

Представляем читателям фрагменты книги «Самое главное — понять самое главное», подготовленные автором специально для публикации в журнале. Книга написана в экспериментальном жанре диалогов учителя с учениками. Основа книги — более ста рассказов-лекций о нашем мире, которые доктор всяческих наук, профессор Чикоруди (сокращенно ДЧР) во время летних каникул прочитал небольшой группе учеников средней школы приморского поселка Дельфиновка в окрестностях известного Черноморска, к этой группе примкнули приехавшие погостить в теплых пляжных краях ребята из других городов и даже из других стран. Читателю представлены не только сами лекции, но и активное их обсуждение — дети внимательно слушают и свободно задают самые разные вопросы, что им не всегда удается на школьных уроках.

Автор книги Рудольф Анатольевич Сворень наверняка знаком многим нашим читателям. Радиотехник по образованию, педагог по призванию, журналист и редактор по профессии, кандидат педагогических наук, более 40 лет жизни связывают его с журналом «Наука и жизнь». Был специальным корреспондентом, редактором отдела, заместителем главного редактора. Опубликовал в журнале десятки статей об успехах наук и технологий. Лауреат многих профессиональных премий, в том числе премии Союза журналистов СССР («Золотое перо»). Издано 12 его книг, общий тираж которых превысил 8 миллионов. Среди них — энциклопедия юного радиолюбителя «Электроника шаг за шагом», учебник информатики для средней школы (в соавторстве), рассказы о науке для школьников «В просторы космоса, в глубины атома», книжка для всех об электронике «Ваш радиоприемник».

Сейчас Рудольф Анатольевич работает над новыми книгами.

САМОЕ ГЛАВНОЕ — ПОНЯТЬ САМОЕ ГЛАВНОЕ

ЛЕКЦИИ ДОКТОРА ВСЕХ НАУК ЧИКОРУДИ ДЛЯ ПОДЗАБЫВШИХ КОЕ-ЧТО НЕ СОВСЕМ ОТЛИЧНИКОВ, НО ВПОЛНЕ ТОЛКОВЫХ МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, А ТАКЖЕ ДЛЯ ИХ РОДИТЕЛЕЙ, УЧИТЕЛЕЙ, СОСЕДЕЙ И, НАКОНЕЦ, ДЛЯ ТЕХ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ШКОЛЫ, КТО ЕЩЕ НЕ СТАЛ ВПОЛНЕ ТОЛКОВЫМ, А ОЧЕНЬ ДАЖЕ МОЖЕТ СТАТЬ.

Р. СВОРЕНЬ.

ИЗ ЧЕГО ВСЕ В НАШЕМ МИРЕ СДЕЛАНО (из лекции 3)

ДЧР (доктор Чикоруди). Вся невообразимо большая Вселенная, все ее звезды и планеты, в том числе наша Земля и все, что на ней, все это собрано из невидимо мелких деталей — они в тысячи миллиардов раз меньше пляжной песчинки. Детали эти называют микрочастицами (от греческого *микрос* — *малый*), а мысленно выделенные пространства, где они живут и работают, — это микромир.

ТРИ ДЕТАЛИ, ИЗ КОТОРЫХ СОБРАНО ВСЕ НА СВЕТЕ. Трудно поверить, но все, что есть в нашем мире, собрано всего из трех разных деталей, из трех микрочастиц — это сравнительно небольшая и очень легкая частица электрон и две сравнительно большие и тяжелые частицы — протон и нейтрон.

Маша. Вы сначала сказали, что все собрано из трех невидимо мелких деталей, а теперь оказывается, что маленький только электрон, а две другие частицы — большие и тяжелые.

ДЧР. Говорить о размерах, о массе или о весе лучше не словами, а цифрами. Размер протона примерно одна триллионная часть миллиметра, то есть 0,000 000 000 001 мм (10^{-12} мм), масса протона — триллионная часть триллионной части грамма, то есть 0,000 000 000 000 000 000 001 г (10^{-24} г). Почти такие же размеры и масса у нейтрона. Чтобы получился 1 грамм вещества, нужно собрать вместе 10^{24} протонов или нейтронов, из такого количества песчинок получи-

лась бы гора высотой 200 километров. О размере электрона говорить трудно, настолько он мал, а его масса в 2000 раз меньше, чем у протона, то есть $0,5 \cdot 10^{-27}$ г. Думаю, приведенных цифр достаточно, чтобы протон, нейтрон и электрон называть микрочастицами и чтобы считать электрон **сравнительно** легкой частицей, а протон и нейтрон — **сравнительно** (в сравнении с электроном) тяжелыми.

Никита. А что будет, если из какого-нибудь вещества случайно выпадет протон, а на его место прилетит более крупный протон, например, из другой галактики? Эта чужая частица может разрушить вещество и привести к серьезной аварии.

ДЧР. Можешь не волноваться — аварии не будет.

ПРОТОНЫ ВО ВСЕЙ ВСЕЛЕННОЙ ОДИНАКОВЫЕ. Микромир отличается, если можно так сказать, высочайшим уровнем стандартизации — во всей Вселенной протоны совершенно одинаковые. И точно так же одинаковы все электроны, все нейтроны и другие микрочастицы.

Андрей. Выходит, все электроны были изготовлены по одному чертежу? Почему во всей огромной Вселенной электроны одинаковые?

ДЧР. На этот вопрос пока возможен лишь один ответ: так устроен наш мир. Физики, правда, иногда пытаются ответить по-другому, но человеку со стороны трудно понять эти ответы. Один известный теоретик, например, одинаковость всех электронов объяснял так: это на самом деле все-

го один электрон, который каким-то образом проецируется одновременно во все окружающее нас пространство.

Саша. Понять невозможно, но идея красивая.

Жорик. У меня вопрос попроще: неужели всего из трех деталей получается абсолютно все? В мире, наверно, тысяча разных веществ — металлы, пластмассы, бензин, дерево, бумага, стекло... И все это получается всего из трех разных деталей — из протонов, нейтронов и электронов? Не верю!

ДЧР. Для начала поправлю названную тобой «тысячу» — сегодня химикам известно более 20 миллионов различных веществ, созданных природой или синтетических (от греческого *синтезис* — *соединение*), то есть искусственных. Как все это многообразие получается всего из трех частиц, наверняка может объяснить каждый, кто с интересом относится к школьной химии. Есть добровольцы, готовые помочь товарищу?

Сергей. Давайте я попробую.

МЕХАНИЗМЫ МНОГООБРАЗИЯ — ВЗГЛЯД С ВЫСОТЫ. Три частицы, из которых все на свете собрано, то есть протон, нейтрон и электрон, не идут в дело россыпью, поодиночке. Они проходят два «сборочных цеха» и превращаются в два вида строительных блоков — в атомы и молекулы.

Атом. В учебниках его в упрощенном виде рисуют так: в центре — ядро из соединившихся протонов и нейтронов, вокруг ядра по круговым орбитам вращаются электроны, и все это чем-то напоминает нашу Солнечную систему (рис. 1). Важное примечание: на орбитах атома вращается столько электронов, сколько протонов в его ядре. А в атомном ядре может быть разное число протонов, и именно число протонов определяет основные свойства атома. Так, в атоме ртути 80 протонов (и соответственно 80 электронов на орбитах), но если один протон убрать из ядра и оставить в нем 79 протонов, то получится атом золота.



Рис. 1. Рисунок из рабочих тетрадей Никиты.

Катя. Это просто идея или её где-то проверили?

ДЧР. Проверили, проверили. И уже довольно давно.

Катя. Так почему же не строят заводы, где из ртути будут делать золото тоннами?

Никита. Потому, что одно дело в научном институте один атом ртути превратить в атом золота и совсем другое дело завод.

Зурик. Кроме того, твоему проекту нужна арифметическая проверка — очень может быть, что искусственное золото окажется намного дороже настоящего.

Саша. Есть еще одна проблема, возможно, самая главная — золотой запас какой-нибудь страны поддерживает цену её бумажных денег. Если золото станет дешевым, деньги ста-

КВАРКИ			АНТИКВАРКИ	
u	d		\bar{u}	\bar{d}
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД (ЗА 1 ПРИНЯТ ЗАРЯД ПРОТОНА)				
$+\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$		$-\frac{2}{3}$	$+\frac{1}{3}$

ПРОТОН	НЕЙТРОН	АНТИПРОТОН	АНТИНЕЙТРОН
СУММАРНЫЙ ЗАРЯД			
$+\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}=+1$	$+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}=0$	$-\frac{2}{3}-\frac{2}{3}+\frac{1}{3}=-1$	$-\frac{2}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}=0$

Рис. 2. Было время, когда атом (в переводе с греческого — *неделимый*) считался цельным микроскопическим шариком, но уже примерно сто лет нет никаких сомнений: атом — сложная система, собранная из протонов, нейтронов и электронов. Сейчас протон и нейтрон, тоже бывшие «шарики», представляются прочным соединением трех деталей по имени кварки. Они были придуманы в 1956 году теоретиками, а через несколько лет в экспериментах обнаружилось приметы их реального существования. Хотя извлечь кварки и по отдельности «поддержать их в руках» в принципе невозможно, уже удалось обнаружить, что у них есть не только хорошо знакомые нам свойства, например масса и электрический заряд, но и ряд совершенно новых для физики, так сказать, чисто кварковых свойств (что-то вроде электрического заряда, но совсем другое), которым дали такие любопытные названия — *верх*, *низ*, *цвет*, *очарование*, *прелесть*, *странность* и другие. В данном случае привычное значение этих слов не более чем «положительный» и «отрицательный» в названии электрических зарядов. Кроме нормальных кварков существуют еще и антикварки — частицы с противоположным набором свойств. Античастицы для физики — явление не новое, давно известны антинейтрон (позитрон) — электрон с положительным электрическим зарядом и антипротон с отрицательным. Античастица живет ничтожные доли секунды, она тотчас же соединяется с нормальной частицей, они аннигилируют (от латинского *аннигиляция* — уничтожение) и вместе погибают — превращаются в порцию (квант) энергии. Не будем пока говорить о других звездных системах, но в нашей антивещества практически нет. О нем, так же как и о кварках, полезно хоть что-то знать, но совсем не нужно учитывать эту безумную физику, размышляя об устройстве химических элементов, — можно спокойно считать, что все атомы собраны из совершенно одинаковых протонов, нейтронов и электронов и различаются только их числом.

нут просто бумагой и могут начаться серьезные финансовые катастрофы.

Голоса. Но почему?... Дешевого золота любая страна сможет иметь огромный запас... И трубы водопроводные можно делать вечные — золото не ржавеет... Люди богаче жить будут...



Рис. 3. Доктор Чикоруди (справа) и его студенты (слева направо): первый ряд (сидят) — Жорик (Георгий), Никита, Федя Ли; второй ряд — Светлана, Перец, Паша (Павел), Маша, Катя; третий ряд — Саша, Сергей, Зурик (Зураб), Андрей. Любители загадочных картинок могут и на этом групповом портрете найти себя дело. Для чего Никита выпустил из рук черный камушек (вопрос № 1)? О чем говорит орнамент, который ДЧР только что нарисовал на доске (№ 2)? Какой инструмент для моделирования принес с собой каждый из студентов и что он моделирует в данный момент (№ 3)? Где Федины усы (№ 4)? Поднявшись на самолете высоко над группой студентов и повернув голову в сторону моря, можно слева увидеть крымские берега. В какое время был сделан групповой портрет — до полудня или после (вопрос № 5)?

Непонятно, почему дешевое золото плохо для финансов...

ДЧР. О непонятностях экономики, финансовых систем, о богатстве и бедности отдельных людей и целых стран мы с вами еще поговорим — все это есть в наших планах. А сейчас давайте вернемся к непонятностям микромира и попробуем в упрощенном виде понять главное, что должен знать о нем образованный человек.

Сергей. Атомы с разным числом протонов в ядре называются химическими элементами, они в определенном порядке собраны в таблице Менделеева — каждый последующий элемент в таблице имеет на один протон больше, чем предыдущий, и, значит, вокруг ядра вращается больше на один электрон. Сегодня известно больше ста разных химических элементов, и все эти разные атомы — первый шаг от трех строительных деталей к многообразию нашего мира. Второй шаг — создание из атомов более крупных строительных блоков, многоатомных молекул.

Молекула (уменьшительное от латинского *mole* — масса, то есть маленькая масса, массочка). Эти многоатомные строительные блоки могут быть разными из-за разного числа атомов — от двух до многих миллионов. Но главное то, что в молекулах могут быть разные сочетания химических элементов: два атома водорода и один атом кислорода — это трехатомная молекула воды (короткая запись H_2O), а два атома кислорода и один атом углерода — это трехатомная молекула углекислого газа (CO_2). Но и молекулы с одинаковым набором атомов тоже могут быть разными — из-за того, что эти атомы по-разному соединяются друг с другом или по-разному расположены в пространстве. Наконец, разные вещества могут получаться, если в них объединяются разные виды молекул. И вот вам результат: из-за разного числа трех микрочастиц в атоме (протонов, нейтронов и электронов) получается много разных атомов, из-за разного набора разных атомов в молекуле получаются очень-очень много разных молекул, из этих разных молекул или из их разных сочетаний в одном веществе получается очень-очень-очень много разных веществ.

ДЧР. Bravo, молодец! Рассказал коротко, понятно и, главное, про самое главное.

Перец. Одно у нас пока остается неясным — каким клеем склеены микрочастицы в атомном ядре и чем склеены атомы в молекулах.

Перец. Одно у нас пока остается неясным — каким клеем склеены микрочастицы в атомном ядре и чем склеены атомы в молекулах.

ИНСТРУМЕНТ «М» — НАШ ВЕРНЫЙ И МОГУЧИЙ ПОМОЩНИК В НАУКЕ И В ЖИЗНИ (из лекции 6)

ДЧР. Прежде чем начать эту лекцию, хочу сказать несколько слов о ваших занятиях в школе. Вы посещаете школу 11 лет, проводите на уроках примерно 1000 часов в год и еще полстолько наверняка тратите на домашние задания. За это время (в сумме более 16 тысяч часов) вы получаете огромный объем знаний. Наши с вами лекции, так же как и книга «Самое главное — понять самое главное», которая будет подготовлена на их основе, никак не могут конкурировать с возможностями школы и призваны лишь помочь вам в понимании школьных предметов и отдельных тем. Поэтому автор будущей книги, составляя ее подробный план, просмотрел школьные учебники и особо выделил темы, которым, как ему показалось, в школе надо бы уделить больше внимания. Автор книги попросил меня посвятить этим темам специальные лекции, и одна из таких особо важных лекций будет вам сейчас представлена.

Сразу же поясню, что стоит за этим придуманным мною таинственным названием «Инструмент «М»...

Голоса. Я и сам знаю — это молоток... Зачем науке молоток?... Инструмент «М» — это монтажный паяльник для сборки и ремонта электронных схем... Скудно мыслите, дорогие студенты. Инструмент «М» — это сверхсекретный «Магический кристалл», который лазерным лучом режет и соединяет железо, дерево, пластмассу, стекло, одним словом, любые материалы...

ДЧР. Все намного проще, инструмент «М» — это модели.

Голоса. Инструмент «М» — это модели? Такого не может быть... Это какая-то ошибка... У меня дома маленькие модели автомобилей, целая коллекция — 180 штук. И почему они инструмент?... Каждый ребенок про модели знает — никакой это не научный помощник... И в жизни модели ничем не помогают. Просто игрушки... А я всегда думала, что модель — это красивая женщина, которая проходит перед публикой и модную одежду показывает... Можно считать, что мои куклы — это модели девочек. Они тоже «могучий помощник науки»?

ДЧР: Слово «модель» (от латинского *модулюс* — *мерило, образец*) сначала употреблялось в смысле «образец для подражания», а также «упрощенная копия чего-то реально существующего», например, небольшая модель парусника, кареты или дворца.

ЗНАЧЕНИЕ СЛОВ СО ВРЕМЕНЕМ МОЖЕТ МЕНЯТЬСЯ. Шли годы, люди открывали и меняли окружающий мир. При этом им приходилось не только вводить в свой язык (точнее, в языки — их и в древности было немало, а сейчас насчитывают около 2500) новые слова, но и расширять значение старых. Возьмем, к примеру, слово «электричество» (от греческого *электрон* — *янтарь*), которым 400 лет назад называли загадочную силу, притягивавшую мелкие клочки шелка.

Светлана. А почему вы считаете, что это было 400 лет назад? Я читала, что про электрические силы еще 2500 лет назад знали древние греки.

ДЧР. Действительно, книги тех времен подтверждают, что в опытах с натертым янтарем появляются неизвестные ранее силы. Но нигде не сказано, что уже греки называли эти силы электричеством. И точно известно, что более 400 лет назад это слово ввел в свои научные отчеты известный английский врач и исследователь электричества Вильям Гильберт. То было удивительное время — мир возрождался после долгого средневекового сна, мы с вами позже посвятим этой эпохе Возрождения специальную лекцию.

Но вернемся, однако, к слову «электричество» — сейчас оно обозначает совсем не то, что во времена Гильберта. Сегодня электричество — это мощнейшие электростанции, это свет в домах и на улицах, миллионы электромоторов, помогающих нашим мускулам, электропоезда, красочный телеэкран и рентгеновский аппарат, позволяющий врачу заглянуть внутрь нашего тела.

Значение некоторых слов меняется, когда люди начинают глубже понимать то, что с этими словами связано. Возьмите, к примеру, такое слово, как «теплота», оно всегда называло знакомые всем, но необъяснимые свойства нагретых предметов, а сейчас обозначает еще и тщательно изученные процессы в мире атомов и молекул: температура воды в чайнике растет потому, что при нагреве усиливается беспорядочное движение молекул, они чаще и сильнее соударяются и больше выделяют энергии.

Сергей. Еще очень изменился смысл слова «знание». Его, конечно, ценили и раньше — в каменном веке наверняка уважали охотника, который лучше других знал, как выследить мамонта. Но еще больше, я думаю, в те времена ценили силу и ловкость. А сейчас все понимают, что самое главное — это знания, от них все богатство человечества.

Жорик. И зарплата за знания намного больше, чем за физическую работу.

Перец. Мы начали этот интересный разговор о словах для того, чтобы как-то пояснить два важных для нас слова — «инструмент» и «модель». Так давайте поговорим именно про них.

ДЧР. Очень своевременное предложение. Начнем, пожалуй, со слова «инструмент».

ИНСТРУМЕНТ — ЭТО НЕ ТОЛЬКО МОЛОТОК, ПИЛА ИЛИ ОТВЕРТКА. Представьте себе, что мы с вами сочиняем словарь для младших школьников и нам нужно очень коротко объяснить, что такое инструмент. Какие будут предложения?

Никита. Инструмент — это как бы железное продолжение человеческой руки, инструмент позволяет нам делать то, что руками сделать трудно или невозможно — разрезать доски, отвинчивать гайки, забивать или выдергивать гвозди.

Зурик. Инструмент — это все, что помогает человеку работать. У плотника — это пила, у зубного врача — бормашина, у милиционера — свисток.

Саша. Инструмент — это предметы, процессы и правила, которые увеличивают возможности работающего человека. Люди широко используют такие инструменты, как молоток, микроскоп и телескоп, как таблица умножения, грамматические правила, помогающие нам писать без ошибок, микрокалькулятор, карди-

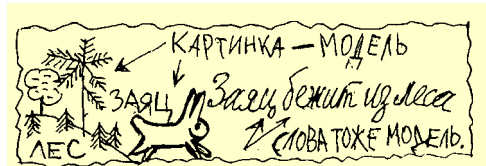


Рис. 4. Рисунок из рабочих тетрадей Маши.

ограф, на экране которого врач видит, как работает наше сердце, математические формулы, позволяющие быстро и легко вычислить площадь круга или объем шара, часы — инструмент для определения времени.

ДЧР. Это последнее объяснение получает первую премию. Автор подчеркнул главное — в наше время слово «инструмент» имеет очень широкий смысл. Теперь мы можем смело отметить, что к числу наших помощников-инструментов относятся многочисленные и разнообразнейшие модели.

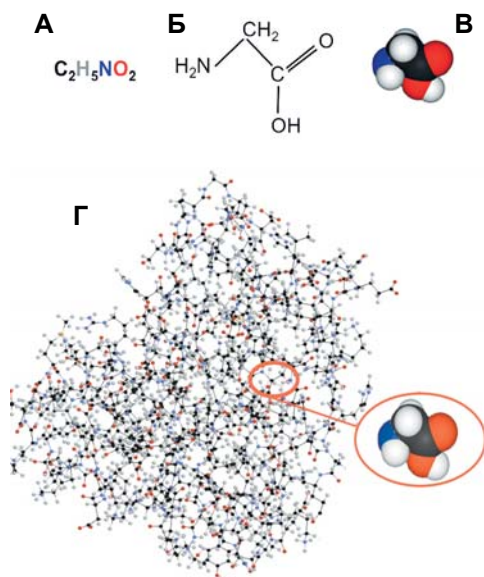
В выпущенной чуть более ста лет назад Энциклопедии издателей Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона сказано, что модель — это «подобие какого-либо предмета, сделанное из дерева, пробки, картона, воска, глины, металла или другого вещества, воспроизводящее этот предмет с точностью, но в уменьшенном виде». Лет через 30 первое издание БСЭ (Большая советская энциклопедия) сообщает, что модель — это ценный инструмент авиаконструктора: уменьшенные модели самолетов можно исследовать в воздушном потоке, а затем учитывать результаты этих исследований при конструировании настоящих, больших машин.

Проходит еще лет тридцать-сорок, и очередное издание БСЭ представляет слово «модель» в его нынешнем, широком значении — это, в

частности, условный или мысленный образ какого-либо объекта, например рисунок, чертеж, описание, карта, таблица, схема, план и так далее. При определенных условиях этот образ используется в качестве «заменителя» или «представителя» самого объекта. И далее сообщается, что моделирование, то есть создание моделей и работу с ними, широко используют для исследований в биологии, физике, астрономии, геологии, одним словом, практически во всех науках. От себя добавлю, что и мы с вами, даже не замечая этого, пользуемся мысленным моделированием при решении своих житейских задач.

Перец. А можно привести несколько примеров, показывающих, как модели помогают науке?

Рис. 5. Основные детали, с которыми работает великая наука химия, — это молекулы. Простейшая модель молекулы — ее химическая формула (А, формула аминокислоты глицин), она рассказывает, какие атомы (химические элементы) и в каком количестве входят в молекулу. Часто формулу молекулы относят ко всему веществу, так и говорят — формула воды, формула углекислого газа и т.п. Иногда пользуются несколько более подробной моделью — структурной формулой (Б, все та же молекула глицина), которая указывает, как атомы связаны между собой. Следующим шагом стала объемная модель сравнительно небольших молекул (В, глицин). Сегодня тонкие методы исследований, персональные компьютеры и совершенные программы позволяют оперативно создавать объемные модели больших молекул, в том числе белков (Г, на рисунке пространственная модель молекулы белка миоглобина, выделен участок, где находится одна из молекул аминокислоты глицин). Пространственные компьютерные модели больших молекул заметно облегчают работу химиков — исследователей и создателей новых веществ и процессов. С помощью объемной модели, например, в белковой молекуле можно точно выбрать нужное место и способ присоединения к нему нового лекарства, а также в недоступных ранее подробностях исследовать механизмы заболевания.



ДЧР. Конечно, и вы эти примеры прекрасно знаете, но только не думали о них как о работе с моделями — были в плену старых представлений об этом слове.

НЫНЕШНИЙ ГЛУБОКИЙ СМЫСЛ СЛОВА «МОДЕЛЬ», К СОЖАЛЕНИЮ, МЕДЛЕННО ДОХОДИТ ДО ШИРОКОЙ ПУБЛИКИ. Итак — несколько примеров, о которых вы просили.

Пример первый: чертежи, незаменимая модель для конструктора, создающего новую машину, и для механика, ремонтирующего старую. Без этой модели, без чертежа, конструктору пришлось бы заказывать детали для новой машины (например, стальные шестеренки) и, получив их, пробовать — подойдут они или не подойдут. Вместо этого безумия конструктор сначала отрабатывает машину на модели — в чертежах, свободно меняя или уточняя форму, размеры и расположение деталей. Разумеется, потом создаются опытные образцы машины и подправляется то, что было неточно отработано в чертежах. Но такие неизбежные, как правило, поправки даже сравнивать нельзя с огромным объемом переделок в машине, сконструированной без чертежа, «на глазок».

Андрей. Я все понял: работа с моделью позволяет без особого труда отработать и проверить на ней все, что нужно отработать и проверить. После этого любое дело можно делать уверенно, быстро и правильно.

ДЧР. Об этом можно сказать еще и так: работа с моделью избавляет от утомительного и дорогого метода проб и ошибок.

Но вернемся, однако, к нашему списку моделей.

Пример второй: анализ крови, список важнейших ее составляющих с указанием их количества. Эта модель (анализ крови) многое говорит врачу о состоянии пациента, о том, какие биохимические процессы протекают в его организме нормально, а какие с отклонениями от нормы. Через некоторое время врач вновь делает анализ крови и по изменениям в этой модели видит, как действовали на пациента лекарства и как вообще протекает болезнь.

Пример третий: географическая карта, модель местности, в пояснениях и оценках не нуждается.

Пример четвертый: математическое описание теоремы Пифагора: $a^2 + b^2 = c^2$, где a и b — катеты прямоугольного треугольника, а c — его гипотенуза. С помощью этой модели можно без труда узнать длину какой-либо стороны треугольника, если известна длина двух других сторон. Подобные математические модели создаются для самых разных Предметов и Процессов, и на этих моделях предварительно отрабатывают, а затем безошибочно выполняют очень сложные операции — от компьютерного проектирования микропроцессоров и поисков месторождений нефти до запуска космических аппаратов на Марс.

Пример пятый: электрическая схема телевизора — модель всех его электрических цепей и соединения всех его деталей.

Пример шестой: кузов легкового автомобиля в натуральную величину, изготовленный из цветного пластилина. На такой модели дизайнер отрабатывает внешние формы будущей машины. Продолжать?

Никита. Не нужно — все понятно. Мы сдаемся...

ДЧР. А вместе с тем огромное число людей имеют о моделях совершенно неверное представление. Недавно в нашей поселковой библиотеке я просматривал переведенную с английского великолепную детскую энциклопедию, в ней написано вот что: «Модель — маленькая копия чего-нибудь большого». Это так, но это лишь одно из многих значений исключительно важного слова «модель».

Паша. У меня есть просьба. Модели, о которых мы узнали, в основном относятся к науке. А название лекции говорит, что модели — это наш помощник еще и в жизни. Можно попросить вас привести хотя бы один пример того, как это делается — как модели помогают нам жить?

ДЧР. Сначала скажу о жизни как о биологическом процессе.

В БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ МОДЕЛИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ НА КАЖДОМ ШАГУ, А ОДНА ИЗ МОДЕЛЕЙ СДЕЛАЛА ВОЗМОЖНЫМ САМО СУЩЕСТВОВАНИЕ ЖИЗНИ. До сих пор мы в основном говорили про модель, которую можно назвать упрощенной копией какой-то реальности. Так, например, географическая карта — упрощенная копия местности, на небольшой карте мы видим огромную территорию, находим место, где встречаются две нужные нам дороги, легко определяем расстояние до этого места. Но модель — это не только упрощенная копия реальности, моделью также называют образец, по которому создается какое-либо изделие. В современном производстве обязательно есть утвержденный образец (эталон) автомобиля, телевизора или вертолета, и все машины, которые сходят с заводского конвейера, — это копии эталонного образца, копии тщательно испытанной и утвержденной модели.

Все вы, конечно, слышали, что в клетках каждого растения, каждого животного, насекомого, каждой одноклеточной бактерии есть большая молекула по имени ДНК. Большая в том смысле, что это цепочка из молекулярных блоков, в которой в сумме может быть несколько миллионов атомов. Молекула ДНК — это особый химический чертеж, в котором определенным расположением атомов записано все устройство организма. Но, кроме того, молекула ДНК — это еще и эталонный образец, с которого копируются новые молекулы ДНК, они по наследству передаются следующим поколениям растений или животных, и именно поэтому пра-пра-правнучка вашей кошки устроена так же, как ее пра-пра-прабабушка. Эстафета жизни на нашей планете началась тогда, когда природа научилась копировать молекулярные чертежи с первого удачно сложившегося образца — с первой молекулярной модели.

Теперь о роли моделей и моделирования в повседневной жизни. Начну с забавной, но с серьезным смыслом истории, которую очень советую запомнить.

НАЧИНАЯ КАКОЕ-ЛИБО ДЕЛО, ПОЛЕЗНО ВСПОМНИТЬ О МАЛЬЧИКЕ С ПИЛОЙ И ТАБУРЕТКОЙ. Много лет назад в книжке с картинками я прочитал о мальчике, у которого была хорошая табуретка, но с маленьким недостатком — она неровно стояла на полу. Мальчик решил поправить дело и немного подпилить одну нож-



Рис. 6. В древнем мире, еще не сформировав, возможно, самого понятия «модель» и не придумав отдельного слова для него, люди широко пользовались моделями. Например, географическими схемами для дальних путешествий, схемой звездного неба для мореплавания, геометрическими построениями и математическими формулами для раздела орошаемой земли. На снимке: найденная при раскопках большая бронзовая модель печени барана с указанием участков, по которым жрецы древних этрусков предсказывали будущее.

ку — табуретку еще больше перекосило. Слегка подпилить вторую ножку — табуретку перекосило в другую сторону. Снова что-то подпилить, и опять перекокс. Так этот мастер, пробуя и ошибаясь, постепенно спилил у табуретки все ножки, своими руками уничтожил любимую мебель. Ничего этого не случилось бы, если бы мальчик сначала все проделал на модели, в данном случае — на чертеже. Измерил бы длину всех ножек, набросал бы простенький чертеж и на нем отметил бы, какую ножку и на сколько миллиметров нужно укоротить.

Рис. 7. Самая, пожалуй, важная модель в мире электрической или электронной техники — это принципиальная схема. Она показывает, как электрически связаны все детали какого-либо аппарата, как из них образуется его единая электрическая система. Конструирование приемника, телевизора, радиолокатора и любого иного аппарата — это прежде всего разработка его общей электрической схемы. Принципиальная схема современного телевизора, грубо говоря, в сто тысяч раз сложнее типичного схемного фрагмента, схема сотового телефона в двести тысяч раз сложнее его, а полная схема персонального компьютера — в 500 миллионов раз сложнее. Вот что такое современная электроника!

ФРАГМЕНТ СХЕМЫ ПРИМЕРНО 20 ЭЛЕМЕНТОВ			
год	ТВ	СТ	ПК
1956	2 тыс.	—	—
2006	2 млн	4 млн	10 млрд

А теперь вопрос: мог ли мальчик все сделать хорошо и правильно без чертежа?

Зурик. Никогда в жизни!

Маша. Конечно, мог бы. Надо было померить длину ножек, а затем подумать и в уме сообразить, какую ножку на сколько укоротить. И никакой чертеж для такого пустякового дела не нужен.

Андрей. Если бы он подумал, то одной ножкой все обошлось бы — у меня уже был такой случай. А этот дурачок взялся пилить не думая.

ДЧР. То, что я хочу сказать вам в заключение лекции, начинается с этих очень правильных ответов — прежде чем брать в руки пилу, мальчику надо было подумать. Но что это конкретно значит «надо было подумать»? Известно, что мы думаем головой, мозгами, что же конкретно происходит в нашей голове, в мозгах, когда мы о чем-нибудь думаем?

В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ МЫШЛЕНИЕ — ЭТО СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА И РАБОТА С ЭТИМИ МЫСЛЕННЫМИ МОДЕЛЯМИ. Главные работающие детали мозга — нервные клетки, нейроны, в головном мозге человека их больше 10 миллиардов. Несколько своими отростками, напоминающими тончайшие волоски проводов, каждый нейрон как-то связан с несколькими другими нейронами (напомню — их более 10 миллиардов!), часто и очень быстро обменивается с ними электрохимическими сигналами (нервными импульсами), и все это вместе образует сложнейшую систему связи и обработки сигналов. Называется эта система «нейронная сеть». Именно в нейронной сети каким-то способом создаются модели того, о чем вы думаете, именно в нейронных сетях идут какие-то процессы, из которых складывается то, что мы называем высоким словом «мышление».

Рис. 8. В марте 1953 года английские ученые Джеймс Уотсон и Френсис Крик раскрыли нераскрываемый, казалось, генетический код, поняли систему кодирования и копирования наследственной информации и построили модель двойной спирали ДНК — одну из самых знаменитых моделей в истории науки.



Светлана. Что это значит «каким-то образом создаются модели»? Каким именно способом они создаются? Как, например, выглядит в нейронной сети модель тарелки, которую я хочу помыть?

Федя Ли. И как понять такие ваши слова — «в нейронных сетях идут какие-то процессы, из которых складывается наше мышление»? Что происходит в нейронной сети, если я решил помочь Светлане и подумал: «Наведу-ка я сначала порядок на столе»?

Сергей. Я тоже решил включиться в эту уборку квартиры и для начала пропылесосить ковер. Как выглядит в нейронной сети это мое решение? Как в нужный момент будут посланы нужные команды мускулам рук, которые должны взять пылесос, включить его и перемещать по ковру?

ДЧР. Должен вас огорчить — сегодня вряд ли кто-нибудь возьмется на эти вопросы детально ответить.

Наука очень многое сделала для понимания великой загадки человеческого мышления и энергично продвигается к этому пониманию по двум главным направлениям. Одно из них традиционное — глубокие исследования физиологов, молекулярных биологов, психологов. На другом направлении в основном работают математики, инженеры, лингвисты, они пытаются создать искусственный интеллект, пытаются научить электронные вычислительные машины делать то, что умеет наш мозг. Но, мне кажется, еще далеко до того момента, когда об исследовании человеческого мышления можно будет сказать: «Дело сделано — теперь все ясно».

ГЛАВНЫЕ РАБОТНИКИ ВСЕЛЕННОЙ (из лекции 4)

ДЧР. Так сложилось, что, размышляя об устройстве нашего мира, мы в основном обращаем внимание на Предметы — мы с вами уже коротко говорили о таких природных шедеврах, как звезды, галактики, атомы, микрочастицы, молекулы. Предметы, однако, не находятся в состоянии абсолютного покоя, с ними всегда что-то происходит: в закипающем чайнике вода превращается в пар, планеты вращаются вокруг Солнца, в солнечном веществе соединяются ядра атомов водорода, выбрасывая порции тепла и света. Короче говоря, наш мир — это не только разнообразное разнообразие Предметов, но еще и разнообразное разнообразие Процессов. Некоторые из них обязательно нужно подкармливать энергией, другие же, наоборот, сами выделяют энергию, расходуя какие-то свои запасы.

ВСЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРОЦЕССОВ НАШЕГО МИРА КОРМИТСЯ ВСЕГО ЛИШЬ ПЯТЕРКОЙ ГЛАВНЫХ СИЛ. Сегодня известны пять главных работников Вселенной, пять главных сил, с которыми связаны все Процессы, идущие в нашем мире. Для начала перечислим эти силы, пока без комментариев: 1. Гравитация (от латинского *гравис* — *тяжелый*). 2. Электрические силы. 3. Магнитные силы. И, наконец, действующие только в микромире две силы со странными названиями. 4. Сильные (ядерные) силы и 5. Слабые силы. Попробую коротко представить вам эту великолепную пятерку.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СИЛЫ КАКИМ-ТО ОБРАЗОМ ТЯНУТ ДРУГ К ДРУГУ ДВА ЛЮБЫХ ПРЕДМЕТА — ДВЕ МОЛЕКУЛЫ, ДВЕ ЗВЕЗДЫ, ДВА ЯБЛОКА НА ТАРЕЛКЕ. Человек, видимо, обнаружил гравитацию миллионы лет назад, когда он еще не был Человеком разумным — наши далекие предки начали присматриваться к окружающему миру и поняли, что все почему-то притягивается к земле.

Зурик. Это, я думаю, была самая первая в мире научная мысль.

Андрей. Гениальный был мужик, который первым подумал о земном притяжении.

Светлана. Самый настоящий гений. Все другие с трудом поднимали тяжелые камни, спотыкались и падали носом в песок, собирали упавшие на землю спелые бананы, но никто не подумал, почему все всегда движется сверху вниз. А этот пещерный Архимед понял, что у земли есть какая-то притягивающая сила, которую мы теперь называем гравитацией или тяготением.

ДЧР. Две с половиной тысячи лет назад древнегреческие мыслители подумали, что гравитационным силам должны быть подвластны все небесные тела, что под действием этих сил Луна камнем упала бы на Землю, если бы ее не удерживала какая-то иная сила. А около 320 лет назад, в 1687 году, великий физик и математик Исаак Ньютон коротко и четко, в виде простой формулы (рис. 9), показал, от чего зависят гравитационные силы, и назвал их Всемирным тяготением (согласно толковому словарю, тяготение — свойство тел притягивать друг друга, стремление к чему-нибудь или к кому-нибудь). Важное примечание: R — это расстояние между центрами тяжести двух тел, и если тело шарообразное, то его центр тяжести совпадает с центром шара (рис. 9).

АРБУЗ, КОТОРЫЙ У НАС НА ЗЕМЛЕ ВЕСИТ 10 КИЛОГРАММ, НА СОЛНЦЕ ВЕСИЛ БЫ ЗНАЧИТЕЛЬНО БОЛЬШЕ, А НА ЛУНЕ ЗНАЧИТЕЛЬНО МЕНЬШЕ. Вы, конечно, догадались, почему на Солнце вес арбуза увеличивается, а на Луне уменьшается...

Голоса. Догадались... Догадались, догадались... Еще как догадались...

Катя. А я не догадалась. Может, кто-то все это и понимает, а мне совершенно непонятно, почему после путешествия на Луну арбуз похудел, а после путешествия на Солнце — поправился...

Маша. Тебе все непонятно потому, что ты математику ненавидишь и даже слушать не хочешь то, что она тебе так понятно и дружелюбно объясняет.

Саша. Сам арбуз несколько не изменился, изменилась сила его притяжения к небесному телу: на Солнце эта сила больше, чем на Земле, на Луне — меньше.

Андрей. Посмотри на формулу Всемирного тяготения. Когда дело происходит на Земле, то в спектакле участвуют масса Земли m_1 и масса арбуза m_2 , а буквой F обозначена сила притяжения арбуза к Земле.

Катя. Здесь мне все понятно: сила F — это вес арбуза...

Зурик. Вот видишь — самое главное ты уже понимаешь. А теперь еще раз посмотри на формулу. Обе массы m_1 и m_2 находятся наверху, в числителе дроби, и поэтому, чем больше m_1 или m_2 , тем больше сила F . У Земли масса (m_1) до-

вольно большая, и весит арбуз на Земле немало — 10 килограммов.

Светлана. Давай посмотрим, что будет на Солнце. Теперь m_1 — это масса Солнца, она



Рис. 9. Рисунок из рабочих тетрадей Саши.

намного больше земной, и поэтому сила F тоже больше, то есть арбуз на Солнце тяжелее.

Сергей. А масса Луны (теперь m_1 обозначает именно ее) намного меньше земной, и арбуз на Луне весит меньше.

Катя. Неужели все так просто?

ДЧР. Ты сделала очень важный шаг к пониманию, и пока, пожалуй, этого достаточно. Но если ты пойдешь в астрофизики, придется вникать в дело поглубже. В дополнение к тому, что вы поняли, для будущих астрофизиков приведу несколько цифр. Масса Земли $6 \cdot 10^{21}$ килограмм, масса Луны в 81 раз меньше, Солнца — в 3 миллиона раз больше; земной радиус 6400 километров, лунный — в 3,7 раза меньше, солнечный — в 110 раз больше. Арбуз, который на Земле весит 10 килограмм (или примерно 100 ньютонов), на Луне весил бы 1,7 килограмм (17 ньютонов) и на Солнце 214 килограмм (140 ньютонов). Всмотритесь в эти цифры, в них скрыто что-то интересное. Попробуйте догадаться что. А я перехожу к следующей главной силе — к электричеству.

ИЗВЕСТНЫЙ СЫЩИК ШЕРЛОК ХОЛМС РАССЛЕДУЕТ ЗАГАДКУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИЛ В ПЕНОПЛАСТОВЫХ ШАРИКАХ. Электрические силы играют в нашем мире исключительно важную роль. Достаточно сказать, что атомы объединяются в молекулы в основном с помощью электричества — у атомов в молекуле появляются общие электронные орбиты, они как бы стягиваются, склеивают атомы, создают из них единую систему. Электрические процессы и сигналы участвуют также в движении живых организмов, в их питании, в обмене веществ, размножении, управлении органами, в мышлении. Несмотря на все это, у живых организмов, за исключением некоторых рыб, нет «электрического чувства», такого, например, как ощущение веса.

Жорик. И правда, берешь, например, чашку с молоком и, не глядя, по весу чувствуешь — полная она или в ней половина. А батарейку сколько ни трогай, никак не почувствуешь, есть еще в ней заряд или весь вышел.

ДЧР. Возможно, именно из-за такой скрытности электричество, работая рядом с нами и в нас самих, так долго оставалось неизвестным. По той же причине знакомство с электрическими силами полезно начинать с опыта, который покажет, что электричество — это не выдумка, что оно реально существует. Опыт простой: потрите тряпкой расческу или пластмассовую палочку, в них проснется дремавшее

электричество, и они начнут притягивать мелкие клочки бумаги. Под действием силы тяжести клочки бумаги должны падать вниз, а они

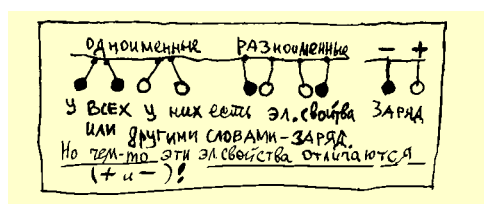


Рис. 10. Рисунок из рабочих тетрадей Зурика.

поднимаются вверх, к натертой палочке. О чем это говорит?

Светлана. О том, что против силы тяжести действует какая-то другая сила. Действует и побеждает.

Зурик. Это и есть электричество. Ура!

ДЧР. Такой же опыт можно проделать и со стеклянной палочкой, в ней при натирании тоже просыпаются электрические силы. А теперь сделаем следующее: подвесим на нитках несколько пенопластовых шариков и будем в разных сочетаниях передавать им электрические силы, прикасаясь к шарикам натертыми палочками. Обнаружится следующая загадочная закономерность: если к двум соседним шарикам прикоснуться разными палочками (пластмассовой и стеклянной) — шарiki притягиваются друг к другу, а если к ним прикоснуться одной и той же палочкой — шарiki расталкиваются (рис. 10).

Расследуя эту загадку, великий сыщик Шерлок Холмс первым делом спросил бы: «Одинаковые ли у вас шарiki?»

Маша. Одинаковые, одинаковые!

ДЧР. Тогда мистер Холмс поинтересуется: «Не меняется ли результат, если провести этот опыт в других помещениях?»

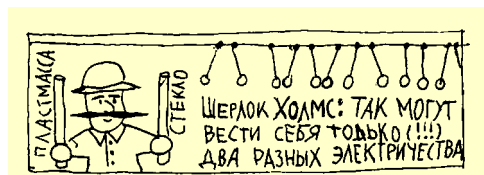


Рис. 11. Рисунок из рабочих тетрадей Федеи.

Андрей. Не меняется. Я когда-то делал эти опыты в кухне, на балконе и даже в ванной. Результат одинаковый.

ДЧР. После этого последует уверенный вывод: «В пластмассовой и стеклянной палочках возникают электрические силы двух разных видов». Вывод великого сыщика (это, конечно, шутка, на самом деле две разновидности электричества в 1733 году обнаружил французский физик Шарль Дюфе) теперь можно найти в любом школьном учебнике физики. При этом электрические свойства натертых палочек называют электрическими зарядом, заряд пластмассовой палочки — отрицательным (его обозначают знаком минус $-$), а заряд стеклянной палочки — положительным (знак $+$). Все варианты взаимодействия двух разных сортов

электричества описываются одной фразой: «Разноименные электрические заряды ($+$ и $-$) взаимно притягиваются, одноименные ($+$ и $+$ или $-$ и $-$) взаимно отталкиваются».

МАГНИТНЫЕ СИЛЫ. Проделав несколько похожих опытов с магнитами и стальными гвоздиками, можно убедиться, что в нашем мире есть также два сорта магнитных сил (их называли северный магнетизм и южный) и что своим взаимодействием они чем-то похожи на электричество.

ЕЩЕ ОДНА, ЧЕТВЕРТАЯ ПО СЧЕТУ, ГЛАВНАЯ СИЛА ПРИРОДЫ, БЕЗ НЕЕ НАШ МИР ПРОСТО НЕ МОГ БЫ СУЩЕСТВОВАТЬ. Оба вида электрических зарядов ($+$ и $-$), собравшись многочисленными бригадами, порознь или совместно прекрасно работают в электрических машинах и электронных аппаратах, но в одном случае скопление одинаковых зарядов становится угрозой существования всей нашей Вселенной.

Жорик. Ух, как страшно: натертая тряпкой стеклянная палочка угрожает человечеству!...

Катя. Чтобы стать остроумным, нужно сначала стать умным. Так что ты, дорогой Георгий, не спеши свои шутки шутить, послушай сначала, что тебе рассказывают, и постарайся понять. Если сумеешь.

ДЧР. Начнем с того, что некоторые микрочастицы имеют свой электрический заряд: у электронов, например, как у натертой пластмассовой палочки он отрицательный ($-$), у протонов, как у натертой стеклянной палочки, — положительный ($+$). Именно этот электрический «плюс» протонов мог бы стать причиной разрушения нашей Вселенной. Как вы думаете — почему?

Саша. Тут особо и думать нечего — одноименные заряды взаимно отталкиваются. Поэтому если собрать в атомном ядре несколько протонов, то они сразу начнут расталкивать друг друга и разлетятся в разные стороны — ядро развалится, а вместе с ним и атом. А поскольку это произойдет одновременно во всех атомах Вселенной, то она мгновенно рассыплется — превратится в хаос микрочастиц.

Катя. Какой ужас!

Жорик. Почему же этого не происходит?

ДЧР. Действительно — почему этого не происходит? Наша Вселенная, несмотря на расталкивание протонов в атомных ядрах, вот уже 13 миллиардов лет остается целой и невредимой. Почему?

Феда Лп. У нас уже была похожая история в электрических опытах — сила тяжести, то есть гравитация, тянула клочки бумаги вниз, а они двигались вверх. Потому, что против гравитации действовала другая, более сильная сила — электричество.

Андрей. А в атомном ядре против электричества действует еще какая-то сила, более сильная — она сжимает протоны, стягивает их вместе, не дает им разлететься.

ДЧР. Эта «еще какая-то сила» называется ядерной или, иначе, сильной силой, она действует в 100 раз сильнее электричества, которое в свою очередь в триллионы триллионов раз сильнее гравитации. Именно ядерные силы, поборов электрическое расталкивание протонов, крепко соединяют их в атомном ядре и обеспечивают устойчивость нашего мира.

Паша. А нельзя нам проделать опыты, вроде натирания стеклянной палочки, и своими глазами увидеть, как действуют ядерные силы?

ДЧР. К сожалению, это невозможно — ядерные силы начинают действовать на очень малых, недоступных нашему зрению, расстояниях, когда между протонами остаются миллиардные доли миллиметра. Кстати, есть еще одна действующая только в микромире Главная сила. Она участвует в некоторых редких ядерных процессах и называется слабой силой, поскольку в тысячи триллионов раз слабее сильных сил.

ДВЕ ВЕТКИ ОДНОГО КУСТА ПОНАЧАЛУ ПРИНЯЛИ ЗА ДВА ОТДЕЛЬНЫХ КУСТИКА.

Долгое время считали, что электричество и магнетизм — это две отдельные, самостоятельные силы. Но примерно 200 лет назад в довольно простых опытах с электричеством обнаружили, что оно само может создавать магнитные силы, а затем поняли, что с помощью магнитов можно получать электричество. Теоретики объяснили, а эксперименты подтвердили, что электрические и магнитные силы — это лишь разные проявления одной физической реальности, чтобы никого не обижать, ее назвали **электромагнетизм**. Но еще лет через сто выяснилось, что этот «союз двух» — самостоятельно работающая часть «союза трех»: в микромире открыли электрослабую силу, природное объединение электромагнитных и слабых сил.

Понимание природы и свойств электромагнетизма произвело переворот в технике и технологиях, подарило людям миллиарды неутраченных помощников — электродвигатели и мощные электрогенераторы, каждый из которых может зажечь 10 — 20 миллионов лампочек. В числе подарков оказались и радиоволны, связавшие континенты и доставляющие в наши дома десятки телевизионных программ. Открытие электромагнетизма, особенно после того, как к нему добавились слабые силы и обнаружился «союз трех», дало физикам повод думать о «Великом объединении» — о единой природе всех Главных сил нашего мира. В то же время в реальной жизни электромагнетизм иногда работает своей электрической составляющей (карманный фонарик), иногда магнитной (магнитофон), и это дает повод по старинке считать, что в нашем мире действует великолепная пятерка Главных сил.

На этом надо бы закончить нашу лекцию, но я понимаю, что у вас есть вопросы.

Голоса. Вопросов миллион... Первый мой: почему Луна не падает на Землю, если ее так сильно тянет гравитация?... А у меня такой вопрос: как электрические силы, магнитные силы и гравитация двигают разные предметы? Может быть, они их тянут невидимыми атомными нитями?... Почему гравитация и ядерные силы умеют только притягивать, а электричество и магнетизм могут еще и отталкивать?... Это правда, что физики ищут гравитацию, которая не притягивает, а отталкивает предметы, и уже назвали ее — антигравитация?... Вот будет здорово, если эту антигравитацию найдут, — за счет отталкивания от

А

$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА

Г

ТОК ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (ВЧ) → ЭЛЕКТРО-МАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ → ТОК ВЧ

ПЕРЕДАТЧИК ПРИЕМНИК

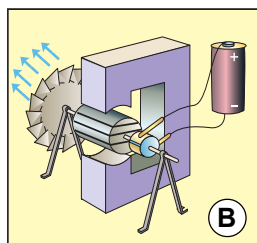
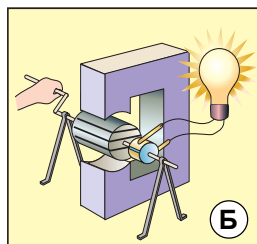


Рис. 12. Опубликованные в 1873 году знаменитые уравнения Максвелла (А) — математическая модель взаимосвязи и взаимодействия электричества и магнетизма, которые совместно создают одну из Главных сил природы — электромагнетизм. Эта модель описывает физическую сущность замечательных открытий Фарадея и Ампера — наведение (индукцию) электрического тока в проводнике, перемещаемом в магнитном поле (Б, путь к электрогенераторам), и выталкивание проводника с током из магнитного поля (В, путь к электродвигателям). В уравнениях Максвелла впервые предстала перед наукой особая форма существования и действий электромагнетизма — электромагнитные волны (Г, путь к радио, телевидению, локациям, сотовой связи и др.). Вскоре (1886—1889) их экспериментально получил и детально исследовал Генрих Герц, а в 1895 году, придумав и построив совершенную по тому времени аппаратуру, А. С. Попов впервые применил электромагнитные волны для передачи телеграфных сообщений без проводов. Сам Герц не намечал практического будущего своих исследований, но Александр Степанович, будучи человеком чести и высокой профессиональной этики, демонстрируя свой радиотелеграф на заседании отделения физики Русского Физико-химического общества, первой отправил и принял такую радиোগрамму: «Генрих Герц».

Земли каждый сможет бесплатно летать куда угодно... Как на атомных электростанциях ядерные силы превращаются в электрические?... Из чего состоят радиоволны?... Вы сказали, что гравитация в несколько триллионов раз слабее электричества. Почему же она с такой силой притягивает к земле чемодан, с которым бабушка приезжает к нам в гости?..

ДЧР. Давайте на этом бабушкином чемодане пока остановимся — я понял, что вопросов у вас действительно миллион, и все очень интересные. Напишите, пожалуйста, свои вопросы на листках бумаги и завтра передайте их мне — постараюсь в следующих лекциях на них ответить. А сейчас вам пора отдохнуть после непростого учебного дня. Спокойной ночи и до встречи завтра — на том же месте в тот же час.

Публикуем еще один фрагмент из новой книги известного научного журналиста, которая написана в новом для него, да и для нас тоже, жанре — в виде живой и интересной образовательной пьесы для детей. Основа книги — более ста лекций об устройстве нашего мира. Лекции во время летних каникул доктор наук Чикоруди (сокращенно ДЧР) читает группе школьников, которые собираются для этого под навесом на черноморском пляже. Если в первом опубликованном фрагменте (см. «Наука и жизнь» №4, 2007 г.) были в основном представлены некоторые лекции, посвященные физике, то на этот раз доктор Чикоруди, демонстрируя широкий тематический диапазон книги, говорит о судьбах человечества и о благородной миссии высокого искусства.

САМОЕ ГЛАВНОЕ — ПОНЯТЬ САМОЕ ГЛАВНОЕ

ЛЕКЦИИ ДОКТОРА ВСЕХ НАУК ЧИКОРУДИ ДЛЯ ПОДЗАБЫВШИХ КОЕ-ЧТО НЕ СОВСЕМ ОТЛИЧНИКОВ, НО ВПОЛНЕ ТОЛКОВЫХ МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, А ТАКЖЕ ДЛЯ ИХ РОДИТЕЛЕЙ, УЧИТЕЛЕЙ, СОСЕДЕЙ И, НАКОНЕЦ, ДЛЯ ТЕХ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ШКОЛЫ, КТО ЕЩЕ НЕ СТАЛ ВПОЛНЕ ТОЛКОВЫМ, А ОЧЕНЬ ДАЖЕ МОЖЕТ СТАТЬ.

Р. СВОРЕНЬ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ДИНОЗАВРОВ (из лекции 15).

ДЧР (доктор Чикоруди). Замечательные произведения Герберта Уэллса, Рея Бредбери и других писателей сделали нас соучастниками путешествий на машине времени, в том числе и в далекое прошлое. Но есть люди, которые не в фантастических романах, а реально, по долгу службы соприкасаются с древнейшими периодами жизни нашей планеты. Это палеонтологи (от греческих *палайос* — древний, *онтос* — существе и *логия* — наука), изучающие останки древних организмов и следы их деятельности.

ТОЧНО УСТАНОВЛЕННЫЙ ФАКТ — ДИНОЗАВРЫ НА НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ ПОГИБЛИ ВСЕ ДО ОДНОГО И ПРАКТИЧЕСКИ ОДНОВРЕМЕННО. Многочисленные находки палеонтологов — сохранившиеся скелеты динозавров, отдельные их кости, яйца, из которых когда-то вылупились или даже еще не вылупились динозаврики — показали, что примерно 70 миллионов лет назад все динозавры погибли. Динозавры и их ближайшие родственники, которых для простоты нередко тоже назы-

вают динозаврами, — самая многочисленная группа древних пресмыкающихся, или, иначе, рептилий (в наше время существует 8000 видов рептилий, больше других известны ящерицы, змеи, крокодилы, черепахи). Эта группа объединяла около тысячи разных животных с интригующими названиями. В их числе были крупные и очень крупные животные, до 30 метров длиной — в несколько раз больше слона, были хищники и травоядные, некоторые ходили на двух задних лапах, некоторые на четырех, какие-то виды ушли жить в воду, а какие-то взлетели в воздух, стали птицеподобными. И вот все это многообразие гигантов, буквально наводнявших Древние леса и луга, вымерло.

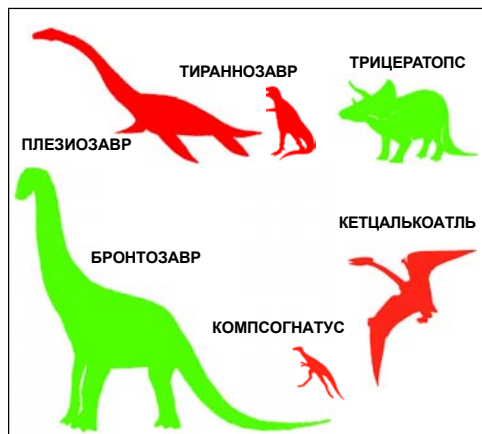
Маша. Я знаю, я слышала, что бедные динозавры погибли во всем мире все сразу. Но почему? Что с ними случилось?

ДЧР. По поводу причины такого резкого и массового исчезновения динозавров было много споров и предположений.

НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНОЙ ПРИЧИНОЙ ГИБЕЛИ ДИНОЗАВРОВ СЧИТАЮТ ПАДЕНИЕ ГИГАНТСКОГО МЕТЕОРИТА. Сейчас наиболее правдоподобным считают столкновение Земли с крупным космическим телом.

Никита. Вроде Тунгусского метеорита?

Некоторые представители динозавров — группы вымерших пресмыкающихся, обитавших на Земле 248—65 миллионов лет назад. Красным показаны хищные виды, зеленым — растительноядные (масштаб не соблюден). Плезиозавр жил в водоемах, длина его до 16 метров. Тираннозавр — грозный хищник высотой 5 метров, длиной до 14 метров. Растительноядный трицератопс оборонялся от хищников острыми рогами и костяным «воротником», в длину имел до 10 метров. Бронтозавр защищался своим размером — до 20 метров в длину, до 12 метров в высоту. Но среди динозавров встречались и карлики — компсогнатус, мелкий хищник ростом 25—60 сантиметров. Среди пресмыкающихся встречались и летающие. Крупнейший из них — кетцалькоатль — был размером с истребитель, размах крыльев до 15 метров.



Лучший снимок одного из сравнительно крупных астероидов Гаспра (длина освещенной части примерно 18 километров), который, судя по множеству кратеров, несмотря на свою агрессивную ракетобразную внешность, сам не раз был атакован блуждающими космическими камнями. Снимок сделан и передан на Землю американским спутником «Галileo», запущенным осенью 1989 года, который в районе Юпитера обнаружил следы не известной до того «местной» космической катастрофы — крупный спутник Амальтея (размеры $282 \times 146 \times 134$ км) превратился в груду камней, скорее всего, при столкновении с другим крупным объектом.



ДЧР. Согласно расчетам — во много раз крупнее. Скорее всего, это была каменная глыба размером около 10 километров.

Светлана. Ну столкнулись, ну и что? Как могло какое-то одно, как вы его назвали, космическое тело, убить сразу всех динозавров, причем сразу во всех уголках всех континентов?

ДЧР. Ударившись в Землю, космический «снаряд» произвел мощнейший взрыв, в воздух поднялось просто фантастическое количество пыли, ветры быстро разнесли ее, и над планетой появился мощный пылевой слой. Он закрыл солнечным лучам путь к земной поверхности, повсюду, в том числе в теплых краях, где в основном обитали динозавры, наступила так называемая ядерная зима — сильное и продолжительное похолодание.

Сергей. Почему это зима понятно, а почему она ядерная?

ДЧР. Лет тридцать—сорок назад ученые пытались объяснить военным, что использовать ядерное оружие недопустимо, что в ядерной войне не будет победителя, она приведет к мировой катастрофе. Были проведены расчеты и показано, что ядерная война, не говоря уже о неисчислимых прямых жертвах, приведет к резкому и длительному похолоданию на всей Земле и к сильным, ураганным ветрам. Эту климатическую трагедию назвали «ядерная зима».

Перец. И почему же от этой ядерной зимы погибли одни только динозавры?

ДЧР. Во-первых, в то время вымерли не только они.

КАТАСТРОФА, ПОГУБИВШАЯ ДИНОЗАВРОВ, ПОЛНОСТЬЮ УНИЧТОЖИЛА РЯД ДРУГИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЗЕМНОЙ ФАУНЫ. Одновременно с динозаврами погибло 80% семейств земноводных. Напомню, что семейство — это очень много разновидностей животных с некоторыми общими свойствами, семейство может объединять много родов, а род — много видов.

Во-вторых, динозавры оказались особо уязвимыми из-за того, что у них, в отличие от более совершенных животных, нет, так сказать, тепловой автоматики и температура тела меняется, как бы следует за внешней температурой. Ну а при низкой температуре тела снижается активность биохимических реакций или даже они совсем прекращаются — животное погибает.

Катя. А мне совсем другое непонятно.

ВЕРОЯТНОСТЬ СТОЛКНОВЕНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ НЕ ОЧЕНЬ ВЫСОКА, НО И НЕ РАВНА НУЛЮ. Мне непонятно, как в такой большой Вселенной, где так далеко одна звезда от другой, Земля вдруг сталкивается с чем-то очень крупным. Каждый двигался своим путем, и вдруг в какую-то точку огромного космоса они случайно пришли одновременно. Это что — очень редкий несчастный случай?

ДЧР. В Солнечной системе, в том числе и в окрестностях Земли, полным-полно летает всякого разного вещества и космические столкновения происходят довольно часто.



Рисунки из рабочих тетрадей Жорика.

Голоса. Невозможно такое представить... Кто с кем сталкивается?.. Почему мы этого не видим?

ДЧР. Поначалу весь наш космический регион видится своего рода пустыней, где обитает лишь немногочисленное солнечное семейство — сама звезда Солнце и его планеты. Но знакомись с некоторыми твердо установленными фактами, и ясно, что летающих космических тел разного размера в Солнечной системе довольно много. Для начала вспомним об астероидах. ➔

НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ «СНАРЯД», КОТОРЫЙ МОЖЕТ ПОПАСТЬ В ЗЕМЛЮ, — ЭТО АСТЕРОИД. Примерно 200 лет назад была открыта новая планета, назвали ее Церерай (по имени древнеримской богини плодородия), ее орбита оказалась почти в 2 раза дальше от Солнца, чем марсианская. До этого Церера не была замечена из-за малых размеров — ее диаметр 1000 километров, в 12 раз меньше земного, новая планета вполне уместилась бы на территории Франции.

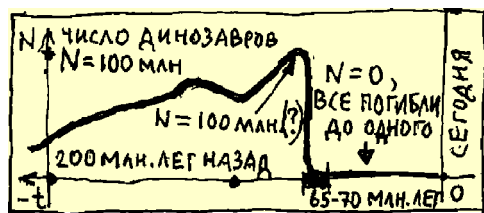


Рисунок из рабочих тетрадей Саши.

Вскоре в том же регионе были замечены еще три очень небольшие планеты, и дальше дело пошло — в наше время открыто более 120 тысяч таких малых планет с размерами вплоть до метра, Церера — в их списке, конечно же малая планета № 1. В основном это каменные глыбы, но 30% — железные.

Андрей. Мне кажется неприлично какой-то камень называть планетой только потому, что он крутится вокруг Солнца. Так мы дойдем до того, что будем называть планетой горошину или даже пылинку.

ДЧР. Малой планетой называют то, что размером больше метра, а то, что поменьше, — это просто астероиды, их должно быть очень много.

Другой вид космических странников — кометы, о которых вы, конечно, слышали. У них сильно вытянутые орбиты, кометы уходят очень далеко, путешествуют несколько лет или несколько десятков лет, в какое-то время возвращаются и проходят через районы, довольно близкие к Солнцу, а иногда приближаются к земной орбите. Кометы — гигантские глыбы из пыли и льда.

Федя Ли. А лед там откуда взялся?

ДЧР. Это затвердевшие при очень низкой температуре газы. Приближаясь к Солнцу, лед начинает плавиться, и у кометы появляется огромный газовый хвост.



Ну и, конечно, во владениях Солнечной системы случайно могут оказаться совершенно посторонние космические тела, они родились где-то очень далеко и летят по инерции миллионы или, может быть, даже уже миллиарды лет — потерь энергии нет, лети сколько хочешь. Как видите, в окрестностях Земли может быть уйма самого разного летающего вещества.

Я хотел бы прокомментировать еще два знакомых слова — *метеор* и *метеорит*. Метеорит — это пролетающее вблизи планеты или упавшее на ее поверхность любое космическое тело, например любых размеров астероид, даже очень маленький. Проходя через земную атмосферу, метеорит раскаляется и ночью ярко светится, в этом случае сам метеорит и его видимый след называют метеором.

Орбиты астероидов в основном входят в так называемый *астероидный пояс* между орбитами Марса и Юпитера. Но некоторые астероиды изменили траекторию полета и ушли из астероидного пояса.

Паша. А почему астероид вдруг меняет свое направление? Он что — ударяется во что-то, как бильярдный шар?

ДЧР. Космическое тело чаще всего меняет траекторию, пролетая сравнительно не-

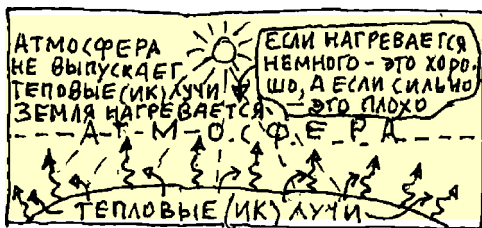


Рисунок из рабочих тетрадей Сергея.

далеко от другого тела, — отклоняется его гравитационным полем.

Саша. И сильно отклоняется?

ДЧР. Бывает, очень сильно. Один астероид, например, замечен в районе Сатурна (в 6 раз дальше от Солнца, чем Марс), два других когда-то подлетели близко к Марсу, были схвачены его гравитационным полем и стали спутниками планеты. Наконец, известно больше сотни крупных астероидов (наверняка есть еще множество средних и мелких), орбиты которых проходят сравнительно близко от земной. Это, конечно, черный юмор, но такие астероиды называют «пасущиеся у Земли».

Мрачная картина из нашего очень далекого индустриального прошлого — такое сегодня увидишь нечасто. Но это еще не повод для торжественных банкетов: приятно-светлые и даже невидимо-прозрачные промышленные выбросы нужно внимательно проверять на предмет их медицинской и экологической безвредности.

НА ЛУНЕ ЗАМЕЧАТЕЛЬНО БОЛЬШЕ, ЧЕМ НА ЗЕМЛЕ, СЛЕДОВ ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТОВ, НО ЭТО НЕ ЗНАЧИТ, ЧТО НА ЕДИНИЦУ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИХ ПАДАЕТ МЕНЬШЕ, ЧЕМ НА ЕДИНИЦУ ПОВЕРХНОСТИ ЛУННОЙ. На Земле сохранилось сравнительно мало следов падения метеоритов — это постарались дожди, ветры, растительность и, конечно, время. Но какие-то следы все же есть, в Африке, например, найден метеорит размером 9 метров и весом 60 тонн — это полностью загруженный большой железнодорожный вагон. На поверхности нашей ближайшей соседки — Луны, где атмосферы нет, следы падения метеоритов прекрасно сохранились и очень четко видны — это примерно 30 000 лунных кратеров, диаметр одного из них 200 километров (см. фото внизу).

Сергей. Наверное, и на Земле есть большой кратер — там, где упал Тунгусский метеорит.

ДЧР. В том-то и дело, что никакого кратера там нет.

Голоса. Куда же он делся?.. Вот это загадка!.. Его, наверно, с другой планеты мощным лазерным лучом заровняли... Или высадили десант роботов-землекопов — забросали кратер землей и концы в воду...

ДЧР. В месте падения Тунгусского метеорита никакого кратера вообще не было, и у этой загадки есть вполне правдоподобная разгадка — с Землей столкнулся совсем не метеорит.

Голоса. А кто же это был?.. Все знают — инопланетный космический корабль... Говорят, что он разбился при посадке... Ничего подобного — это был кусок антивещества из другой вселенной... Очень подозрительно — страшный взрыв, а воронки нет...

ДЧР. Я уже давно советовал — не ищите сложных объяснений, думайте о простом. Из нескольких рассмотренных и просчитанных вариантов самый правдоподобный такой: через земную атмосферу прошла не очень большая комета и на самом подлете к Земле взорвалась, скорее всего, на высоте 100 — 200 метров. Это подтверждается характером взрыва: он свалил деревья на площади, где поместилось бы две сотни футбольных полей, и по тому, как были свале-

ны эти деревья, удалось рассчитать высоту и силу взрыва. Все совпадает с вариантом кометы.

Маша. Но почему она вдруг взорвалась, эта комета? Какая причина?

ДЧР. Скорее всего, в результате сильного нагрева в атмосфере из-за трения о воздух лед быстро испарился и очень высокое давление пара в каких-то внутренних полостях льдины привело к взрыву. Комета взорвалась, как, бывает, взрывается паровой котел, режим которого вышел из-под контроля. Известны случаи, когда взорвавшийся многотонный котел взлетал в воздух и приземлялся далеко от места взрыва — вот что такое сила взбунтовавшегося пара.

Перец. Астероиды тоже хороши — летающие штучки размером с Германию. Но как от одного астероида могли погибнуть все динозавры — я еще все-таки подумаю.

ДЧР. В любом случае в исчезновении динозавров можно увидеть нечто особо важное для нас, для людей.

ОЧЕНЬ СЕРЬЕЗНОЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ДИНОЗАВРОВ. Они как бы сообщили нам, как бы предупредили человечество, что огромное сообщество животных может *полностью* исчезнуть с лица Земли. Даумайтесь в страшные слова — *исчезнуть полностью*. К великому сожалению, многие люди еще не очень поняли это предупреждение динозавров.

Зураб. Делайте со мной что хотите, но я как раз и есть те самые «многие люди», которые ничего не поняли. Я, конечно, понял, что динозавры все погибли, закончились — больше нет и не будет. А вот чего я не понял — почему вы говорите, что динозавры нам что-то сообщают.

Саша. Дело в том, что нам тоже грозят страшные опасности. И люди из-за чего-то тоже могут закончиться, как динозавры, — все погибнут, ни одного не останется. Будут командовать на Земле одни лягушки и пауки.

Голоса. Ну это ты загнул... Зачем, слушай, пугаешь?.. Еще ничего нет, а уже страшно... Мы не динозавры, всегда что-нибудь придумаем... До сих пор же не вымерли...

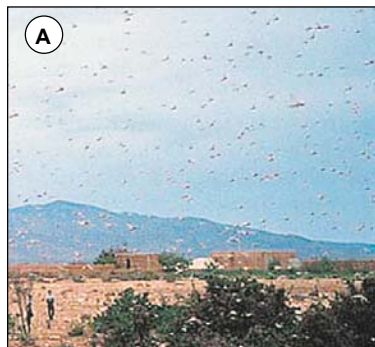


Снимок кратеров Луны на обратной ее стороне, примерно в центре этой стороны, сделан экипажем «Аполлона-11». Самый крупный кратер в центре — Дедал, диаметр 93 км.



Кратер Барринджера в Аризоне. Возник в результате удара метеорита около 50 м в поперечнике и массой 300 000 тонн примерно 50 тысяч лет назад. Диаметр кратера 1200 метров.





Наши малые соседи — насекомые, мелкие грызуны (на их долю приходится чуть ли не треть всех видов млекопитающих), птички и другие — нередко демонстрируют миру свою устрашающую многочисленность. Достаточно вспомнить полчища саранчи (А, Б), в одно мгновение пожирающей выращенный человеком урожай, вспомнить серых крыс, мышей, тараканов, мух, комаров, уверенно обживающих человеческие поселения, а также не забыть пестрых и быстро размножающихся грызунов леммингов (В), густо населяющих тундру, тайгу, как, впрочем, и другие природные зоны. Плотность заселения территорий достигает у них 30 тысяч зверьков на квадратный километр, за сутки лемминг съедает вдвое больше, чем весит сам, самка приносит до 40 детенышей в год. Не менее, чем тучи саранчи, сильное впечатление производят огромные количества леммингов, мигрирующих в попытке освоить новые территории, при этом они переплывают реки и, несмотря на большие потери, продолжают двигаться в общем потоке. Из-за этой особенности поведения леммингом называют человека, следующего настроению толпы и бездумно выполняющего чужие указания. Можно по-разному относиться ко всем этим представителям богатой земной фауны (кто-то развлекается тараканьими бегами, кто-то держит дома и приручает крысу; возможно, дело дойдет и до домашнего ансамбля поющих комаров в банке), но не стоит забывать, что в их числе есть переносчики малярии, чумы, туляремии и других опасных инфекций. Об этом напоминают и новейшие медицинские термины, в частности «птичий грипп».

ДЧР. То, что вы сейчас говорили, наверняка сказал бы и страус, если бы умел говорить.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ СЕРЬЕЗНЫМ ОПАСНОСТЯМ ПО МЕТОДУ СТРАУСА. Согласно распространенной легенде, страус при появлении опасности зарывает голову в песок и думает, что все в порядке. Поэтому, если кто-нибудь отворачивается от своих проблем, то говорят, что это *страусова политика*.

Голоса. Вы нас неправильно поняли... Мы не прячем голову в песок... Просто не хочется панику устраивать... А про опасности, конечно, знать нужно... Чтобы врасплох не застали.

ДЧР. Ну что ж, будем считать, что вы не принимаете советы страуса и готовы серьезно задуматься о предупреждении динозавров. Поэтому я попробую коротко сказать о том, что реально угрожает нашей жизни на Земле и как можно от этого защититься.

Но сначала одно общее замечание.

ДВЕ РАЗНОВИДНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО БОГАТСТВА. Просматривая все, чем владеет современный человек, и пытаясь понять, откуда он все это взял, можно ограничиться привешиванием табличек двух типов: «Нашел в готовом виде» и «Придумал и сделал». Ясно, что рыба в морях, деревья для костра, съедобные грибы, уголь и нефть — все это «Нашел...», ну а пила, топор, автомобиль, парус, радиоуправляемые роботы на поверхности Марса, зажигалка, «Боинг-737» на 500 пассажиров — это уже, конечно, «Придумал и сделал». Правда, в огромном втором разделе надо бы ввести еще одну табличку: «Разобрался и сделал». Потому что для мно-

го созданного человеком простое «Придумал» уже недостаточно. Про молоток, электрическую лампочку и даже про первый автомобиль еще можно сказать, что их придумали, изобрели, но какой-нибудь нынешний «вольво», пробежавший без серьезного ремонта 400 тысяч километров, создан не только изобретателями, конструкторами и технологами. Он появился на фундаменте глубоких научных исследований, и его невидимые миру соавторы — люди науки, теоретики и виртуозы эксперимента. Ну а такие шедевры, как цветной телевизор или атомная электростанция, — это уже в чистом виде творение наук, здесь все началось с изучения природы вещей и лишь после этого доводилось инженерами до рабочих чертежей.

Голоса. Открыли электрон — появилась электроника... Химию не забудь — любые краски, лекарства, бензин... А рентген? Все видно, что у тебя внутри... Все это с науки начинается...

ДЧР. То же самое можно сказать о нашей способности спастись от стихии. В какой-то мере люди справляются с ней благодаря природной сноровке, сообразительности. Но совсем иные возможности выживания появились, когда человек начал глубоко изучать устройство мира, развил науки. Это хорошо видно на примере метеоритной опасности, с которой я, пожалуй, начну.

ФРАГМЕНТЫ ЧЕРНОГО СПИСКА: ВОСЕМЬ ОПАСНОСТЕЙ, УГРОЖАЮЩИХ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ. Начну, как обещал, с метеоритной опасности, скорее всего, именно ее жертвой стали зывающие к нам динозавры. ➔

1. Метеоритная опасность. Если не очень крупное, даже стометровых размеров, небесное тело ударит по Земле — неприятности будут огромные. Особенно если попадет оно в густонаселенный регион, а если в город — даже подумать страшно. Еще в начале прошлого века подобная катастрофа считалась неотвратимой. Сегодня создаются системы, которые могут отвести космический «снаряд» от Земли, сместить его траекторию. Это сделают ракеты с мощными ядерными зарядами, их наведут на цель сверхбыстрые компьютеры, получая информацию от сверхдальнобойных и сверхточных радиолокаторов.

Светлана. Неужели этим правда кто-то занимается?

Перец. И когда все это будет?

ДЧР. Занимаются этим серьезные люди, кое-кого я хорошо знаю, уже есть немало научных публикаций. Ну а на твоё вполне понятное «когда?» ответ даст восьмой, последний в моем коротком списке рассказ об опасностях, о которых нам не нужно забывать.

2. Изменение климата. Из-за разного рода природных явлений, скажем из-за движения континентов или смещения полюсов Земли, климат меняется очень медленно. Но из-за непродуманных действий человека могут произойти достаточно быстрые его изменения и, конечно, в худшую сторону. Например, в некоторых странах промышленности, транспорт выбрасывают в атмосферу слишком много ТАП — термодинамически активных примесей. Если не остановить это безобразие, то из-за сильного парникового эффекта климат заметно потеплеет, растают ледники и уровень Мирового океана поднимется на 80 метров.

Сергей. Это не ошибка? Это же высота 30-этажного дома... Может быть, на 8 метров, а не на 80?

ДЧР. Подъем Мирового океана даже на 8 метров очень опасен, но при вполне реальном загрязнении атмосферы именно на 80 метров могут подняться все океаны и моря, огромные территории окажутся под водой; в частности, полностью будут затоплены такие страны, как Бельгия и Голландия, большая часть Франции, Великобритании,



Рисунок из рабочих тетрадей Феди.

Соединенных Штатов, огромные территории в Азии и Африке.

Катя. Ужасно!.. Это просто какой-то всемирный потоп.

Маша. Неужели нельзя запретить заводам выбрасывать в воздух эти отвратительные примеси?

ДЧР. Ответ — в нашем восьмом рассказе.

3. Энергетический голод. Мы щедро сжигаем уголь, нефть, уран, а их запасы в земных недрах ограничены. Нефти, говорят, хватит на 20—30 лет. Вы себе представляете, что произойдет в таких автомобильных странах, как Франция, Германия или Соединенные Штаты, если в мире кончится нефть и ничего другого взамен придумать не успеют?

Паша. Будем ездить автобусами.

Зурик. Автобусам тоже, между прочим, бензин нужен.

Маша. И самолеты без заправки не летают.



Рисунок из рабочих тетрадей Кати.

ДЧР. Физики, инженеры много сил тратят, чтобы создать другие, как их называют, альтернативные источники энергии (от латинского альтерна — один из двух). Но успеют ли они закончить свое непростое дело до того, как окончатся запасы нефти? Ответ все там же — в нашем восьмом рассказе.

4. Истощение ресурсов. Бывает, посмотришь в шкафы на кухне и в холодильник — все как-то сразу кончилось, и молока, и сахар, и сыр и даже соль, которой вроде было много. Пора бежать в магазин. Мы сейчас потребляем много всяких земных богатств, не то, что в каменном веке; промышленности нужны практически все элементы таблицы Менделеева, а некоторых в земной коре очень мало — в магазин здесь не побежишь. Но особо грустно смотреть, как уходит другое богатство — плодородные земли. Во многих местах планеты их съедают наступающие пустыни, а что они могут натворить — мы хорошо знаем по примеру африканской пустыни Сахара, на месте которой когда-то были тропические леса. С этой бедой тоже надо что-то делать, но удастся ли? Ответ все в том же восьмом нашем рассказе.

5. Ухудшение среды обитания. Когда из города приезжаешь домой, в Дельфиновку, то сразу чувствуешь — совсем другой воздух, совсем иначе дышится. А ведь во многих странах в городах живет большая часть населения — где 70 процентов, где 80 и даже все 90. Биохимия нашего организма рассчитана на определенный химический состав воздуха, воды, пищи, и многие изменения этого состава очень опасны — они приводят к болезням, сокращают продолжительность жизни. Какой-то умный человек, сейчас не вспомню кто, глядя на дымящие заводские трубы, заметил: «Или человек победит этот дым, или этот дым победит человека». Думая о том, чем закончится наша «война с дымом», полезно познакомиться все с

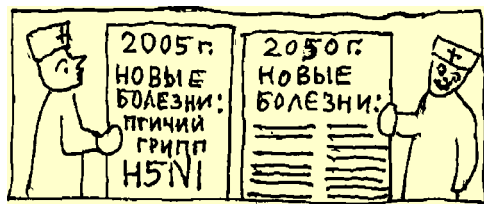


Рисунок из рабочих тетрадей Паши.

тем же восьмым рассказом, до которого уже буквально рукой подать.

6. Наши опасные соседи. Когда люди только начинали свою жизнь на планете, то наибольшую опасность для них представляли крупные животные, хищники. Сейчас, разумеется, этой опасности нет. Более того — победив хищников, человек кого-то из них уничтожил полностью как биологический вид. Очень может быть что именно так около миллиона лет назад исчезли мамонты, главный объект тогдашней охоты и, так сказать, главный пищевой продукт.

Сегодня одна из возможных биологических опасностей — мелкие животные, в частности грызуны, которые в огромных количествах живут рядом с человеком и чрезвычайно быстро размножаются. Одна крыса, например, несколько раз в году может произвести от 4 до 12 крысят. Через 10 лет ее потомство составило бы 200 тысяч, а через 70 лет — более 10^{40} , — невысказанное количество.

Андрей. Такая масса крыс, если толпой пойдет, я думаю, весь земной шар покроет.

Маша. Видеть их не могу, ужас какие противные.

ДЧР. Реальные цифры значительно меньше, так как крысы живут в среднем три года, но все равно малые животные могут преподнести большие сюрпризы, например как переносчики болезней. Количеством устрашает и другая группа мелких животных — насекомые.

Маша. А что, комары и мухи это тоже животные?

Никита. А по-твоему, это растения?

ДЧР. По некоторым расчетам, в мире 10 миллиардов миллиардов насекомых, на каждого человека приходится примерно два миллиарда.

Голоса. Вот это да-а-а... Представляю, если на меня нападут два миллиарда муравьев... Сожрут за минуту... Все эти жучки еще и другой вред приносят — листья объедают... Моль целую шубу может скушать... А саранча просто тучами летает, говорят, 20 лет назад она весь хлеб в нашем районе съела...

ДЧР. Сейчас известно около 900 тысяч видов насекомых, примерно в 2 раза больше, чем разновидностей всех остальных животных. А вместе с еще не открытыми насекомыми их, по разным оценкам, должно быть от 2 до 30 миллионов видов. Вредных насекомых вроде бы не очень много, всего 3 тысячи видов (из 900 тысяч), но вред они приносят вполне ощутимый. Деловые американцы подсчитали, что их страна ежегодно теряет 8 миллиардов долларов из-за насекомых.

Саша. За этими «друзьями», за грызунами и насекомыми, нужно все время следить. А то и вправду появятся вдруг миллиарды каких-то новых жучков и всю растительность на земном шаре за неделю сожрут. Вот тогда настоящая катастрофа и начнется.

Жора. А еще эта мелкая шушера переносит болезни, а болезни, особенно новые, огого каких бед могут натворить.

ДЧР. Молоток испортить трудно: так ударил — хорошо, иначе стукнул — тоже работает. Другое дело — современный пневматический молот с электронным управлением: какая-нибудь мелочь испортится, и вся огромная машина станет. Вот так и наш организм — он очень уязвим из-за своей сложности.

7. Болезни. Наш организм сам успешно борется с болезнями, мы поговорим об этом позже, в лекции «Могучие силы иммунитета». Да и современная медицина очень сильна. Но даже в наше время мы видим, как появляется новая болезнь и какое-то время бороться с ней никто не умеет, — к примеру, птичий грипп или СПИД. Будет большая беда, если такая болезнь начнет распространяться, как эпидемия (в переводе с греческого — *повальная болезнь*), то есть лавинообразно — один больной заразил 10 человек, каждый из них еще 10, и уже оказалось 100 зараженных, затем 1000, дальше 10 000, 100 000, миллион и так далее. В истории бывало, что в эпидемиях тяжелых болезней погибали многие миллионы людей, разрушались целые государства. Так, например, известные страшные, опустошительные эпидемии чумы в Древней Греции и оспы в Древнем Риме. В основном из-за эпидемии чумы рухнула Византийская империя. Примерно 800 лет назад эпидемия чумы охватила Европу, Африку, Азию и унесла 60 миллионов жизней, а это примерно треть тогдашнего населения планеты. Уже сравнительно недавно, всего 85 лет назад, эпидемия «испанки» (разновидность гриппа) погубила 30 миллионов человек. Кстати, эпидемия рассматривалась как одна из возможных причин гибели динозавров.

Зураб. Хотите правду? Страус — очень умная птица, и я тоже сейчас зарою голову в песок. Зачем про все это плохое думать? Зачем себе настроение портить? Зачем об этом плохом думать, если ничего сделать нельзя?

ДЧР. Почему же нельзя? Очень даже можно, и человечество уже давно выбрало правильный путь: нужно изучать, изучать и еще раз изучать устройство и работу живых систем, знать их в деталях, знать до мелочей, до каждой молекулы.

Светлана. Получится ли это? И когда? Успеем мы опередить природу, которая, может быть, уже готовит людям смертельный биологический удар?

ДЧР. Все зависит от того, когда люди, наконец, как-то решат проблемы, о которых говорится в нашем восьмом рассказе. Именно к нему я наконец-то хочу перейти.

8. Конфликты в обществе. Эту угрозу человеческому существованию на Земле я бы назвал самой опасной — она страшнее падающего метеорита или убывающих за-

пасов нефти. К тому же это, можно сказать, самая обидная опасность — ее создали сами люди. Вы уже, конечно, догадались, о чем идет речь, — человек действует против человека, люди воюют друг с другом, убивают друг друга, мешают друг другу делать полезные для всего человечества дела, бессмысленно разрушают огромные материальные ценности — жилые дома, дороги, нефтепроводы, электростанции, плотины, учат своих детей ненавидеть детей другого племени. Я думаю, и без этой лекции вы понимаете, насколько вреден и опасен конфликт «люди против людей».

Маша. Я уже давно поняла, что это такое «люди против людей», еще в детском саду. У нас там мальчик Вова был, так он все время кому-то какую-нибудь пакость старался сделать. Как Бармалей, все время думал — что бы такого сделать плохого.

Катя. Люди воюют не с наводнениями, не с опасными бактериями, а друг с другом — просто дикость какая-то!

Андрей. Это не только очень обидно. Это глупо. Два умных человека что-то делают друг против друга. Кто выиграл? Никто — оба проиграла, оба, оказывается, дураки. А вместе, дружно — о-го-го сколько могли бы сделать!..

ДЧР. Мне все же хотелось бы добавить несколько слов к этому вашему пониманию самого главного.

КАК И ВО МНОГОМ ДРУГОМ, ЧЕЛОВЕК СИЛЬНО ПОДНЯЛСЯ (ЗДЕСЬ ПРАВИЛЬНЕЕ СКАЗАТЬ — ОПУСТИЛСЯ) В ОБЛАСТИ ВНУТРИВИДОВЫХ КОНФЛИКТОВ — ИХ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ, ЖЕСТОКОСТИ И ПОЛНОЙ БЕССМЫСЛЕННОСТИ. Внутривидовые конфликты, или, проще говоря, конфликты между близкими, родственными животными или растениями, — обычное явление. Олени дерутся из-за самки, стая шакалов старается отвоевать у родичей хорошую территорию для охоты. Даже сосны в лесу, оказавшись рядом, пытаются побыстрее подняться выше соседей и разрастись, чтобы собрать побольше солнечного света.

Какие-то конфликты наверняка были и у древнейших людей, но особо серьезно люди стали враждовать примерно 10 тысяч лет назад, когда произошла неолитическая революция. В те времена человек, в основном перебив мамонтов, от охоты и собирания плодов перешел к животноводству, к выращиванию хлеба — началась борьба за плодородные земли. Кроме того, появилась масса дел, которые можно было поручить другим людям, — отсюда и пошла войны с целью захватить пленных и превратить их в бесправных рабов. С тех древних времен на планете Земля войны практически не прекращаются. Это всегда бессмысленные и жестокие войны, где главная задача — убить человека и запугать остальных, подавить их сопротивление.

Федя Ли. И всегда, в любой конкретной войне, кто-то агрессор (от латинского *agressio* — нападение), проще говоря, кто-то начинает войну, нападает, а кто-то вынужден защищаться.

ДЧР. А может ли один какой-нибудь агрессор или какая-нибудь одна конкретная



Рисунок из рабочих тетрадей Маши.

война привести к гибели всей человеческой цивилизации? Как вы думаете?

Саша. Лет пятьдесят назад ответ точно был бы «нет», а сегодня приходится ответить «да» — сегодня слишком большими силами может управлять один человек, а люди бывают разные.

Светлана. Появится в какой-нибудь стране безумный диктатор, разозлится на кого-нибудь и, не думая, нажмет кнопку — начнет ядерную атаку. А там пойдет...

Сергей. А еще есть химические бомбы: кто-то захочет отравить соседнюю страну и нечаянно отравит весь мир — эпоха человека разумного закончится.

Жорик. И не забудьте про бактериологическое оружие. Выведет микробов какой-нибудь новой неизлечимой чумы, и она за неделю свалит всех на свете людей. Все погибнут. До одного — как динозавры когда-то. Никого не останется — ни английских лордов, ни малайцев, ни малайцев, ни китайцев.

Катя. Раньше из-за чего воевали? Земли не хватало хлеб выращивать, рабов хотели захватить и чужие города с квартирами. Но сейчас продуктов столько разных — в магазин заходить страшно. И дома в двадцать этажей чуть ли не за месяц строят. А рабы вообще никому не нужны — машины все делают лучше. Сегодня во всем мире люди могут жить как люди — не обманывать друг друга, не отбирать чего-нибудь друг у друга и тем более друг друга не убивать. Но весь мир, как и раньше, воюет, и все в проигрыше.

Перец. Ты, Катерина, молодец, все очень правильно объяснила. Только зачем? Что лично мы можем сделать? Мы не президенты, не резиденты, а всего лишь дэзеровские студенты. Кто нас будет слушать?

Маша. Я про эти ужасные внутривидовые конфликты еще в детском саду все поняла, когда Вовочка всем нам жизнь портил. Но только люди нашего возраста и вправду — что могут сделать? Ни че-го!..

ДЧР. А вот с этим я не согласен. Категорически. Больше того, я на 150 процентов уверен — именно люди вашего возраста могут сделать нечто очень важное и, может быть, даже Самое Важное, чтобы человек справился с неприятностями, о которых заставляет думать предупреждение динозавров.

Следующая лекция будет посвящена некоторой волшебной силе, которая настойчиво напоминает: наш мир — это не только удивительные конструкции белковых молекул, персональные компьютеры и разбегающиеся галактики.



ВОЛШЕБНАЯ СИЛА ИСКУССТВА (из лекции 19, продолжения лекции 8).

ДЧР. Сейчас вы еще раз убедитесь в том, что мы с вами правильно поступили, разделив лекцию, посвященную искусству (Л-8), так же как и лекцию, посвященную математике (Л-2), на несколько частей и получив тем самым возможность наилучшим образом связать эти две исключительно интересные и особо важные темы с другими нашими лекциями. Сейчас, в очередном фрагменте лекции об искусстве, в качестве иллюстраций к лекции «Предупреждение динозавров», вам будут представлены работы трех замечательных живописцев: Карла Павловича Брюллова (1799—1852), Доменико Эль Греко (1541—1614) и Франсиско Гойи (1746—1828), а также стихотворение известного поэта советских времен Семена Кирсанова (1906—1972). Эти произведения высокого искусства, я уверен, заставят каждого из вас еще раз подумать о будущем человечества и о своем личном отношении к проблемам общества.

К. БРЮЛЛОВ. «ПОСЛЕДНИЙ ДЕНЬ ПОМПЕИ». «Нельзя пройти сии развалины, не почувствовав в себе какого-то совершенно нового чувства, заставляющего все забыть, кроме ужасного происшествия с сим городом», — писал К. Брюллов, готовивший в Помпеях эскизы к будущей картине. Представленная широкой публике в 1833 году, она была названа новым словом классической живописи, полотном, показавшим беспощадную стихию разрушения и людей, которые в роковую минуту забывают о себе ради помощи ближнему. «У Брюллова, — говорил Гоголь, — является человек для того, чтобы показать всю красоту свою, все верховное изищество своей природы»

Волшебная сила искусства начинается с того, что оно обращается ко всем и к каждому. Всмотревшись во всемирно известную теперь картину, каждый из вас наверняка сам откроет в ней что-то важное, и вы как-нибудь все вместе обсудите эти свои открытия. А поскольку я в вашем обсуждении, скорее всего, участвовать не буду, позвольте мне сейчас сказать несколько слов о том, какая, как мне кажется, есть связь между предупреждением динозавров и страшной

трагедией, в которой 24 августа 79 года (почти 2000 лет назад) при извержении Везувия были уничтожены южные итальянские города Помпеи (иначе — Помпея) и Геркуланум, расположенные у подножья вулкана. Оба города оказались залитыми почти 20-метровым слоем раскаленной лавы и застывшей смеси пепла, камней и горячего грязевого потока. Похороненные Помпеи были случайно обнаружены много столетий спустя и постепенно раскопаны археологами.

В Помпеях проживало около 23 тысяч человек. Как вы думаете, сколько из них погибло во время землетрясения?

Голоса. Все, наверно, и погибли, бедняги... На картине видно, какая страшная сила двинулась на город... Голубое итальянское небо стало черным... Вулкан дыхнул огнем... Каменные колонны сдувало... Все погибли... Может быть, вырвалось человек десять... Ну пусть сто — не больше...

ДЧР. В Помпеях, по подсчетам археологов, погибли две тысячи человек и более 20 тысяч спаслись. Они, видимо, покинули город, когда извержение только началось и стало ясно, что надвигается смерть...

Маша. Почему же остальные две тысячи тоже не ушли?

Перец. Об этом сейчас уже никто не расскажет.

Катя. Кто-то, возможно, не смог вырваться из города, кто-то не решился бросить свой дом, свое имущество, а кто-то просто решил, что все обойдется — пошумит и перестанет.

Андрей. Понадеялись итальянцы на какой-нибудь свой итальянский «авось».

Саша. Люди как люди.

Зурик. Это очень опасно, если человек знает про опасность и уговаривает себя, что ничего страшного, что все обойдется. Вроде дурных пацанов, которые прячутся в кустах и курят сигареты.

ДЧР. Есть еще одна похожая опасность — жить весело и приятно, просто не думая об опасностях. И вообще не думая о чем-либо серьезном.

Ф. ГОЙЯ. «СОН РАЗУМА РОЖДАЕТ ЧУДОВИЩ». Один из признанных классиков мировой живописи Франсиско Гойя в своем неповторимом стиле воспевал красоту человека, праздничность и радость жизни. Но, будучи человеком чести, он яростно, с испанским темпераментом изобличал пороки общества и в том числе жестокость и бессмысленность войны людей с людьми (восьмое напоминание динозавров). Об этой стороне творчества Гойи напоминают невиданные открытые полотна «Восстание 2 мая 1808 года в Мадриде» и «Расстрел повстанцев в ночь на 3 мая 1808 года», а также альбомы *офорт*ов (от французского *о-форт* — соляная кислота, рисунки кислотой на листе металла, с которых потом, как с типографской фор-



мы, делают от-
тиски на бума-
ге) «Капричос»
(80 листов с
комментария-
ми автора) и
«Бедствия вой-
ны» (82 листа).

Вам пред-
ставлен широ-
ко известный
офорт «Сон
разума рожда-
ет чудовищ» из
альбома «Кап-
ричос». Мысли
о судьбе дино-
завров должны
пробудить нас
с вами от сна,
напомнить, что

каждый человек, если он Человек, должен думать не только о том, какие штаны вложить в чемодан, отправляясь в отпуск, но и о будущем человечества.

Д.ЭЛЬ ГРЕКО. «АПОСТОЛЫ ПЕТР И ПАВЕЛ».

Эта картина выбрана иллюстрацией к рассказу «Предупреждение динозавров» потому, что она как бы обращается к каждому из нас с вопросом: «Каким ты хочешь быть в своем отношении к проблемам — личным и общечеловеческим?» Прямо на нас, глаза в глаза, смотрят апостолы (от греческого *апостолос* — *посол*), по преданию, ближайшие ученики и помощники Христа, то есть люди, призванные разъяснять и защищать идеи добра и мира. Но почему они такие разные, эти два прекрасных человека (по мнению серьезных исследователей, апостолы и сам Христос — реально жившие люди, как принято говорить, исторические личности, ставшие героями религиозных легенд), два проповедника общей идеи, — мягкий, стеснительный, очень добрый Петр и твердый, решительный Павел? Видимо, Эль Греко, создавая картину в последний год своей жизни, захотел и сумел показать две главные разновидности человеческого характера, оставив зрителю возможность самому вынести окончательное суждение о них. Но самое главное, что, несмотря на все различия, оба героя картины, каждый по-своему, посвятили свою жизнь созданию разумного и справедливого, как они считали, обще-

ства и оба за свою идею по-
гибли мученической смер-
тью.

Зурик. А вы, уважаемый ДЧР, сами за кого будете — за Петра или за Павла?

ДЧР.

Оба они мне очень понятны и оба близки, но, че-

стно скажу, мне ближе умеющий принимать решения и действовать, человек дела, Павел. Мне кажется, что именно такие люди (сами или во главе больших и малых коллективов) создали не только все материальные ценности нашего мира, но и все его духовные сокровища. Именно как убежденный сторонник Павла, я сейчас не в кафе «Лузановка» за кружкой холодного пива беседую с кем-либо из ваших родителей о проблемах образования, а здесь, с вами, пытаюсь, как могу, помочь вам сформировать картину мира.

А сейчас настал момент перейти от живописи и рисунка на другую территорию высокого искусства — в мир поэзии.

С. И. КИРСАНОВ. «ЧУДО». Стихотворение написано в 1961 году, в самый разгар холодной войны, когда великие державы, распаленные надуманной и лавинообразно растущей взаимной ненавистью и, к сожалению, не ознакомленные с напоминанием динозавров, в азарте чуть было не ввязались в очередное и, скорее всего, заключительное безумство человеческой цивилизации — в третью мировую (первую и последнюю термоядерную) войну. Заключительная строфа, то есть заключительные четыре строки стихотворения, будут научно обоснованы в последующих лекциях, а пока эти строки рекомендую запомнить всем, включая государственных руководителей высокого ранга.



СЕМЕН КИРСАНОВ

ЧУДО

*Мой родной, мой земной,
мой кружащийся шар!
Солнце в жарких руках,
наклонясь, как гончар,*

*вертит влажную глину,
с любовью лепя,
округляя, лаская,
рождая тебя.*

*Керамической печью
космических бурь*

*обжигает бока
и наводит глазурь,*

*наливает в тебя
голубые моря,
и где надо, — закат,
и где надо, — зоря,*

*И когда ты отделан
и весь обожжен,
солнце чудо свое
обмывает дождем*

*и отходит за воздух
и за облака
посмотреть на творение
издалека.*

*Ни отнять, ни прибавить
такая краса!
До чего ж этот шар
гончару удался!*

*Он, руками лучей
сквозь туманы света,
дарит нам свое чудо:
— Бери, мол, дитя!*

*Дорожи, не разбей:
на гончарном кругу
я удачи такой
повторить не смогу!*

1961