорошо различима «голова» Льва из звёзд ζ , μ , ϵ и λ , по конфигурации похожая на серп, поэтому и астеризм назван Серп. Здесь чуть южнее λ в школьный телескоп можно различить туманное пятнышко ($9,1^{\text{m}}$) – спиральную галактику NGC2903. Около звезды γ находится радиант известного метеорного потока Леониды, активного в ноябре, когда из него, как из «дырки в небе», вылетают метеоры.

Ручка Ковша Большой Медведицы указывает на яркую звезду Арктур – α Волопаса, по которой легко найти само созвездие Волопаса, расположенное в окрестностях зенита. Это

20 апреля – Пасха у христиан (католиков, лютеран, православных), праздник воскресения Христа. Корни этого праздника уходят в дохристианский культ умирающих и воскресающих богов растительности, почитаемых ещё на Древнем Востоке. По существу, это древний праздник весенней пробуждающейся природы, переосмысленный в духе христианской легенды на европейской почве. 27 апреля – Красная Горка. <http://www.calend.ru/holidays/0/0/317/>



созвездие примечательно P-образным расположением сравнительно ярких звёзд, лежащих к северу и востоку от Арктура. Среди них самая яркая – Ицар (ϵ Волопаса), довольно хорошо изученная двойная звезда. Яркая (3^m) жёлтая главная звезда имеет рядом с собой на удалении около $3''$ голубоватый спутник (6^m). В телескоп с увеличением 30–40 эта пара представляет собой эффектное зрелище.

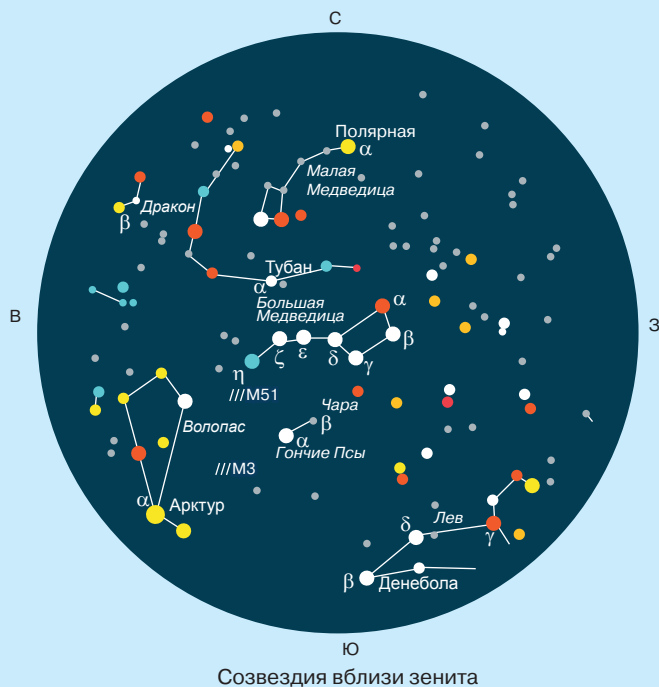
Интересно, что Арктур был первой звездой, которую удалось увидеть днём в телескоп. Это удалось сделать Морену, придворному астроному и астрологу короля Франции Людовика XIV. В принципе увидеть Арктур в телескоп днём можно и сейчас, если вы сможете по точным координатам навести свой телескоп на Арктур.

Рядом с созвездием Волопаса, несколько восточнее, расположено хорошо заметное красивое ожерелье из звёзд – созвездие Северной Корона с яркой Геммой (Жемчужиной) – α Северной Корона в центре.

Под созвездием Волопаса низко над горизонтом, почти над точкой юга, блистает звезда первой величины Спика (Колос) – ярчайшая в созвездии Девы. Благодаря яркости и положению её сравнительно легко найти на небе. Спика вместе с другими звёздами представляет характерный четырёхугольник, по которому легко найти и распознать само созвездие. Звезда ϵ Девы (3^m) расположена выше Спики и называется Виноградницей с тех времён, когда её утренний восход указывал на пору созревания винограда, на наступление весёлой поры виноделия.

Почти на юго-востоке, у самого горизонта, можно заметить созвездие Весов. Его ярчайшая звезда Киффа (α Весов), а также Спика и Арктур расположены в вершинах равностороннего треугольника. Поэтому, если вы найдёте созвездия Волопаса и Девы, то по этому треугольнику легко найдёте и Весы. Киффа представляет собой красивейшую близкую пару звёзд, случайно оказавшуюся рядом на небе. Одна из них – горячая голубая ($2,8^m$), другая, на расстоянии около $5'$ – жёлтоватая ($5,3^m$). В бинокль они представляются очень красивой парой.

У горизонта над точкой юга можно различить неправильный четырёхугольник звёзд созвездия Ворона, а чуть запад-



нее – небольшое созвездие Чаши. Эти два созвездия расположены вдоль вытянутого с востока на запад длинного созвездия Гидры.

Голова Гидры расположилась прямо под созвездием Рака, а его ярчайшая звезда α (Альфарад, $\sim 2,1^m$) – на юго-западе под звездой Регул (α Льва). Эратосфен из Кирены в учебнике астрономии III в. до н. э. так описывает вид этих созвездий: «...Они содержат звёзды: Водяная Змея (Гидра) – на вершине головы три яркие; на первом изгибе шесть, из которых яркая одна, последняя; на втором изгибе три; на третьем четыре; на четвёртом две; на пятом изгибе до хвоста десять тусклых. Всего двадцать семь. На хвосте у неё расположился лицом на запад Ворон, который содержит звёзды: на клюве одну тусклую; на крыле две; на огулке две; на конце каждой ноги по одной. Всего семь.

Продолжение см. на с. 34

Космонавтика на банкнотах мира



Приведены репродукции 10 банкнот разных стран с изображением космонавтов, выдающихся учёных – разработчиков космической техники и разных видов этой техники. Полный текст и изображения всех тематических банкнот см. в ЭП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Ю.А. Гагарин, С.П. Королёв, М.В. Келдыш, космические аппараты, банкноты

В.Д. ЧУПИН

chwd@rambler.ru,

МАОУ СОШ № 10, г. Чайковский

Две вещи поражают нас больше всего –
звёзды над головой и совесть внутри нас.

Древняя мудрость

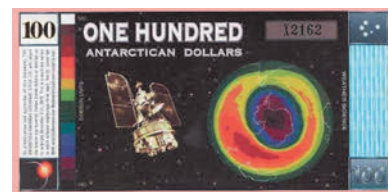
■ Антарктика – южная полярная область земного шара, включающая Антарктиду и прилегающие к ней участки Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Мало кто знает, что и на ледяном континенте существует своя денежная единица. Правда, это всего лишь сувенирная валюта, не имеющая никакого веса. И сам банк, их выпускающий, – тоже не банк, а лишь компания, которая жертвует часть прибыли от продаж на различные программы, связанные с ледяным континентом. Валюта создана группой энтузиастов, граждан США, основавших в 1996 г. Антарктический Заморский Банк, несмотря на то, что согласно международным соглашениям, Антарктида не является территорией ни одного государства и, следовательно, не имеет права на свою собственную валюту. Номинал банкнот выпущенных Банком в 1996 г. – 1, 5, 10, 20, 50 и 100 долларов. По замыслу организаторов акции, каждый такой денежный знак можно было обменять на американские доллары по номиналу, а все вырученные средства отправить на финансирование научных изысканий в самой Антарктике. Акция продолжалась до 31 декабря 2001 г.

- Банкнота посвящена первому индийскому искусственному спутнику Земли «Ариабата», предназначенному для научных исследований в космосе. Назван спутник в честь индийского астронома и математика V–VI вв. Ариабхаты. Выведен на орбиту 19 апреля 1975 г. советской ракетой-носителем «Космос». С его помощью были выполнены эксперименты по рентгеновской астрономии, солнечной физике и навигации в космосе. Сама программа создания, запуска и мониторинга этого спутника дала мощный толчок развитию научных исследований и высоких технологий в Индии.

- Спутниковые карты. Карта Канады. На лицевой стороне изображена карта Канады, созданная Сэмюэлем де Шамплейном в 1632 г., спутник RADARSAT-1 и телекоммуникационные антенны. RADARSAT – это первая канадская космическая радиолокационная система. На обратной стороне – отрывок из поэмы Мириам Уолдингтон «Жак Картье в Торонто», символизирующий вечное стремление человечества к открытиям. Спутник RADARSAT-1 был запущен в 1995 г. На спутнике установлены радиолокаторы, позволяющие получать изображения земной поверхности независимо от погодных условий и освещённости.

- Самая крупная купюра Африканского финансового сообщества, в который кроме Сенегала входят её 14 африканских стран, символизирует важность новых технологий для этих стран. Наряду с общим для всех номиналов банкнота стилизована изображением рыбы-пилы, символизирующей в мифологии народности Акан процветание и богатство. На лицевой стороне купюры нарисован радиотелескоп и космический спутник, а также знак интернета «@» и фрагмент печатной платы с микросхемами. Сенегальский франк чаще называют *африканским франком*, он является свободно конвертируемой валютой (раньше входил в валютную зону французского франка), а сейчас его курс жёстко привязан к курсу евро.

- Астронавт в открытом космосе. Военные платёжные сертификаты США появились после окончания второй мировой войны. Они предназначались для выплат денежного довольствия военнослужащим и гражданскому персоналу американской армии, которые находились на оккупированных территориях и военных базах вне пределов Соединённых Штатов. Свободное хо-



Антарктида. 100 долларов, 1996–2001 гг.



Индия. 2 рупии, 1975–1996 гг.



Канада. 100 долларов, 2003–2009



Сенегал. 10 000 франков западноафриканских государств, 2003–2010 гг.



США. Военный сертификат 10 центов, 1969 г. Астронавт в открытом космосе на фоне планеты Земля



США. Уникальная сувенирная банкнота 100 лунных долларов, сегодня продаётся по 10 долларов США

http://www.fox-notes.ru/ross_bony/sb_b_2011_50_Z050611_3_f.jpg
http://www.fox-notes.ru/ross_bony/sb_b_2011_50_Z050611_3_b.jpg



Россия. 50 руб., расчётный знак Союза бонистов, 2011 г. (Лицевая и обратная стороны)

http://www.fox-notes.ru/ross_bony/sb_b_2011_10_Z050611_1_b.jpg
http://www.fox-notes.ru/ross_bony/sb_b_2011_10_Z050611_1_f.jpg



Россия. 10 червонцев, расчётный знак Союза бонистов, 2011 г. (Лицевая и обратная стороны)

http://www.spacecoins.ru/forum/download/file.php?id=520
http://www.spacecoins.ru/forum/download/file.php?id=521



Россия, Гознак. Юбилейная сувенирная памятная банкнота: С.П. Королёв – 100 лет со дня рождения, 2007 г. (Лицевая и обратная стороны)

http://www.banknote.ws/collection/countries/AFR/SUD/SUD0072-1a.jpg



Судан. 5 фунтов, 2006, 2011 гг. Спутниковые антенны

дение большого количества американской валюты в странах послевоенной Европы негативно сказывалось на курсах национальных валют и вело к инфляции, срывая планы по стабилизации местной экономики и способствуя развитию чёрного рынка. До 1969 г. на сертификатах изображались женские лица, на последних сериях лица заменили изображениями военных: лётчика, моряка, подводной лодки и даже космонавта (астронавта) в открытом космосе. Первый выход в космос был совершён советским космонавтом Алексеем Архиповичем Леоновым 18 марта 1965 г. с борта космического корабля «Восход-2» через гибкую шлюзовую камеру. Общее время выхода составило 23 мин 41 с (из них вне корабля 12 мин 9 с), и по его итогам был сделан вывод о возможности человека выполнять различные работы в открытом космосе. Первым американским астронавтом, вышедшим в открытый космос, стал Эдвард Уайт, он вышел с корабля «Джемини IV» 3 июня 1965 г. Поскольку корабли серии «Джемини» не имели шлюзовой камеры, экипажу пришлось полностью разгерметизировать кабину корабля.

- Необычный сувенир, изготовленный в честь первой прогулки человека по лунной поверхности. Ещё в 1980 г. американец Деннис Хоуп открыл для себя и для мира неожиданный факт – такое космическое тело, как Луна, ещё никто не приватизировал! Соответственно, она находится в свободном полёте без какого-либо владельца. С молчаливого согласия чиновников Деннис Хоуп стал первым и единственным хозяином Луны. И с тех пор продаёт отдельные участки жителям Земли. Уже зарегистрировано свыше полутора миллионов владельцев лунной поверхности. Среди известных россиян в списке такие имена, как Олег Басилашвили, Геннадий Хазанов, Александр Розенбаум, Лайма Вайкуле, Юрий Шевчук, Илья Лагутенко, Андрей Губин, Валерий Меладзе. Отныне у любого желающего появилась возможность быть собственником Луны вместе с самыми известными людьми не только России, но и мира.

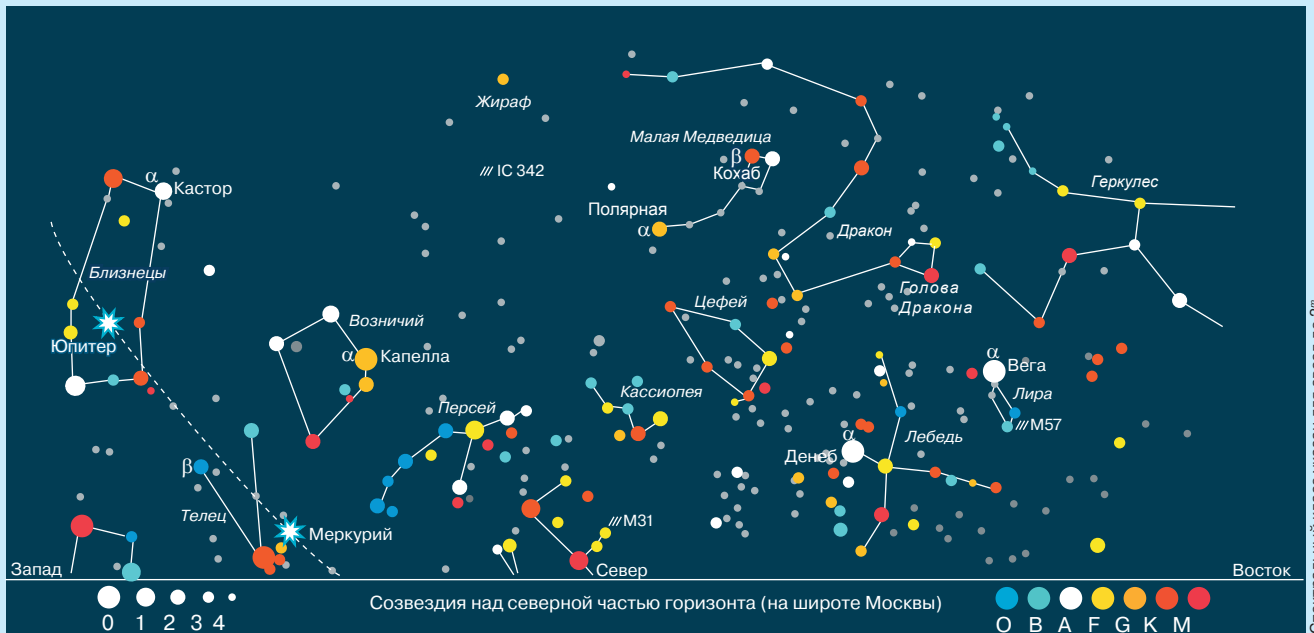
- 50 лет первому полёту человека в космос. Портрет Ю.А. Гагарина. Космический корабль «Восток». 12 апреля 1961 г. стало СОБЫТИЕМ в истории человечества. В тот день человек впервые победил земное тяготение и вышел в космос. ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ГАГАРИН первым из людей шагнул из «колыбели», как назвал К.Э. Циолковский нашу планету. Его называют сыном Земли, Колумбом космоса, Первым гражданином Вселенной. Историю научной космонавтики принято отсчитывать с 1881 г., когда Николай Кибальчич создал проект реактивного летательного аппарата. Трудями учёных-механиков, прежде всего, Ивана Мещерского, была создана теория реактивного движения. В первой половине XX в. Константин Циолковский указал на применимость ракетных двигателей для космических полётов и нашёл ряд важных инженерных решений конструкции ракет.

Утром 12 апреля 1961 г. радио сообщило: в 9 ч 7 мин в СССР запущен первый в мире космический корабль с человеком на борту! Сбылись вековые мечты поколений!.. Эта весть молнией разнеслась по Земле, и через несколько минут имя Юрия Алексеевича Гагарина знал весь мир. Затаив дыхание, следили три миллиарда землян за беспрецедентным рейсом, и лаконичные сообщения космонавта, мгновенно подхватываемые тысячами радиостанций и телетайпов, наполняли их сердца гордостью и надеждой. 108 минут длился этот полёт. Это были 108 великих и напряжённых минут истории. Полёт Гагарина стал триумфом человеческого разума.

- С 5 апреля 2011 г. Союз бонистов выпускает для внутреннего обращения памятные банкноты – расчётные знаки Союза бонистов, посвящённые пятидесятилетию первого полёта человека в космос. На купюре достоинством 10 червонцев изображён старт ракеты, размещены портреты Королёва С.Н., Келдыша М.В. и Гагарина Ю.А.

- Королёв Сергей Павлович (1906–1966 гг.) – гениальный конструктор космических кораблей и аппаратов. Он испил горькую чашу сталинской эпохи до дна: прошёл через Гулаг, через строгие доклады в кабинетах Кремля. В биографии этого человека отразилась биография страны.

Был крутой, суровый, но справедливый, в то же время мягкий, деликатный, ласковый. «Всю жизнь в работе, никаких хобби: ни охоты, ни рыбалки. Отдыхать не умел. По воскресеньям много спал. Он был резок, но знал дело». С именем Королёва связано начало освоения человеком космического пространства. Под его руководством осуществлены запуск искусственного спутника Земли, человека в космос, созданы пилотируемые корабли «Восток» и «Восход», межпланетные полеты. Сергей Павлович воспитал отечественные кадры инженеров и учёных по проблемам космических полётов и освоения космического пространства. 4 октября 1957 года С.П. Королев запускает на околоземную орбиту первый в истории человечества ИСЗ. Этот полёт имеет ошеломляющий успех и создаёт нашей стране высокий международный авторитет. 12 апреля 1961 года С.П. Королёв снова поражает мировую общественность. Создав первый пилотируемый космический корабль «Восток», он реализует первый в мире полёт человека – гражданина СССР Юрия Алексеевича Гагарина по околоземной орбите.



Спектральный класс указан для звезд до 3^m

Продолжение. Начало см. на с. 30

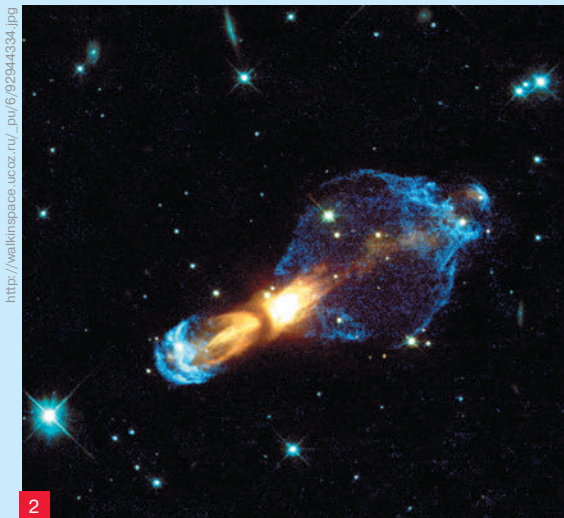
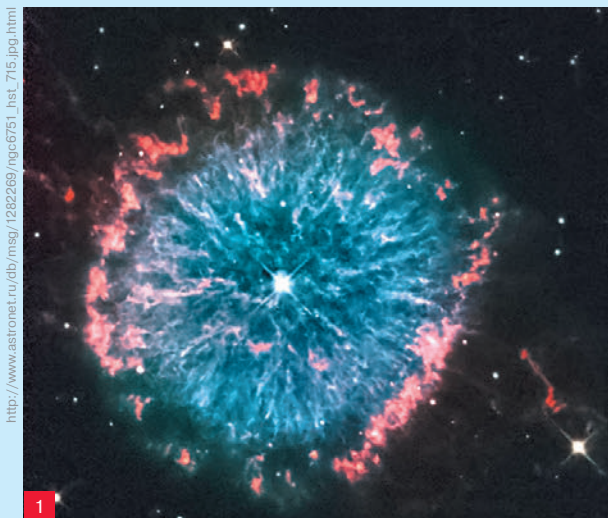
На известном расстоянии от него на изгибе находится Чаша, наклонённая к коленям Девы. Чаша содержит звёзды: по краю две тусклые; в середине две и у дна две. Всего шесть».

Чаша – одно из древнейших созвездий на небе. В небесной чаше, как гласит предание древних шумеров, владычица всех природных стихий Тиамит смешивала тучи, дожди и ветер для огромной птицы – корвуса-ворона. Именно с этим преданием, полагают некоторые исследователи, и связаны названия двух соседних созвездий южного полушария – Чаши и Ворона. По ассирийско-вавилонскому мифу, небесную чашу от Тиамит унаследовала богиня Иштар. Она превратила её в сокровищницу плодородия, и древние египтяне считали, что когда появляется на небе Чаша, Нил до краёв наполняется водами, предвещающая плодородный год.

Древнегреческий учёный Геродот сообщал, будто при легендарном скифском царе Таргитае на землю скифов упала с неба золотая чаша, причём, как позже думали греки, упала именно с того места, где сейчас располагается созвездие Чаши.

Существовало и много других представлений о Чаше. Она виделась как кубок вина: кубок Икария, индийский кубок Сомы, кубок Ноя... В средние века, в связи с попыткой искоренения языческих названий созвездий и заменой их образами из христианской мифологии в названиях звёзд и созвездий появились Чаша мук Господа, Чаша Иосифа, апокалиптическая Чаша гнева, Чаша Ильи. Китайцы в созвездии Чаши видели злую небесную собаку, которая приносит катастрофическую тень, затмения и препятствует рождению мальчиков (для китайской семьи самое большое несчастье).

Над северной стороной горизонта к востоку от меридиана видны созвездия, которые в дальнейшем будут подниматься всё выше и выше над горизонтом, постепенно перемещаясь к южной его части. Рядом с Кассиопеей, которая сейчас находится в нижней кульминации, пересекая небесный меридиан между точкой севера и Полюсом мира, расположено созвездие Цефея. На северо-востоке поднимается Лебедь с ярким Денебом (α Лебеда) – это незаходящие на широте Москвы созвездия. Рядом видна Вега (α Лир). В созвездии Лир находится



Планетарные туманности

1. Сияющий глаз (NGC 6751)

и

2. Тухлое яйцо (ON231.8+4.2)

http://www.astronet.ru/db/msg/1282269/ngc6751_hst_715.jpg.html

http://walkinspace.ucoz.ru/_pic/6/92944394.jpg

4 апреля – день Св. Исидора, покровителя интернета. Епископ Севильский Исидор (ок. 560 г.–4.04.636 г.) получил известность не только благодаря своему благочестию, но и благодаря любви к наукам. Он является автором одной из первых книг по этимологии, первым представил работы Аристотеля в Испании, был реформатором и человеком широких взглядов.

URL: <http://www.calend.ru/holidays/0/0/534/Calend.ru>

ся хорошо известная планетарная Кольцеобразная туманность. Саму туманность (около $9,3^m$), сброшенную оболочку умершей звезды, можно увидеть в небольшой телескоп между звёздами β и γ . В центре туманности расположена умершая звезда – белый карлик ($14,7^m$).

Несколько слов стоит сказать и о других планетарных туманностях. Так, в созвездии Орла на расстоянии от нас 6500 св. лет находится планетарная туманность Сияющий глаз (NGC6751). Сама умершая звезда, расположенная в центре, по размеру сравнима с Землёй и имеет температуру поверхности около 150 000 К. Туманность – расширяющаяся оболочка диаметром около 0,8 св. г., что примерно в 600 раз больше размера нашей Солнечной системы. Так как скорость расширения оболочки составляет всего несколько десятков км/с, то возраст туманности можно определить всего в несколько тысяч лет. Наблюдения и теория показывают, что планетарные туманности живут несколько десятков тысяч лет, затем расширяющаяся оболочка рассеивается в межзвёздной среде, оставляя только центральный белый карлик. На молодость этой туманности указывают и вытянутые вдоль радиуса волокна, которые представляют собой потоки звёздного ветра, которые генерирует горячий недавно возникший белый карлик.

Другая молодая планетарная туманность (ОН231.8+4.2 по каталогу), Тухлое яйцо, находится в южном созвездии Кормы на расстоянии около 5000 св. лет. Она настолько молодая, что её относят к типу протопланетарных (только что возникших). Формирование её ещё не закончилось, потоки сбрасываемого звездой вещества в виде мощного звёздного ветра врезаются в окружающий межзвёздный газ со скоростью около 3000 км/с, порождая сверхзвуковую ударную волну. В ней ионизированные атомы межзвёздного пространства, такие как водород и азот, вызывают голубое свечение, хорошо видимое на астрофото. Радиоастрономы нашли много необычных молекул в газе вокруг этой звезды, включая содержащие серу, например, сероводород и диоксид серы. Видимо, эти вещества были произведены в ударных волнах. Из-за большого количества серных газов этот объект и получил своё название. Как полагают астрономы, со временем туманность примет биполярную форму, по-

хожую на бабочку или планетарную туманность Муравей. Приведённая на снимке туманность имеет размер около 1,4 св. г. Рассматривая снимки планетарных туманностей, вы сможете себе в какой-то мере представить, во что превратится Солнце примерно через 5 млрд лет.

Северное крыло Лебеда указывает на голову Дракона, длинного созвездия, охватывающего Малую Медведицу.

ПЛАНЕТЫ

Меркурий движется по созвездию Тельца, виден всю вторую декаду месяца от 20 до 50 минут сразу после захода Солнца, его блеск меняется от $-0,8^m$ в начале до $0,1^m$ в конце периода видимости. Интересно наблюдать, как в течение нескольких дней планета быстро удаляется от Солнца и приближается к нему.

Венера (-4^m) движется по созвездию Рыб и видна около получаса сразу после захода Солнца.

Марс движется по созвездию Девы. После стояния 21 мая меняет попятное движение на прямое. Блеск планеты меняется от $-1,5^m$ в начале месяца до $-0,5^m$ в конце, Марс можно наблюдать с вечера до 1–2^ч ночи.

Юпитер (-2^m) движется по созвездию Близнецов и виден вечером до полуночи. Хорошо видны четыре Галилеевы спутника, а в крупный телескоп можно различить полосы (зоны) в атмосфере планеты.

Сатурн ($0,1^m$) движется попятно по созвездию Весов, 10 мая наступает его противостояние. Виден всю ночь, хорошо видно кольцо.

Уран движется по созвездию Рыб и в этом месяце недоступен наблюдениям.

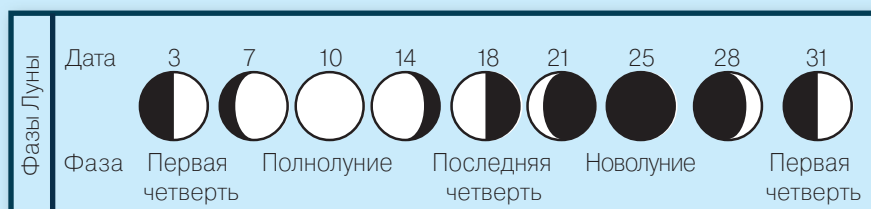
Нептун ($7,9^m$) движется по созвездию Водолея, его можно попытаться найти в телескоп в последнюю декаду месяца в течение 20–30 минут перед самым восходом Солнца, но для этого нужна подробная карта звёздного неба его окрестностей [1].

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Майские Аквариды (от лат. *Aquarius* – Водолей) активны 1–8 мая. Радиант потока расположен около звёзд α и ξ Водолея. Этот поток замечателен тем, что он связан с кометой Галлея. Метеоры очень быстрые и длинные, часто оставляют за собой след. Обычно наблюдается около 10–12 мет./ч. Наблюдать этот поток лучше под утро, так как созвездие Водолея кульминирует в утренние часы.

Литература

- Школьный астрономический календарь на 2013/2014 учебный год. Вып. 64: Пособие для любителей астрономии / Авт. сост. М.Ю. Шевченко, О.С. Угольников. М.: СкайГрупп, 2013.
- Эратосфен. Превращения в созвездия (катастеризмы). Небо, наука, поэзия. Античные авторы о небесных светилах, их именах, восходах, заходах и приметах погоды: сборник / Под ред. Н.А. Федорова и П.В. Щеглова. М.: изд-во МГУ, 1992.



Историческая физика



Представлены основные этапы исследований Б. Франклина по созданию громоотвода; приведены выдержки из исторических документов и иллюстрации, составлены вопросы и задачи для учащихся.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электростатика, электричество, молния, громоотвод

См. также № 12/2013

Молнии обязаны своим происхождением воспламеняющемуся дыханию пиритов, неуправляемой сере, которая самовозгорается.

Б. Франклин, 1737 г. [1, с. 122]

...лучше было бы уметь лишать тучи их электрической силы, не принуждая себя приносить в жертву ярости молний что бы то ни было. Таким путём можно было бы предупредить удары грома, которые вызывают столько страхов у многих людей.

Л. Эйлер. Письма к немецкой принцессе... 1766 г. [2, с. 338]

15. Изобретение громоотвода Б. Франклином. Древние персы (IV в до н. э.), согласно Ф. Араго, полагали, что мечи, воткнутые в землю остриём вверх, способны защитить от молнии. Аналогично думали моряки в XV в. и привязывали мечи к вершинам мачт [3]. В начале же XVIII в. считали, что гром и молния порождены взрывом газов. Так думал и Франклин, о чём свидетельствует фраза эпитафии из его записной книжки 1737 г. Удивительное совпадение заключается в том, что, занявшись вопросом природы молний научно, Б. Франклин как бы развил древнее поверье, разработав теорию громоотвода. Интерес Франклина к физике электричества заронил шотландский физик А. Спенсер, в 1743 г. дававший лекции в Бостоне. [<http://www.revolutionary-war-and-beyond.com/benjamin-franklin-and-electricity.html>]. Свои собственные эксперименты Франклин начал не позднее 1746 г. Описанные позже, они стали основой его теории электричества, изложенной преимущественно в виде писем, писавшихся на протяжении 40 лет [4–6].

Самый легендарный опыт Франклина – запуск воздушного змея во время грозы, когда грозовое электричество по намочшей верёвке стекало вниз к ключу, порождая искры и заряжая предметы. Опыт был описан в октябре 1752 г., а вот когда точно произведён – неизвестно. Опыт аллегоричен – учёный открывает ключом тайны небесного электричества. Но он был не первым и не последним в непрерывной цепи научных исследований, некоторые звенья которых мы постараемся выделить. Уже в первых опытах Франклин обратил внимание на то, что: заряженные тела быстро разряжаются, если к ним поднести заострённые металлические предметы, а если опыт производить в темноте, то становится заметным слабое свечение вблизи острия. Чтобы выявить аналогию, Франклин указывает на *общие черты между молнией и электричеством*, в част-

Бенджамин Франклин
извлекает электричество
из неба
Б. Уэст. 1816.
(Музей искусств,
Филадельфия, США)



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Benjamin_West%2C_English_%2Bborn_America%29_-_Benjamin_Franklin_Drawing_Electricity_from_the_Sky_-_Google_Art_Project.jpg

ности, способность вызывать свечение и запах горячей серы (многие авторы XVIII в. указывают на связь молнии с нечистой силой!), протекать по металлам, зажигать вещества. Исходя из опытов, учёный создаёт *теорию электрического флюида (жидкости)*, которая включает в себя и объяснение того факта, что остроконечные тела слабее удерживают флюид вблизи своей поверхности (конечно, это ещё не теория электрического поля М. Фарадея, но определённый шаг к идее учёта плотности зарядов на поверхности).

Франклин ставит интересный модельный опыт: заряженные медные чаши весов, подвешенные за коромысло на упругой бечёвке к потолку, моделируют грозовые тучи, на полу (или вблизи него) – металлический пробойник, символизирующий высокое здание или холм, на который ставится острая игла. Чаши-тучи, двигаясь по кругу на некоторой высоте, притягиваются к игле и тихо разряжаются. Так на модельном опыте (можно ли его повторить в кабинете физики?!) проверяется идея громоотвода, а далее намечается план натурального эксперимента: человек в изолированной будке должен наблюдать в грозу за стеканием атмосферного электричества с нижнего конца железного прута, верх которого заострён и поднят на несколько метров выше крыши. Эксперименты Франклина, его теория и выводы вызвали большой интерес и полемику в Европе: Лондонское Королевское общество отказалось публиковать письма Франклина в 1750 г. в своих Труды (годом позже они были изданы частным образом), но уже в 1753 г. письма переведены на французский язык. Среди оппонентов Франклина находим Ж-А. Нолле, М.В. Ломоносова – учёные устраивают на крышах своих домов железные шесты для исследования атмосферного электричества и проверяют идеи Франклина (не будучи заземлёнными, такие шесты таили смертельную опасность, известен несчастный случай с Г.В. Рихманом). Один из

Новости науки и техники



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

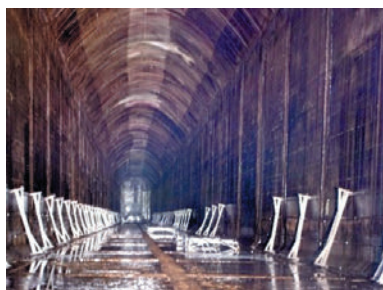
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: китайский луноход, конденсат Бозе–Эйнштейна, тёмная материя, акустическое эхо, акустический полупроводник, космический зонд «Розетта»

Самое холодное место во Вселенной

Космос, несмотря на обилие чрезвычайно горячих звёзд и других высокоэнергетических космических объектов, является невероятно холодным местом. Температура межгалактического газа составляет всего 3 К, а в самом холодном месте во всей известной части Вселенной – в туманности Бумеранг – всего 1 К. Но учёные NASA планируют на борту МКС, в непосредственной близости от Земли, создать ещё более холодную область пространства, где в ходе эксперимента *ColdAtomLab* будут изучаться квантовые явления. В недрах специальной ловушки будет создано облако атомарного газа, охлаждённое до температуры 100 пК, то есть всего на 10^{-10} градуса выше абсолютного нуля. При такой температуре прекращаются все движения атомов и молекул на атомарном и субатомном уровне, вещество уже не является ни газом, ни жидкостью, ни твёрдым телом, а представляет собой так называемый конденсат Бозе–Эйнштейна. Это особое квантовое состояние, когда вещество находится в виде облака разрежённого атомарного газа и обладает весьма необычными свойствами. Охладить газ до таких сверхнизких температур можно благодаря практически полному отсутствию гравитации. Сначала газ в специальной ловушке будут обычными методами сжимать и охлаждать до минимально возможной температуры. Затем, за счёт ослабления поля ловушек газ будет расширяться и охлаждаться до ещё более низкой температуры. Исследования конденсата Бозе–Эйнштейна открывают своего рода «окно» в квантовый мир, полный удивительных эффектов. Например, два облака конденсата Бозе–Эйнштейна, совмещающиеся в пространстве, не смешиваются друг с другом, а проходят друг сквозь друга как две волны. Лаборатория *ColdAtomLab*, которая будет доставлена на борт космической станции в 2016 г., позволит изучить эффекты квантовой механики при температурах, не достижимых в земных условиях, что приведёт к череде новых замечательных открытий.

<http://www.dailytechinfo.org/news/5606-na-bortu-kosmicheskoy-stancii-budet-sozdano-samoe-holodnoe-mesto-vo-vselennoy.html>

<http://science.compulenta.ru/714078/>



Внутри нефтяной цистерны объёмом 25,5 млн л одного из танкеров времён Второй Мировой войны человеческое ухо слышит эхо пистолетного выстрела в течение 75 с, а более низкочастотные (125 Гц) колебания, соответствующие резонансной частоте полости цистерны, можно зарегистрировать приборами и через 112 с. Правда, для этого потребуются хорошие наушники и усилитель громкости. До этого рекордным считалось эхо длительностью всего 5 с.

<http://www.dailytechinfo.org/np/5566-samoe-dlinnoe-eho-v-mire-zvuchit-v-techenie-112-sekund.html>

См. также в ЭП: • У «Нефритового зайца» на Луне обнаружилось неполадки • Лунная богиня Чан Э • Зонд «Розетта» вышел из космической спячки • Акустический полупроводник • *PandaX* – самый глубокий эксперимент для обнаружения частиц тёмной материи • Пушка, стреляющая лучом из атомов антивещества.

Л.В. ПИГАЛИЦЫН levp@rambler.ru,

МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск, Нижегородская обл. www.levpi.narod.ru

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Charles-Willson-Peale-A-Front-View-of-Statehouse-at-Annapolis.JPG>



Законодательное собрание штата Мэриленд с установленным на нём громоотводом Б. Франклина (высота 28 футов, сечение 2 кв. дюйма). Рисунок Ч.-У. Пила, 1788 г.

контраргументов аббата Нолле по способу защиты от молнии: тонкий проводник не способен «притянуть» молнию и тем более увести в землю всю мощь грозового разряда. Для доказательства своей правоты Франклин приводит одно важное практическое наблюдение. В 1754 г. молния попадает в церковь, в башне которой размещены часы с колокольным боем (часовой механизм соединён проволокой с ударяющим по колоколу молотом). Молния разрушает остроконечный шпиль башни, проходит по колоколу → молоту → проволоке (она испаряется!) → маятнику часов (более толстый стержень остаётся цел), оставляя колокольную нетронутой, и с конца маятника бьёт в камни основания башни, сильно повреждая фундамент. Возможно, что это наблюдение склоняет чашу весов в пользу устройства громоотводов, а также указывает, какого размера заземлённый стержень следует использовать.

Описание действенности громоотвода на практике: в 1760 г. один из первых громоотводов предохраняет здание от разрушения молнией. Франклин формулирует правила устройства громоотводов. В 1782 г. в Филадельфии их уже насчитывалось более 400.

Так в результате последовательной научной работы Б. Франклина на протяжении 15–20 лет, из которой мы выделили ключевые моменты, был создан громоотвод, а легендарный опыт – это лишь часть исследования.

Фрагменты публикаций Б. Франклина, раскрывающие этапы исследований по созданию громоотвода, а также вопросы и задания приведены в ЭП.

М.А. БРАЖНИКОВ,
ИХФ РАН

«ЕГЭ» по-американски

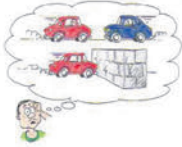
(Правильный ответ отмечен красным.)

80. В каком случае ДТП будет более сокрушительным: когда вы врежетесь на полной скорости в массивную бетонную стену или в лоб в такую же встречную машину, движущуюся с той же скоростью, что и вы?

Ответ. Результат будет одинаковым в обоих случаях – ведь ваша машина в любом случае резко остановится. Рассматривать проще случай со стеной, но легко сообразить, что и в случае со встречной машиной будет то же самое. Если скорость встречной будет меньше вашей, то есть её импульс будет меньше, вы продолжите движение в прежнем направлении и ваши повреждения будут меньше. Если же скорость (и импульс) встречной машины больше вашей, вы начнёте двигаться назад, и ваша машина получит больше повреждений. Если машины идентичны и их скорости одинаковы, то и суммарный импульс машин один и тот же – он равен нулю как до, так и после столкновения.


Paul G. Hewitt. Next-Nime Question, NTQ_MOM_2QA, 2005.

Next-Time Question



Which would be more damaging: Driving into a massive concrete wall, or driving at the same speed into a head-on collision with an identical car traveling toward you at the same speed?

Answer: Same either way. Your car decelerates to a dead stop either way. The dead stop is easy to see when hitting the wall, and a little thought will show the same is true when hitting the car. If the oncoming car were traveling slower, with less momentum, you'd keep going after collision with more "give," and less damage (to you). But if the oncoming car had more momentum than you, it would keep going and you'd snap into a sudden reverse with greater damage. Identical cars at equal speeds mean equal momenta—zero before, zero after collision.



ARBOR SCIENTIFIC © 2005 Paul G. Hewitt

81. Массивная лягушка падает с ветки вертикально вниз на скейтборд, который несётся горизонтально. Когда лягушка шлёпается на него, скейтборд замедляется в соответствии с законом сохранения импульса. Замедляющий движение скейтборда импульс:

- A) это произведение силы трения лягушачьих лап, направленной против движения скейтборда, на время, в течение которого скорость скейтборда изменяется;
 B) равен по величине и противоположен по направлению импульсу силы, сообщаемому лягушке горизонтальную скорость;
 C) и A, и B;
 D) ни A, ни B.

Верный ответ – C. Когда лягушка «приземляется» на скейтборд, то удерживается на нём силой трения (на скользкой поверхности она же не удержится!) В результате скейтборд получает импульс «назад» (его движение замедляется), равный *произведению силы трения*, направленной против движения скейтборда, *на время*, в течение которого скорость скейтборда изменяется. Одновременно «приземлившаяся» на скейтборд лягушка получает импульс «вперёд» (её скорость возрастает), равный *произведению* такой же по величине, но направленной противоположно силе трения, действующей на её лапы со стороны скейтборда, *на время*, в течение которого её скорость возрастает (то есть на то же самое время).


Мышонок. Суммарный **горизонтальный** импульс системы **скейтборд + лягушка** после прыжка такой же, как и до прыжка, потому что нет никаких *внешних сил* (таких, как, например, сила трения скейтборда о землю).

Paul G. Hewitt. Next-Nime Question, NTQ_MOM_5QA, 2005.

Примечание редакции. Импульсы падающей лягушки и несущегося под ней скейтборда взаимно перпендикулярны, поэтому импульс падающей лягушки не учитывается. Но после «приземления» следует решать задачу для системы горизонтально движущихся тел **доска + лягушка**: $m \times 0 + Mv = (M + m)u$, поэтому $u < v$. Импульс сохраняется, а доска замедляется, потому что на ней сидит теперь лягушка.

Н.Д.Козлова (пер. с англ.)

Next-Time Question



A massive frog drops vertically from a tree branch onto a skateboard that moves horizontally below. When the frog lands, the skateboard slows, consistent with the conservation of momentum. The impulse that slows the skateboard is

- the friction force of the frog's feet acting backward on the skateboard \times time during which the speed changes.
- equal and opposite to the impulse that brings the frog up to speed.
- Both of these.
- Neither of these.

Answer: c
 When the frog lands, a force of friction keeps it on the skateboard (a slippery surface wouldn't provide a ride). The impulse that reduces the momentum of the skateboard is the friction force of the frog's feet acting backwards on the skateboard \times time during which the speed changes. The equal and opposite friction force of the skateboard on the frog's feet \times the same time provides the forward impulse on the frog to bring it up to speed.

The net horizontal momentum of the (frog + skateboard) system is the same before and after the frog lands – because no external friction forces act (such as between the ground and the skateboard).

ARBOR SCIENTIFIC © 2005 Paul G. Hewitt

Закон сохранения момента импульса в космосе

Рассмотрен один из важнейших законов механики – закон сохранения момента импульса в применении к различным физическим ситуациям в космосе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: основной закон динамики вращательного движения, момент импульса, закон сохранения момента импульса, смена времён года, второй закон Кеплера, аналема Солнца, либрации Луны, фигуры Лиссажу

Е. Б. ГУСЕВ

e.gusev@rsu.edu.ru,
РГУ имени С.А. Есенина,
г. Рязань

В механике известны три закона сохранения: механической энергии, импульса и момента импульса. Первые два изучаются в базовом курсе физики, последний закон – в школах с углублённым изучением физики (см., например, [1, 2]). Понятие момента импульса \vec{L} вводится при рассмотрении основного закона динамики вращательного движения:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}. \quad (1)$$

Этот закон является аналогом 2-го закона Ньютона для движения материальной точки:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}. \quad (2)$$

Если момент \vec{M} сил, действующих на тела системы, равен нулю, то выполняется закон сохранения момента импульса \vec{L} . Силы тяготения являются центральными силами. Момент центральных сил $\vec{M} = [\vec{r}\vec{F}]$ всегда равен нулю. В этом случае из формулы (1) следует:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \text{const}. \quad (3)$$

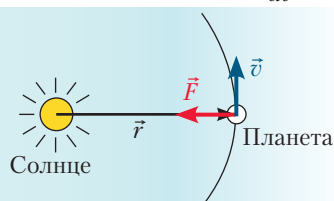


Рис. 1. Сила притяжения планеты к Солнцу – центральная сила: $\vec{F} \uparrow \downarrow \vec{r}$

Для вращающегося тела $\vec{L} = I\vec{\omega}$, где I – момент инерции (мера инертности вращающегося тела), $\vec{\omega}$ – угловая скорость. Величины \vec{L} , $\vec{\omega}$, \vec{M} – аксиальные (осевые) вектора.

Для однородного шара $I = 0,4mR^2$, где m – масса, R – радиус шара.

Для материальной точки массой m , движущейся по криволинейной траектории с радиусом кри-

визны r , момент импульса $\vec{L} = [m\vec{v}\vec{r}]$, где \vec{v} – линейная скорость. В скалярном виде: $L = mvr \cdot \sin \alpha$, где α – угол между векторами \vec{v} и \vec{r} . Если $\alpha = 90^\circ$, то $L = mvr$.

На основании закона сохранения момента импульса можно объяснить целый ряд интересных и важных астрономических явлений.

1. Почему происходит смена времён года на Земле и других планетах?

Смена времён года происходит при периодическом изменении освещённости и нагрева планеты Солнцем в течение года. Для смены времён года необходимы три условия: кинематическое – обращение планеты вокруг Солнца, геометрическое – наклонение оси вращения планеты к плоскости орбиты и последнее – сохранение направления оси вращения планеты в пространстве. Первые два условия очевидны даже для учащихся младших классов. Последнее условие является следствием закона сохранения момента импульса планеты. Так как $\vec{L} = I\vec{\omega} = \text{const}$, то угловая скорость вращения планеты $\vec{\omega} = \text{const}$. Постоянство осевого вектора $\vec{\omega}$ и означает сохранение направления оси вращения планеты в пространстве. В том, что ось вращения Земли сохраняет своё направление при движении планеты вокруг Солнца, легко убедиться из наблюдений. Полюсы мира в течение года не меняют своё положение относительно звёзд (долговременные эффекты, связанные с прецессией, пока не рассматриваем). Полярная звезда в современную эпоху находится всего в $44'$ от Северного полюса мира. Летом Солнце лучше освещает Северное полушарие Земли, зимой – Южное.

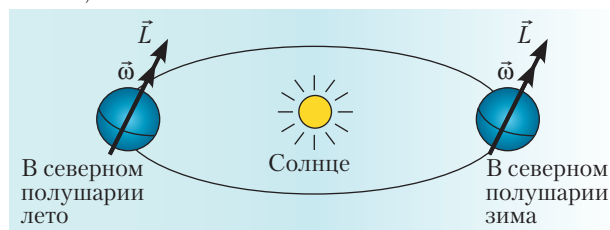


Рис. 2. Сохранение направления оси вращения Земли в пространстве

Очевидно, что если ось вращения планеты перпендикулярна или почти перпендикулярна плоскости ор-

биты, то смены времён года на планете не происходит. Так, у Меркурия наклонение оси вращения к плоскости орбиты 83° , у Венеры $86^\circ 36'$, у Юпитера $86^\circ 53'$ [4]. Мощные атмосферы Юпитера и Венеры полностью размывают даже небольшой эффект изменения инсоляции в течение года. А вот у Марса не только имеет место смена времён года, но и относительная продолжительность сезонов практически такая же, как и на Земле. Это связано с тем, что наклонение оси вращения к плоскости орбиты у этой планеты – $64^\circ 48'$, почти такое же, как и у Земли ($66^\circ 33'$).

2. Почему в Северном полушарии Земли лето длиннее, а зима короче, чем в Южном?

В Северном полушарии Земли интервал времени между весенним равноденствием и осенним составляет 186,4 суток, а между осенним и весенним равноденствием – 178,8 суток, то есть тёплая часть года длиннее, чем холодная [5]. Такое явление можно объяснить на основании закона сохранения момента импульса для движения планеты вокруг Солнца, если рассматривать Землю как материальную точку, для которой $\vec{L} = [m\vec{v}\vec{r}] = \text{const}$.

При положении планеты в афелии и перигелии $L = mv_a r_a = mv_p r_p = \text{const}$. Введём понятие секторной скорости как площади, ометаемой радиусом-вектором планеты в единицу времени, $\vec{\sigma} = \frac{1}{2}[\vec{v}\vec{r}]$.

В афелии и перигелии $\sigma = \frac{1}{2}v \cdot r$. Легко заметить, что $\vec{L} = 2m\vec{\sigma}$. При постоянстве момента импульса секторная скорость тоже остаётся неизменной при движении планеты вокруг Солнца, в частности, $\sigma_a = \sigma_p$. Таким образом, второй закон Кеплера является следствием закона сохранения момента импульса.

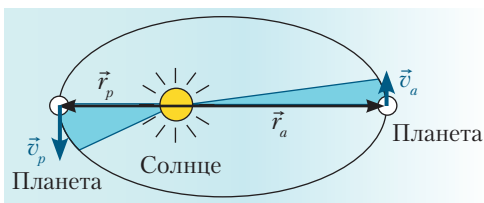


Рис. 3. Иллюстрация второго закона Кеплера для положения планеты на линии апсид

Из формул постоянства секторной скорости следует, что $\frac{1}{2}v_a \cdot r_a = \frac{1}{2}v_p \cdot r_p$, а отношение орбитальных скоростей обратно пропорционально отношению расстояний от центральной звезды: $\frac{v_p}{v_a} = \frac{r_a}{r_p}$, то есть в перигелии скорость планеты больше, чем в афелии. В перигелии Земля бывает в начале января, а в афелии – в начале июля. Зимой Земля движется по орбите быстрее, а летом медленнее. Поэтому лето в Северном полушарии несколько длиннее, чем в Южном полушарии. Зима, наоборот, в Северном полушарии короче, а в Южном полушарии длиннее. Любопытно, что расстояние Земли от

Солнца летом, когда она в афелии, на 5 млн км больше, чем зимой, когда она в перигелии. Зимой Земля в целом освещается и нагревается Солнцем больше, чем летом. Однако этот эффект практически не оказывает влияния на климатические условия, так как определяющим является продолжительность дня и высота Солнца над горизонтом.

3. Что такое аналемма Солнца?

Аналемма – кривая, соединяющая ряд последовательных положений Солнца в течение года для одного и того же момента местного времени (рис. 4).

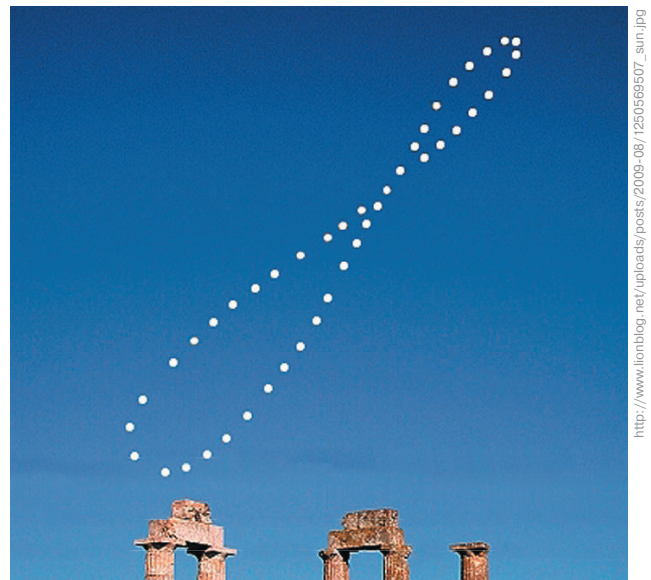


Рис. 4. Аналемма Солнца

Аналемма есть графическое отображение закона сохранения момента импульса обращения и момента импульса вращения Земли. Эту фигуру получают экспериментально, делая периодические снимки Солнца на небосводе в один и тот же момент местного времени (среднего, поясного, летнего). Аналемма имеет вид восьмёрки. Эта форма определяется наклоном оси вращения и эллиптичностью орбиты планеты. По сути, аналемма есть фигура Лиссажу, создаваемая колебательным движением истинного Солнца на небе Земли по двум координатам: по склонению и относительно среднего Солнца по прямому восхождению (рис. 5).

Склонение Солнца в течение года меняется в пределах $-\epsilon \leq \delta \leq +\epsilon$, где $\epsilon = 23^\circ 27'$ – наклонение эклиптики к экватору. По эклиптике диск Солнца движется с переменной угловой скоростью: $\omega = 58' \dots 61'$ в сутки. Из-за этого продолжительность солнечных суток в течение года меняется. Для измерения времени вводят понятие среднего Солнца, которое якобы равномерно движется по небесному экватору. В момент весеннего равноденствия положения среднего и истинного

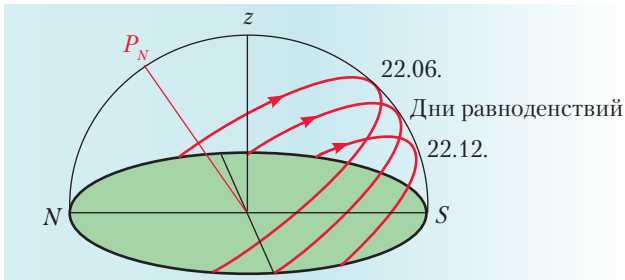


Рис. 5. Суточные пути Солнца в течение года в средних северных широтах

Солнца совпадают. В другие даты различие в их положениях может достигать до четырёх градусов.

Если бы ось вращения Земли была перпендикулярна плоскости орбиты, то не было бы колебаний положения Солнца в течение года по склонению, а если бы орбита Земли была окружностью, то угловая скорость Солнца в течение года была бы постоянной. Период колебаний Солнца по склонению в 2 раза больше периода колебаний по прямому восхождению, что и определяет форму аналеммы в виде восьмёрки. Из-за того, что моменты прохождения Землёй перигелия и афелия отличаются от моментов зимнего и летнего солнцестояния, аналемма имеет несколько деформированный вид по сравнению с классической фигурой Лиссажу с соотношением частот 1 : 2.

4. Почему Луна «кланяется» Земле?

Период вращения Луны вокруг собственной оси равен периоду её обращения вокруг Земли. Эта величина равна $27,32^d$ и называется *сидерическим месяцем*. Такое движение Луны называется синхронным. Из-за этого Луна повернута к Земле одним своим полушарием. Более детальные наблюдения показывают, что она как бы «кланяется» Земле, поочередно показывая земному наблюдателю области около северного и около южного полюсов. Это явление получило название *оптической либрации по широте* [3]. Ситуацию легко понять из рис. 2, представив на месте Солнца – Землю, а на месте Земли – Луну. Величина либрации по широте равна $\pm 6^\circ 50'$.

Кроме либрации по широте имеет место ещё и *либрация по долготе*. Она вызвана тем, что Луна, согласно закону сохранения момента импульса, вращается равномерно, но по этому же закону и второму закону Кеплера, движется по орбите неравномерно (ситуация аналогична изображённой на рис. 3). Из-за этого на восточном и западном краях диска Луны для земного наблюдателя поочередно появляются и исчезают за край небольшие участки лунной поверхности. Максимальное значение либрации по долготе равно $\pm 7^\circ 54'$.

Либрации Луны по долготе и широте для наблюдателя (космонавта), находящегося на поверхно-

сти самого спутника, проявляются в колебательном движении Земли на небосводе Луны. Дадим упрощённую картину для разности фаз, равной $\pi/2$. Пусть эклиптическая долгота Земли на небе Луны меняется по гармоническому закону: $\lambda = A \cos \omega t$, а эклиптическая широта $\beta = B \sin \omega t$. Возводя в квадрат и складывая оба эти уравнения, получаем уравнение эллипса:

$$\frac{\lambda^2}{A^2} + \frac{\beta^2}{B^2} = 1.$$

Таким образом, Земля на небе видимого полушария Луны описывает эллипсы с полуосями, равными значениям либраций по долготе и широте. Эта картина существенно отличается от движения Луны на небе Земли, с восходами и заходами. Впрочем, наблюдатель на Луне, находящийся для земного наблюдателя в зоне близ края лунного диска, тоже увидит последовательные восходы и заходы Земли.

Реальная картина движения Земли на небе Луны оказывается ещё более сложной. Периоды упомянутых либраций немного отличаются друг от друга. Период либрации по долготе $T_1 = 27,55$ средних суток, период либраций по широте $T_2 = 27,21$ средних суток. Из-за этого траектория движения Земли в форме эллипса не будет замкнутой, её большая ось будет всё время поворачиваться. Но основная суть явления не изменится. Земля на небе Луны из-за действия закона сохранения импульса для вращения и обращения описывает фигуру Лиссажу с соотношением частот, близким к 1 : 1.

Литература

1. Эвенчик Э.Е., Орлов В.А., Кабардин О.Ф. Физика. 10 класс: учебник для общеобразоват. учреждений; профильный уровень / Под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. М.: Просвещение, 2013. (§ 10.)
2. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Т. 1. М.: Дрофа, 2003. § 4.8.
3. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. М.: УРСС, 2004. § 4.11.
4. Планеты URL: www.astronet.ru/db/msg/eid/FK86/
5. Времена года / URL: ru.wikipedia.org/wiki/Времена_года

РАБОТА НАД ОШИБКАМИ

В № 3/2014 в статье «Звёздное небо в мае» на с. 35 неверно указаны фазы Луны. Следует читать:

Фазы Луны	Дата	3	7	11	15	19	22	26	30
	Фаза								
		Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть	Новолуние				

Приносим извинения читателям. Редакция.

Опять «2»!

Показано, что в самых разных задачах из школьного курса можно обнаружить удивительно простое соотношения между разными слагаемыми в балансе энергии.

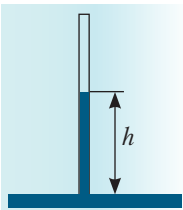
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: баланс энергии, капилляр, зарядка конденсатора, наклонная плоскость

А.А. ЗАЙЦЕВ

aazay2013@mail.ru,
г. Москва

Заглавие наших заметок, которое можно прочесть и как «Опять двойка!», наверняка, вызовет у старшего поколения вполне определённые ассоциации – это, конечно, знаменитая картина Ф.П. Решетникова, шедевр (без всякой иронии!) социалистического реализма из Третьяковской галереи.

Но мы-то собираемся говорить о другом. Часто кто-то из коллег хочет обратить наше внимание на серию задач, объединённых по какому-то принципу – по тематике, по уровню сложности... Предлагаемые ниже задачи объединены совсем другим. Автор хочет поделиться тем удивлением, которое он сам испытал, обнаружив, что соотношение между слагаемыми в балансе энергии в самых разных ситуациях сводится к множителю 2. Вот два примера, где анализ энергетического баланса совсем прост.



1. Опустим конец узенькой трубочки (капилляра) в смачивающую жидкость. Жидкость в капилляре под действием вертикальной составляющей силы поверхностного натяжения $F_{\text{ин}}$ поднимется относительно уровня жидкости в сосуде.

Баланс энергии выглядит так: работа силы натяжения идёт на увеличение потенциальной энергии столба жидкости, а какая-то её часть переходит в тепло.

Заметим, что при подъёме жидкости сила $\vec{F}_{\text{ин}}$ была приложена на пути h , то есть совершила работу $A_{\text{ин}} = h \cdot F_{\text{ин}}$, а центр тяжести столба поднялся на высоту $h/2$, то есть потенциальная энергия жидкости увеличилась на $\Delta E_{\text{пот}} = mgh/2$ (m – масса столбика жидкости в капилляре). Выделившееся при этом количество теплоты обозначим Q . Итак:

$$A_{\text{ин}} = \Delta E_{\text{пот}} + Q \Rightarrow F_{\text{ин}} \cdot h = mgh/2 + Q. \quad (1)$$

Ясно, что в равновесии вертикальная составляющая сила поверхностного натяжения $F_{\text{ин}}$ уравновешивает силу тяжести, действующую на столб жидкости:

$$F_{\text{ин}} = mg,$$

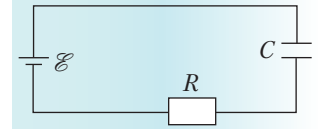
поэтому между слагаемыми в балансе энергии (1)

имеем следующие соотношения: $\frac{A_{\text{ин}}}{\Delta E_{\text{пот}}} = \frac{A_{\text{ин}}}{Q} = 2$.

Вот эту-то «2» мы имели в виду в названии наших заметок.

2. К концу свободно висящей пружины подвешивают груз и отпускают его. Ясно, что в положении равновесия удлинение пружины x будет таким, что $kx = mg$ (все обозначения стандартные). То есть сила тяжести совершила над этой системой работу mgx , но энергия, запасённая в растянутой пружине, равна $kx^2/2 = mgx/2$. Снова констатируем, что половина работы внешней силы «пропала», то есть перешла в тепло. Опять «2»!

3. Теперь проанализируем превращения энергии, происходящие при в простейшей электрической цепи при зарядке конденсатора. Подсоединим незаряженный конденсатор ёмкостью C к батарее с ЭДС \mathcal{E} . Со временем в системе установится равновесие, при этом конденсатор зарядится до напряжения $U = \mathcal{E}$, на его обкладках будет заряд $Q = CU$, запасённая в конденсаторе энергия равна



$$W = \frac{QU}{2} = \frac{Q\mathcal{E}}{2}.$$

Но при прохождении через источник тока заряда Q сторонние силы совершат работу $Q \cdot \mathcal{E}$, то есть в два раза большую, чем энергия, запасённая в конденсаторе. Куда же девалась другая половина работы сторонних сил? Ответ очевиден – выделилась в виде тепла в проводах. Опять «2»!

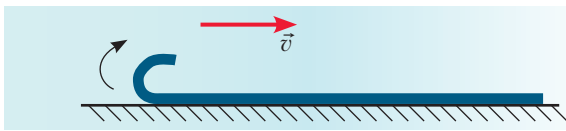
4. Если кому-то эти результаты кажутся слишком простыми и потому не очень-то интересными, то взглянем на них «с другой стороны». Заметим, что детали прохождения тока в примере 3 или колебаний грузика перед установлением равновесия в примере 2 нам неизвестны. Может даже показаться, что при уменьшении сил сопротивления потери уменьшатся, но это не так – диссипативные процессы перестроятся таким образом, чтобы потери энергии составляли именно половину работы «внешних сил». Если грузику во втором примере придать обтекаемую форму, чтобы уменьшить силу сопротивления воздуха, то он совершит большее число колебаний, прежде чем успокоится, но потери энергии

останутся теми же. Если уменьшить сопротивление проводов в примере 3, то сила тока в проводах увеличится, а характерное время зарядки уменьшится, но потери энергии окажутся теми же. Если попробовать рассчитать потери энергии по закону

$$\text{Джоуля–Ленца: } Q = \int_0^{\infty} i^2 R dt, \text{ то мощь энергетиче-}$$

ского подхода станет очевидной.

5. Следующий пример немного сложнее. Длинная тяжёлая нить (канат, ковровая дорожка) лежит на полу. Её конец загибают и тянут назад с постоянной скоростью \vec{v} .



На первый взгляд кажется, что нам ничто не мешает считать нить в некотором смысле идеальной и пренебрегать потерями энергии на её деформацию. Но, проанализировав превращения энергии в этом движении, мы покажем, что это не так. Прежде всего, необходимо понять, почему надо всё время прикладывать силу, – ведь часть нити движется с постоянной скоростью. Дело в том, что всё время новые части нити включаются в движение, то есть меняется их импульс, вот это-то изменение импульса и обуславливает силу, приложенная к концу нити.

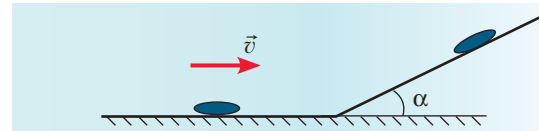
Пусть длина нити L , а её масса M , то есть масса единицы длины нити $\rho = M/L$. Когда конец нити, к которому приложена сила, совпадёт с неподвижным концом (то есть нить сложится вдвое), движущийся конец пройдёт путь L , а точка перегиба – путь $L/2$ (значит, она движется со скоростью $v/2$). То есть за время Δt в движение вовлекается участок ковра длиной $\Delta l = v\Delta t/2$ и массой $\Delta m = \rho v\Delta t/2$. Следовательно, скорость изменения импульса движущейся части дорожки, то есть действующая на неё сила, равна (по модулю) $F = \frac{\rho v^2}{2}$.

К тому моменту, когда концы совпадут, эта сила совершит работу $A = F \cdot L = \frac{\rho v^2}{2} L = \frac{Mv^2}{2}$. Но кинетическая энергия движущейся части (то есть половины) нити в два раза меньше: $E_k = \frac{M}{2} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{1}{2}A$.

Если вдуматься, это – удивительный результат. Во-первых, мы опять получили, что ровно половина работы внешней силы «потеряна», то есть пошла в тепло при деформации нити. Опять «2»! Но важен и качественный результат: в массивных гибких связях при движении точки перегиба мы обязательно

но теряем заметную часть механической энергии. В наших же школьных задачах нити всегда предполагаются невесомыми и об этом эффекте можно не думать.

6. Обратимся к традиционной теме школьного курса – задачам на движение по наклонной плоскости. Напомним, что среди всевозможных значений углов наклона плоскости есть один «замечательный угол» α_0 , обладающий таким свойством: если угол наклона плоскости $\alpha < \alpha_0$, то положенное на плоскость тело не будет скользить вниз, если же $\alpha > \alpha_0$, тело будет соскальзывать. Несложно доказать, что $\text{tg}\alpha_0 = \mu$, где μ – коэффициент трения.



Рассмотрим такую ситуацию (см. рис.): груз скользит по горизонтали и переходит на плоскость с углом наклона α_0 . Какая часть начальной кинетической энергии перейдёт в тепло при движении груза до верхней точки?

На участке наклонной плоскости длиной s работа сил трения равна $A_{\text{тр}} = \mu mgs \cdot \cos\alpha_0$, а изменение потенциальной энергии тел $\Delta U = mgs \cdot \sin\alpha_0$.

К верхней точке подъёма вся начальная кинетическая энергия перейдёт в тепло (из-за трения) и потенциальную энергию тела. А поскольку $\text{tg}\alpha_0 = \mu$, эти величины равны. Итак, именно половина начальной энергии пошла на подъём тела, а половина перешла в тепло. Опять «2»! Но, пожалуй, красотой и общностью примеров, рассмотренных выше, эта задача не обладает.

7. В заключение заметим, что, например, в примере с нитью для нас не осталось тёмных мест – мы можем ответить на любой вопрос. Наоборот, в примере с зарядкой конденсатора мы ничего не узнали о деталях токопрохождения. Обратим внимание на это важное обстоятельство – баланс энергии может быть установлен из самых общих соображений, без рассмотрения теории процесса.

Скажем ещё, что затронутые здесь вопросы можно развивать в разных направлениях. Например, было бы интересно узнать, сохранится ли отмеченное нами соотношения для того случая, когда сопротивление проводов меняется во время зарядки.

Было бы очень интересно найти и другие процессы, в которых имеет место такое простое соотношение между величинами различных слагаемых в балансе энергии.

МАИ (НИУ)-2013: российская аэрокосмическая олимпиада



Представлены 6 задач с решениями, составляющие вариант второго тура олимпиады 2012/2013 уч. г. Тематика задач: механика, термодинамика, электростатика, электродинамика, оптика.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, российская аэрокосмическая олимпиада, интернет-олимпиада, абитуриенту

См. также № 1/2014

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

Вариант 1

1 (30 баллов). Наша Таня громко плачет. Стоя на пологом берегу реки на расстоянии от воды $l = 16$ м, она с высоты $h = 80$ см бросила вертикально вверх мячик со скоростью $v_0 = 8$ м/с и не поймала его. Угол наклона берега к горизонту $\alpha = 30^\circ$. На каком расстоянии от берега мячик упадёт в воду? Мячик упругий, земля твёрдая. Сопротивлением воздуха пренебречь. В расчётах ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Дано:

$$L = 16 \text{ м,}$$

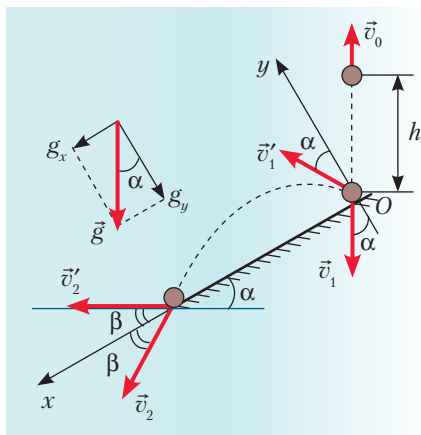
$$h = 80 \text{ м,}$$

$$v_0 = 8 \text{ м/с,}$$

$$\alpha = 30^\circ.$$

$$s = ?$$

Решение



Траектория движения мячика показана на рисунке. Запишем закон сохранения механической энергии:

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$$

и найдём скорость мячика в момент первого удара о землю: $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$. Удар абсолютно упругий. Отскочив со скоростью $v_1' = v_1$, мячик будет двигаться по параболе. В системе координат xOy , показанной на рисунке, его координаты будут меняться по законам:

$$\begin{cases} x = v_1' \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \\ y = v_1' \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. \end{cases}$$

В момент второго удара о землю $y = 0$, откуда находим время полёта шарика до второго удара о землю:

$$\begin{aligned} 0 &= v_1' \cos \alpha \cdot t_2 - \frac{g \cos \alpha \cdot t_2^2}{2}, \\ t_2 &= \frac{2v_1'}{g} = \frac{2\sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g}. \end{aligned}$$

Расстояние, которое пролетит шар до второго удара вдоль склона горы, равно

$$\begin{aligned} s_{12} = x(t_2) &= v_1' \sin \alpha \cdot t_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot t_2^2}{2} = \frac{4(v_1')^2}{g} \sin \alpha = \\ &= \frac{4(v_0^2 + 2gh)}{g} \sin \alpha = 16 \text{ м} = L. \end{aligned}$$

То есть второй раз шарик ударится у самой кромки воды. Найдём, под каким углом отлетит шарик после второго удара о землю. Проекции скорости на оси координат в момент второго удара о землю можно рассчитать по формулам:

$$v_{2x} = v_1' \sin \alpha + g \sin \alpha \cdot t_2 = 3\sqrt{v_0^2 + 2gh} \cdot \sin \alpha,$$

$$v_{2y} = v_1' \cos \alpha - g \cos \alpha \cdot t_2 = -\sqrt{v_0^2 + 2gh} \cdot \cos \alpha.$$

Следовательно, второй удар мячика о землю произойдёт на краю берега под углом β к оси xOy (см. рисунок):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{|v_{2y}|}{v_{2x}} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gh} \cdot \cos \alpha}{3\sqrt{v_0^2 + 2gh} \cdot \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{3 \sin \alpha} = \frac{1}{3 \operatorname{tg} \alpha};$$

$$\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) = 30^\circ.$$

Таким образом, после удара скорость мячика \vec{v}_2' будет направлена горизонтально (параллельно поверхности воды), и мячик будет плавать у берега.

2 (10 баллов). Скорость спутника Земли на круговой орбите некоторого радиуса равна $v_1 = 6,37$ км/с. Определите скорость спутника на круговой орбите, радиус которой на $\Delta R = 2013$ км больше. Радиус Земли $R_3 = 6400$ км, ускорение свободного падения у поверхности Земли принять равным $g = 10$ м/с².

<p><i>Дано:</i> $v_1 = 6370$ м/с, $\Delta R = 2,013 \cdot 10^6$ м, $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м, $g = 10$ м/с².</p> <hr/> $v_2 = ?$	<p><i>Решение</i></p> <p>Запишем второй закон Ньютона для движения спутника по орбите радиусом R_1: $F_1 = ma_{\text{цс}}$, где $a_{\text{цс}} = \frac{v_1^2}{R_1}$ – центростремительное ускорение.</p>
--	---

Силу, действующую на спутник, можно выразить из закона всемирного тяготения:

$$F_1 = G \frac{mM_3}{R_1^2}.$$

Учитывая, что ускорение свободного падения на поверхности Земли

находим
$$g = G \frac{M_3}{R_3^2},$$

$$M_3 = \frac{gR_3^2}{G},$$

подставляем в закон всемирного тяготения

$$F_1 = \frac{mgR_3^2}{R_1^2}$$

и получаем уравнение движения спутника:

$$\frac{mgR_3^2}{R_1^2} = m \frac{v_1^2}{R_1}.$$

Определяем радиус первой орбиты:

$$R_1 = \frac{gR_3^2}{v_1^2}.$$

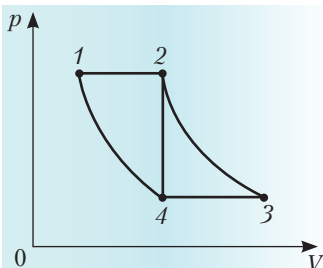
Аналогично записываем уравнение движения спутника по орбите радиуса $R_2 = R_1 + \Delta R$:

$$\frac{mgR_3^2}{(R_1 + \Delta R)^2} = m \frac{v_2^2}{R_1 + \Delta R},$$

откуда и находим искомую скорость движения спутника:

$$v_2 = \sqrt{\frac{gR_3^2}{R_1 + \Delta R}} = v_1 \sqrt{\frac{gR_3^2}{gR_3^2 + \Delta R v_1^2}} \approx 5800 \text{ м/с}.$$

3 (20 баллов). На рисунке изображены два циклических процесса, совершаемых одинаковым количеством одноатомного идеального газа: 1-2-4-1 и 2-3-4-2. Процессы 4-1 и 2-3 изотермические. Коэффициент полезного действия первого цикла



$\eta_1 = 12,3\%$, второго – $\eta_2 = 13,4\%$. В каком цикле совершается бóльшая работа и во сколько раз?

<p><i>Дано:</i> $\eta_1 = 12,3\%$, $\eta_2 = 13,4\%$.</p> <hr/> $A_1/A_2 = ?$	<p><i>Решение</i></p> <p>КПД теплового двигателя определяется по формуле $\eta = \frac{A}{Q_{\text{пол}}}$, где A – работа газа в цикле, $Q_{\text{пол}}$ – количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя.</p>
---	---

В циклическом процессе 1-2-4-1 газ получает теплоту при изобарном расширении 1-2, отдаёт – при изохорном охлаждении 2-4 и изотермическом сжатии 4-1.

В цикле 2-3-4-2 газ получает теплоту при изотермическом расширении 2-3 и изохорическом нагревании 4-2, а отдаёт – при изобарном сжатии 3-4.

Следовательно, КПД соответствующих циклов можно представить в виде:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12}};$$

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_{23} + Q_{42}}.$$

Запишем первое начало термодинамики для цикла 2-3-4-2, учитывая, что изменение внутренней энергии в цикле $\Delta U = 0$:

$$Q_{23} + Q_{34} + Q_{42} = A_2.$$

Следовательно, $Q_{23} + Q_{42} = A_2 - Q_{34}$, и КПД второго цикла можно представить в виде:

$$\eta_2 = \frac{A_2}{A_2 - Q_{34}}.$$

Выражаем работы в каждом из циклов

$$A_1 = \eta_1 Q_{12}; \quad A_2 = \frac{\eta_2 Q_{34}}{\eta_2 - 1}$$

и их отношение:

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\eta_2 Q_{34}}{(\eta_2 - 1) \eta_1 Q_{12}}.$$

Количества теплоты в изобарных процессах 1-2 и 3-4 находим из первого начала термодинамики для этих процессов:

$$\begin{aligned} Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} &= \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) + p_{12}(V_2 - V_1) = \\ &= \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) + \nu R(T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R(T_2 - T_1); \end{aligned}$$

и, аналогично, $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} = \frac{5}{2} \nu R(T_4 - T_3)$.

Поскольку, по условию задачи, $T_1 = T_4$ и $T_2 = T_3$,

можно записать $Q_{34} = \frac{5}{2} \nu R(T_1 - T_2) = -Q_{12}$.

Тогда окончательно получаем:

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\eta_2(-Q_{12})}{(\eta_2-1)\eta_1 Q_{12}} = \frac{\eta_2}{(1-\eta_2)\eta_1} \approx 1,26.$$

4 (10 баллов). $N = 2013$ одинаковых тонких проводящих пластин расположены в вакууме параллельно друг другу. Расстояния между пластинами одинаковы и малы по сравнению с линейными размерами пластин. Крайние пластины присоединены к источнику тока. Электрическая ёмкость такой системы $C = 13,42$ пФ. Затем каждую третью пластину соединяют проводниками с соседними. Определите ёмкость новой системы пластин.

<i>Дано:</i> $N = 2013,$ $C = 13,42$ пФ. $C_1 - ?$	<i>Решение</i> N одинаковых проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малых расстояниях, представляют собой $(N - 1)$ одинаковых плоских конденсаторов, соединённых последовательно. Ёмкость такой системы определяется по формуле:
---	--

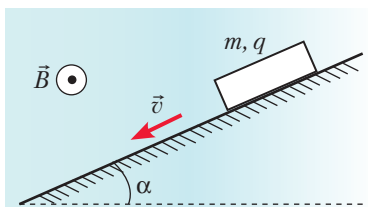
$$\frac{1}{C} = \frac{N-1}{C_0} \Rightarrow C = \frac{C_0}{N-1},$$

где C_0 – ёмкость одного конденсатора. Следовательно, $C_0 = (N - 1)C$.

Если каждую третью пластину соединить проводниками с двумя соседними, количество конденсаторов ёмкостью C_0 , соединённых последовательно, станет равным $N_1 = N/3$. Ёмкость такого соединения

$$C_1 = \frac{C_0}{N_1} = \frac{(N-1)C}{N/3} = \frac{3N(N-1)C}{N} \approx 40,24 \text{ пФ}.$$

5 (15 баллов). Монета массой $m = 5$ г, обладающая положительным зарядом, соскальзывает с постоянной скоростью с наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. В пространстве создано горизонтальное однородное магнитное поле, направленное так, как показано на рисунке. Какую силу, направленную вверх вдоль наклонной плоскости, нужно приложить к монете, чтобы она двигалась вверх по плоскости с той же скоростью? Коэффициент трения монеты о наклонную плоскость $\mu = 0,7$.



Дано:
 $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг,
 $\alpha = 30^\circ,$
 $\mu = 0,7.$

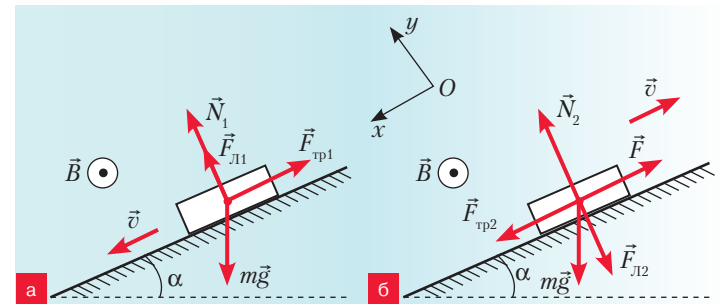
$F - ?$

Решение

При движении заряженной монеты в перпендикулярном магнитном поле на неё будет действовать сила Лоренца $F_{Л} = q \cdot v \cdot B$, где q – заряд монеты, v – модуль её скорости, B – модуль индукции магнитного поля.

Поскольку, по условию задачи, монета в обоих случаях движется с одной и той же по величине скоростью, то величина силы Лоренца в обоих случаях также будет одинакова.

Изобразим силы, действующие на монету в каждом случае. Направление силы Лоренца определяем по правилу левой руки. Когда монета соскальзывает с наклонной плоскости, сила Лоренца направлена вверх перпендикулярно плоскости (рис. а). А при движении монеты вверх сила Лоренца направлена вниз перпендикулярно плоскости (рис. б).



В выбранной системе координат уравнения движения монеты в первом случае будут иметь вид:

$$\begin{cases} mg \sin \alpha - F_{\text{тр}1} = 0, \\ N_1 + F_{Л1} - mg \cos \alpha = 0, \\ F_{\text{тр}1} = \mu N_1. \end{cases}$$

Из системы уравнений получаем:

$$F_{Л1} = mg \cos \alpha - \frac{mg \sin \alpha}{\mu}.$$

Во втором случае уравнения движения таковы:

$$\begin{cases} mg \sin \alpha + F_{\text{тр}2} - F = 0, \\ N_2 - F_{Л2} - mg \cos \alpha = 0, \\ F_{\text{тр}2} = \mu N_2. \end{cases}$$

Выражаем из этих уравнений искомую силу F :

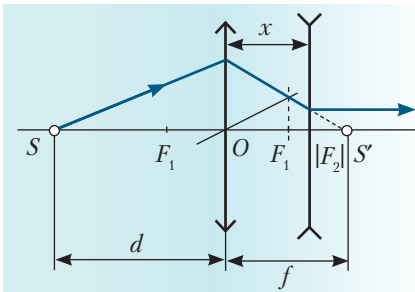
$$F = mg \sin \alpha + \mu(F_{Л2} + mg \cos \alpha)$$

и подставляем величину силы Лоренца из первой системы уравнений, учитывая, что $F_{Л1} = F_{Л2}$:

$$\begin{aligned} F &= mg \sin \alpha + \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{mg \sin \alpha}{\mu} + mg \cos \alpha \right) = \\ &= 2\mu \cdot mg \cos \alpha \approx 60,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н}. \end{aligned}$$

6 (15 баллов). Собирающая и рассеивающая тонкие линзы расположены параллельно друг другу так, что их главные оптические оси совпадают. На расстоянии $d = 30$ см от собирающей линзы на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Пройдя данную оптическую систему линз, свет от источника распространяется параллельным пучком. Найдите расстояние между линзами, если фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз равны соответственно $F_1 = 10$ см и $|F_2| = 5$ см.

<i>Дано:</i> $d = 30$ см, $F_1 = 10$ см, $ F_2 = 5$ см. $x = ?$	<i>Решение</i> Построим ход одного из лучей от источника света.
--	--



Запишем формулу тонкой собирающей линзы для случая действительного изображения предмета:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

и найдём расстояние от собирающей линзы до изображения источника света:

$$f = \frac{dF_1}{d - F_1}.$$

По условию задачи, после преломления в рассеивающей линзе лучи идут параллельным пучком. Это возможно только в том случае, если изображение источника S' в собирающей линзе попадает в фокус рассеивающей линзы, как показано на рисунке. Следовательно, расстояние между линзами:

$$x = f - |F_2| = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1} - |F_2| = 10 \text{ см.}$$

Смех сквозь слёзы...

Одним из наиболее модных лекционных курсов последних лет можно уверенно назвать «Концепции современного естествознания». Судьба подсунула и мне чтение этой прелести на четырёх нефизических факультетах университета. Естественно, наиболее крупный раздел этого курса – физика, её идеи, методы, эксперименты и теории. Чтобы не мучить студентов зачётами и экзаменами, можно провести несколько самостоятельных работ по методике, применяемой мною лет тридцать в курсе физики на естественных факультетах. Это не тест с выбором ответа – каждый ответ студент конструирует сам. И вот что иногда получается (орфография и пунктуация охранены).

Вопрос: «Автобус можно считать материальной точкой, если...»

Ответы: • автобус находится в движении • если автобус стоит на месте • всегда • если он есть, то значит он материальная точка • когда движется из пункта A в пункт B • на навигаторе (автомобильном или он-лайн. – *М.С.*) • он является отправной точкой для какого-либо движения • если он не движется и мы смотрим на него с высоты • если он видим и осязаем, подвижен относительно Земли или неподвижен • если он существует • В ДВИЖАЮЩЕМ состоянии • если его выпустили и при перевозке пассажиров • во всех, т.к. он материален • относительно чего-то, явл. точкой отсчёта • когда до него можно дотронуться • если в нём есть водитель...

Вопрос: «Зимой у нас холодно, так как...»

Ответы: • расстояние от солнца дальше (больше). Угол меньше, лучей солнца меньше • летом жарко • угол наклона земли меняется и солнечные лучи падают то в скольсь, то прямо • t понижается • Земля вращается вокруг своей оси, и по отношению к Солнцу попадает на разную степень активности • в это время земля поворачивается к солнцу другим боком (не нашим) • так заложено природой, что t° меняется, зимой погода холодная, летом наоборот. Всё это зависит от множества факторов • мы географически находимся в умеренном климате и эта погода обусловлена удаленностью от экватора, и приближенности к полюсу • Зимой у нас холодно, а летом жарко – это зависит от того, на каком расстоянии находится от нее Солнце в это время • потому что тёплые течения сменяются на холодные • смещается экватор и лучи солнца падают не перпендикулярно, а скашиваются и проскользают не останавливаясь практически • Солнце в другой части планеты, а мы в тени • такой уж климат • у нас зимы всегда были суровыми, а летом жарко, а чем зима холоднее, тем лето жарче.

М.А. СТАРШОВ

mastarshov@mail.ru,

СГУ им. Н.Г. Чернышевского,

МБОУ СОШ № 6, г. Саратов

Физические основы нанотехнологий



На доступном для учеников старших классов средней (полной) общеобразовательной школы уровне изложены: суть квантово-размерного эффекта, его проявление в наноразмерных системах, описаны основные типы этих систем: квантовые ямы, нити, точки, сверхрешётки. Рассмотрены свойства уже освоенных промышленностью наноконструктов, в том числе пористого кремния – наномодификации основного материала полупроводниковой электроники.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нанотехнологии, квантово-размерный эффект, квантовые ямы, нити, точки, гетероструктуры, сверхрешётки, наноконструкты, пористый кремний

Н.В. ЛАТУХИНА
natalat@yandex.ru,
к. т. н. (ГОУ ВПО СамГУ,
г. Самара)

Лекция 3. Основные типы наноматериалов и наноструктур

3.1. Квантово-размерный эффект [1, 2]. Под квантово-размерным понимают эффект, связанный с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях. Дискретный спектр энергий частицы возникает в любом ограниченном для движения объёме, но практически заметен только в масштабе, сравнимом с длиной волны де Бройля для данной частицы. Такую частицу на энергетической диаграмме можно представить находящейся в потенциальной яме: чтобы выскочить из ямы, она должна приобрести достаточную для преодоления потенциального барьера энергию, то есть подняться по шкале энергий (*слайд 1*). Потенциальный барьер образуется на поверхности кристалла или на границе раздела двух разных контактирующих материалов.

Волновая функция частицы в потенциальной яме представляет собой стоячую волну де Бройля. Бегущая волна, отражаясь от стенок, интерферирует с набегающей волной, в результате образуется устойчивая картина чередующихся максимумов и минимумов. Существовать могут только те волны, для которых на ширине ямы укладывается целое число полуволн. Соответственно энергия частицы может иметь только дискретные разрешённые значения, то есть спектр энергий *квантован*.

В прямоугольной потенциальной яме волновая функция электрона ψ представляет собой стоячую волну той же формы, что и в натянутой струне. Сто-

ячие волны, описывающие электронные состояния в яме, — это синусоиды, обращаемые в нуль в точках $x = 0$ и $x = a$:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sin \frac{\pi x}{a} n, \quad (3.1)$$

где n — целое число, номер квантового состояния, a — ширина ямы. Три такие функции, соответствующие $n = 1, 2, 3$, изображены на рис. 3.1. Из формулы (3.1) также следует, что длины волн ψ -функций удовлетворяют условиям $\lambda_{en}/2 = a/n$, то есть в яме укладывается целое число полуволн.

Разрешённые уровни энергии электрона, находящегося в потенциальной яме, можно определить, пользуясь правилом квантования Бора. В потенциальной яме разрешены значения импульса электрона, удовлетворяющие соотношению $p_{en} a = \frac{\hbar n}{2}$.

Отсюда получаем выражение для разрешённых уровней энергии (*уровней размерного, или вторичного, квантования*) электрона:

$$E_{en} = \frac{p_n^2}{2m_e^*} = \frac{\hbar^2 n^2}{8m_e^* a^2} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m_e^* a^2} n^2. \quad (3.2)$$

Формула (3.2) выражает *квантово-размерную добавку* к энергии электрона в зоне проводимости, имеющего эффективную массу m_e^* , так что его полная энергия $E_n = E_c + E_{en}$ (аналогичные выражения можно получить и для энергии дырки в валентной зоне E_{vn} , эффективная масса m_h^*). Благодаря этим добавкам запрещённая зона E_g в квантово-размерных структурах шире, чем в объёмном кристалле (E_{g0}), так как определяется уже

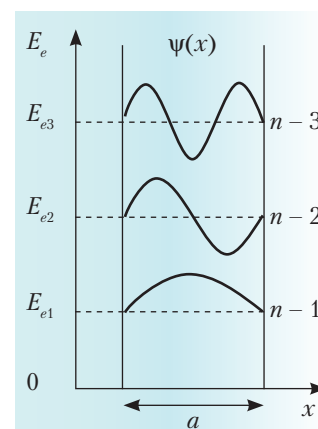


Рис. 3.1. Электрон в потенциальной яме: движение по оси x ограничено стенками, находящимися на расстоянии a друг от друга [1]

Лекции 1, 2 см. в № 2, 3/2014. Печатается в сокращении. Презентацию и полный текст с контрольными тестовыми заданиями к каждому подразделу, а также задачи с решениями и задачи для самостоятельного решения с ответами см. в ЭП. — Ред.

не разностью энергий дна зоны проводимости E_c и потолком валентной зоны E_v , а разностью энергий первых уровней размерного квантования для электронов E_{e1} и дырок E_{h1} :

$$E_g = E_{c1} - E_{h1} = E_{g0} + E_{e1} + E_{h1}. \quad (3.3)$$

Таким образом, в результате квантово-размерного эффекта в кристаллах *увеличивается ширина запрещённой зоны*: чем меньше кристалл, тем выше лежат в зонах уровни размерного квантования и тем больше ширина запрещённой зоны.

Для проявления квантово-размерного эффекта расстояние между соседними энергетическими уровнями должно значительно превосходить тепловую энергию носителей при данной температуре. Если ширина ямы равна 5 нм, то в вакууме для находящегося в ней свободного электрона $E_{e1} = 0,02$ эВ. В кристалле эффективная масса электрона примерно в 10 раз меньше массы свободного электрона в вакууме, поэтому при той же ширине ямы в кристалле $E_{e1} \approx 0,2$ эВ. Тепловая энергия определяется произведением kT , где k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура. Таким образом, условие наблюдения квантово-размерного эффекта можно записать в виде: $E_{e(n+1)} - E_{en} \gg kT$. Для комнатной температуры энергия теплового движения носителей равна примерно 0,026 эВ, то есть квантово-размерный эффект должен наблюдаться в кристаллах нанометрового масштаба.

3.2. Квантовые ямы, нити, точки и сверхрешётки [2]. По электронным свойствам можно выделить несколько основных классов наноматериалов, так называемых *квантово-размерных структур*. Простейшие из них – квантовые ямы, сверхрешётки, квантовые нити и квантовые точки (слайд 2).

В структурах с *квантовыми ямами* (рис. 3.2, а) движение свободных носителей заряда ограничено лишь в одном направлении (по оси x). Их называют *системами с двумерным электронным газом* или *2D-системами*. Примером таких структур является тонкая плёнка – потенциальная яма глубиной, равной работе выхода $A_{\text{вых}}$ электрона, и шириной, равной толщине плёнки. В плоскости плёнки электроны мо-

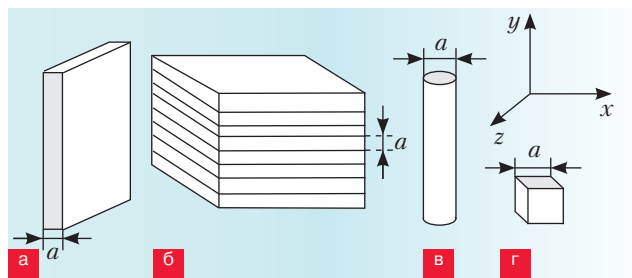


Рис. 3.2. Основные электронные типы наноструктур: квантовая яма (а); сверхрешётка (б); квантовая нить (в); квантовая точка (г) [2]

гут передвигаться свободно, но в перпендикулярном направлении толщина мала, и энергетический спектр квантуется в соответствии с формулой (3.2). Учитывая, что для полупроводников типичные значения $A_{\text{вых}} = 4...5$ эВ, а также то, что значения E_{en} , E_{hn} должны быть малы по сравнению с действительной глубиной ямы, получаем необходимую толщину плёнки порядка нанометров. Полная энергия носителей в квантово-размерной плёнке описывается смешанным дискретно-непрерывным спектром (здесь и далее индексы квазичастиц опущены) (слайд 3):

$$E = E_n + \frac{p_y^2 + p_z^2}{2m^*}, \quad (3.4)$$

где p_z и p_y – компоненты квазиимпульса в плоскости плёнки. При упругих столкновениях с узлами кристаллической решётки или друг с другом электроны (и дырки) ведут себя как двумерные частицы.

К уже реализованным системам с квантовыми ямами относятся *гетероструктуры* – набор чередующихся слоёв различных полупроводников, кристаллические решётки у которых совпадают, так что вся структура представляет собой единый кристалл. Стенки квантовой ямы формируются поверхностями раздела полупроводников с различной шириной запрещённой зоны (рис. 3.3, слайд 3).

Ширина потенциальной ямы определяется толщиной слоя *узкозонного материала* (с меньшей величиной запрещённой зоны), расположенного между двумя слоями *широкозонного материала*. Глубина ямы для электронов определяется разницей в положениях дна зон проводимости узкозонного и широкозонного материалов, а для дырок – разницей в положениях потолков валентных зон.

Разрывы зон составляют обычно десятые доли электрон-вольт. Поэтому энергетический спектр носителей заряда в направлении, перпендикулярном плоскости плёнки, хотя и не будет в точности описываться формулой (3.2), тем не менее он будет дискретным и для электронов зоны проводимости, и для дырок, а полная энергия носителей может быть описана формулой (3.4).

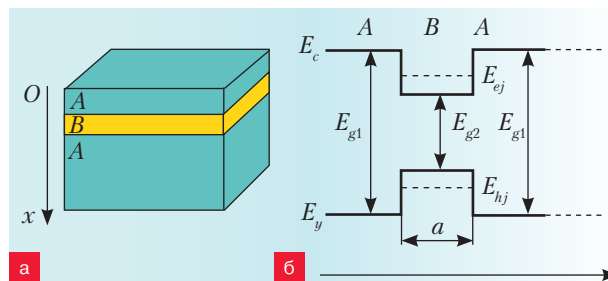


Рис. 3.3. Схематическое изображение (а) и энергетическая зонная диаграмма (б) гетероструктуры с квантовой ямой, образованной двумя слоями материала А (ширина запрещённой зоны E_{g1}) с заключённым между ними слоем узкозонного материала В ($E_{g2} < E_{g1}$). Толщина слоя В определяет ширину a квантовой ямы

В структурах с квантовыми нитями (квантовыми проводами, рис. 3.2, в, слайд 4) движение свободных носителей заряда ограничено в двух направлениях, их называют системами с одномерным электронным газом. В такой структуре энергия электрона, связанная с движением по двум осям, например x и z , должна квантоваться, как в одномерных потенциальных ямах шириной a_x и a_z , равных соответственно толщине нити вдоль осей x и z . Энергетический спектр в каждом направлении размерного квантования можно описать формулой:

$$E_{n,k} = \frac{p_{x,z}^2}{2m^*} = \frac{\hbar^2 n^2}{8m^* a_{x,z}^2}. \quad (3.5)$$

Положение каждого энергетического уровня зависит от двух квантовых чисел – n и k , а также от величин a_x и a_z . Расчёт даёт толщину нити порядка нанометров. Системы с одномерным электронным газом реализуются и в собственно нитевидных образованиях (*усах*), например, кремния, углерода или карбида кремния (рис. 3.4, а), и в полупроводниковых гетероструктурах, где слой узкозонного полупроводника расположен в узкой канавке, сформированной в слое широкозонного полупроводника (рис. 3.4, б), и в нанопористых материалах (рис. 3.4, в).

В структурах с квантовыми точками (рис. 3.2, г, слайд 4) движение свободных носителей заряда ограничено по всем трём направлениям, они называются системами с нуль-мерным электронным газом. Энергетический спектр электрона в каждом направлении дискретен, то есть является набором отдельных уровней, как у изолированного атома, поэтому квантовые точки называют иногда *искусственными атомами*. Полную энергию носителей в квантовой точке можно описать формулой:

$$E = E_l + E_n + E_k = \frac{\hbar^2 l^2}{8m^* \cdot a_x^2} + \frac{\hbar^2 n^2}{8m^* \cdot a_y^2} + \frac{\hbar^2 k^2}{8m^* \cdot a_z^2}, \quad (3.6)$$

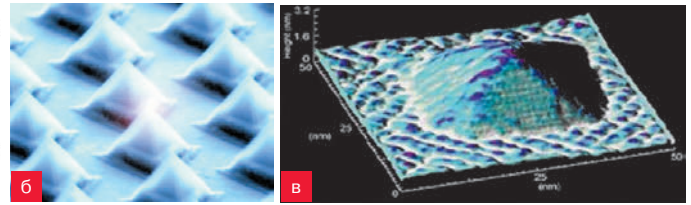
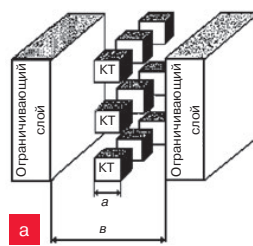


Рис. 3.5. Квантовые точки: схема (а), нанопирамидки из арсенида галлия (б) и из арсенида индия (в, 15 атомных слоёв) [4]

где $a_{x,y,z}$ – ограничивающие размеры. Энергетический спектр электронов зоны проводимости уже состоит не из отдельных подзон, а из отдельных размерных уровней E_{lnk} , положение которых по формуле (3.6) определяется квантовыми числами l, n, k и ограничивающими размерами $a_{x,y,z}$.

Системы с квантовыми точками реализованы в виде отдельных наноразмерных кристаллов, а также *кластеров* – включений на поверхности или в объёме кристаллического или аморфного материала (рис. 3.5).

Реальные экспериментальные образцы могут содержать большое количество одинаковых или почти одинаковых квантовых объектов. Когда они расположены достаточно далеко друг от друга, вклады от всех объектов просто суммируются. Если же отдельные объекты находятся так близко, что носители заряда могут проходить от одного к другому, возникают новые эффекты. Такая ситуация реализуется, например, в системе параллельных квантовых ям на двойной гетероструктуре с очень тонкими (порядка единиц нанометров) широкозонными разделяющими слоями, а также в системе близко расположенных квантовых нитей или точек. Когда число параллельных слоёв велико (как минимум, несколько десятков), они могут образовать искусственную периодическую структуру – *сверхрешётку* (рис. 3.2, б, слайд 5). В ней кроме периодического потенциала кристаллической решётки имеется ещё один периодический потенциал, период которого значительно превышает постоянную решётки, но сравним с дебройлевской длиной волны электрона. Наибольшее распространение в нанoeлектронике получили полупроводниковые сверхрешётки, но

встречаются и металлические, и сверхпроводниковые, и диэлектрические.

Полупроводниковые сверхрешётки состоят из чередующихся слоёв двух различных полупроводников, период повторения слоёв d составляет от нескольких нанометров до десятков нанометров (рис. 3.6). Вследствие периодического изменения ширины запрещённой зоны создаётся последовательность прямоуголь-

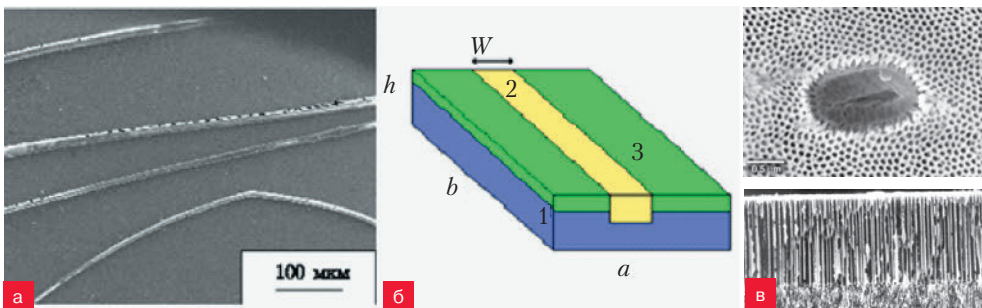


Рис. 3.4. Наноразмерные нити углерода (а), гетероструктура с квантовым проводом (б – на подложке широкозонного материала 1 сформирована плёнка широкозонного материала 3 с канавкой, в которую помещён узкозонный материал 2), нанопористая плёнка оксида алюминия (в) [3]

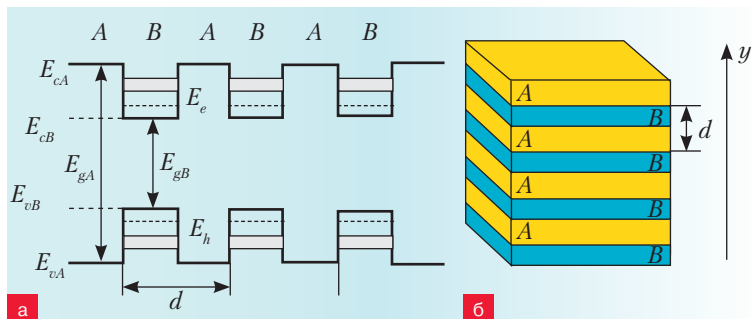


Рис. 3.6. Простая сверхрешётка из чередующихся слоёв широкозонного полупроводника А и узкозонного В: энергетическая зонная диаграмма (а) и гетероструктура (б) [2]

ных квантовых ям в узкозонном полупроводнике (для электронов – в зоне проводимости, для дырок – в валентной зоне).

Дополнительный периодический потенциал, созданный за счёт периодического изменения ширины запрещённой зоны сверхрешётки, изменяет зонную структуру исходных полупроводников. Поэтому сверхрешётку можно рассматривать как новый, синтезированный полупроводник, не существующий в природе и обладающий уникальными свойствами. Подбором материала и толщины чередующихся слоёв зонную структуру сверхрешётки можно изменять в широких пределах.

Энергетический спектр сверхрешётки представляет собой чередование так называемых мини-зон – разрешённых и запрещённых (заштрихованы на рис. 3.6). Чем меньше ширина ямы, тем больше расстояние между мини-зонами и эффективная ширина запрещённой зоны; чем меньше толщина барьеров, тем шире мини-зоны. Таким образом, простым изменением толщин чередующихся слоёв в сверхрешётке можно перестраивать её энергетический спектр.

Характерные энергии мини-зон составляют десятые или сотые доли электрон-вольта, что сравнимо с тепловой энергией электрона. Поэтому движение в направлении оси сверхрешётки носит сложный характер, что служит причиной ряда необычных эффектов. Например, структуры со сверхрешётками обладают аномально высокой подвижностью носителей заряда – при достаточно малой толщине широкозонного слоя электрон может проходить его, не сталкиваясь с центрами рассеяния. Эффект особенно заметен при низких температурах, когда главный вклад в потери энергии движущихся электронов вносит их рассеяние на ионизованных примесях.

3.3. Нанокompозиты [5–7]. *Композитами (композиционными материалами)* называют материалы, состоящие из двух или более фаз с чёткой межфазной границей, то есть смеси или комбинации двух

или более составляющих, различных по форме, химическому составу и свойствам. Обычно это некоторая матрица с погружёнными в неё усиливающими элементами (зёрнами, волокнами, пластинами). В *нанокompозите* хотя бы одна из фаз имеет наноразмеры (слайд 6).

Удельные механические характеристики композитов заметно выше, чем у исходного материала, и зависят от структуры и свойств межфазной границы. Чем меньше размер усиливающего элемента, тем более прочен материал. Это обусловлено тем, что, во-первых, уменьшается число дефектов внутри самого элемента, во-вторых, усиливается его взаимодействие с матрицей, так как увеличивается площадь его поверхности. Однако в целом физические свойства конечного композита не могут превосходить свойств чистого наполнителя.

В обычных композиционных материалах усиливающие фазы имеют микронные и субмикронные размеры, а в нанокompозитах средний размер фаз менее 100 нм, при этом нанofазы совсем бездефектны, область взаимодействия между ними и матрицей на порядок больше, чем для обычных композитов, а большая площадь поверхности позволяет уменьшить количество наполнителя. Играть роль и уникальные свойства самих наночастиц, и специфическое взаимодействие их с материалом матрицы. Нанокompозиты обладают не только повышенной механической прочностью и твёрдостью, но и высокой термостабильностью, устойчивостью к химическим реагентам, к ионизирующему излучению и иными особыми электрическими, магнитными, оптическими, электрохимическими, каталитическими свойствами.

По структуре наполнителя нанокompозиты можно разделить на слоистые, волокнистые (армированные) и зернистые (гранулированные) материалы. Они могут быть не только твёрдыми, но и жидкими: это наномульсии, представляющие смесь двух или более жидкостей, в которых капли одной жидкости диаметром менее 100 нм равномерно распределены по объёму другой. К нанокompозитам относят иногда и нанопористые материалы, в которых роль нанofазы играют поры, то есть «наполнителем» является воздух.

Широкий класс относительно недорогих конструкционных и функциональных материалов составляют *наноглины* – слоистые нанокompозиты на основе полимеров с наполнителями из органоглин (слайд 7). Органоглины – это в основном разные виды глинистого минерала монтмориллонита со слоистой, пластинчатой структурой. Отдельные пластинки имеют толщину около нанометра и длину менее микрона, что позволяет создавать композитные полимерные материалы с армирующими нановключениями. В частности, пластинки могут

беспорядочно и однородно распределяться внутри полимерной матрицы (рис. 3.7). Такие нанокомпозиты обладают замечательными барьерными свойствами (устойчивостью к влаге, жиру, воздействию окружающей среды). При хорошем расслоении и перемешивании пластинок в полимере они образуют извилистые ходы, которые замедляют перемещение молекул газа сквозь композит за счёт увеличения расстояния их переноса. В то же время тонкие пластинки пропускают свет, что позволяет получить прозрачный материал. Основными применениями наноглин является упаковка, например, пластиковые бутылки для газированных напитков: слои нанокомпозитов больше препятствуют проникновению углекислого газа, чем традиционные пластики. Барьерные материалы также используются для предотвращения проникновения водяного пара, воздуха, запахов, топливных испарений.

Смешивание расплавов органоглин с компаундами с целью получения изоляционных материалов для проводов и кабелей существенно повышает их огнестойкость, что используется для производства огнеупорных кабелей. Добавка всего 3–5% по массе органоглин позволяет снизить тепловыделение на 50–60%.

Добавление в полимерную матрицу фуллеренов и углеродных нанотрубок позволяет получать многофункциональные нанокомпозиты – это и полимерные токопроводящие материалы, и прочные конструкционные материалы, устойчивые к разрезанию и истиранию, и различные материалы медицинского назначения. Добавка фуллеренов в полимерную матрицу приводит к:

- увеличению прочности и эластичности
- увеличению температур плавления и деструкции
- уменьшению теплопроводности и влагопоглощения
- существенному улучшению антистатических свойств за счёт уменьшения электрического сопротивления, что способствует более быстрому стеканию статического электричества
- возрастанию диэлектрической проницаемости
- возрастанию пробивного напряжения.

Такое сочетание свойств позволяет использовать фуллереновые нанокомпозиты для изготовления трущихся деталей механизмов в электроустановках, например подшипников и роликов транспор-

тёров, для взрывоопасных производств (горнодобывающих, горно-обогажительных, текстильных, мукомольных, химических).

Нанокерамикой называют материалы, полученные спеканием порошков, обычно силикатных или оксидных, с размером зерна менее 100 нм (слайд 8). Из-за наноразмеров частиц плотность материала после спекания намного выше, чем в обычной керамике, поэтому он более устойчив к механическим и химическим воздействиям, к воздействию высоких температур. Высокая твёрдость нанокерамики сочетается с высокой, как у металлов, пластичностью. Однако по сравнению с металлами нанокерамика легче, более износостойкая, более жаропрочная, не подвержена коррозии. Из такой нанокерамики – прочной, хорошо проводящей тепло и стойкой к резкому перепаду температур – уже сейчас делают варочные панели домашних электроплит.

Важным качеством нанокерамики является её биосовместимость, то есть безопасность по отношению к живым организмам. Если многие металлы, такие как никель или чистый алюминий, являются канцерогенными и убивают живые клетки, то керамика по своему составу схожа с природной костной тканью. Поэтому изделия из нанокерамики получили широкое применение в биотехнологиях. Их можно использовать как носители лекарств, биофильтры для бактерий и вирусов, «сосуды» для выращивания клеток, имплантаты.

Наноэмульсии и нанозоли (или коллоидные растворы) – это композитные системы, в которых основой (матрицей) является жидкость, а нанофазой – равномерно распределённые капли другой несмешивающейся жидкости или твёрдые частицы. Если твёрдые частицы нанофазы магнитны, то системы могут управляться магнитным полем для обеспечения герметизации механических вводов вакуумных систем, например, в вакуумных печах, электронных микроскопах и других вакуумных установках. На основе магнитных наножидкостей уже создан «жидкий экран», на котором цвет изображения изменяется с помощью магнитного поля. Такая система с успехом может быть использована при создании гибкой перезаписываемой «электронной бумаги» или гигантских мониторов, не «слепнущих» под прямыми лучами Солнца.

В твёрдом нанокомпозите, известном под названием *нанобетон*, используется явление перехода нанофазы из твёрдого состояния в жидкое под действием большого давления. Применение такого материала при строительстве зданий придаёт им повышенную сейсмостойчивость. Введённые в состав бетона полимерные наночастицы под давлением превращаются в жидкость, способную проникать в трещины, а затем отвер-

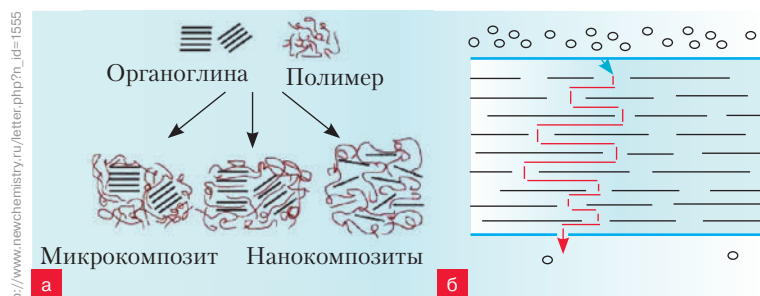


Рис. 3.7. Схемы образования слоистого нанокомпозита (а) и механизм повышения его барьерных свойств (б) [6]

девать словно клей или бетон. Это стабилизирует несущую структуру дома после повреждений, полученных при землетрясении, тем самым повышая его сейсмостойкость и снижая риск серьёзных разрушений.

В отдельный класс материалов можно выделить нанопористые материалы (слайд 9). Наличие большого числа мелких пор или каналов (поперечный размер может колебаться от 0,3...0,4 нм до единиц микрометров) придаёт этим материалам ряд особых физических свойств. Например, свободная и доступная для взаимодействия с газами и жидкостями поверхность намного больше, чем в сплошных твёрдых телах, – порядка тысяч квадратных метров на грамм вещества, что улучшает условия для химических и каталитических реакций, повышает сорбционную ёмкость. Большое относительное число атомов, находящихся на поверхности и в приповерхностных слоях с высокой кривизной, может радикально изменить свойства самого материала, как и свойства атомов и молекул, адсорбированных порами из окружающей среды. Пористый материал может служить удобной матрицей для создания нанокомпозита.

Особенно ярко проявление уникальных свойств пористых наноматериалов можно видеть на примере пористого кремния, который считается перспективным во многих областях электроники и медицины.

3.4. Пористый кремний [7]. Пористый кремний представляет собой монокристалл кремния с огромным количеством мельчайших пор, образовавшихся в результате электрохимического травления (слайд 10). Поры самой причудливой формы: кактус с отростками, зигзагообразный колодец, корневая система дерева, цилиндрические колонны... (рис. 3.8). Пористый кремний дешёв – электрохимическим травлением получают пористый слой с квантовыми ямами, квантовыми нитями, квантовыми точками. В нём наблюдаются те же эффекты, что и в других наноматериалах: квантова-

ние энергетического спектра, увеличение ширины запрещённой зоны до 2,9 эВ, уменьшение диэлектрической проницаемости и так далее. Пористость можно менять в необычайно широком интервале – от 5 до 95% (!), меняя при этом и свойства материала – от близких к свойствам кристаллического кремния до уникальных. Разнообразие электрофизических, фотоэлектрических, оптических свойств пористого кремния и структур на его основе открывают широкие перспективы его возможного применения (слайд 11). Пористый слой обладает широким интервалом величин удельного сопротивления (10^2 – 10^{11} Ом · см), диэлектрической проницаемости (1,75–12) и показателя преломления (1,2–3,5), что позволяет использовать его в качестве и полупроводниковых, и диэлектрических слоёв в приборах и интегральных схемах.

Наличие большой химически активной поверхности определяет возможность применения пористого кремния в микроэлектронике как основы для получения толстых (более 10 мкм толщиной) диэлектрических слоёв. За счёт развитой системы пор молекулы кислорода проникают на всю толщину слоя пористого кремния и полностью его окисляют, при этом процесс формирования диэлектрической плёнки происходит при температурах более низких, чем при традиционном окислении кремния.

Сильно развитая химически активная поверхность, наряду с полной биосовместимостью пористого кремния, открывает широкие перспективы для использования в медицине – он может даже рассасываться в тканях организма. Химическая активность поверхности обеспечивает хорошую адгезию к ней различных биологических молекул. Это позволяет использовать его в качестве чувствительного элемента биосенсоров, секционного «хранилища» крупных биологических молекул, подложки для роста биологических тканей, транспортных частиц для контролируемой адресной доставки лекарств и других веществ к нужным участкам живого организма. Пористая кремниевая фольга может служить фильтром в имплантированных органах,

пропуская к ним питательные вещества и задерживая более крупные образования иммунной системы организма во избежание отторжения имплантированного органа.

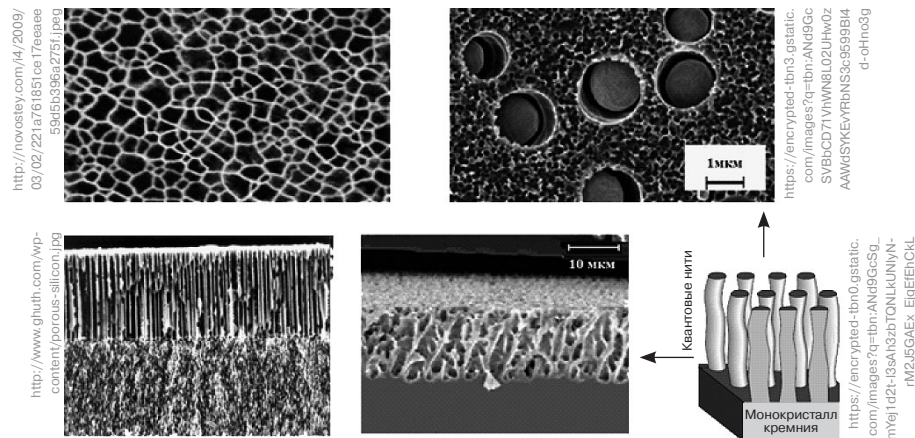


Рис. 3.8. Структура пористого кремния с разным типом пор: вид сверху (верхний ряд фото) и вид сбоку (нижний ряд фото)

В 1990 г. было продемонстрировано, что нанопористые слои кремния обладают ярко выраженными люминесцентными свойствами. Это вызвало бурное развитие исследований по разработке оптоэлектронных приборов на его основе. Длиной волны излучения можно управлять, изменяя условия анодирования, так как при этом изменяются размеры образующихся нанокристаллов. Оказалось возможным получать красный, зелёный и синий цвета, необходимые для изготовления цветных дисплеев. Люминесценция пористого кремния может быть использована в фотодинамической терапии рака – наночастицы пористого кремния, введённые в кровь, после возбуждения лазером испускают излучение в ИК-области спектра, которое способствует генерации чрезвычайно активной формы кислорода – синглетного, поражающего раковые клетки. Чтобы генерация происходила именно вблизи опухоли, поры наночастиц заполняют специальным веществом, молекулы которого комплементарны тем, из которых построена оболочка раковой клетки, так что с течением времени наночастицы окружают опухоль. В то же время частицы пористого кремния безвредны для других клеток, они постепенно растворяются и выводятся из организма.

Пористый кремний хорошо поглощает свет благодаря большой суммарной площади своей внутренней поверхности, что делает его перспективным материалом для различного рода фотодетекторов, а также в качестве антиотражающего покрытия солнечных элементов.

Пористостью слоя и геометрией пор можно управлять в рамках одного процесса, варьируя режим травления и получая многослойные структуры, в которых каждый слой обладает своей морфологией пор. Примером использования многослойных пористых структур является создание световодных элементов для интегральной оптики. В планарном световоде свет распространяется в слое с высоким показателем преломления, ограниченном с обеих сторон слоями с меньшим показателем преломления. Для пористого кремния этот показатель зависит от пористости: чем она больше, тем меньше показатель преломления. Формирование многослойных структур с разной пористостью позволяет получать на их основе волноводные элементы с низким уровнем потерь. На базе пористого кремния могут быть созданы светоизлучающие диоды, фотоприёмники и световоды, объединённые в одной твердотельной схеме в единый комплекс: излучатель – оптическая среда передачи информации – приёмник.

Показана возможность получения регулярной структуры пор и создание регулярных пористых матриц – кремниевых кристаллов, в которых в определённом порядке сформированы

глубокие (до 500 нм) поры с поперечным размером до 20 нм. Такие структуры можно использовать для создания конденсаторов большой ёмкости и *фотонных кристаллов*. Фотонные кристаллы, разрабатываемые для применения в системах телекоммуникации и лазерных технологиях, представляют собой двумерные или трёхмерные структуры с периодически изменяющейся в пространстве диэлектрической проницаемостью. Эти структуры позволяют с высокой точностью контролировать частоту распространяющейся сквозь них электромагнитной волны в зависимости от направления её распространения.

Возможность управления свойствами пористого материала в широких пределах, совместимость с технологическими операциями кремниевой микроэлектроники позволяют надеяться на разработку и других электронных и оптических приборов на основе слоёв с низкой, средней, высокой пористостью и пористых регулярных структур.

Литература

1. Тимошенко В.Ю. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Квантовые эффекты в наносистемах. URL: <http://nano.msu.ru/files/basics/2012/lecture02-Timoshenko.pdf> // Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ. Цикл лекций «Фундаментальные основы нанотехнологий». URL: <http://nano.msu.ru/education/courses/basics> Лекция 2.
2. Лозовский В.Н, Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике: Введение в специальность: учеб. пособие для вузов. СПб.: Лань, 2008. 327 с.
3. Харламов А.И., Кириллова Н.В., Зайцев З.А., Смирнов В.П., Головкова М.Е., Алварез-Пуэбло Р. Новое состояние углерода: прозрачные нитевидные анизотропные кристаллы. // Reports of the National Academy of Science of Ukraine. 2007. № 5.
4. Богданов К.Ю. О нанотехнологиях – популярно и доступно URL: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/o-nanotekhnologiyakh-populyarno-i-dostupno>
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2007. 416 с.
6. НАНОКОМПОЗИТЫ: от исследований к практике. NC. Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1555
7. Старков В.В. Получение, свойства и применение пористого кремния / Все материалы. Энциклопедический справочник. № 4. 2009. С. 13–21.

Наука и религия

Краткое содержание лекции, неоднократно прочитанной перед разными аудиториями и, в частности, в рамках дистанционного курса «Популяризация науки в современном образовательном процессе».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наука и религия



К. Ю. БОГДАНОВ

kbogdanov1@yandex.ru,
к. ф. -м. н., д. биол. н.,
г. Москва

(Слайды 1, 2.) Выступая 4 марта 2010 г. перед студентами и преподавателями НИЯУ МИФИ Патриарх Кирилл сказал [URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/1106371.html>]: «Наука существует благодаря тому, что Вселенная упорядочена, в ней существуют законы и эти законы выразимы на языке математики <...> Есть два взгляда на Вселенную. Один из них полагает, что Вселенная возникла случайно: в ней нет ни цели, ни смысла, ни замысла, что за ней не стоит никакого Разума, никакого личного творческого начала. В таком случае весь наш опыт красоты – не более чем наши субъективные переживания и оценки. <...> Другой взгляд на Вселенную видит в ней творение Художника и Строителя. Вселенная поистине прекрасна, и прекрасна объективно; исполнена смысла, как великая картина или симфония. Она упорядочена благой и созидательной волей Творца. <...> Как христианин и священнослужитель я привержен второму взгляду. Вселенная вызвана к бытию разумным и личностным Богом, замысел Которого отражается и в рациональной упорядоченности законов мироздания, и в его поразительной красоте. При этом люди, которые не разделяют этой точки зрения, для меня партнёры в диалоге, и различные взгляды на происхождение мира, на бытие Бога никоим образом не должны быть причиной противостояния, взаимного глумления, борьбы – всего того, через что прошли наша наука и Церковь на протяжении трагической истории XX века».

(Слайд 3.) Что такое религия? Это система верований, мифов, обрядов, нравственных и культурных ценностей, проповедующая гуманизм в качестве единственного способа существования человека в обществе. Кроме того, многие религии формируют своё отношение к смыслу жизни и её возникновению, а также возникновению Вселенной.

В настоящее время существует около 4200 религий, очень непохожих друг на друга. Так, часть религий кладёт в основу веру, другая уделяет большое значение форме и практике обрядов. Одни религии

считают основным элементом верования индивидуальное общение с Богом, другие – коллективные молитвы с участием всей религиозной общины. Одни религии заявляют о своей универсальности, считая, что их концепции подходят всем, другие намеренно ограничивают группы верующих.

Следует отметить, что все религии делали из разрозненных групп людей сплочённые религиозные сообщества. Впоследствии некоторые из таких религиозных сообществ обрели свою государственность. Таким образом, история человеческого общества неразрывно связана с историей религий.

(Слайд 4.) Противостояние науки и религии. Существуют два метода познания мира – научный и религиозный. Научный метод познания опирается на скептицизм, согласно которому все утверждения, не имеющие эмпирических доказательств, должны быть подвергнуты сомнению и проверены экспериментально. Религиозный метод познания опирается на догматизм – способ мышления, оперирующий догмами, то есть положениями, не подвергаемыми критике.

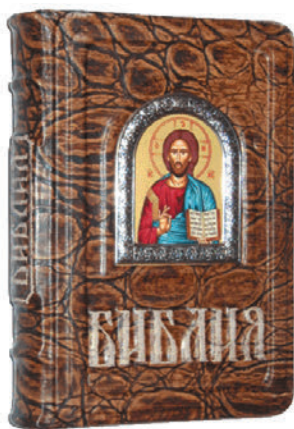
Развитие науки так или иначе затрагивает религиозные догмы. Поэтому научный метод познания в той или иной степени противостоит религиозному, и часто это противостояние принимает открытый характер. Автор не является верующим человеком и излагает *свой взгляд* на взаимоотношение науки и религии.

(Слайд 5.) Однако не все религиозные взгляды конфликтуют с научным методом познания. Например, буддизм признаёт правомерность научного подхода познания. Символом учения Будды о пути к просветлению является *Дхармачакра* – «колесо дхармы, или закона». Далее рассмотрим взаимоотношения между наукой и христианством.



(Слайд 6.) В целом, возникновение христианской религии способствовало развитию науки. Во-

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANdGGE6B6F5MSGEBM97U6Z2Y4dIFBU1k-IvU048cWnyHg>



первых, христианство преодолело обожествление животных и неживых объектов. Мир перестал быть объектом поклонения, и поэтому он мог стать объектом исследования. Во-вторых, христианство утверждает, что человек создан по образу и подобию Бога. Это означает, что сотворённый Богом мир доступен разуму человека.

Здесь уместно привести высказывание А. Эйнштейна: «Самое непостижимое во Вселенной – это то, что она постижима... Основой всей научной работы служит убеждение, что мир представляет собой упорядоченную сущность. Это убеждение зиждется на религиозном чувстве». В дальнейшем мы остановимся на отношении Эйнштейна к религии.

Не случайно научная революция получила наибольшее развитие именно в христианском мире. В отличие от христианства в исламе, например, распространено представление, что Аллах каждое мгновение творит мир заново [1; 2, с. 69].



(Слайд 7.) Конечно, большое влияние на развитие науки оказало изобретение печатного станка. В свою очередь, мотивацией для развития книгопечатания, конечно, было распространение Библии. Таким образом, распространение Библии сыграло значительную роль в развитии науки и последующей научной революции.

(Слайд 8.) Количество книг, напечатанных с 1450 г. (начиная с «Библии» Гутенберга) до начала XIX в., увеличилось на 9 порядков. Приведённая диаграмма ещё раз доказывает, что именно печатный станок создал необходимые предпосылки для распространения научных данных, по крайней мере, среди учёных.

(Слайд 9.) Считают, что конфликт между церковью и наукой обязан своим происхождением Св. Августину (354–430) – идейному столпу католической веры и автору многих догм, несовместимых с развитием науки. Вот как отзывается Св. Августин о научном любопытстве [3, с. 169]: «Существует

иной, гораздо более опасный вид искушения. Имя ему – порок любопытства. Именно он подвигает нас на попытки разгадать недоступные нашему пониманию, ненужные нам тайны природы, познания которых человеку желать не должно».



Главным для Св. Августина был авторитет Святого Писания, и поэтому он был против идеи, что Земля круглая, так как Писание, по его мнению, не подтверждает этого. Постепенно католическая церковь превращалась в гонителя науки.

Изучая историю науки, сразу замечаешь, что наука в Европе резко стала развиваться только после эпохи Средневековья. Специалисты считают, что основная причина этого следующая. В эпоху Средневековья все европейские учёные принадлежали к религиозному сословию. Клерикалы, встречаясь с вопросом, на который нет ответа, даже не пытались ставить эксперименты, так как религиозное познание мира основано исключительно на вере.

В древней Греции и древнем Риме учёными были чаще всего врачи и учителя, что сопровождалось определённым научным прогрессом. В средневековом арабском мире наукой тоже занимались главным образом врачи, и поэтому заметного застоя в научном прогрессе не было.

(Слайд 10.) Однако этот взгляд на причину застоя в европейской науке в эпоху Средневековья нельзя считать абсолютно верным. Многие видные учёные и тогда, и позже были представителями духовенства и среди них – Н. Коперник, И. Кеплер и Г. Мендель. Первой наукой в современном понимании этого слова стала астрономия, а её первым результатом стало создание гелиоцентрической системы мира, пришедшей на смену геоцентрической системе, созданной Птолемеом около двух тысяч лет тому назад.

Большинство священнослужителей и высшее руководство католической церкви выступили единым фронтом против гелиоцентрической системы. Сторонники гелиоцентрической системы, уверенные в

своей правоте, пытались противостоять этому натиску священнослужителей, но действовали каждый за себя и по-разному.

Николай Коперник – каноник римско-католической церкви, до самого конца своей жизни пытался уйти от конфликта с клерикалами. Свой главный труд «Об обращении небесных тел» он 10 лет не отдавал в печать и опубликовал только перед самой смертью – он умер через три дня после выхода книги.

Прямо противоположное поведение продемонстрировал Джордано Бруно. В лекциях и диспутах он отстаивал идеи Коперника, на основании которых выдвинул идею бесконечности Вселенной и множественности разумных миров, что лишало человека привилегированного положения в космосе. Скитаясь по городам Европы, он везде стремился к широким аудиториям и смело пропагандировал свои взгляды. В 1592 г. Бруно был арестован инквизицией. В течение 8 лет, которые он провёл в тюрьме, его безуспешно принуждали отказаться от своих взглядов, и в 1600 г. сожгли на костре в Риме (на площади Цветов!) – не только за научные взгляды, но и за принадлежность к секте *герметизма*. Инквизиции не понравилось, что Бруно рассматривал Христа как божье создание, а не как инкарнацию Бога на Земле. Его сожгли за проявление *арианизма*. Дж. Бруно до сих пор не реабилитирован. Папа римский Иоанн Павел II сказал в 1998 г.: «Вот найдите инопланетян, тогда теория Бруно будет подтверждена и вопрос о реабилитации можно будет обсудить».

Галилео Галилей продемонстрировал стратегию, промежуточную между стратегиями Коперника и Бруно. Галилей был опытным политиком, для которого главное – достижение цели с использованием всех средств для конечной победы. В 1616 г. он был предупреждён, что ему не следует публично высказываться в поддержку гелиоцентрической системы. Затем Папа Урбан VI разрешил ему публично изложить свои взгляды при условии равного представления разных точек зрения в книге «Диалог о двух важнейших системах мира». Однако Галилей в этой книге отдал явное предпочтение гелиоцентрической системе. Суд над Галилеем состоялся в 1633 г., учёный был осужден за нарушение предписания 1616 г., вынужден был произнести текст отречения и был приговорён к пожизненному заключению под домашним арестом.

«Диалог» Галилея оставался в «списке запрещённых книг» до 1822 г. В 1984 г. комиссия, назначенная папой Иоанном Павлом II для пересмотра дела Галилея, признала, что «церковные власти заблуждались, осудив Галилея». Потом было сказано, что существуют «две области знания, и когда богословы не могут их разграничить, в сферу вероучения

перемещаются вопросы, которые относятся к науке». Таким образом, было признано, что в современном мире религия не должна вмешиваться в научные исследования.

(Слайд 11.) Исаак Ньютон был глубоко верующим человеком и часто прибегал к использованию религиозных доводов. Когда его донимали вопросами о том, как передаётся притяжение между телами, он отвечал, что в каждой точке пространства действует Бог, который передаёт притяжение.

Особенно удивляло Ньютона устройство глаза. Отмечая, что хрусталик и зрачок глаза так превосходно приспособлены для зрения, он задавался вопросом, мог ли слепой случай так хорошо разбираться в свете и его преломлении, чтобы создать такую совершенную конструкцию. Ньютон заключил, что именно Бог позаботился, чтобы ничто в природе не делалось зря.

(Слайд 12.) Отношение многих учёных к религии изменялось в течение их жизни. Одним из примеров этого может быть Чарльз Дарвин. Он был воспитан в традициях англиканской церкви и в своей автобиографии пишет: «Помню, что в самом начале моей школьной жизни мне часто приходилось бежать очень быстро, чтобы успеть на место вовремя, и так как я был отличным бегуном, то обычно это мне удавалось; но когда меня охватывало сомнение, я вполне серьёзно молил Бога помочь мне, и хорошо помню, что свой успех я приписывал молитвам, а не быстрому бегу, и изумлялся тому, как часто Бог оказывает мне помощь».

Позднее, чтобы стать пастором англиканской церкви, Дарвин продолжил обучение в университете Кембриджа. Во время обучения, как следует из дневников Дарвина, он не сомневался в правдивости текста Библии, а преподаватели пытались объяснить ему законы, по которым живёт природа, а не чудеса, описанные в Библии. В то время он считал, что адаптация животных является доказательством существования Бога.

После возвращения из кругосветного путешествия взгляды Дарвина на религию и Бога стали изменяться, и он пришёл к заключению, что все религии и верования должны быть равноправны. Теория естественного отбора, которую он начал отстаивать в это время, не нуждалась в идее существования Бога. Кроме того, Дарвин, как следует из его дневников, не мог обнаружить работу Создателя, наблюдая за страданиями гусеницы, умирающей от укуса осы. Поэтому он стал полагать, что религия – это одна из стратегий выживания племён, и с 1849 г. перестал посещать церковь. Смерть дочери в 1851 г. окончательно подорвала его веру в Бога. В 1879 г. Дарвин написал, что человек не может быть настоя-

щим верующим и поддерживать теорию эволюции. Но далее – что он не может отрицать существование Бога и считает себя агностиком.

(Слайд 13.) Многие великие учёные высказали свое отношение к религии и Богу. Наиболее часто цитируют фразу А. Эйнштейна: «Наука без религии хрома, религия без науки слепа». Из этого высказывания многие делают вывод о религиозности Эйнштейна. Однако он высказывался на эту тему несколько раз и очень чётко: «То, что вы читали о моих религиозных убеждениях, – это, конечно, ложь – ложь, которая навязчиво повторяется. Я не верю в персонифицированное божество и никогда этого не отрицал, а всегда ясно об этом говорил. Если во мне и есть что-то, что можно назвать религиозным, то это – безграничное восхищение структурой мироздания, насколько наша наука может её постичь. <...> Я – глубоко религиозный безбожник. Можно сказать, что это своего рода новая религия. Я никогда не приписывал Природе никакой цели, преднамеренного стремления или чего-либо, чему можно дать антропоморфическое толкование» [3, с. 22–23; 4].

(Слайд 14.) Некоторые учёные явно несерьёзно относились к вопросам религии. Великий французский учёный Блез Паскаль полагал, что выгоднее верить в Бога, потому что, если он есть – вы получаете вечное блаженство, а если его нет, то вы при этом ничего не теряете. С другой стороны, если вы не верите в Бога, а оказывается, что он существует, вы прокляты навечно. Если же вы правы и его нет, то для вас ничего не меняется. Выбор очевиден: верьте в Бога.

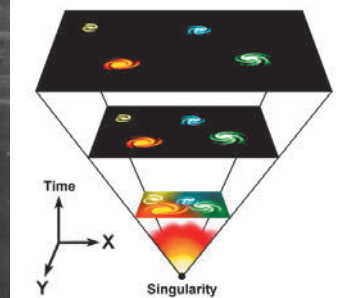
Конечно, можно рассматривать это пари Паскаля, опубликованное в его книге «Мысли о религии и других предметах», немного циничным и оскорбляющим чувства верующих. Однако, с другой стороны, меня как неверующего человека оскорбляют упоминания о безусловном существовании Бога. В то же время, рассказывать о пари Паскаля в классе я бы не стал.

(Слайд 15.) В конце XVIII в. Пьер Симон Лаплас создал модель происхождения Солнечной системы, в которой он объяснил, почему планеты вращаются вокруг Солнца в одном направлении и приблизительно в одной плоскости. Согласно этой модели, вращение в одну сторону и в одной плоскости следовало из того, что вся Солнечная система образовалась из единой туманности. Поэтому Лаплас посчитал, что идея божественного замысла для объяснения происхождения Солнечной системы ему не нужна.

Позже, когда Наполеон его спросил, почему в его модели нет Бога, Лаплас ответил: «Я не нуждаюсь в

этой гипотезе». Судя по тому, что никаких санкций по отношению к Лапласу не последовало, можно заключить, что наступило, наконец, время, когда религиозные догмы перестали быть частью научных моделей.

(Слайд 16.) Заканчивая обзор биографий учёных, верующих и не верующих в Бога, мне хочется упомянуть Жоржа Леметра – бельгийского католического священника, астронома и математика. Он является автором теории расширяющейся Вселенной. Теория Леметра об эволюции мира, начиная с «первоначального атома», названа *Большим взрывом*. Теория Большого взрыва – это научный взгляд на происхождение и эволюцию Вселенной. И очень символично, что исходит этот научный взгляд от священнослужителя. Это ещё раз доказывает, что никаких противоречий между религией и наукой может и не быть, если религия не вмешивается в научные исследования, а наука не пытается доказывать справедливость религиозных догм.



Ж. Леметр (1894–1966)

(Слайд 17.) К сожалению, многие неверующие начинают использовать науку, чтобы поставить под сомнение религиозные догмы. Как было сказано выше, религия и наука – это два *несовместимых* метода познания мира. Поэтому использовать один метод в пределах другого невозможно.

Следует отметить, что популяризация достижений науки и технологий среди учащихся, принадлежащих к разным религиозным конфессиям, и неверующих не может затрагивать их религиозные чувства, так как настоящие научные открытия не имеют религиозной окраски.

При этом не рекомендуется заниматься научным анализом религиозных догм на школьных уроках. Очевидно, что такие «атеистические» занятия могут привести к конфликтам между учащимися различных религиозных конфессий и взглядов.

(Слайды 18–21.) Приводятся примеры того, как часто, например, на уроках физики или географии учителя начинают рассматривать научную достоверность *сотворения мира* по Библии, как это описано в «Ветхом завете. Бытие».

(Слайд 23.) • Наука и религия представляют собой два метода познания мира – эмпирический и догматический, соответственно • Возникновение христианства способствовало развитию науки на ранних её этапах • Вклад учёных в развитие мировой науки не зависел от того, были они верующие или нет • Противоречия между наукой и религией возникают тогда, когда методы религиозного познания мира вмешиваются в научные исследования и их интерпретацию или с помо-

щью научных методов познания оценивается достоверность религиозных догм • Популяризация достижений науки и технологий не может и не должна затрагивать религиозные чувства верующих учащихся.

Литература

1. Горелик Г.Е. Новые слова науки – от маятника Галилея до квантовой гравитации. // Библиотечка Квант. Вып. 127. М.: МЦНМО, 2013.
2. Горелов А.А., Горелова Т.А. Наука и религия. М.: Либроком, 2012.
3. Докинз Р. Бог как иллюзия. СПб.: Азбука, 2013.
4. Фейнман Р. Вечные вопросы. URL: <http://znaemfiz.ru/richard-fejnman---vechnyje-voprosy/>

КАК СООТНОСЯТСЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕЛИГИОЗНЫЕ ЧУВСТВА УЧАЩИХСЯ

В рамках дистанционного курса «Популяризация науки в современном образовательном процессе» (см. <http://schoolnano.ru/node/8634>, а также видеоролик <http://www.schoolnano.ru/node/8685>) я общаюсь через интернет с учителями физики, химии и биологии и прошу провести занятие, на котором они рассказали бы в популярной форме о научных открытиях и новых технологиях. Большинство относятся к этому курсу довольно формально, но другие явно хотят высказаться и часто делают это выразительно и оригинально, не списывая из интернета.

Вот, например, фрагменты ответа учителя физики лица г. Элиста *М.Н. Горбанёвой* gorbanewa.m@facebook.com на вопрос: как соотносятся популяризация научных исследований и религиозные чувства учащихся?

• Способность верить всегда была и остаётся важнейшим качеством человека и основой его духовной жизни. Вера не обязательно бывает религиозной. Например, можно верить в то, что жизнь во Вселенной существует не только на Земле. Но это может быть в конечном итоге проверено и доказано. Религиозная же вера – это обычно вера в существование сверхъестественного, то есть Чего-то или Кого-то, находящегося за пределами видимой и привычной реальности. Верить может каждый человек – как знающий и высокообразованный, так и не имеющий никакого образования. Вера – это, прежде всего, чувство. Религиозная вера в большей степени идёт от сердца, чем от разума и логики. Искренняя и горячая вера придаёт человеку силу, буквально творит чудеса, и таких примеров из реальной жизни можно привести немало.

Пути науки и религии пересекаются. Цель учёных – изучать и экспериментально доказывать закономерности существования мира, в котором мы живём. Но наука неспособна, да и не ставит своей целью дать ответы на важнейшие вопросы смысла бытия: для чего мы живём? какое место и назначение предназначено человеку в мире?

Религия даёт утешение, надежду, опору. Не случайно человек чаще всего обращается к ней в тяжёлые моменты своей жизни. Религия создаёт идеал, образец совершенства, к которому нужно стремиться. Укрепившись в вере, человек становится способным утверждать добро и справедливость, смиряясь с лишениями, не обращая внимания на тех, кто осмеивает или даже оскорбляет его.

Религия и наука представляют собой два различных пути, по которым идёт человек, стремясь приблизиться к истине. Верующий человек «начинает с Бога». Учёный же нередко обращается к Богу уже после того, как в результате многолетних исследований он убедился, насколько совершенно устроен мир. Психологи связывали возникновение религии с тайнами человеческой психики.

Все мы живём в одном мире. Уважая убеждения других, мы тем самым проявляем уважение и к самим себе, к своим мнениям и убеждениям. Чтобы выразить уважение, полезно быть внимательным слушателем. Люди чувствуют свою ценность, когда кто-то проявляет интерес, выслушивая их. Если каждая из сторон остаётся при своём мнении – это не трагедия и не повод для вражды.

К.Ю. Богданов

Полностью ответы М. Горбанёвой приведены в ЭП.

Рефераты электронных публикаций

АЛЕКСЕЕВА Е.В. n-ever@ya.ru (ЧУ Первая школа, г. Москва). «Физика вокруг нас» Пропедевтический учебный курс, 5–6 кл., 34 еженедельных полу-часовых (20–25 мин) занятия во внеурочное время (продолжение, см. № 7_8–12/2013; 1–3/2014). Пояснительная записка и полный комплект учебного материала к первым темам блока 4 «Давление. Давление жидкостей и газов. Свойства поверхности жидкости», изучаемых в апреле, – мультимедийные презентации с видеофрагментами в сопровождении послайдового текста к каждой теме (весь материал можно также скачать с yandex-диска, URL-адреса указаны в каждом файле): • 4.5. Капиллярные явления (Смачивание и несмачивание. Капилляр. Примеры капилляров в природе, технике, быту) • 4.6. Занимательная физика (Ошибки в художественных фильмах с точки зрения физики) • 4.7. Конкурсная игра по всем темам блока.

http://asset0.itsnichehat.com/system/files/072012/4ff-d86ef5c3e3c2a2a003273/img_full_width/jake-evans.jpg?1354572597



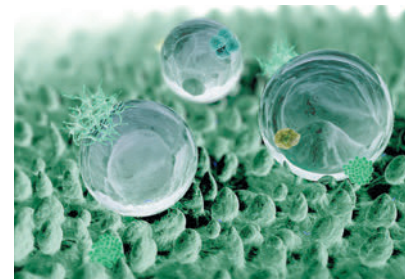
Капиллярные явления

АФАНАСЬЕВА Е.С. afanasyeva70@mail.ru (МОУ лицей № 6, г. Воскресенск, Московская обл.). **Задачи по теме «Физика электричества» в стихах.** Предложены 4 задачи в занимательной форме, которые можно предложить старшеклассникам на уроке в преддверии предметной недели. Приведены краткие решения.

ЗИЯТИНОВ Ш.Г. shamilzg@gmail.com (Бирский филиал БГУ, г. Бирск, Башкортостан) **О понятиях центра масс и центра тяжести тела.** Сделан анализ основных школьных учебников физики с точки зрения введения в них понятий *центр тяжести* и *центр масс*, и их роли при решении задач на динамику материальной точки и протяжённого тела. Выделены три подхода к введению этих понятий. Показаны условия совпадения и несовпадения положений центра масс и центра тяжести протяжённого тела, а также сравниваются движение протяжённого тела с движением одной материальной точки – его центра масс. Приведены примеры механического движения протяжённых тел в поле силы тяжести. Рекомендуется тем, кто более подробно изучает динамику протяжённого тела.

ПИГАЛИЦЫН Л.В. levpr@rambler.ru, Народный учитель России levpr@rambler.ru (МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск, Нижегородская обл.). **Тематические тестовые задания в форме ГИА, 9 кл. 10. Строение атома. Атомное ядро.**

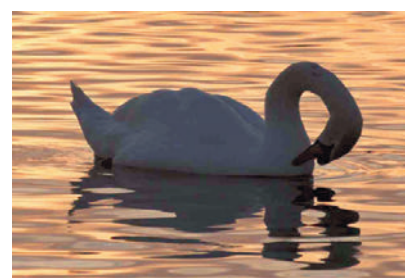
РАДЧЕНКО Т.И. fizika-tehnika@rambler.ru (МОУ СОШ № 26, г. Владикавказ, Респ. Северная Осетия-Алания). • «Физика для школьника» (электронная газета): № 7. Магия магнетизма • **Учебные плакаты** «Энергия связи»; «Коэффициент полезного действия» • **Презентации:** «Задача по физике на ЕГЭ по математике» (на закон Ома); «Задача по астрономии на ЕГЭ по математике» (на закон Стефана–Больцмана).



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/13/Lotus3.jpg/600px-Lotus3.jpg>



http://megafife.com.ua/uploads/posts/2012-12/1354605297_



http://w49.am15.net/img/re_img_fx.gif

▼ Смачивание и ▲ несмачивание



<http://www.greenpeace.org/russia/files/OriginalWatermarked/Global/russia/mage/2007/11/100.jpg>



<http://www.photo-finish.ru/wp-content/uploads/2010/06/04/20100604070533411.jpg>



http://msnbcmedia.msn.com/i/MSNBC/Components/SideShows/_production/ss-100421-oilrigfire/ss-100621-oil-spill-Month9/ss-100628-oil-spill-03_ss_full.jpg



<http://beauty-lam.ucoz.com/new/mill.jpg>

ИП «Первое сентября» **Физика для школьника** № 7 **Физика**
Магия магнетизма

СТАРИК ХОТЯБЫ ПРИГЛАШАЕТ
 Я – дедок. Я – ма и черды.
 О том мених сружэ дедок.
 По бороду рет волосок.
 И чудэ будэт точю в рок.
 Но лет с мурочкэ – белэ.
 Учэня мурочкэ мурочкэ!
 Магнетизм тыбэ изучэть.
 Я мэ точю с событывэть.

ОТКРОВЕНИИ МАГНИТНОГО ПОЛОСА
 Свай гласок гаворит:
 «Вместе с красавицэ – я магнет.
 Юнакэ и севривэ выдэть.
 Мы ким створим выдэть.
 Радостэ мнэ некроуновэ.
 Пусть рэбит неосторожэ.
 На курочку воль магнет.
 Весэ, ан точю увэть.
 Точкэ северный и южный –
 Ты само найдэть дружокэ.
 Мы на складку ин створэ!
 Не разбывэ выт оксэ!»

КАКОЕ НАЗВАНИЕ МОЖЕТ БЫТЬ У ЭТОГО СТЕПЛА ВОЗВРАЩЕНИЯ?
 Свэть гласок. Стэть курочкэ.
 «Дэ ты, мэт! Пэсэ ты мнэ дэнь.
 И плавну воду назывэть.
 И тудэ ты оксэны
 Пэсэжэ. А тыбэ – магнет.
 Пусть он правду гаворит!
 Бэда створэ ин похитэнь.
 Чэсэжэ. По руку.
 Ужэ юный, чэ!
 Кэ мнэ быстрой вэстэ.
 Свай гласок вэспрэдэ створэть.

МАГНИТ НАВНАЕТАСЬ ДЕЛАЕМ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ВИДИМАЯ!
 Свай гласок. Стэть курочкэ.
 «Дэ ты, мэт! Пэсэ ты мнэ дэнь.
 И плавну воду назывэть.
 И тудэ ты оксэны
 Пэсэжэ. А тыбэ – магнет.
 Пусть он правду гаворит!
 Бэда створэ ин похитэнь.
 Чэсэжэ. По руку.
 Ужэ юный, чэ!
 Кэ мнэ быстрой вэстэ.
 Свай гласок вэспрэдэ створэть.

«А ГДЕ ЗДЕСЬ ТОК?»
 Свэть гласок. Стэть курочкэ.
 «Дэ ты, мэт! Пэсэ ты мнэ дэнь.
 И плавну воду назывэть.
 И тудэ ты оксэны
 Пэсэжэ. А тыбэ – магнет.
 Пусть он правду гаворит!
 Бэда створэ ин похитэнь.
 Чэсэжэ. По руку.
 Ужэ юный, чэ!
 Кэ мнэ быстрой вэстэ.
 Свай гласок вэспрэдэ створэть.

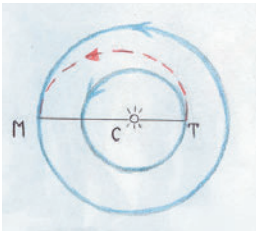
ОТВЕТЫ
О НАВНАНИИ СПИСОКОВ
 В створэньи...
ОБЪЯСНЕНИЯ
 Наблюдэние магнетизма...
ДЕМОСТРАЦИЯ
 Створэньи...
МАГНИТ НАВНАЕТАСЬ ДЕЛАЕМ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ВИДИМАЯ!
 Свай гласок. Стэть курочкэ.
 «Дэ ты, мэт! Пэсэ ты мнэ дэнь.
 И плавну воду назывэть.
 И тудэ ты оксэны
 Пэсэжэ. А тыбэ – магнет.
 Пусть он правду гаворит!
 Бэда створэ ин похитэнь.
 Чэсэжэ. По руку.
 Ужэ юный, чэ!
 Кэ мнэ быстрой вэстэ.
 Свай гласок вэспрэдэ створэть.

Т.И. Радченко.
 ▲ Учебный плакат: коэффициент полезного действия (школьный юмор)
 ◀ Электронная газета «Физика для школьника» № 7. Магия магнетизма

РОДИОНОВА О.Э. olga.ergardovna@yandex.ru (МБОУ лицей № 34, г. Новокузнецк, Кемеровская обл.). «**Движение тела, брошенного под углом к горизонту**» (универсальная задача). Представлено решение задачи № 234 из сборника А.П. Рымкевича «Физика. Задачник. 10–11 классы» с рядом дополнений, которые позволяют более полно охватить тему «Кинематика» в профильном классе. В результате школьники не просто решают одну конкретную задачу, а рассматривают совокупность вытекающих из неё сопутствующих задач, то есть участвуют в построении комплексной физической ситуации.

СЕВРЮКОВ П.Ф., проф. sevryukovpf@yandex.ru (СПИИ, г. Ставрополь). **Задачи на движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.** В методической литературе редко обращается внимание на связь движения частицы в однородном электрическом поле с её массой, а порой результаты неочевидны. Предложены две задачи, в которых рассматривается движение в вакууме в плоском конденсаторе α-частицы и протона (частиц с различными массами, и зарядами), влетающих параллельно пластинам. Показано, что перемещение обеих частиц вдоль пластин конденсатора до момента соприкосновения с пластиной одинаково, а угол отклонения вектора скорости заряженной частицы не зависит от массы частицы и величины заряда.

УСПЕНСКАЯ О.В. olgaborisoglebsk@gmail.com (МБОУ БГО СОШ № 5, г. Борисоглебск, Воронежская обл.). **Полёт на Марс.** Ученический проект *Захара Валеева* (10 кл.). Полёт человека к Марсу – уже не мечта, а реальный проект нашего времени. С наименьшими затратами энергии перелёт с Земли к Марсу и обратно возможен по гомановской околосолнечной орбите. Рассчитано время перелёта по



этой орбите с использованием третьего закона Кеплера. На основе закона сохранения энергии и идеи относительности механического движения выполнен простой вывод формул, позволивших оценить скорость космического корабля относительно Солнца в момент выхода на самостоятельную околосолнечную орбиту и начальную скорость относительно Земли в момент старта с её поверхности. Приведён оригинальный расчёт времени ожидания на Марсе окна запуска корабля для возвращения его на Землю. Найдена общая продолжительность экспедиции (около 972 суток). Испытания, имитирующие создание автономной системы жизнеобеспечения во время выполнения миссии, в нашей стране уже проводилась. На рисунке изображены орбиты Земли, Марса и гомановская орбита космического корабля (слайд из презентации).

КОРПОРАЦИЯ INTEL. Пресс-релизы: • **V конкурс «Учёные будущего-2014».** Конкурс проводится в рамках IV Всероссийского фестиваля науки по семи направлениям (математика, химия и нанотехнологии, программирование, биология и науки о жизни, науки о Земле, техника и инженерные науки, физика) и направлен на развитие интереса к изучению точных и естественных наук в школе. Приглашаются школьники 9–11 классов образовательных учреждений России, Азербайджана, Армении, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Молдовы, Таджикистана, Туркмении, Узбекистана и Украины. Заявку на участие в конкурсе можно подать до 13 сентября 2014 г. включительно на сайте www.intel.festivalnauki.ru
 • **Новые решения для образования: школьный планшет Intel® Education Tablet и нетбук Intel® Classmate PC**
 • **Итоги конкурса научных работ для старшеклассников Intel® Science Talent SEARCH-2014.**



Хорошие цены на отличное оборудование MimioClassroom

Комплекты для интерактивного класса



Интерактивная доска MimioBoard ME78

Размер доски 155x116 см (диагональ 78"). Управление стилусом, инфракрасно-ультразвуковая технология позиционирования. Износостойкая магнитная поверхность ceramicsteel™. Работа в проводном и беспроводном режимах. ПО для Windows, Mac OS и Linux.



Система голосования MimioVote 32

Обеспечивает подготовку и проведение тестирования, автоматически производит проверку работ и упрощает выставление оценок. Журнал ответов и оценок по отдельным ученикам и в целом по классам. Беспроводные пульта, заряжаемые на специальной док-станции перенумеровываются автоматически. 32 пользователя.

Цена комплекта

• **69 900 руб.**

~~122 400 руб.~~

Mimio Classroom — весь спектр интерактивного оборудования для современной школы



MimioBoard
Стационарная
интерактивная доска



MimioTeach
Интерактивная
приставка
к обычной
классной доске



MimioVote
Создание и проведение
тестов и контрольных



MimioView
Документ-камера
с переходником
для микроскопа



MimioProjector
Интерактивный проектор

Продажа оборудования, консультации и обучение:

<http://www.mimioclass.ru>

8 (800) 5555-33-0

Звонок по России бесплатный

ООО «Рене» — генеральный дистрибьютор Mimio в России



mimio
a better way to learn

журнал
Физика – Первое сентября

2-е полугодие 2014 года

ПОДПИСКА

на сайте www.1september.ru и в почтовых отделениях РФ

Индекс	Название издания	Периодич. в полугодие	1 месяц		6 месяцев	
			Каталожная цена (руб.)	Подписная цена (руб.)	Каталожная цена (руб.)	Подписная цена (руб.)
Название блока в разделе «Журналы»	ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ. ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА (499)249-31-38					
79147	Физика – Первое сентября. Бумажная версия С электронными приложениями и презентациями. <i>В июне не выходит.</i> <i>Подписка на июнь не принимается.</i> (-) 160 г 64 стр.	5	308.00		1540.00	
12757	Физика – Первое сентября. Электронная версия на CD (полная копия бумажной версии) <i>В июне не выходит.</i> <i>Подписка на июнь не принимается.</i> (-) 75 г	5	118.80		594.00	

При оформлении подписки на сайте www.1september.ru оплата производится по квитанции в отделении банка или электронными платежами on-line





Общероссийский проект Школа цифрового века

Интернет-обеспечение проекта – Издательский дом «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Общероссийский проект «Школа цифрового века» по комплексному обеспечению образовательных учреждений предметно-методическими материалами направлен на вовлечение педагогических работников в цифровое образовательное пространство.

В рамках проекта каждому работнику образовательного учреждения предоставляются **23 журнала** по всем учебным дисциплинам и направлениям школьной жизни с дополнительными материалами для практического использования (презентации, раздаточные материалы, образовательное видео), **методические брошюры, журнал для родителей, модульные 6-часовые курсы** из циклов «Навыки профессиональной и личной эффективности» и «Инклюзивный подход в образовании».

Открыт прием заявок от образовательных учреждений на 2014/15 учебный год

На новом этапе проекта

- Каждому педагогическому работнику образовательного учреждения будет предоставлена возможность выбрать и пройти один из десяти 36-часовых дистанционных курсов по общей педагогике с выдачей удостоверения установленного образца
- Расширится линейка модульных курсов

Стоимость участия в проекте для образовательного учреждения – 6 тысяч рублей за весь учебный год независимо от количества педагогических работников.

Участие образовательного учреждения и педагогических работников в проекте удостоверяется соответствующими документами. Для дошкольных учреждений предусмотрен свой набор удостоверяющих документов.

Срок действия проекта в 2014/15 учебном году: с 1 августа 2014 года по 30 июля 2015 года

**Прием заявок и подробности
на сайте**

digital.1september.ru