



ISSN 0028-1263

НАУКА И ЖИЗНЬ

II 2013 ● Наши представления о природе верны, и это стоит «Нобеля» ● Считать, что отправлять деньги в космос означает выбрасывать их, — неправильно ● Неужели человеческие органы можно и выращивать, и собирать, как конструктор? ● «Гонка вооружений» подхлёстывает прогресс ● Дети любят львов или боятся?



● ПО МОСКВЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ



(См. стр. 56.)

В н о м е р е :

Нобелевские премии 2013 года

- А. ПОНЯТОВ, канд. физ.-мат. наук — **Последний камень в основании Стандартной модели** (Нобелевская премия по физике) 2
- Ю. СМЕРНОВА — **Секреты внутриклеточной логистики** (Нобелевская премия по физиологии и медицине) 4
- В. ЕРЁМИН, докт. физ.-мат. наук — **Компьютерный облик химии** (Нобелевская премия по химии) 7
- В. ПТУШЕНКО, канд. физ.-мат. наук — **Частицы квантово-ньютоновской мозаики** 8

Кунсткамера 10, 68

Вести из институтов, лабораторий, экспедиций

Т. ЗИМИНА — Лазер измеряет сахар у диабетиков (11); Сколько науки в космическом эксперименте? (22); Азовское море — генератор топлива (24). М. ПЕТРОВ — Титановые импланты с «узором» (23).

- И. АНДРЕЕВ, канд. ист. наук — **Взлёты и падения династии Романовых** 12
- Е. КОНСТАНТИНОВ — **Куда растут ветки?** 26
- О чём пишут научно-популярные журналы мира 31
- Н. ЛЕСКОВА — Академик Николай Кардашёв: «Люди должны уметь мечтать» 34
- С. ТРАНКОВСКИЙ — **Зачем нужен радиотелескоп на орбите** 36
- Бюро научно-технической информации 40, 55
- А. ЧУГУНОВ, канд. физ.-мат. наук, А. ВАСИЛЕВСКИЙ, канд. хим. наук — **Эволюционная «гонка вооружений»: нейротоксины против ионных каналов** 42
- Подписка на журнал «Наука и жизнь» 49
- Е. КОНСТАНТИНОВ — **Связанные одной цепью** 51
- Новые книги 55
- З. КОРОТКОВА — «Сен-Жерменское предместье» 56
- Бюро иностранной научно-технической информации 58
- В. МИРОНОВ — **Биопечать вместо донорских органов** 62
- В. ГУЛЯЕВ, докт. ист. наук — **Скифы. Что мы знаем о них** 70

«УМА ПАЛАТА»

Познавательный-развивающий
раздел для школьников

Н. ГОРЬКАВЫЙ — Сказка об учёном Архимеде, который стоил целой армии (81). Ю. ФРОЛОВ — Синий... как рак (89). С. ТРАНКОВСКИЙ — Капля и камень (90).

Памяти Игоря Константиновича

- Лаговского 92
- И. ЛАГОВСКИЙ — **Благородных упражнений изустные преданья...** (отрывок из новой книги) 93
- Т. ИЛЬИНА, канд. биол. наук — «Бабочки садов Нептуна» 106
- В. МАКСИМОВ — **Из истории фамилий** ... 110
- Внимание: фотоконкурс «Отражения» 112
- Т. ПАНОВА, докт. ист. наук — **Безликое русское Средневековье...** 114
- Фотоблокнот 119
- Математические досуги 120
- А. ШЕЛУДЧЕНКО — «Штрих и слово» 122
- Н. КУЗЬМИН — **Полынные ночи** (рассказ) ... 124
- Наука и жизнь в начале XX века 127
- Ю. РЯЗАНЦЕВ — **Царь зверей попал в рейтинги** 128
- Е. ГИК, мастер спорта по шахматам — **Компьютеры и гроссмейстеры** 130
- Ответы и решения 134
- Маленькие хитрости 135
- Кроссворд с фрагментами 136
- Ю. ФРОЛОВ — «Есть за границей контора Кука...» 138
- М. КОСТЫРЯ, канд. искусствоведения — «Зашифрованные» портреты 139

НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Симпатична или страшна? Львица на охоте. Ботсвана, дельта реки Окаванго, май 2008 года. Фото Н. Домриной. (См. статью на стр.128.)

Внизу: Франсуа Энглер и Питер Хиггс — обладатели Нобелевской премии по физике 2013 года. Фото: AFP. (См. статью на стр. 2.)

2-я стр. — «В Плотниковом переулке». Картина народного художника РСФСР Е. И. Куманькова, создавшего живописную летопись Москвы. (См. статью на стр. 56.)

3-я стр. — Что можно разглядеть на «Аллегорическом семейном портрете» Яна де Брая и на полотнах других голландских живописцев? Ответы в статье на стр. 139.

4-я стр. — «Отражения». Новый фотоконкурс «Науки и жизни» анонсируют фотографии Л. Синицыной. (См. стр. 112.)

В этом номере 144 страницы.



НАУКА И ЖИЗНЬ®

№ 11

НОЯБРЬ

Журнал основан в 1890 году.

Издание возобновлено в октябре 1934 года.

2013

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ



Фото: АРР.

ПОСЛЕДНИЙ КАМЕНЬ В ОСНОВАНИИ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

Захватывающая эпопея с поиском и открытием бозона Хиггса завершилась логичным финалом. Нобелевская премия по физике 2013 года присуждена бельгийцу Франсуа Энглеру и англичанину Питеру Хиггсу «за теоретическое открытие механизма, который способствует нашему пониманию происхождения массы субатомных частиц и который недавно был подтверждён открытием предсказанной фундаментальной частицы, экспериментами ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе».

В последние десятилетия бозон Хиггса, гипотеза о существовании которого была выдвинута в 1964 году, стал «культовой» элементарной частицей, предметом широкого обсуждения не только в профессиональной среде, но и среди людей, далёких от физики. В немалой степени всеобщему интересу способствовал запуск Большого адронного коллайдера, одной из главных задач которого и был поиск неуловимой частицы.

Бозон Хиггса крайне необходим современной физике. Это не просто ещё одна элементарная частица: её обнаружение позволило закрыть последнюю дыру в экспериментальном обосновании электрослабой теории (Нобелевская премия 1979 года), являющейся частью Стандартной модели — теории устройства нашего мира на микроуровне. Все

остальные её положения уже прошли экспериментальную проверку. В частности, предсказанные в 1967 году переносчики слабого взаимодействия W- и Z-бозоны обнаружены ещё в 1983 году (Нобелевская премия 1984 года). Если было бы доказано, что бозон Хиггса не существует, то потребовался бы пересмотр Стандартной модели.

Открытие бозона Хиггса в 2012 году подтвердило не только важный сам по себе механизм формирования массы частиц, но и принципиальную обоснованность наших представлений о природе. Именно это и оценено Нобелевской премией.

Основополагающую роль в Стандартной модели играет понятие симметрии, означающее, что при определённом преобразовании параметров системы не происходит изменения её законов. Например, одинаковость законов физики в разные моменты времени — это временная симметрия, а в разных точках пространства — пространственная симметрия, или симметрия относительно преобразований координат. Математически это проявляется в том, что описывающие частицы уравнения не меняют свой вид (инвариантны) при преобразованиях. Помимо наглядной пространственно-временной симметрии были обнаружены и более сложные неочевидные симметрии для «цветовых», фазовых и других преобразований. В этом случае говорят о преобразованиях во внутреннем пространстве.

Очень важный момент — соответствие каждому виду симметрии своего закона сохранения. Так, временной симметрии соответствует закон сохранения энергии, а внутренняя симметрия электродинамики

● ЛЮДИ НАУКИ

Франсуа Энглера и Питера Хиггса на пресс-конференции в ЦЕРНе по случаю открытия бозона Хиггса. 4 июля 2012 года.

приводит к закону сохранения заряда. И наоборот, наличие закона сохранения означает наличие соответствующей симметрии. Наличие симметрий уравнений для частиц не только приводит к различным законам сохранения, но и определяет свойства взаимодействий, разрешённые моды распада частиц, времена их жизни и так далее. Именно это позволяет строго обосновать симметрии экспериментально.

С другой стороны, наличие симметрий служит запретом на свойства частиц, которые нарушают симметрию. Вот здесь и возникает одна из принципиальных проблем Стандартной модели: её экспериментально обоснованные симметрии запрещают существование масс у кварков, лептонов и частиц — переносчиков взаимодействий. Однако эксперимент однозначно показывает наличие масс у этих частиц, за исключением фотона и глюона.

Для решения проблем, связанных с симметриями, Ёитиро Намбу в 1960 году предложил так называемый механизм спонтанного нарушения симметрии (Нобелевская премия 2008 года), известный до этого в статистической физике, например, в теориях сверхтекучести и сверхпроводимости. Суть его в том, что взаимодействия, определяющие динамику физической системы (описывающие её дифференциальные уравнения), обладают одной, ненарушенной, симметрией, а основное состояние системы — иной симметрией. Другими словами, нарушение касается только начальных условий. Классический пример спонтанного нарушения симметрии — магнит, имеющий выделенное направление магнитного поля, в то время как уравнения Максвелла, описывающие электромагнитное поле, изотропны.

Термин «спонтанное», то есть самопроизвольное, здесь означает, что система сама выбирает несимметричное состояние в силу его энергетической выгоды.

В 1964 году Франсуа Энглер (совместно с умершим в 2011 году Робертом Браутом) и независимо от них Питер Хиггс предложили механизм приобретения массы бозонами в результате спонтанного нарушения симме-



трии. О нём также говорят как о нарушении электро-слабой симметрии.

Суть механизма в том, что всё пространство однородно заполнено особым полем, минимальная средняя энергия (конденсат) которого отлична от нуля и постоянна во времени и пространстве. В это поле, словно в вязкую среду, погружены все остальные частицы Стандартной модели. Но главным является особенность взаимодействия поля с движущейся частицей — оно не влияет на равномерное движение, но мешает ускорению тем больше, чем сильнее взаимодействие. Это означает, что частицы, взаимодей-

ствующие с полем (кварки, лептоны, W- и Z-бозоны), приобретают массу, пропорциональную силе взаимодействия с ним. Не взаимодействующие с этим полем фотон и глюон остаются безмассовыми.

Спонтанное нарушение симметрии заключается в том, что уравнения движения частиц симметричны, а начальное значение — ненулевая средняя величина поля — нарушает симметрию. В квантовой теории каждому полю соответствуют квантовые флуктуации, проявляющие себя как частицы. Частица данного поля и получила название «бозон Хиггса». Она тоже обладает массой, поскольку взаимодействует с собственным полем. Новое поле не должно выделять никакого направления в пространстве. Поля с таким свойством называют скалярными, и им соответствуют частицы с нулевым спином.

Несмотря на то что первая опубликованная работа принадлежит Р. Брауту и Ф. Энглера, механизм и бозон часто связывают с именем только П. Хиггса, который первым увидел, что теория предсказывает существование новой частицы с нулевым спином.

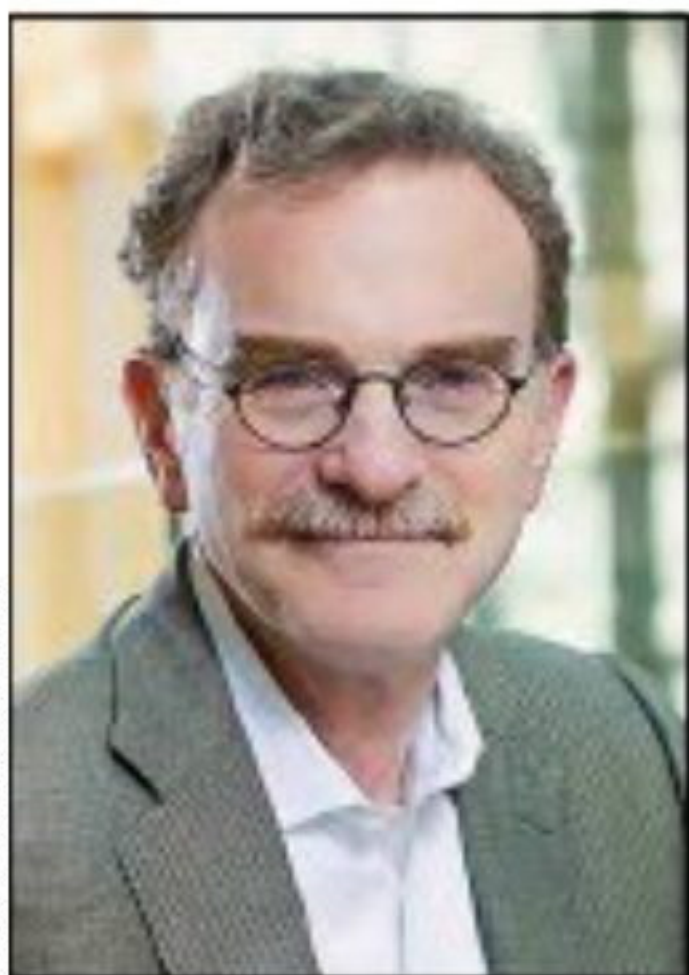
Кандидат физико-математических наук Алексей ПОНЯТОВ.

«Наука и жизнь» о бозоне Хиггса:

- Ройзен И. **Бозон Хиггса необходим!** — 1996, № 1.
 Лозовская Е. **Лоб в лоб на скорости света.** — 2008, № 8.
 Ройзен И. **Нобелевская асимметрия.** — 2008, № 12.
 Матвеев В. **Элементарные частицы. От электрона до бозона Хиггса.** — 2010, № 8.
 Рубаков В. **Долгожданное открытие: бозон Хиггса.** — 2012, № 10.
 Понятов А. **Хиггс открыт. Что дальше?** — 2013, № 10.

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ 2013 ГОДА

Фото: H. Goren. © HHMI



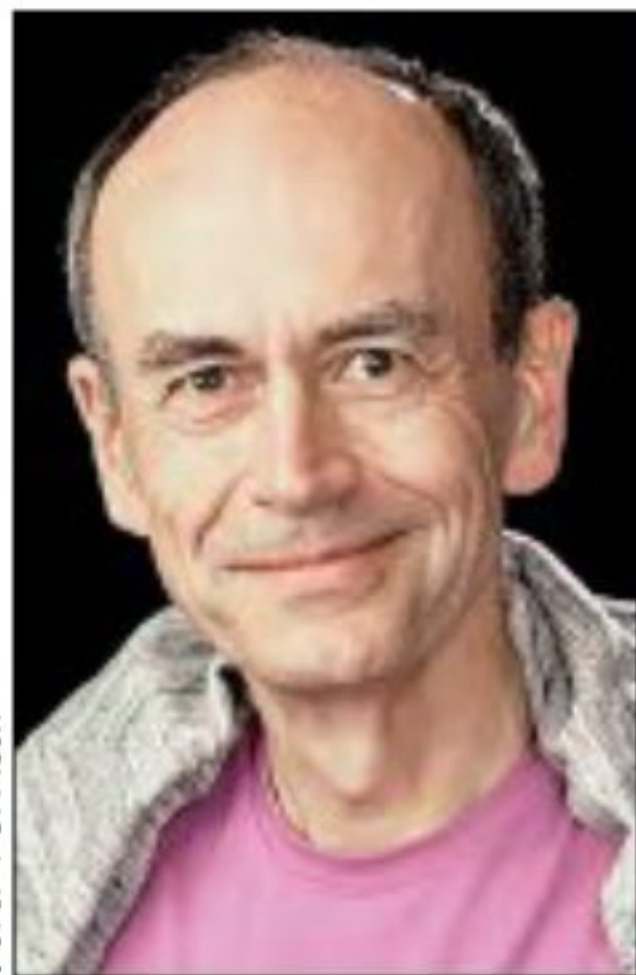
Рэнди Шекман. Родился в 1948 году в городе Сент-Пол, штат Миннесота, США. Закончив бакалавриат по молекулярной биологии в Калифорнийском университете Лос-Анджелеса, поступил в Стэнфордский университет на отделение биохимии, где попал в лабораторию Артура Корнберга. В настоящее время работает в Калифорнийском университете Беркли (США).

Фото: © Yale University



Джеймс Ротман. Родился в 1950 году в городе Хэйверхилл, штат Массачусетс, США. Путь в клеточную биологию начал с изучения физики в Йельском университете. В Гарвардском университете получил степень доктора в области биохимии. Работал в Стэнфорде, Принстоне и других научных центрах. В настоящее время профессор Йельского университета.

Фото: © S. Fisch



Томас Зюдоф. Родился в 1955 году в Гёттингене, Германия. В 1982 году закончил медицинский факультет Гёттингенского университета. Работал в Институте биофизической химии им. Макса Планка в Гёттингене. С 1983 года работает в США. В 2013 году стал членом консультативного совета Института биоорганической химии РАН (Москва).

СЕКРЕТЫ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ЛОГИСТИКИ

Лауреатами Нобелевской премии по физиологии и медицине 2013 года стали американские учёные Рэнди Шекман, Джеймс Ротман и Томас Зюдоф за исследования механизма регуляции везикулярного транспорта в клетках.

Устройство живой клетки без преувеличения — одна из величайших загадок природы. Благодаря работам, отмеченным в этом году Нобелевским комитетом, стало понятно, каким образом происходит обмен веществ внутри клетки и между отдельными клетками.

Одноклеточный эукариотический (имеющий ядро) организм не в пример сложнее одноклеточного прокариота — организма без ядра. Одно из отличий состоит в том, что пространство эукариотической клетки разделено на компартменты — отделы, выполняющие свои функции и отделённые от соседей и цитоплазмы внутриклеточными мембранами. Благодаря такому разделению внутри каждого компартмента может происходить синтез определённых молекул.

Чтобы синтезированная молекула могла попасть по назначению, она упаковывается в везикулу — крошечный пузырьрёк, образованный мембраной, в которую встроены белки, выполняющие функции «почтового адреса». Благодаря такой упаковке содержимое везикулы доставляется по назначению и точно в срок.

Механизм внутриклеточной почты работает на удивление слаженно. В человеческом и любом другом живом организме постоянно происходит множество различных процессов. Пока вы читаете эту статью, сердце перекачивает кровь, эритроциты переносят кислород к различным органам, глазные мышцы регулируют движение глаз по строчкам, опорно-двигательный аппарат обеспечивает поддержание положения тела

в удобной позе, — словом, организм живёт. И всё это происходит как бы само собой благодаря тому, что в клетках работают отлаженные за миллионы лет механизмы.

У нынешней Нобелевской премии есть солидная нобелевская история и преемственность.

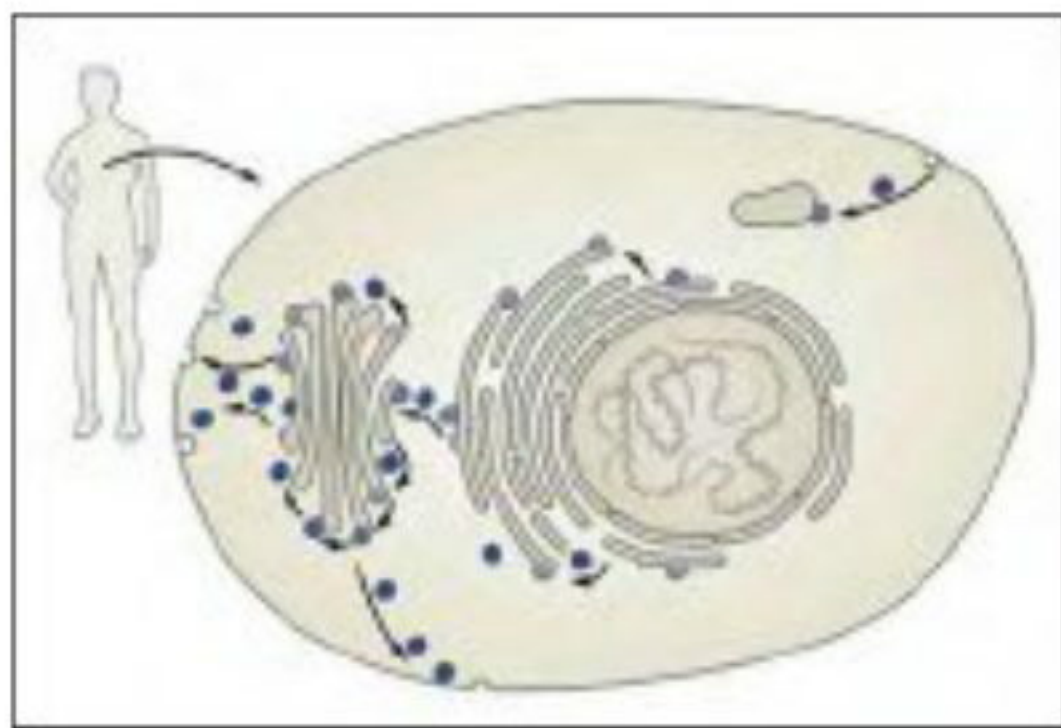
В 1974 году премия по физиологии и медицине была вручена «за открытия, касающиеся структурной и функциональной организации клетки» Джорджу Паладе, Кристиану де Дюву и Альберу Клоду. Именно Клод впервые исследовал клетку при помощи электронного микроскопа, и впоследствии благодаря электронной микроскопии было обнаружено, что транспорт молекул в клетке и между клетками происходит внутри мембранных пузырьков — везикул. Но каким образом клетке удаётся поддерживать такую сложную логистическую систему, ещё никто не понимал.

Тогда же, в 70-е годы прошлого века, только начинал свои исследования под руководством нобелевского лауреата 1959 года Артура Корнберга будущий нобелевский лауреат Рэнди Шекман. Его первоначальный интерес был направлен на изучение мембран млекопитающих. Но в то время ещё не было технологий, которые бы позволили изучать везикулярный транспорт в культурах клеток млекопитающих, и потому Шекман обратился к модельному организму — дрожжам (*Saccharomyces cerevisiae*). В общей сложности было обнаружено почти 50 генов, регулирующих образование везикул, их перенос, прикрепление к наружной мембране клетки и другие процессы.

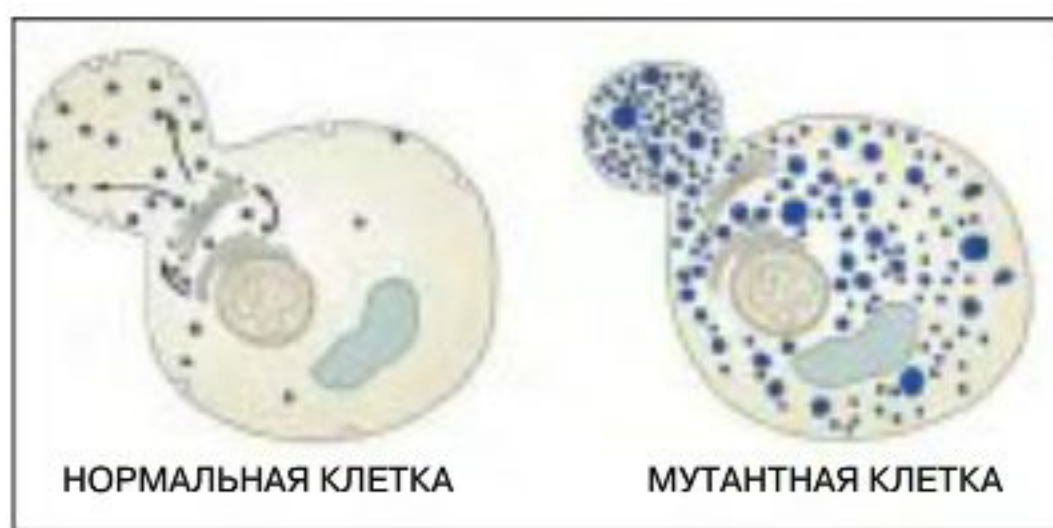
Гены, получившие названия *sec1*, *sec2*, *sec3* и т.д., удалось выявить у мутантных дрожжей, чья внутриклеточная транспортная система была нарушена и напоминала плохо работающий общественный транспорт: где-то все стоит в пробке, а где-то автобуса можно ждать часами.

Анализируя накапливающийся внутри клеток-мутантов секрет, Шекман разделил кодируемые открытыми им генами белки на три группы. Одни отвечали за транспорт внутри эндоплазматического ретикулума, другие — в аппарате Гольджи, третьи работали на экспорт — выносили содержимое везикул за пределы клетки.

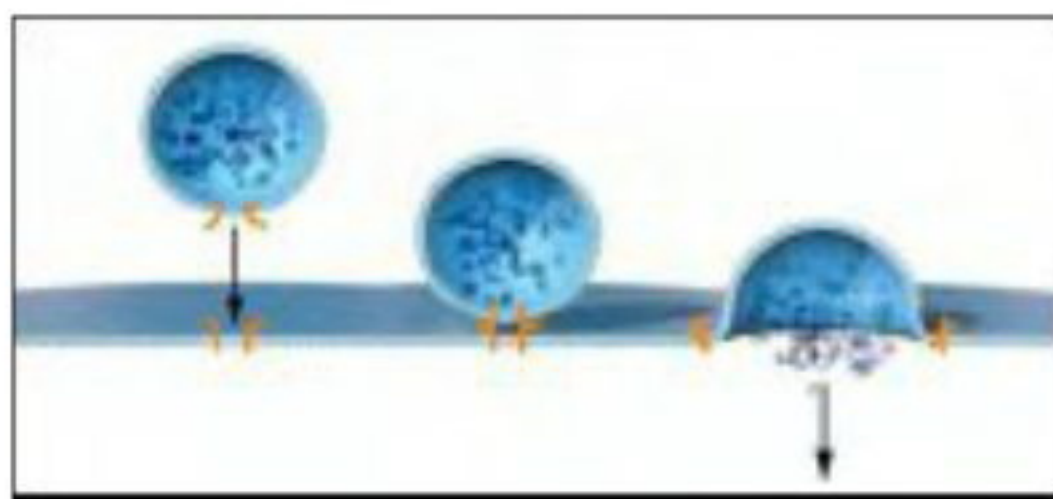
Джеймс Ротман двигался навстречу Шекману. Он начал исследовать белки, необходимые для успешного слияния мембраны везикулы и наружной мембраны. Ротман обнаружил, что точная доставка содержимого везикул возможна благодаря особому белковому комплексу (SNAP Receptor), состоящему из трёх компонентов: VAMP/синаптобrevин находится на поверхности



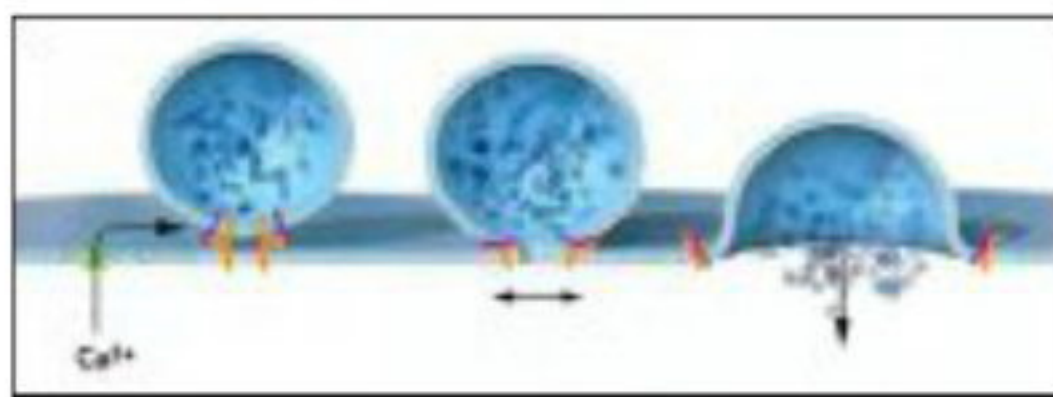
У клеток организма сложная структура. Органеллы, или компартменты, выполняют различные функции, в том числе производят необходимые для жизни молекулы. Эти молекулы упаковываются в пузырьки — везикулы и доставляются в нужное место внутри клетки или за её пределы.



Везикулярный транспорт регулируется специальными белками. Если синтез этих белков нарушен, например в клетках мутантных дрожжей, возникает внутриклеточный транспортный хаос.



Слияние везикулы с мембраной происходит благодаря специфическому белковому комплексу.



Передача сигналов между нервными клетками с помощью везикул управляется ионами кальция.

везикулы, а SNAP-25 и синтаксин работают в составе плазматической мембраны.

Оказалось, что некоторые гены, которые Шекман определил как ответственные за транспортную регуляцию у дрожжей, работают и у млекопитающих. Итогом стала первая совместная работа двух будущих нобелевских лауреатов о том, что ген *sec17* дрожжей кодирует функциональный эквивалент белка млекопитающих SNAP (так что всё-таки Шекман добился своего и выяснил, как везикулярный транспорт работает в клетках млекопитающих, пусть и через дрожжи). Впоследствии оказалось, что это универсальный эволюционный механизм и для грибов, и для животных, и для растений. В результате Ротману удалось сформулировать гипотезу, которая объясняет, почему везикулы сливаются с клеточными мембранами именно там, где нужно. Согласно этой гипотезе, слияние регулируют две группы рецепторов, находящиеся на мембране и везикулах: синтаксины и синаптобrevины.

Область интересов профессора Стэнфордского университета Томаса Зюдофа — взаимоотношение нервных клеток. Благодаря работам Шекмана и Ротмана стало понятно, как происходит передача сигнальных молекул и какие гены отвечают за процесс. Но каким образом доставка осуществляется точно в срок? Оказалось, что всё дело в ионах кальция: именно кальций служит сигналом, по которому белок везикулы связывается с мембраной того места, куда нужно доставить ценный груз. Зюдоф выяснил, что ключевую роль в слиянии везикулы с мембраной играют белки комплексина и синаптотажмин. Зюдоф работал на мышах, нокаутных по гену комплексина, у которых этот белок не синтезировался. Оказалось, что дефицит комплексина приводит к снижению активности всех синапсов. Канал, по которому содержимое везикулы проходит сквозь мембрану, открыт только тогда, когда ионы кальция связываются с белком на поверхности везикулы. Зюдоф работал с нервными клетками, и сначала его открытие касалось механизма передачи сигналов от одного нейрона к другому. Впоследствии оказалось, что это работает и для всех остальных клеток тоже.

Благодаря работе Шекмана, Ротмана и Зюдофа прояснилась природа неврологических заболеваний, диабета и иммунологических нарушений, ибо все они связаны с недостатком или переизбытком тех или иных веществ, которые либо не вырабатываются, либо не доходят до места назначения. К примеру, работа иммунной системы основана на том, что цитокины и

эффекторные молекулы вовремя доставляются к месту иммунного ответа.

Оказалось, что мутации в некоторых генах, отвечающих за везикулярный транспорт, приводят к тяжёлым заболеваниям. Так, мутации в гене *Munc18-1* вызывают некоторые виды эпилепсии. Ботулотоксин — сильнейший яд, вырабатываемый бактерией *Clostridium botulinum*, расщепляет синаптобrevин и синтаксин, что вызывает блокировку выброса нейромедиатора ацетилхолина и в итоге приводит к параличу и смерти.

Неужели можно сказать, что мы досконально разобрались в хотя бы крохотной части того сложнейшего механизма, который реализуется в жизни одной-единственной клетки? Разумеется, нет. И другие учёные, и сами новоиспечённые нобелевские лауреаты продолжают работу в этой области. Шекман ищет рецепторы, позволяющие осуществлять везикулярный транспорт между эндоплазматическим ретикуломом и аппаратом Гольджи. Зюдоф исследует роль синаптических белков в адаптивных изменениях мозга и их роль в возникновении шизофрении. Ротман изучает биофизику экзоцитоза — выделения содержимого везикул во внешнюю среду.

«Шекман, Ротман и Зюдоф, безусловно, получили Нобелевскую премию заслуженно, — отмечает декан биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета, доктор биологических наук Алла Давидовна Харазова. — Эта работа важна не только для фундаментальной науки, она имеет огромное прикладное значение. Везикулярным транспортом пользуются многие бактерии, протисты и другие патогены для проникновения в клетку. В ходе эволюции они выработали различные ухищрения, чтобы оставаться незамеченными клеткой-хозяином как можно дольше. Выяснив, как эти организмы манипулируют мембранными белками и другими ключевыми молекулами, мы сможем существенно продвинуться в лечении таких заболеваний, как туберкулёз, сальмонеллёз, туляремия. Мы на кафедре цитологии и гистологии давно следим за этой темой и уже в 1992 году включили в учебник «Основы общей цитологии» описание экспериментов Ротмана. Тогда это был настоящий прорыв. Но и сейчас, спустя годы и несмотря на самые современные методы исследований, наука ещё очень далека от понимания всего того, что кроется в живой клетке».

Юлия СМЕРНОВА.

Иллюстрации: Nobelprize.org.

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ПО ХИМИИ 2013 ГОДА



Фото: Harvard University.

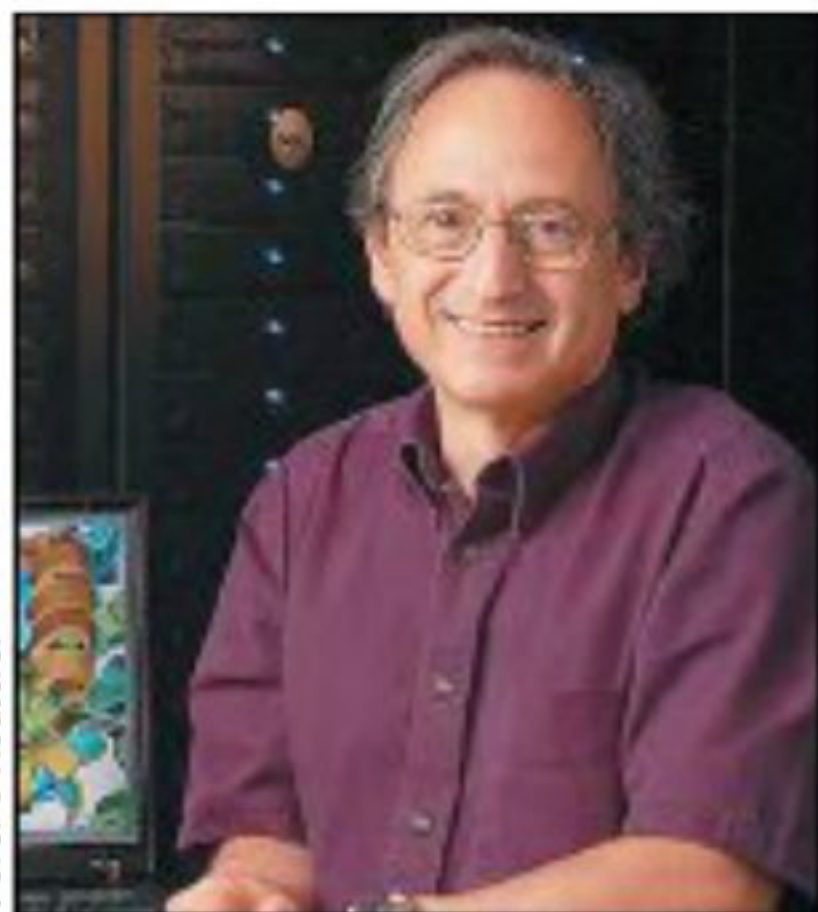


Фото: © Reuters.



Фото: Wikipedia Commons.

Нобелевские лауреаты по химии 2013 года (слева направо): Мартин Карплус (Martin Karplus, Страсбургский и Гарвардский университеты, Франция — США), Майкл Левитт (Michael Levitt, Стэнфордский университет, США) и Арье Варшел (Arieh Warshel, университет Южной Калифорнии, США).

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОБЛИК ХИМИИ

В ожидании Нобелевских премий 2013 года особое внимание было приковано к премии по химии, ведь среди номинантов — американский учёный российского происхождения Валерий Фокин, разработавший новые методы синтеза в органической химии. Шансы Фокина с учётом индексов цитирования оценивались весьма высоко, но премия досталась трём химикам-теоретикам — профессорам американских университетов Мартину Карплусу, Майклу Левитту и Арье Варшелю.

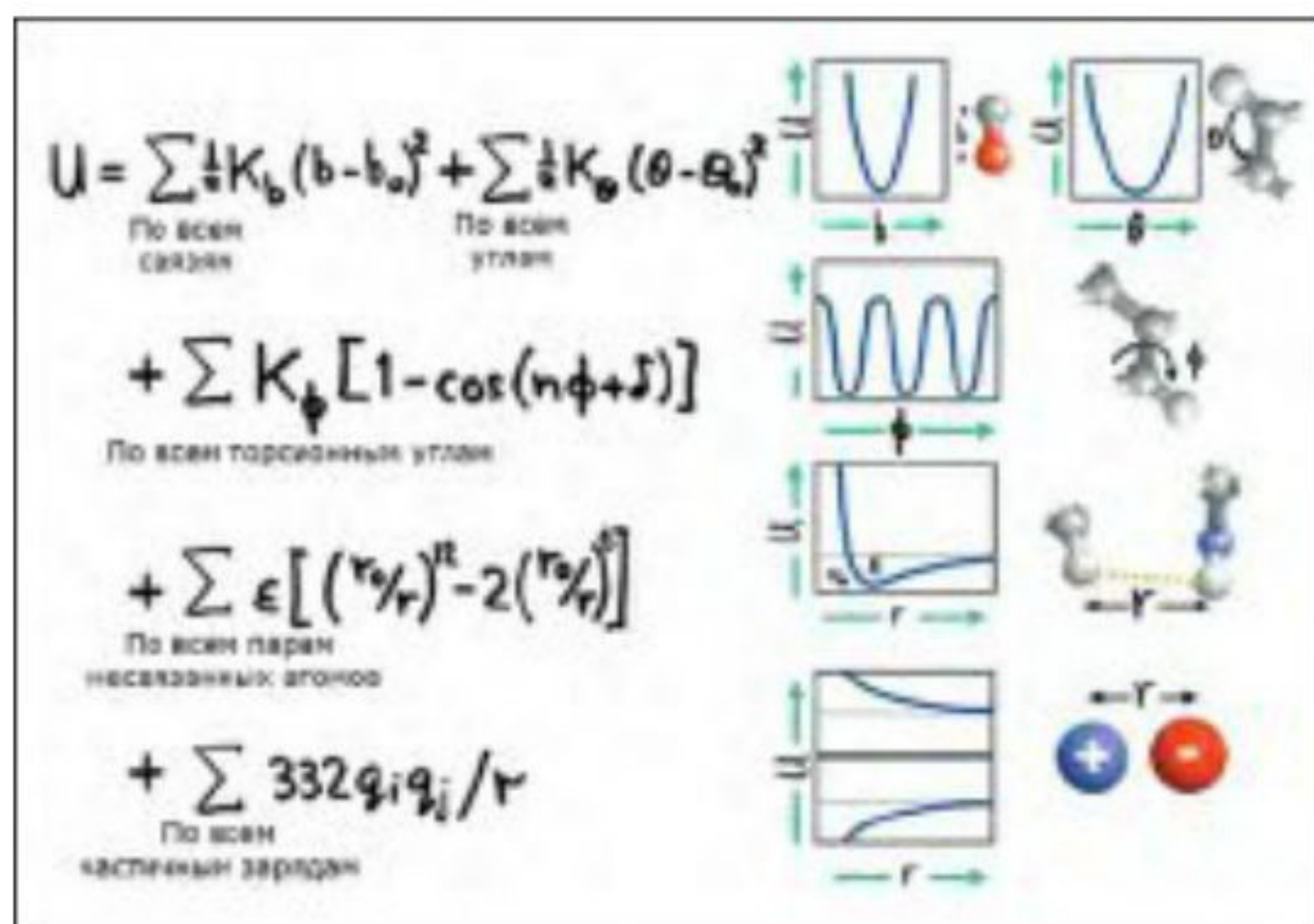
Точная формулировка Нобелевского комитета такова: премия 2013 года по химии присуждена «за создание многоуровневых моделей сложных химических систем». Фраза очень расплывчатая, попробуем в ней разобраться.

Что такое сложные химические системы? Это в первую очередь биологически активные молекулы — белки и нуклеиновые кислоты. Только сложные молекулярные системы могут выполнять те многочисленные функции, которые возложены на них Природой. Напомним, что ни одна химическая реакция в живом организме не идёт без участия биологических катализаторов — ферментов, представляющих собой белковые молекулы. Типичный белок содержит несколько тысяч связанных между собой атомов, в каждом из которых есть ещё несколько электронов, — всё это, вместе взятое, составляет очень «сложную химическую систему».

Как описать такую систему теоретически? Для этого берут имеющиеся экс-

периментальные данные и строят модель системы, которая соответствует этим данным. Если модель хорошая, то она содержит только небольшое число допущений, имеющих ясный физический смысл, но при этом охватывает все самые существенные свойства рассматриваемой системы. Именно такие модели сложных молекул и удалось создать Карплусу, Левитту и Варшелю в середине 1970-х годов, а использованные ими физические принципы и написанные компьютерные программы легли в основу многих современных методов компьютерного моделирования биохимических систем. Сейчас эти методы прочно вошли в арсенал химиков-теоретиков — ими владеют даже студенты старших курсов и аспиранты.

Химия изучает вещества и реакции между ними. Вещества описываются структурой, а реакции происходят при движении атомов от одной частицы к другой, поэтому важнейшие задачи химии — определение структуры молекул и динамики химиче-



Потенциальная энергия молекулярной системы и её зависимость от координат и углов. Первые три слагаемых характеризуют взаимодействие ковалентно связанных атомов, следующее за ними — ван-дер-ваальсово притяжение несвязанных атомов, последнее — кулоновское взаимодействие заряженных групп атомов. (Из статьи: Levitt M. The birth of computational structural biology // *Nature Structural Biology*, 2001, v. 8, № 5, p. 392.)

ских реакций. Для этого используются две основные физические теории — классическая механика и квантовая механика. Классическая механика позволяет рассчитывать траектории движения частиц — например атомов, зная силы взаимодействия между

ними. Классические уравнения движения решаются с помощью численных методов достаточно легко даже в случае большого числа атомов — для этого нужно только правильно учесть все взаимодействия атомов в молекуле, а их немало. Если силы известны, то можно рассчитать такое расположение атомов, при котором энергия минимальна, и тем самым определить устойчивую структуру молекулы, например конформацию белка (то есть конкретное расположение групп атомов относительно друг друга). Такая процедура используется в широко распространённом в теоретической химии методе молекулярной динамики.

Левитт и Варшель в 1975 году первыми успешно применили молекулярную динамику для определения конформации белка. Они предложили достаточно простую модель белка, в которой учитывались только вращения каждого аминокислотного остатка относительно соседних с ним, а движения отдельных атомов внутри аминокислотных остатков усреднялись по времени. Мы видим здесь два уровня описания (вспомним «многоуровневые модели» в названии пре-

ЧАСТИЦЫ

КВАНТОВО-НЬЮТОНОВСКОЙ МОЗАИКИ

*If I have seen further
it is by standing on the
shoulders of giants.*

Isaac Newton, 1676

Интересно вспомнить общую картину, важной частью которой стали работы нынешних лауреатов Нобелевской премии по химии Мартина Карплуса, Майкла Левитта и Арье Варшеля.

Первой молекулой, описанной методами квантовой механики в 1927 году Вальтером Гайтлером и Фрицем Лондоном, была молекула водорода, точнее, её ион H_2^+ . К 1940—1950-м

годам уже были рассчитаны энергетические уровни небольших молекул. В 1954 году Нобелевская премия по химии «за исследование природы химической связи и его применение к объяснению строения сложных молекул» была присуждена Лайнусу Полингу (кстати, один из нынешних лауреатов, Мартин Карплус, был аспирантом Полинга в начале 1950-х годов), в 1981 году — «за разработку теории протекания химических реакций» Роалду Хофману и Кэниши Фукуи. В 1998 году Нобелевской премии

по химии были удостоены Вальтер Кон и Джон Попл «за развитие методов квантовой химии».

К настоящему времени методами квантовой химии рассчитываются системы, содержащие многие десятки атомов. Для сравнения скажем, что молекула АТФ, «энергетическая валюта» клетки, содержит около пятидесяти атомов; входящий в состав гемоглобина гем — около восьми десятков атомов; небольшой белок — тысячи, а крупные белковые комплексы — десятки тысяч атомов.

Применение методов квантовой механики, разумеется, начиналось с изучения структуры молекул. Первая же модель химиче-

мии): один — детальный, другой — усреднённый. Этот пример также показывает, как наука близка к искусству: великий скульптор Микеланджело говорил, что он берёт кусок мрамора и просто отсекает всё лишнее. Так же и учёный берёт изучаемую систему и выделяет в ней самое главное. Только, в отличие от скульптора, остальное он не отбрасывает, а усредняет.

Однако химия — это не только структуры, но и химические реакции. Превращения веществ всегда сопровождаются изменением электронного строения молекул, поэтому для теоретического описания химических реакций надо учитывать движение электронов. Но электрон не подчиняется законам классической механики, здесь требуется квантовая механика, а её уравнения в применении к химическим системам оказываются очень сложными даже для численного решения, причём сложность резко возрастает с увеличением числа атомов. Современные методы квантовой химии позволяют неплохо рассчитывать молекулы, состоящие из десятков атомов, но в белках атомов в десятки и сотни раз больше.

Квантовая механика даёт детальное описание, но она очень трудная, классическая механика намного проще, однако испытывает сложности в описании химических реакций. Что же делать? Ответ сейчас кажется вполне естественным: взять лучшее от обеих теорий. Оказалось, что в химии

такое возможно. И первыми это поняли и осуществили лауреаты премии 2013 года. Они учли, что в самом акте химической реакции участвует лишь небольшая группа атомов — например активный центр в белках, а остальные атомы создают для этой группы усреднённое силовое поле. Таким образом, вся молекулярная система разбивается на две части: активная часть описывается по возможности точно, квантово-механически, с учётом влияния окружения, а само окружение — упрощённо, с помощью классической механики. Эту идею использовали для анализа электронного строения органических молекул Карплус и Варшель, а к реакциям в биологических системах её первыми применили Варшель и Левитт в знаменитой статье 1976 года «Диэлектрическая, электростатическая и пространственная стабилизация карбониевого иона в реакции в лизоциме».

Лизоцим — водорастворимый белок, который разрушает клеточные стенки бактерий путём гидролиза некоторых органических молекул. Для этого молекула (её называют субстратом) должна попасть внутрь белка, в его активный центр, где и происходит реакция. Варшель и Левитт разбили весь комплекс «белок — субстрат» на две части: в квантово-механическую часть они включили 15 атомов (C, N, H, O) из активного центра и субстрата, а движение всех остальных атомов описали классически, с помощью

ских реакций в среде была построена в рамках *макроскопического* подхода. В 1956 году канадский химик Рудольф Маркус предложил и в последующие годы развил макроскопическую теорию реакций с переносом заряда*. Эта теория, обладая физической ясностью и широкой сферой применения, сыграла значительную роль в развитии физической химии (в 1992 году Р. Маркус был удостоен за неё Нобелевской премии по химии). Практически одновременно начиная с 1959 года более общую теорию, учитывающую как классиче-

скую составляющую отклика среды, так и её квантовые свойства, развивал Р. Р. Догондзе в сотрудничестве в разное время с Ю. А. Чизмаджевым, А. М. Кузнецовым и В. Г. Левичем в Институте электрохимии АН СССР (ныне — Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина). В какой-то мере определение «многоуровневая модель» можно применить и к теории Догондзе с той разницей, что разделение химической системы на классическую (макроскопическую) и квантовую подсистемы он провёл не по принципу «далеко—близко» от реакционного центра, а очень изящно, на основании фактического квантового или

классического поведения этих подсистем (возможность «туннелирования» и т.п.).

В представлении Нобелевского комитета упоминаются также другие исследователи, внёсшие, наряду с нынешними лауреатами, свой вклад в развитие современного сегодня направления в исследованиях химических реакций: Дж. Гао, Ф. Мацерас, К. Морокума, У. Г. Синг, П. Кольман, Х. М. Сенн, В. Тиель.

**Кандидат физико-математических наук
Василий ПТУШЕНКО,
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова.**

* Подробнее об этом см. «Наука и жизнь» № 6, 2012 г.

функции взаимодействия, изображённой на рисунке*. Более того, они добавили и третий уровень, включив в уравнения молекулы растворителя — воды. Тем самым были учтены все виды энергии, которые влияют на протекание химической реакции. Несмотря на многоуровневость модели и все возможные упрощения, уравнения движения — классические и квантовые — всё равно оставались достаточно сложными, однако компьютерные мощности того времени уже позволяли их решить с помощью численных методов. В результате была получена подробная картина движения атомов в ходе разрыва химической связи в субстрате, происходящего внутри активного центра. Так впервые с помощью компьютера люди смогли заглянуть в самое «сердце» химической реакции, происходящей в живых организмах.

Именно в этой статье впервые был применён термин «гибридный квантово-классический метод». В последующие годы бурное развитие компьютерных возможностей привело к созданию гораздо более совершенных расчётных методик (для их описания используют аббревиатуру QM/MM — quantum mechanics/molecular

mechanics). Был накоплен огромный объём расчётной информации, основанной на более точных экспериментальных данных, однако физические идеи остались теми же самыми, и заслуга в этом «отцов-основателей» гибридных методов: Мартина Карплуса, Майкла Левитта и Арье Варшеля.

Несмотря на гигантские возможности, которые предоставляют компьютеры химикам-теоретикам, фактически превратив многих из них в программистов, научных проблем в области молекулярного моделирования остаётся ещё много. Главная из них — отсутствие общего рецепта разбиения молекулярной системы на квантовую и классическую части. До сих пор это вопрос творческий, который для каждой конкретной биохимической системы решается по-разному. Главные требования к современным молекулярным моделям остаются теми же, что и десятки лет назад: адекватный учёт «физики процесса» и хорошее согласие с экспериментальными данными.

Конечно, компьютеры изменили характер теоретической химии, однако не убили её творческой составляющей, а лишь расширили её возможности, включив в них живые системы.

**Доктор физико-математических наук
Вадим ЕРЁМИН,
химический факультет МГУ
им. М. В. Ломоносова.**

* Заметим справедливости ради, что при решении уравнений квантовой механики использованы численные методы, ранее разработанные Карплусом.



ОПАСНАЯ НАУКА

Дэвид Гудстейн, американский физик, преподающий в Калтехе, обычно начинает курс лекций по статистической механике такими словами:

— Людвиг Больцман, потративший много сил на изучение статистической механики, покончил с собой в 1906 году. Такая же судьба постигла в 1933 году Пауля Эренфеста, продолжившего его труды. Теперь настал наш черёд заняться статистической механикой. Наверное, будет разумно подойти к этому предмету с некоторой осторожностью.

ДАРВИН-БИЗНЕСМЕН

Отвечая на вопросы психологической анкеты, распространявшейся среди английских учёных с целью выяснить помогающие их работе черты личности, Чарлз Дарвин написал: «Особых талантов не имею, разве что талант к бизнесу, что доказывается аккуратным ведением всех счетов моего бюджета, регулярными ответами на все поступающие письма и умением очень удачно вложить деньги».

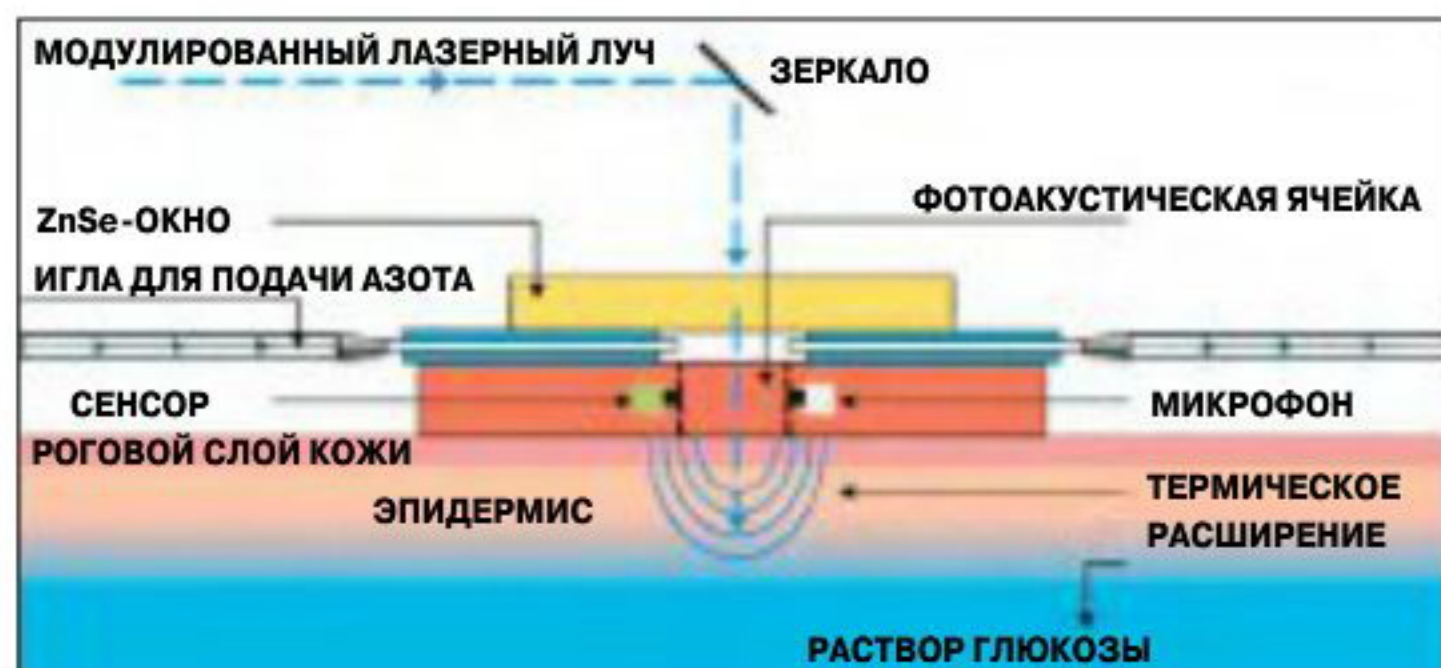
ПОДРУЧНОЕ СРЕДСТВО

Выдающийся американский генетик Сьюэл Райт (1889—1988), читая студентам лекции, делал много записей на доске, так что за время лекции ему приходилось три-четыре раза стирать мате-

матические уравнения и генетические схемы, чтобы освободить место для новых.

Однажды он принёс для демонстрации студентам морскую свинку редкой, генетически обусловленной расцветки. Свинка никак не желала спокойно сидеть на столе, и, чтобы утихомирить грызуна, лектор зажал его под мышкой, а другой рукой быстро писал что-то на доске. Когда доска кончилась, Райт, перепутав свинку с тряпкой, принялся стирать ею надписи с доски. Животное отчаянно запищало, лектор от неожиданности выпустил его, свинка заметалась по аудитории, и лекцию на этом пришлось завершить.





ЛАЗЕР ИЗМЕРЯЕТ САХАР У ДИАБЕТИКОВ

Швейцарские физики предложили определять содержание глюкозы у больных диабетом с помощью лазера. Главное преимущество нового метода контроля — его неинвазивность, то есть пациентам не надо несколько раз в день колоть палец с тем, чтобы получить каплю крови на анализ. Как сообщили авторы исследования на 9-й Международной конференции по диодной лазерной спектроскопии (TDLS-2013), состоявшейся в Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН, пациентов, нуждающихся в постоянном мониторинге содержания глюкозы в крови, в мире насчитывается примерно 366 млн человек.

Метод основан на лазерной спектроскопии. В своих экспериментах сотрудники Института квантовой электроники, лазерной спектроскопии и сенсоров (г. Цюрих, Швейцария) использовали квантовый каскадный лазер (ККЛ). С помощью ККЛ можно изучать содержание в тканях человека сложных химических соединений, к каковым относится и глюкоза. ККЛ представляют собой полупроводниковые лазеры, излучающие в инфракрасной области. Их основное отличие от обычных полупроводниковых лазеров — в механизме возникновения излучения. Если излучение электромагнитных волн в обычных полупроводниковых лазерах возникает при рекомбинации электронно-дырочных пар, то в ККЛ излучение генерируется при переходе электронов меж-

ду тонкими слоями различных материалов (гетероструктур), так что один электрон рождает несколько квантов. Длину волны излучения в таких лазерах можно регулировать, изменяя толщины слоёв. Отметим, что эти мощные лазеры невелики, — их характерные размеры составляют 3 мм, что открывает широкие возможности для использования в медицине.

То или иное вещество по-разному поглощает излучение разной длины волны и имеет свой, присущий только ему характерный спектр поглощения, по которому можно это вещество идентифицировать. Так и у глюкозы есть свой спектр поглощения и длина волны, на которой это поглощение максимально. Метод, предложенный исследователями из Цюриха, использует эффект возникновения акустических волн в испытуемой среде под действием оптического излучения (фото-термоакустический эффект). Заключается он в нагреве облучаемого объёма среды при поглощении ею ИК-излучения определённой длины волны. Этот нагрев влечёт за собой изменение плотности среды (или механических напряжений в среде). Если мощность падающего излучения меняется (модулируется), происходят временные изменения плотности, что возбуждает в среде акустические волны. Построив калибровочную кривую акустического ответа исследуемого материала на лазерное излучение, можно определить концентрацию интересующего вещества, в данном случае — глюкозы.

Фотоакустическая ячейка для измерения уровня сахара в образцах кожи, контактирующих с водным раствором глюкозы. На схеме показано термическое расширение нагреваемого объёма биологического образца при поглощении лазерного излучения.

Свои эксперименты швейцарские физики проводили в средней ИК-области спектра: именно на этих длинах волн возможно определение содержания глюкозы во внутритканевых жидкостях кожи. Излучение квантового каскадного лазера (длины волн 9 и 13 мкм) направляли в фотоакустическую ячейку объёмом 78 мм³. Ячейка снабжена микрофоном для детектирования возникающего фотоакустического сигнала и сенсором для измерения относительной влажности и температуры кожи испытуемого. Дело в том, что часто кожа имеет слишком высокую влажность, вода же сама по себе поглощает излучение в средней ИК-области, меняя спектр поглощения испытуемой среды. Поэтому для снижения влажности кожи и исключения паразитного поглощения экспериментальная ячейка постоянно продувалась азотом. В модельном эксперименте кусочек кожи находился в контакте с водным раствором глюкозы с концентрацией от 0,1 до 10 г/дл, которая диффундировала в испытуемый образец. На данный момент исследователям удалось достигнуть чувствительности метода в 100 мг/дл, что отвечает физиологическому изменению концентрации глюкозы в крови (30—500 мг/дл), но для определения уровня сахара этого недостаточно: она должна быть примерно в 10 раз выше, над чем экспериментаторам ещё придётся поработать. Пока же в планах исследователей — испытание фотоакустического метода определения глюкозы в межтканевой жидкости кожи здоровых добровольцев после так называемого теста на толерантность к глюкозе и одновременное определение у них содержания глюкозы в крови традиционным методом для сравнения получаемых данных.

Татьяна ЗИМИНА.

● ВЕСТИ ИЗ ИНСТИТУТОВ

Кандидат исторических наук Игорь АНДРЕЕВ, профессор МГПУ.

Три века династии Романовых — немалая часть истории России, фактически завершившая её дореволюционный этап. По воле Его Величества Случая, Рока, Промысла или законного права наследования — каждый выбирает нужное в зависимости от своих убеждений и пристрастий — носители этой фамилии триста лет стояли во главе страны. И едва ли не столько же лет современники и потомки прикидывали (да и сейчас прикидывают): во благо или во зло России правил либо номинально сидел на её престоле тот или иной монарх из этой династии?

В середине XIX века, когда «железный» Николай I скоропостижно скончался, либеральствующая дворянская интеллигенция впала в настоящую «арифметическую» эйфорию. «Знатоки» прошлого утверждали, что на российском престоле издавна чередовались «хорошие» и «плохие», «удачные» и «неудачные» государи. К примеру, Елизавета — «хорошая», Пётр III — «неудачный», Екатерина Великая — «удачная», Павел I — «плохой»... По такому раскладу после «плохого» Николая I должен следовать «хороший» Александр II, от которого в либеральном лагере ждали реформ и в самом деле дождались... Однако сия логика для оценки исторической роли Романовых едва ли годится. Николай II, согласно этим выкладкам, попадает в разряд «удачливых». Так что рассуждения подобного рода неуместны: далее — трагедия... Итак, оценка Романовых методом «чередования» обречена на провал.

Оказавшись в центре отечественной истории, Романовы сполна уплатили за свою «звёздную» популярность, став объектом научных изысканий и обывательских оценок. При этом оценки монархов в короткие сроки могли кардинально меняться, подчиняясь непостоянной логике массового исторического сознания, мало озабоченного поиском исторической правды. Да и оценки Романовых историками сильно разнились и разнятся — в зависимости от взглядов и нравственных установок их авторов.

Среди царственных особ едва ли можно найти фигуру, отношение к которой не колебалось бы от восторженного «рго» до резкого «contro». Кажется, только Екатерину I, государственная значимость которой ничтожна, никогда не возносили на пьедестал да обходили прискорбным молчанием Ивана Антоновича — несчастного младенца, лишённого сначала трона и семьи, а затем и жизни.

А вот такие правители, как Фёдор Алексеевич, Анна Иоанновна, Елизавета Петровна и даже Пётр III, в некоторых исследованиях неожиданно выступают как выдающиеся государственные деятели, много обещавшие, но по каким-то причинам либо совсем, либо не до конца проявившие себя. Что же касается таких масштабных фигур, как Пётр I, Екатерина II

или Александр II, то разнообразие оценок (вкуче с эмоционально возбуждёнными всплесками) поистине впечатляет. И в таком бесконечном движении маятника нет ничего необычайного и необъяснимого. Прошлое уже не изменится. Но изменяется наше отношение к нему.

Из этого вовсе не следует, что надо отказаться от попыток понять и оценить династию в целом. В конце концов перепуганный и растерянный пятнадцатилетний Михаил Фёдорович Романов и его матушка старица Марфа, справедливо упрекавшая русских людей в том, что они «измалодушествовались» (то есть постоянно изменяли присяге), сами избрали в феврале 1613 года свой царственный жребий. И какими бы разными ни были семнадцать правителей династии, это вовсе не отменяет вопроса о месте династии в истории страны и её вкладе в эту историю. Понятие «династия» объединяет и связывает как её основателей, так и их наследников. И такая связь не одна лишь история, а нечто большее — это страна, в которой они правили и которая менялась в результате принятых ими решений.

На историю династии — о ней журнал «Наука и жизнь» рассказывал в течение нынешнего года — авторы статей смотрели как на чередование ответов на вызовы времени, встававшие перед Россией (см. №№ 3 — 9). Они, эти вызовы, различны по масштабу, характеру, остроте... Вызовы расширения территории, освоения пространства — задачи чрезвычайно важные для становления России. Отстаивание независимости и обре-

● ОТЕЧЕСТВО

Страницы истории



тение достойного международного статуса. Преодоление отсталости, внутреннего хаоса и т.д. Задача правящей династии — найти во всех случаях адекватные ответы. И Романовы здесь накопили богатый опыт. В его широком «списке» нашлось место и для сформировавшихся *династических традиций преодоления вызовов*. Главные среди них — доминирующий стиль мышления, способы и приёмы, нравственные доминанты, включающие пределы допустимого...

Династические традиции, довлея над Романовыми, помогали либо, напротив, мешали им найти удачные решения. В конечном счёте они влияли на результаты найденных ответов на вызовы времени. А из результатов и их «стоимости» складываются представления о вкладе династии Романовых в историю страны.

ДИНАСТИЧЕСКИЙ СТИЛЬ

Повседневной формой для большинства Романовых стал военный мундир. Даже императрицы в ответственные моменты облачались в «мундиристообразное платье», подчёркивая тем значимость происходящего и свои претензии на новый статус. Преображенский мундир Екатерины II в день переворота, дополненный голубой лентой

Пётр I. Один из ракурсов знаменитого «Медного всадника» работы Этьена Мориса Фальконе (1716—1791). Памятник установлен в 1782 году на Сенатской площади Санкт-Петербурга.

Андрея Первозванного вместо красной ленты ордена Святой Екатерины, явственно сигнализировал о смене персон на троне. (Голубую ленту, о которой впопыхах забыли, сняла с одного из сановников княгиня Дашкова, Екатерина Малая, очень гордившаяся своей сопричастностью к перевороту.)

Военный мундир — вот подлинная «кожа Романовых» и одновременно символ того, в чём более всего они сильны. По крайней мере, так они сами считали.

Но следует заметить: подавляющее большинство династий в истории страдают «милитаристским синдромом». Прежде всего, потому, что ещё со времён Древнего Рима именно военное дело считалось достойным триумфатора-императора-правителя. Да и в перечне главных задач и достоинств монарха защита собственной территории, а при случае и завоевание чужой стояли на первом ме-

● РАЗДУМЬЯ УЧЁНОГО



Николай I. Памятник работы Петра Карловича Клодта (1805—1867), созданный по проекту Огюста Монферрана (1786—1858). Установлен памятник (на фото: один из ракурсов) в 1859 году на Исаакиевской площади в Санкт-Петербурге.

сте. Словом, война — истинно царское дело, а в мирное время оно сменяется подготовкой к войне — учениями и парадами.

В российском варианте приверженность монархов к военному делу усугублялась рядом обстоятельств. С одной стороны, необходимостью защиты открытых территорий, с другой — стремлением к территориальным приобретениям. Говорю об этом вовсе не для того, чтобы подчеркнуть экспансионистский характер романовской России. Новая династия лишь откликалась на «вызовы», отражавшие особенности исторического развития страны: с её местоположением на двух континентах; с экстенсивным характером народного хозяйства; с дворянством и крестьянством, равно мечтающими об обретении «подрайской земли»; наконец, с национальным менталитетом, когда «много» и есть «хорошо», а «мало» всегда «плохо».

При Романовых Московское царство стало Российской империей — в то время

наиболее эффективной конструкцией государственного устройства. Империя же (в силу устройства) милитаризирует жизнь подданных, особенно элиты. И действительно, в организации обороны или достижении статуса первоклассной военной державы Романовы сделали очень много. Если кто-то и осмеливался попробовать на прочность Российскую империю, то очень скоро оставлял эту затею — слишком дорого она обходилась.

Увлечённость военным делом вошла в кровь и плоть династии. Сюда направлялись силы, энергия, талантливость. В массовом представлении начало этой увлечённости связано с именем Петра Великого и его «потешными» войсками. На самом деле всё началось раньше. Уже Алексей Михайлович живо интересовался военными достижениями и знаниями. Правда, в отличие от сына, он не попадал под обстрелы и не ходил в атаку. За осадой Смоленска и Риги наблюдал издали, так что «к ядрам и пулям близко не ходил», соответственно и они к нему «не ходили» (перифраз письма Петра к сестре, царевне Наталье Алексеевне, которая упрашивала брата не рисковать; царь в ответ балагурил — сам под пули не лез, но был там, где пули «ко мне ходят»). Это не мешало Тишайшему причислять себя к знатокам военного дела и наставлять воевод в вопросах стратегии и тактики.

Лёгкое военное «недомогание» отца у Петра переросло в настоящую «армейско-флотскую лихорадку», и она (за редким исключением) больше не покидала Романовых. «Болезнь» стала наследственной, с тяжелейшими приступами парадомании и шагистики. Тем не менее забота об армии и поддержание её престижа оказались одним из приоритетов династии.

Однако в том, как Романовы пытались обеспечивать безопасность империи и разрешать международные противоречия (так, как это понимали в Москве, а затем в Петербурге), не всё однозначно. Хватало и ошибок, и недопонимания, и откровенной глупости. Сильная сторона династии оборачивалась слабостями. Склонность к военному решению проблем воспринималась как универсальное средство если не для всех, то для большинства вопросов. Военное мышление могло возобладать там, где оно вовсе не должно было иметь место.

Грубый окрик, испепеляющий взгляд, указующий жест представлялись верным средством «убеждения» в общении с подданными. И таких подданных лучше всего облачить в форму. Романовы сами оделись в мундиры и элиту одели, превратив ми-

литариизм в неотъемлемую часть жизни, её стиль.

Как тут не вспомнить о культе мундира, о котором писал в своих знаменитых «Беседах о русской культуре» Ю. М. Лотман. Этот культ, привитый дворянскому обществу Романовыми, принимал подчас курьёзные формы. Душечка-военный, ранжированный в соответствии со своим мундиром, а не какой-то там безликий, лишённый усов статский занимал воображение барышень. Уж если и бежать, то только с гусаром.

Министры и члены Государственного совета при Николае I — сплошная стена эполетов с редким вкраплением статских вицмундиров. Естественным стало и преобладание прямолинейного «военного» мышления, которое по мере развития и усложнения общественной жизни всё чаще приводило к негативным результатам. К концу правления Романовых их упрекали даже лояльно настроенные политики в неумении лавировать, идти на сотрудничество, стать вровень со временем. Одна из причин склонности Романовых к консерватизму — милитаристские традиции. Точнее, связанные с ними издержки, которые из-за нежелания меняться превратились в роковую родовую ущербность.

АПОСТОЛЫ САМОДЕРЖАВИЯ

Московские Рюриковичи, эти неутомимые собиратели земель, не менее старательно «собирали» власть. Не брезговали ничем. Иногда они мелко «обкусывали» власть у своих аристократических слуг, в недавнем прошлом таких же, как и они, удельных государей. Иногда (а чем дальше, тем чаще) в один укус проглатывали целые княжества, лишая их правителей всякой самостоятельности.

Романовы продолжили дело Рюриковичей. Они с тем же терпением принялись прибирать к рукам власть, в чём очень скоро преуспели. Земские соборы стали достоянием истории уже в середине XVII века. Местное самоуправление превратилось в придаток административной власти. Нельзя сказать, что полновесная власть свалилась в руки первых Романовых, как переспелое яблоко с ветки. Хотя монархическое сознание тягловых и служилых людей в России, как нигде в Европе, было предрасположено к самодержавному правлению, тем не менее нужно было немало потрудиться, чтобы продемонстрировать все «преимущества» неограниченной власти.

Пётр I завершил оформление российского абсолютизма с выраженным восточнотираническим оттенком. Вариации о верховен-

стве и торжестве закона стали повторяться при сменявших друг друга монархах. Однако по-прежнему этот закон воплощался в абсолютном государе, а его исполнение зависело от «силы персон» и бюрократии. Злоупотребления стали обыденностью. Их размах побуждал даже государей время от времени ополчаться на чрезмерно ретивых слуг, забывавших о главной бюрократической заповеди — брать по чину.

Абсолютная власть для династии превратилась в непреходящую ценность, а её сохранение — в долг монарха. Попытки ограничить власть государя законом, институтом, церковью или волей сословий не без труда парировались, побуждая ещё сильнее дорожить «хоругвью самодержавия». Дело патриарха Никона во времена Алексея Михайловича предопределило появление Святейшего синода, превратившего церковь в заурядную коллегия по духовным делам. Царь отныне сам определял степень «святости» своих поступков, объявляя преступлением всякий независимый голос, пытавшийся нравственно оценить и осудить монаршее деяние.

Вспомним так называемую «затейку верховников» со знаменитыми Кондициями, подписанными в 1730 году Анной Иоанновной. Согласно им, новая императрица должна была поступиться долей исполнительной и законодательной власти, — но уже не в силу своей слабости или возраста, как было при предыдущих государях (Екатерине I и Петре II), а по закону. В документе отразилось странное смешение разных интересов и чувств, рождённых, с одной стороны, реакцией верховников на деспотическое петровское понукание, а с другой — воспоминанием о патриархальной старине и желанием уподобиться тем соседям, которые «окоротили» всевластие своих государей. Не вышло. Анна разорвала Кондиции, как только уверилась, что большая часть гвардейцев ратует за полное, без изъятий, восстановление «самодержавства», каковое её «достохвальные предки имели».

И всё же мечты о разделе власти не оставляла часть русской элиты. Да и само время осуждало тиранию, посягавшую на «естественные», «фундаментальные» права подданных. Екатерине II пришлось приложить немало стараний, чтобы не уронить в глазах Европы реноме просвещённой правительницы, а заодно — и полноту своей власти. Все доводы разума были поставлены на службу обоснованию необходимости абсолютизма — для блага самих же подданных. Императрица, к примеру, совершенно в духе французского философа Гельвеция убеждала читателей Наказа

в преимуществе российского варианта власти с помощью «природно-географических доводов»: огромные пространства империи никакой иной власти покориться не могут, как только власти неограниченной, а значит, скорой и эффективной. Проект императрицы вполне удался. Дворянство не возражало против таких аргументов. Остальных не спрашивали.

В череде ответов на исторические вызовы абсолютная власть Романовых стала главным средством решения проблем. Властью самодержцы дорожили отнюдь не по причине врождённого властолюбия и династической традиции. Для них, а в отдельные моменты и для страны, это была жизненная необходимость. Своё существование без полноты власти Романовы воспринимали как катастрофу. В неизменности соединения «православия, самодержавия и народности», где главным компонентом выступало именно «самодержавие», виделся залог благополучия России. И какой бы жестокой критике ни подвергалась позднее знаменитая уваровская триада, нельзя не признать, что абсолютная власть могла лучше других мобилизовать, перераспределить и направить в нужное русло человеческие и материальные ресурсы. Концентрация власти давала свой положительный результат, особенно в кризисные моменты, когда успех часто зависел от быстроты ответа.

Один лишь пример. Издавна существовавшее противостояние «леса» и «степи», «земледельца» и «кочевника» разрешалось в пользу то «кочевника», то «земледельца» (наиболее показательным в этом смысле смещение южных, терявшихся в Диком поле границ Московского государства). Не имея возможности эффективно отражать набеги южных соседей (отсутствие полноценной конницы, способной угнаться за степняком, долго оставалось ахиллесовой пятой вооружённых сил Московского государства), Романовы в XVII веке пошли по проторённому пути. Стали строить в Диком поле городки, возводить засечные черты, населять территории переселенцами. Программа была и очень затратной, и очень трудоёмкой.

Однако со второй половины столетия крымцы начали воздерживаться от набегов на Москву. Походы уже не «окупали» себя: добыча стала несоразмерной с издержками и опасностями. К тому же вариант московской защиты был сопряжён не просто с укреплением и «сползанием» границ к югу, но и с освоением богатых земель Дикого поля.

Показательно, что не менее страдавшая от набегов крымских орд Речь Посполитая

пошла по иному пути защиты территорий. Конница татар была противопоставлена польская конница, очень скоро ставшая одной из лучших в Европе. Однако ей не удалось столь же успешно прикрыть границу, как восточному соседу: к концу XVII столетия Правобережная Украина — это голое пространство, выжженное войной и набегами.

Справедливости ради надо сказать: польские короли едва ли имели возможность повторить опыт организации обороны юга по-московски. Для этого у них не хватило бы ни власти, ни денег. Политическое устройство Речи Посполитой делало подобную задачу просто невыполнимой. А вот незыблемое самодержавие позволяло Романовым в короткие сроки, без или почти без согласия сословий мобилизовать человеческие и материальные ресурсы на решение приоритетных задач.

В последние десятилетия правления Романовых власть столь необдуманно и неэффективно растрачивала ресурсы, что это давало повод усомниться в её возможностях. И дело было не столько в людях и даже не в слабом государе, сколько в наступлении новой эпохи. Эпохи, которая требовала структурных, кардинальных перемен. Романовы не сумели до конца осознать и уж тем более эффективно ответить на этот вызов — «поделиться», вопреки династической традиции, властью ещё до того, как эту власть низвергнут.

Делиться не стали. Итог известен.

«СКЕЛЕТ В ШКАФУ»

У каждой династии (в том числе и зарубежных государств) есть свой «скелет в шкафу». Если же династия продержалась у власти несколько поколений, то можно говорить не об одном «скелете», а о целом их кладбище. Романовы не исключение. С точки зрения традиций ответов на вызовы времени эти «скелеты» как раз то, что сильнее связывало династию. Они — своеобразные «красные флажки», за которые нельзя ступить. Ступишь — получишь очередной «скелет». О всех «скелетах» династии говорить не стану. Упомяну лишь о тех, которые особенно пугали Романовых.

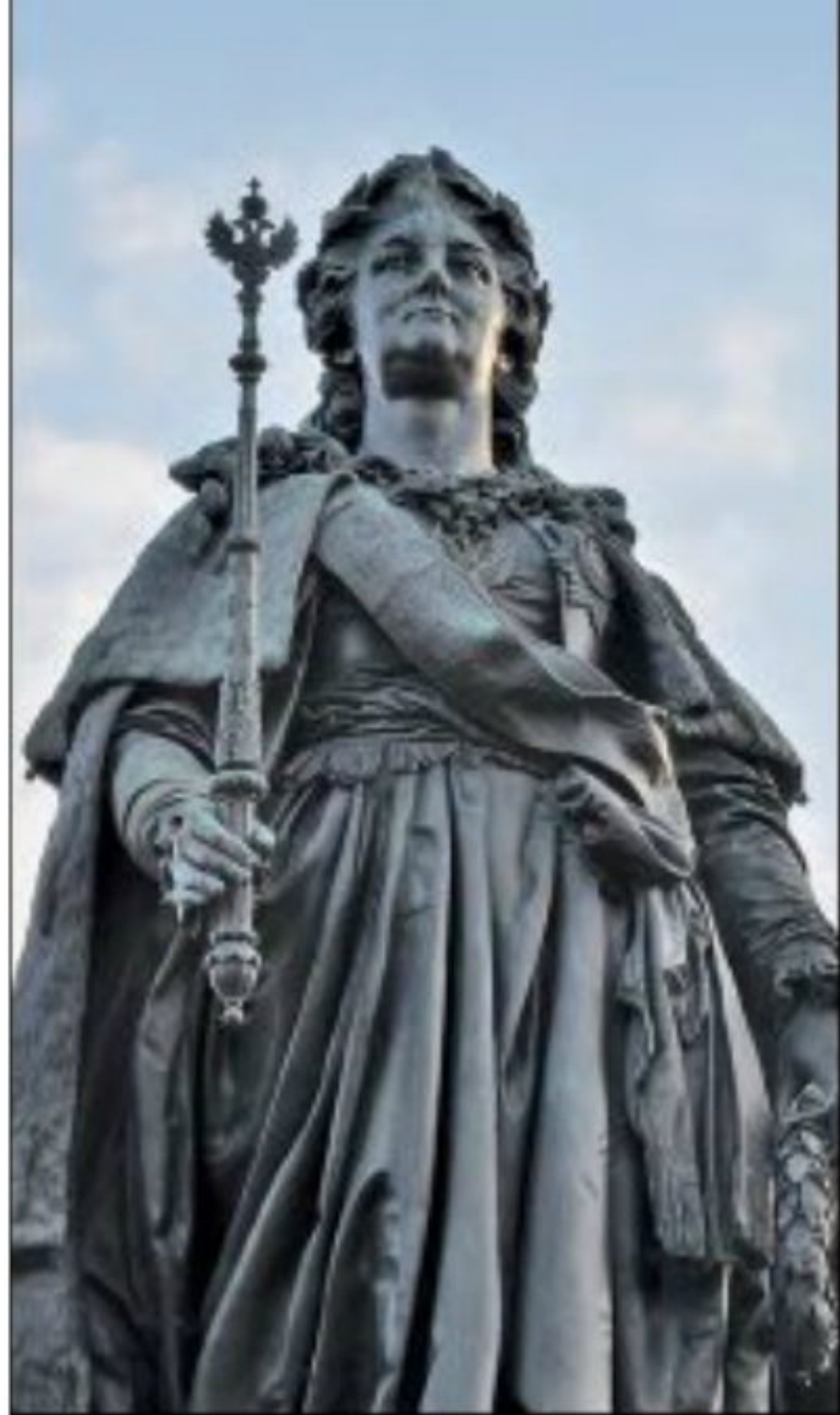
Самый первый «скелет» — самозванство. На протяжении двух с лишним столетий его грозная тень довлела над династией. Самозванцев было столько, что впору посочувствовать российским монархам. А может быть, начать гордиться таким феноменом отечественной истории? Ни одна династия в мире не может похвастаться таким множеством лжецарей, лжецаревичей и даже лжецаревен. По замечанию

В. О. Ключевского, в нашу историю они посыпались, как сор из мешка. Самозванство — «эксклюзив» династии, её крест и проклятие. Парадоксально, однако, и другое: своим неожиданным превращением боярского рода в царский Романовы во многом обязаны именно самозванству.

Самозванство с сопровождавшими его перипетиями гражданской войны настолько раскачало и измучило общество, что оно заметно «понижило» планку требований к кандидатам. А опыт Смуты заставил отбросить кандидатуры чужеземных правящих династий, поскольку попытки объединиться вокруг пришлых «королевичей» и принцев вдребезги расшиблись о вероисповедальный вопрос: московским государем мог стать только православный. А после смерти Михаила Скопина-Шуйского, низвержения Василия Шуйского и фиаско с польским королевичем Владиславом вообще стало не до изысков. Искали уже не лучшего, а подходящего. Точнее, подходящий и был лучшим. Таким оказался Михаил Романов.

И ещё. Из-за самозванства периода Смуты были расшатаны сами основы монархического сознания. Пресекалась царствовавшая до того династия, но невозможно пригласить и представителей иных правящих домов. И тогда на первый план вышла пространная дефиниция *предназначения*. Она была понятна каждому: трон избранному кандидату приуготовлен Промыслом Божиим. Но одновременно совершенно непонятно, как обнаружить этого Избранного? Ведь Промысел Божий реализуется человеческим соизволением — выбором. А с выбором уже не раз ошибались, приглашая «ложных царей», а то и того хуже — самозванцев. Однако к 1613 году боялись не столько ошибиться, сколько никого не выбрать и уже окончательно захлебнуться в водовороте Смуты. Так что новая династия своим появлением действительно во многом обязана самозванству.

А затем самозванство превратилось в инструмент, посредством которого противники Российского государства пытались ослабить его, а недруги Романовых — сместить династию. Более того, самозванство стало формой народного бунта. Точнее, одной из форм социальной и политической борьбы, к которой прибегали и верхи, и низы общества. Причём борьбы настолько острой, что Романовым в каждом кабацком выкрике о якобы объявившемся очередном царевиче чудилась реальная угроза. Прямо паранойя. С той только династической убеждённостью, что если на неё не реагировать дыбой и топором, то в один пре-



Екатерина II. Скульптурная композиция памятника (на фото: её главная фигура), ставшая данью благодарных потомков служению России великой императрицы, создана Матвеем Афанасьевичем Чижовым (1838—1916) по проекту Михаила Осиповича Микешина (1835—1896). Памятник установлен в 1873 году в сквере между Александринским театром Санкт-Петербурга и Императорской Публичной библиотекой, ныне площадь Островского.

красный день можно обнаружить шапку Мономаха на чужой голове.

Упомянем об одном из эпизодов «романовского кошмара».

В XVII веке и в Варшаве, и в Турции находили убежище разного рода авантюристы, выдававшие себя за законных претендентов на российский престол. Несмотря на дипломатическое давление со стороны Москвы, соседи охотно приветчали проходивцев. Это и понятно: после относительно успешного эксперимента с Лжедмитрием I было соблазнительно придержать до подходящего случая очередного искателя престола. «Карта» была, конечно, краплёной, но вдруг побьёт московского «короля»? Кроме того, самозванец всегда оставался разменной монетой в торге с Москвой.

Так было, к примеру, с Тимошкой Анкудиновым. Выдавая себя то за сына, то за внука царя Василия Шуйского, он находил себе приют сначала у гетмана Богдана Хмельницкого, затем при дворе султана. Позднее ему пришлось скитаться по европейским дворам, пока наконец Голштиния за уме-

ренную уступку со стороны Москвы не выдала самозванца второму Романову. Его прилюдно казнили на Пожаре — Красной площади. Да ещё провезли останки мимо польских послов: мол, передайте в Варшаву, чтоб на самозванцев не надеялись...

Историки сбились со счёта в исчислении самозванцев. В самом деле, как быть с теми, кто объявлял себя «кандидатами» в пьяном угаре, и как быть с просто психически больными людьми? Конечно, для истории важна реакция властей — показатель степени династического страха. Здесь, впрочем, вмешивалась сама эпоха с милосердием, втиснутым в правовые рамки. В XVII веке, невзирая на состояние самозванца, его могли для остраски и казнить. В век Просвещения сумасшедших предпочитали запирали в монастыри и остроги «неисходно до смерти».

Но с избытком набиралось и «нормальных» самозванцев. Некоторые из них были опасны для власти и династии. Из почти сорока Петров III восьмой — Емелька Пугачёв — так встряхнул империю, что матушке-императрице пришлось кардинально менять систему местного управления. По её признанию, само явление пугачёвщины произошло из-за слабости власти на местах. И в 1775 году Екатерина II затеяла губернскую реформу, усилив власть на местах с помощью бюрократии и привлечения местного дворянства, кровно заинтересованного в стабильности. Однако священная скрижаль — неограниченная власть самодержца — осталась всё той же, разве только задрапированной под моду века Просвещения.

По-своему были опасны так называемые «верховые самозванцы» — «дети» Петра I, Елизаветы Петровны и т.д. Правда, эта опасность иного, нежели Пугачёв, сорта. В эпоху дворцовых переворотов подобные претенденты рождали соблазн объявить сидящего на престоле узурпатором и посадить на трон очередного «обойдённого», но «законного»... Эпоха была такова — могло и удасться. Неслучайно Екатерина Великая не побрезговала устроить целый спектакль с княжной Таракановой. Словом, «скелет в шкафу» мог оказаться не призраком, а, при определённом раскладе, вполне реальной силой, с которой необходимо было считаться. То есть — ловить и давить.

ПРОБЛЕМА ЛЕГИТИМНОСТИ

Самозванство вызывало столь сильную реакцию у династии ещё и потому, что Романовы долгое время испытывали сложности с легитимностью, то есть с законными в глазах подданных правами

на власть. В наследственных монархиях это право подкрепляется преемственностью — существованием рядом с государём бесспорного наследника.

Вот тут-то не всё обстояло благополучно. Проблема с наследниками стала для Романовых ещё одним «скелетом в шкафу». Не задалось с самого начала. Напомним, что при Михаиле Фёдоровиче судьба династии долго висела на волоске из-за отсутствия в царской семье царевича. Второй Романов, казалось бы, исправил положение. В царском семействе прибавление следовало чуть ли не ежегодно. Но незадача: царевичи рождались слабыми и сторали, как свечки. Царём стал лишь третий царевич, Фёдор Алексеевич, но и он умер, едва перешагнув двадцатилетний рубеж, не оставив наследника. Царевич Иван, соправитель Петра I и отец будущей императрицы Анны Иоанновны, дожил до 29 лет.

Успешнее оказался второй брак Тишайшего с Натальей Нарышкиной. Крепкий и живой Пётр должен был обеспечить умножение династии. Но получилось всё наоборот. Брак с Лопухиной оказался неудачным. Пётр быстро охладел к чуждой ему по духу и устремлениям жене. Но что хуже — он разошёлся со своим первенцем, царевичем Алексеем, который враждебно воспринял все начинания отца. Духовная рознь породила новую проблему: нужен был не просто наследник, а преемник, способный продолжить отцовское дело. Пётр надеялся на появление сыновей во втором браке — с Екатериной.

Но словно злой рок преследовал династию: «рекруты» — так Пётр именовал в письмах к Екатерине новорождённых сыновей — умирали во младенчестве. Наконец один из сыновей, Пётр, одолел опасную черту младенчества. Осчастливленный государь, казалось бы, мог вздохнуть свободно, тем более что старший сын Алексей отрёкся от престола, чем заслужил прощение отца за своё бегство во владения австрийского императора. Однако новое следствие выявило ещё более тяжкую вину — намерение покуситься на жизнь государя.

Трудно сказать, насколько поверил Пётр в этот навет: страшнее была роль Алексея — потенциального лидера оппозиции. Ведь не было никакой гарантии, что «непотребный сын», едва отец сомкнёт очи, не отыграет всё назад. Царь хорошо знал своё духовенство: объявят клятву об отречении под принуждением недействительной, и «недействительными» станут все его труды! Следствие возобновили, Алексея приговорили к смерти, но он умер ещё в каземате.

Не прошло и шести месяцев, как на Петра обрушился новый удар. Умер наследник Пётр Петрович. Из мужского потомства остался внук, сын погибшего Алексея, Пётр Алексеевич. Он рос как сорняк на обочине — всеми забытый и брошенный. Но теперь у него появился шанс занять престол. Это напугало тех, кто на суде вынес смертный приговор царевичу Алексею. Озадачило и царя Петра: не погубит ли внук его дело, поддавшись жажде мести за отца?

Цепь случайностей сложилась во вполне реальную историю, подтолкнувшую реформатора к драматическому решению. В 1722 году Пётр издаёт именной указ «О наследовании престола», сломав прежний порядок — передачу царского венца по нисходящей линии, от отца к сыну. Этот порядок юридически не был закреплён. Но поскольку он стал традицией, подобная преемственность власти приносила в жизнь определённую стабильность. Отныне же царь сам определял, кто достоин унаследовать престол.

Если вдуматься, Пётр логически завершил лишь то, что диктовал столь дорогой ему принцип абсолютизма. Неограниченный монарх потому и неограничен, что волен даже в избрании преемника. Получалось совсем по-византийски — оставалось лишь при жизни монарха объявлять соправителя. Причём необязательно старшего сына. И даже не представителя сильной половины человечества. Что из этого получилось, известно. После смерти Петра наступила эпоха дворцовых переворотов и женского правления.

Сбой в порядке наследования привёл к острой борьбе придворных группировок за власть. Современные историки отказались от трактовок, упрощающих характер и последствия этого «подковёрного», а временами открытого противостояния. Да, перевороты были, быть может, «до смешного лёгкие» и не приводили к изменению ни политического строя, ни даже политического режима (он лишь градуировался в рамках феодального правопорядка). Но менялись не только «партии», стоявшие у престола, а и векторы их политики. Происходили важные перемены в мировоззрении дворянства. И хотя большая часть дворянства по-прежнему не помышляла претендовать на политические права, для них неприемлемым становилось такое понятие, как деспотизм.

Романовы не напрасно отреклись от обвинений в произволе: хлебнувшие для храбрости вина, заговорщики шли ниспровергать (в российском варианте это значило душировать и проламывать голову) Павла I, мотивируя свои действия тем, что

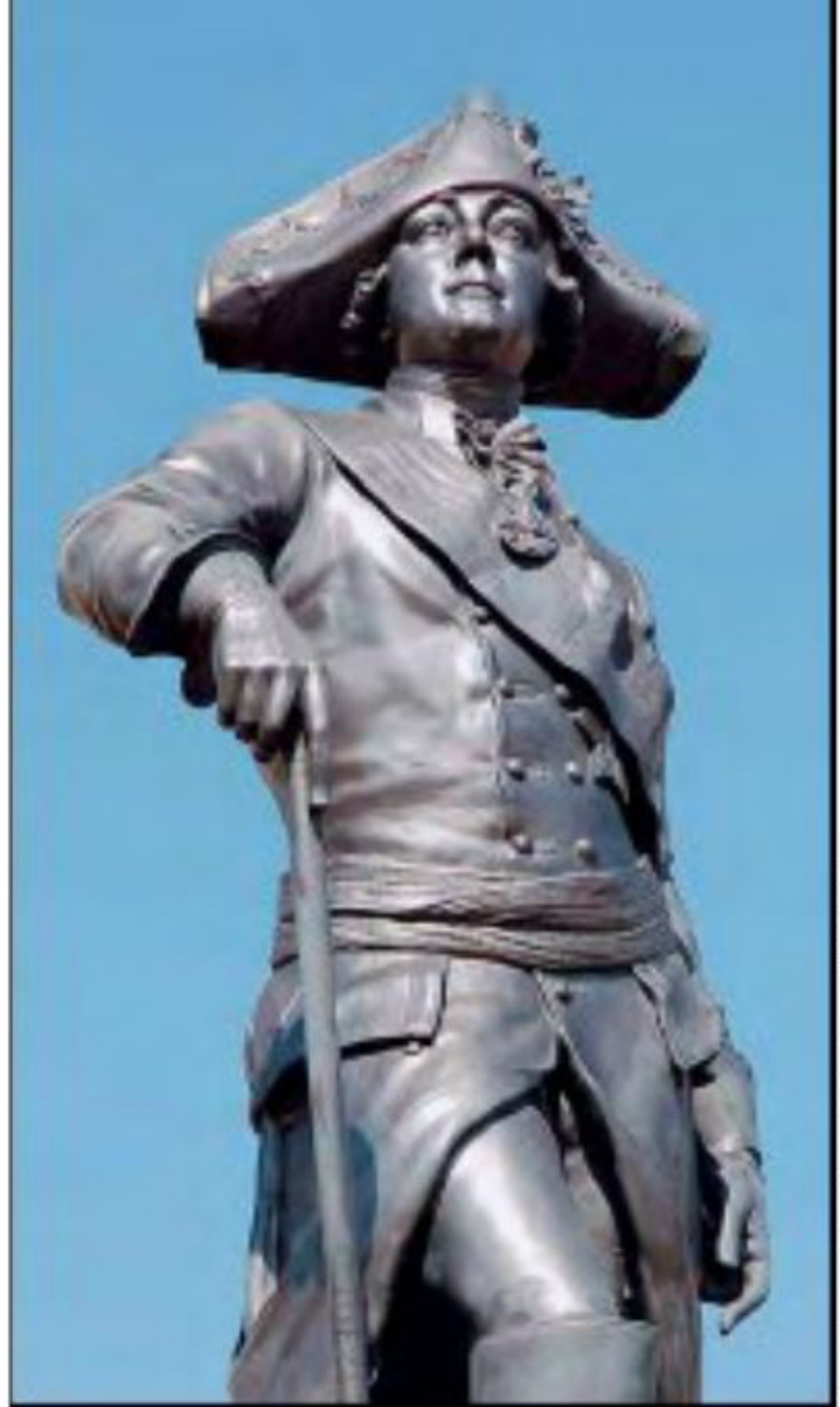


Фото Рустама Тайчинова (www.srbfotos.ru).

Павел I. Памятник, созданный Иваном Петровичем Витали (1794—1855), был установлен в 1851 году в Гатчине, перед Большим Гатчинским дворцом, а в 1871 году (в копии) — в Павловске.

спасали Отечество от тирана. Мы уже не говорим о ситуации 1730 года со знаменитыми Кондициями, в которой многие историки видят пуск и слабую, но всё же альтернативу неограниченной монархии. Так что для современников событий, а значит и для страны, происходящее обретало судьбоносный характер.

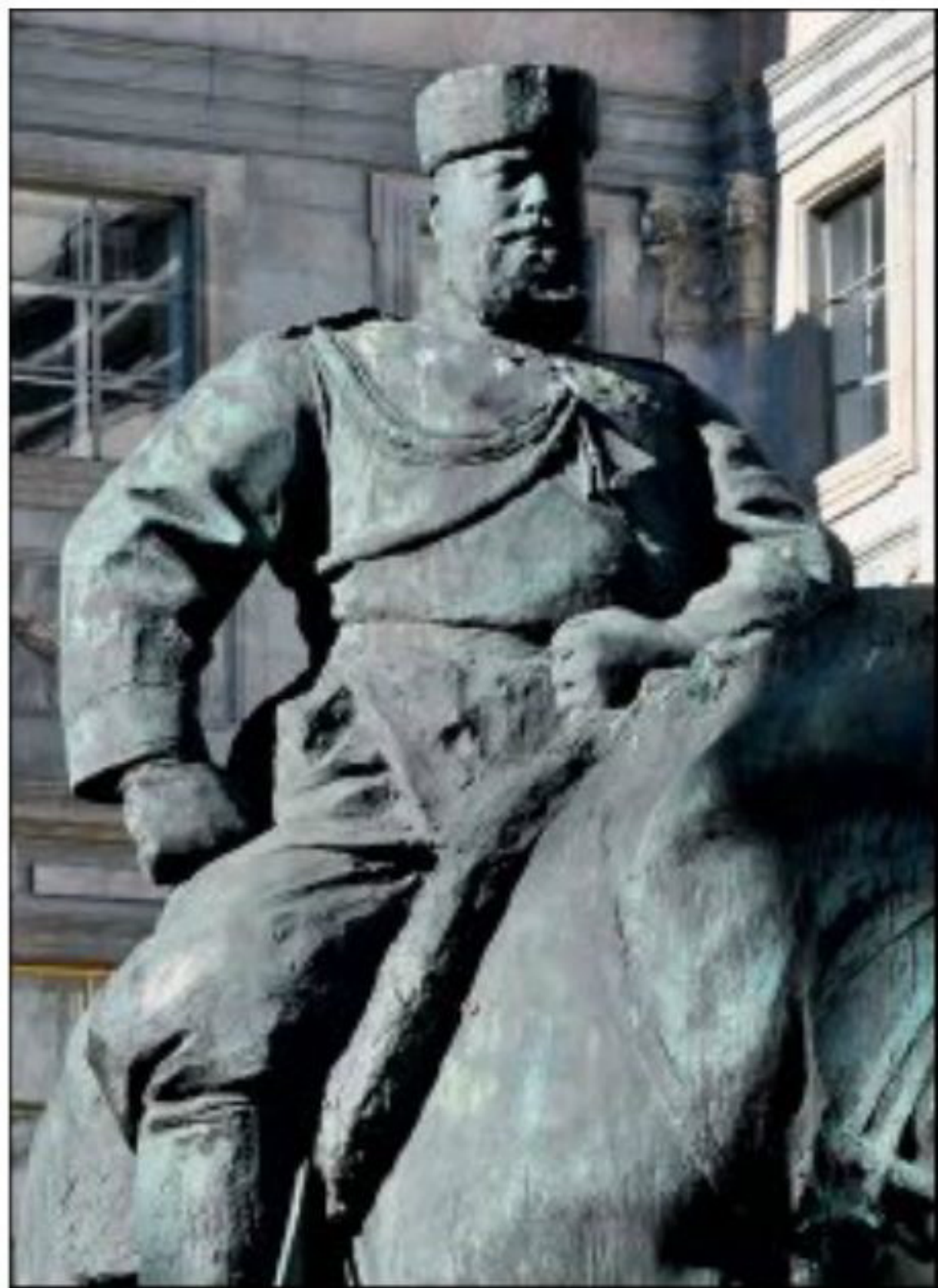
«Скелет в романовском шкафу» оказался с проломленным черепом. Эпоха дворцовых переворотов приучила Романовых не доверять своей элите. Чтобы удержаться, Романовы чинами и социальными привилегиями ублажали «первенствующее сословие», доводя уровень бесправия крестьянства до опасной черты. Лишь бы не делиться властью. Дворянство оказалось не на высоте. Оно пошло на сделку, предпочитая владеть рабами, а не гражданскими свободами.

Законодательная инициатива Павла избавила династию от одного из «скелетов в шкафу». Правнук Петра Великого, Павел I поправил — если, конечно, это можно назвать исправлением — положение с престолонаследием. Во-первых, он юридически чётко прописал порядок правопреимства, основанного на принципе муж-

ского первородства: «Дабы государство не было без наследника. Дабы наследник был назначен всегда законом самим. Дабы не было ни малейшего сомнения, кому наследовать». Во-вторых, он «физически» обеспечил правопреемство — у Павла было четыре сына, двое из которых царствовали, а ещё одному приносили присягу как императору.

Ситуации, близкие к ситуациям середины XVIII века (за вычетом марта 1801 года), больше не повторялись. К концу XIX — началу XX века разросшейся фамилии Романовых уже не грозило исчезновение. Накануне революции 1917 года к императорскому дому был «причислен» 61 человек. Пришлось даже ввести изменения в титулование и «урезать» содержание носителям царственной фамилии с учётом степени родства с монархом. Впрочем, события 1917 года засвидетельствовали непреложный факт: принадлежность к императорскому дому смертельно опасна. За два с небольшим года были казнены 18 членов императорской фамилии, включая

Александр III. Один из ракурсов конной статуи, созданной по проекту Паоло Трубецкого (1866—1938). Памятник установлен в 1909 году на Знаменской площади у Николаевского (ныне Московского) вокзала в Санкт-Петербурге, с 1994 года находится перед входом в Мраморный дворец.



четырёх дочерей Николая II и двух урождённых иностранных принцесс — жену царя, императрицу Александру Фёдоровну, и великую княгиню Елизавету Фёдоровну.

РУССКИЕ НЕМЦЫ ИЛИ НЕМЕЦКИЕ РУССКИЕ?

Сложившаяся ситуация с престолонаследованием привела к тому, что мужское поколение рода Романовых прервалось на Петре II. Мало того, и по женской линии процент «русской крови» из-за династических браков убывал в арифметической прогрессии. Начиная с Петра III на русском престоле, по сути, оказалась династия Романовых—Голштейн-Готторпов (так она ныне и фигурирует во многих генеалогических справочниках). Прямое потомство Петра III на русском троне оборвалось на Николае II. К этому времени, по подсчётам дотошных историков, доля «русской крови» у последнего императора составила 1/128.

В литературе определённого сорта это стало поводом для разного рода псевдо- и околонуточных спекуляций. Одна из крайностей — объявление Романовых «немцами», что и объясняет все «прегрешения» династии перед Россией.

Разумеется, этнокультурный и национально-психологический аспекты чрезвычайно важны, поскольку накладывают неизгладимый отпечаток как на реальную политику, так и на самих людей, её осуществляющих. И не учитывать её было бы просто ошибкой. Напомню, что в XIX — начале XX века европейские дворы были буквально «повязаны» родственными связями. Страны сотрудничали, соперничали, враждовали и даже воевали, тогда как их правители обменивались между собой посланиями с обращениями «дорогой дядюшка», «кузен» и т.д.

У родившегося Николая II дедушкой был король Дании, а дядей — король Греции. Спустя двадцать лет, когда Николаю пришлось подписывать за себя и сына отречение, на английском престоле сидел его двоюродный брат Георг V, на греческом — такой же брат Константин I, а на датском — Христиан X. И даже «заклятый враг» в Первой мировой войне, император Вильгельм, ходил в родственниках. Естественно, эти обстоятельства нельзя сбрасывать со счетов, пытаясь разобраться в мотивации и поведении Романовых.

Для самих Романовых (по крайней мере для отдельных представителей династии) «обилие немецкой крови» было поводом для рефлексий. Александр III, чрезвычайно болезненно отнёсшийся к роману и брачным планам отца с «княгиней Юрьевской», был

вполне снисходителен к «любам телесным» своей прапрабабки Екатерины II. Он долго допытывался у знатока истории XVIII века П. Бартенева: кто подлинный отец Павла I — Пётр III или придворный Салтыков? Ответ Бартенева относительно отцовства будто бы вызвал вздох облегчения — процент «русской крови» из-за прегрешения Екатерины значительно возростал.

Эта почти анекдотическая история — косвенное свидетельство того, что некоторые из Романовых где-то в глубине души болезненно переживали своё «превращение» в Голштейн-Готторпскую линию дома Романовых. И в подчёркивании Романовыми приверженности к национальному — помимо иных, более веских причин — отразилось, вероятно, и данное обстоятельство.

Особенно это бросается в глаза во второй половине XIX — начале XX века — тогда в моду вошёл древнерусский стиль. В ситуации, когда официально-государственные идеологические установки перестали вдохновлять, патернализм XVII века, «наряженный» в шаровары и сапоги, и борода — этот «немой» укор петровскому разрыву с «корнями» призваны были заполнить идеологический вакуум в головах подданных, а заодно напомнить о корнях династии Романовых.

Но если говорить серьёзно, то Романовы — это конечно же русская династия. Их этническая принадлежность определялась не рождением или не одним рождением, но самосознанием, воспитанием, менталитетом. Немка Екатерина не только осознавала себя русской царицей, но и проводила политику, отвечавшую национальным интересам. Разумеется, было бы глупо отрицать огромное влияние на неё северогерманской культуры. В её попытках приподнять городское сословие, привлечь сословия к сотрудничеству, опереться на право и поставить на службу просвещение ощутимо проявляются европейские корни. В известном смысле «немецкая», «датская», «австрийская», «греческая» и т.д. кровь в жилах Романовых способствовала расширению их кругозора и культурного горизонта.

Внимательный читатель может возразить, что защита династией национальных интересов как доказательство этнической принадлежности Романовых — вещь сомнительная. Достаточно вспомнить Петра III, разом перечеркнувшего итоги Семилетней войны ради того, чтобы обрадовать своего кумира, короля Фридриха Великого. Поток крови, пролитой в сражениях, в лучшем случае окупился повышением престижа России, с кото-

рой после смерти Петра Великого всё меньше и меньше считались. Однако не следует забывать, что одной из причин низложения Петра III как раз и стала его антинациональная политика. В глазах российского дворянства немка Екатерина II была более своею, русской, нежели родной внук Петра I.

Главное же в данном случае — субъективные ощущения, самоидентификация Романовых. Большинство из них были уверены в том, что они — последовательные защитники российских интересов, хотя реально могли более заботиться об имперских (а это не одно и то же), продворянских, династических, личных и т.д. интересах. Следует признать, что в подсчётах процента крови у любой династии много наивного. Разбавление «национального компонента» — неизбежное следствие монархического устройства, замешанного на династических браках. Никому не придёт в голову, к примеру, обвинять королеву Викторину, представительницу австрийской Ганноверской династии, в ксенофобии к Англии.

Романовы несколько поколений поддерживали высокий процент «русской крови» вовсе не из патриотических соображений. Всё проще: из-за малого числа православных царств им поневоле приходилось искать невест для царевичей среди своих «холопов» — православных подданных. Дочерям царей было и того горше. Попытки заключить династические браки с европейскими правящими домами оканчивались неудачей. Венчание предполагало, что жених или невеста обязательно примут православие. Но жертва казалась несоразмерной выгодам, получаемым от брака, — престиж Московского государства был невысок. Поиск же компромиссных вариантов блокировало русское духовенство.

Лишь при Петре I удалось прорвать династическую изоляцию. Превращение России в великую державу перевесило прежнее пренебрежение к православию. В XVIII—XIX веках вероисповедальный вопрос уже не стоял неодолимой преградой. Невест стало с избытком — принцесс-иностранок, «портивших» процент «русской крови».



Династия может удержаться, если станет своей вне зависимости от этнической принадлежности основателя или дальнейших браков. В отечественной истории были апробированы оба варианта. Рюриковичи очень быстро стали своими. Романовы, при всех династических перипетиях и немецких акцентах, своими остались.

Фото Натальи Домриной.



Гекконы — постоянные участники биологических космических экспериментов по изучению влияния невесомости и повышенного радиационного фона. На снимке: наземный контрольный эксперимент в рамках проекта «Бион-М» № 1. Фото Олега Волошина (Институт медико-биологических проблем РАН).

СКОЛЬКО НАУКИ В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ?

Стоит ли изучать грозу на лабораторном столе? Что происходит с мозгом в невесомости? Как быстро меняется межпланетная среда и чему нас научил метеорит «Челябинск»?

Обо всём этом говорили в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН) 4 октября 2013 года — в день 56-летия космической эры, которую традиционно отсчитывают с момента запуска первого искусственного спутника Земли. «Дни космической науки», прошедшие в ИКИ РАН, показали, что дела в отечественной науке о космосе не так уж плохи, а если учитывать скромное финансирование, то и вовсе замечательные.

Пять главных «космических» событий уходящего года, по версии ИКИ РАН, — это начало экспериментов по изучению плазменно-волновых процессов вблизи МКС, что важно для обеспечения безопасности космических полётов; присоединение Роскосмоса к европейскому проекту по изучению Красной планеты «ЭкзоМарс», старт которого намечен на 2016 год; успешное проведение эксперимента «Бион-М» № 1 — сложные биологические исследования на

животных в космосе; вывод спутника дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П», способного получать детальные снимки земной поверхности с разрешением вплоть до 70 см и производительностью 1 млн км² в сутки — в этих данных нуждаются метеорологи, природоохранные организации, МЧС, сельхоз- и рыболовные организации; и наконец, падение метеорита в Челябинской области. Правда, это последнее событие — подарок «свыше». «Я не буду благодарить Роскосмос за этот эксперимент, я говорю “спасибо” господу Богу», — этой шуткой начал свой доклад о результатах исследования челябинского метеорита академик Михаил Маров (Институт геохимии аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН).

Более десяти космических научных проектов, начатых в предыдущие годы — российских или с участием России, — назвал директор ИКИ РАН академик Лев Зелёный: от изучения структуры межзвёздной среды и природы излучения активных ядер галактик до исследований планет (в том числе поиск следов жизни) и природы грозовых явлений.

Доктор физико-математических наук Георгий Застенкер (ИКИ РАН) рассказал об эксперименте «Плазма-Ф». В нём получены данные, на основе которых астрофизики пришли к выводу, что содержание ядер гелия в солнечном ветре меняется каждые несколько секунд (напомним, что солнечный ветер истекает из солнечной короны и состоит в основном из электронов, протонов и ядер гелия, см. также «Наука и жизнь» № 5, 2010 г.). «Это принципиально новый результат, требующий осмысления. Он говорит о том, что межпланетная среда меняется очень быстро и на очень малых масштабах, — сказал Георгий Застенкер. — Соотношение протонов и гелия в солнечном ветре меняется случайным образом и определяется, по всей видимости, теми участками солнечной короны, откуда они вылетают. Так как ионизация гелия происходит в солнечной короне, это может свидетельствовать о существовании в ней слоёв (или “зёрен”) достаточно малых, в масштабах Солнца, размеров — порядка нескольких тысяч километров — с постоянным содержанием гелия».

Микроспутник «Чибис-М», запущенный полтора года назад, изучает высотные (20—25 км) атмосферные грозовые разряды и влияние гроз на состояние ионосферы, то есть на «космическую погоду». Одна из задач проекта — регистрация и выяснение природы гамма-всплесков в ионосфере, сопровождающих грозовые

явления (см. «Наука и жизнь» № 3, 2012 г.; № 10, 2013 г.). Пока статистически значимые результаты не получены. Тем не менее «анализ массива данных позволяет предположить, что мы наблюдаем гамма-вспышку, вызванную грозovým разрядом», подчеркнул доктор физико-математических наук Станислав Климов (ИКИ РАН).

Изучение грозových разрядов с околоземной орбиты привело физиков к любопытному выводу: условия, возникающие в грозовом облаке при разряде, невозможно воспроизвести в лаборатории: слишком разнообразен их масштаб — от десятков метров до сотни километров.

«Чибис-М» принёс и неожиданные результаты: в ходе изучения других явлений, связывающих атмосферу и ионосферу, были зафиксированы необычные низкочастотные сигналы (ОНЧ-излучения, или «атмосферики»). Впервые подобные сигналы обнаружили в данных французского спутника DEMETER. Область генерации этих сигналов предположительно находится в ионосфере, но их происхождение неясно.

Проект «Бион-М» № 1 оказался самым длительным биологическим экспериментом с живыми организмами на борту автоматического

аппарата. Он продолжался 30 суток — с 19 апреля по 19 мая 2013 года. Изучалось длительное влияние на живые организмы микрогравитации и повышенной радиации, что само по себе не ново. Но, в отличие от предыдущих проектов, в нынешнем эксперименте исследовали не только состояние мышц и крови животных (мышей, гекконов, рыб, рачков и улиток), но и тонус сосудов, изменения в позвоночнике, вестибулярном аппарате, подвижность спермы и такие сложные процессы, как экспрессия генов. В числе интересных результатов — обнаруженные изменения в тонусе артерий головного мозга, ими можно объяснить наблюдавшиеся ранее у космонавтов увеличение скорости кровотока в «мозговых» сосудах и повышение внутричерепного давления, которое может быть причиной снижения остроты зрения.

Падение челябинского метеорита принесло учёным огромное количество материала, его изучение даст ответы на многие вопросы, связанные с происхождением Солнечной системы. Академик Михаил Маров напомнил, что вес болида 11 тыс. тонн и найдена лишь малая часть метеоритного вещества, поиски которого продолжаются (см. «Наука и жизнь» № 5, 2013 г.). Он отметил, что по-

ложительные последствия падения метеорита в густонаселённом районе (что лишь по случайности не привело к серьёзным разрушениям и жертвам) — это не только возможность изучить внеземное древнее вещество, возраст которого оценивают примерно в 4,5 млрд лет, но и вспышка интереса к проблеме астероидно-кометной опасности. Ведь крошечный астероид, подлетевший к Земле со стороны Солнца, на этапе вхождения в атмосферу не был замечен ни астрономами, ни силами противоракетной обороны. Небольшая яркость таких малых тел не позволяет их наблюдать, поэтому астероидов, подобных челябинскому, пока открыто менее 1%. Но их активно ищут: в мире работают несколько систем поиска потенциально опасных космических тел с использованием наземных оптических телескопов. В России такой системы нет, но есть предложение институтов РАН создать её на основе сети телескопов МАСТЕР (МГУ).

«У нас есть планы на будущее, и никакие реформы их не остановят», — сказал вице-президент РАН, директор ИКИ РАН академик Лев Зелёный.

Татьяна ЗИМИНА.
По информации
ИКИ РАН.

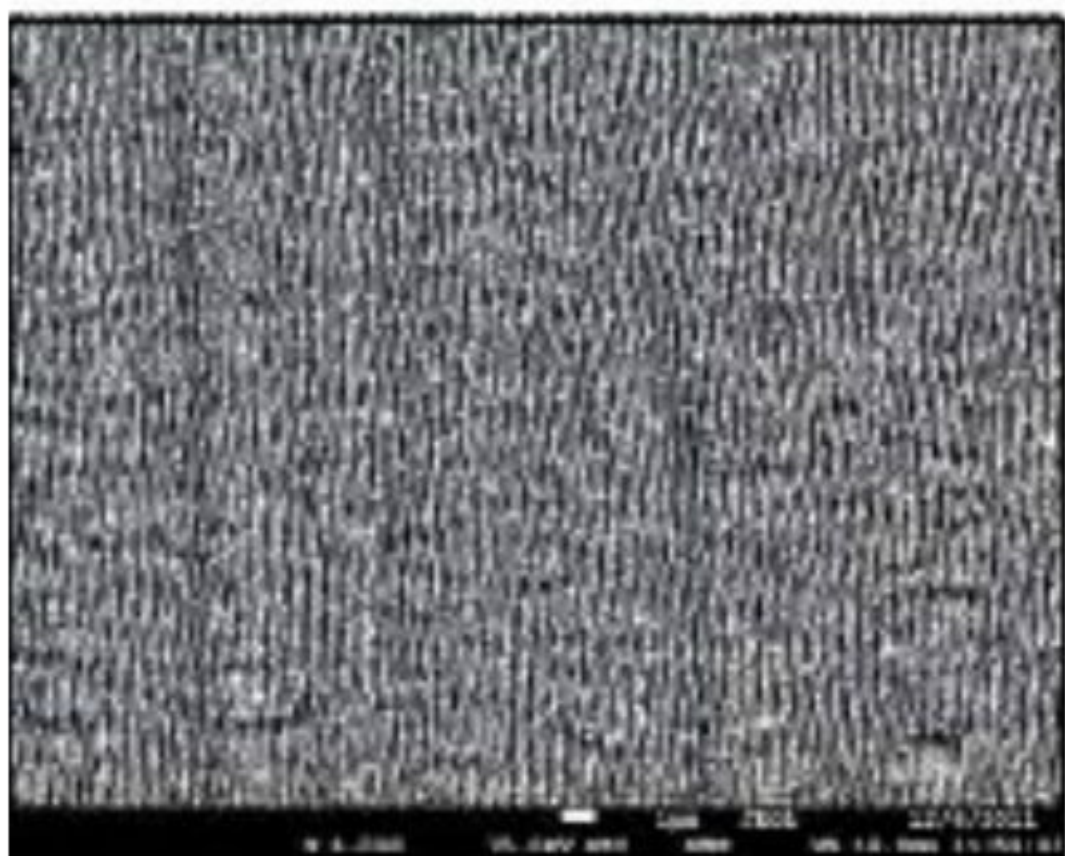
ТИТАНОВЫЕ ИМПЛАНТЫ С «УЗОРОМ»

Нанокристаллический титан благодаря своим исключительным механическим свойствам — сочетанию прочности с суперпластичностью — находит всё новые приложения, в том числе как материал для имплантов: пластин для черепа, зубных протезов, разных стержневых конструкций.

Сотрудники Физического института им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) вместе с коллегами из Белгородского государственного университета и Института структурной макрокинетики и проблем материалововеде-

ния РАН предложили новый метод модификации поверхности титана — облучение очень короткими, фемтосекундными ($1 \text{ фемтосекунда} = 10^{-15} \text{ с}$) лазерными импульсами. На обработанной таким способом поверхности появляются периодические структуры с характерными субмикронными и мультимикронными размерами. Образующиеся при лазерной обработке нано- и микротекстуры создают «инкубатор», благоприятную среду для остеобластов — клеток, синтезирующих материал костной ткани. Титан с подобным рельефом обладает лучшей биосовместимостью, что весьма важно для имплантов.

Сформировать поверхностную нано- и микротекстуру и при этом сохранить исходно



Изображение поверхности титана с нанометровым квазипериодическим рельефом, полученным лазерной обработкой поверхности. Фото: ФИАН-Информ.

присущую материалу объёмную нанокристаллическую структуру — такую задачу очень сложно решить традиционными методами обработки. Например, при плазменном травлении или отжиге материала прогревается довольно толстый поверхностный слой. В результате нанокристаллы спекаются или сплавляются и появляются более крупные кристаллы микронных размеров, что сильно ухудшает механические свойства титана. При воздействии ультракоротких лазерных импульсов за счёт их высокой пиковой мощности до высоких температур нагревается за очень короткое время только тонкий поверхностный слой. После этого поглощённая материалом энергия начинает распространяться в глубь материала, температура поверхности быстро падает, структура поверхности замораживается до следующего лазерного импульса без нежелательного спекания нанокристаллитов.

Образующаяся при лазерной обработке наноструктурированная поверхность представляет собой хорошо выраженные одномерные решётки с характерным шагом 70—600 нм.

Так, при плотности лазерного излучения 17 мДж/с^2 серия из 500 импульсов формирует на поверхности титановой мишени последовательность узких бороздок (шириной около 100 нм), отстоящих друг от друга в среднем на 400 нм. Появление таких квазипериодических структур физики объясняют интерференцией электрических полей падающего излучения с поверхностной электромагнитной волной, которую одновременно возбуждают на поверхности те же самые фемтосекундные лазерные импульсы.

Проведённые эксперименты показали, что, изменяя параметры лазерного излучения (в видимом и ближнем ИК-диапазоне), можно управлять размерами возникающих поверхностных структур. При повышении плотности энергии ширина бороздок увеличивается и решётка рельефа становится хорошо выраженной. Однако начиная с некоторой плотности энергии лазерных импульсов эта решётка практически исчезает и на поверхности появляются зародыши микроконусов. При длительной или высокоинтенсивной экспозиции вся поверхность постепенно заполняется массивом микроконусов, придающих ей практически 100%-ную поглощающую способность. Таким образом, предложенный метод позволяет контролировать морфологию поверхности нанокристаллического титана и, следовательно, его свойства.

Как пояснил Сергей Кудряшов, старший научный сотрудник лаборатории газовых лазеров ФИАН, «поверхность нанокристаллического титана с нано- и микрорельефом сохраняет повышенные прочность и пластичность, характерные для объёмного материала, и приобретает высокую гидрофильность, необходимую для её биосовместимости. Соответственно такая морфология поверхности делает титан идеальным кандидатом для создания новых имплантов, которые уже проходят стадию доклинических испытаний в Онкологическом институте им. П. А. Герцена».

Михаил ПЕТРОВ,
АНИ «ФИАН-информ».

АЗОВСКОЕ МОРЕ — ГЕНЕРАТОР ТОПЛИВА

Азовское море могло бы полностью обеспечить газом Украину. К такому выводу пришли сотрудники Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова совместно с украинскими коллегами из Приазовского государственного технического университета,

изучив выделение биогаза со дна Северного Приазовья.

Биогаз в Азовском море образуется в ходе разложения биомассы донного ила под воздействием трёх видов микроорганизмов семейства археевых (метановое брожение). Поставщик органического вещества в донные осад-

ки — фитопланктон, который бурно размножается в море в определённый период года, так что порою вода Азовского моря на мелководье превращается в сплошную «цветущую» зелёную массу. Бурному размножению фитопланктона способствуют особые условия: это самое мелкое море в мире (средняя глубина 6 м), в тёплое время года хорошо прогреваемое. Азовское море обменивается водами только с Чёрным морем, из-за чего

имеет очень низкую солёность — около 11,5%. Интенсивное перемешивание вод, особый кислородный режим, другие особенности Азовья способствуют быстрому разложению органического вещества, что сопровождается выделением биогаза.

Сотрудники МГУ выдвинули гипотезу, что большинство примесей, содержащихся в биогазе (углекислый газ, сероводород и др.), при его подъёме наверх через водную толщу растворяются в воде и биогаз, поступающий к морской поверхности, обогащается метаном.

Исследования, проведённые в прибрежной зоне Белосарайского залива (акватория Таганрогского залива, Донецкая область), подтвердили эту гипотезу. Анализ отобранных с поверхности проб биогаза, выделяемого с глубины 1 м, показал, что он содержит 80—93% метана, при этом содержание углекислого газа не превышает 7%, а сероводород практически отсутствует. То есть поступающий

в атмосферу биогаз из донных илов Азовского моря по химическому составу идентичен природному газу.

Чтобы оценить объёмы выделяемого ценного биопродукта, специалисты изучили состав донного ила. В прибрежных водах содержание органического вещества оказалось в несколько раз выше (3—16%), чем в отдалённых от берега участках, где глубина больше, а планктона меньше. Из этого был сделан вывод, что наиболее интенсивно биогаз выделяется в прибрежных зонах. Следующим шагом в исследованиях стало определение границилистых отложений — областей биогазовой активности, по результатам этих исследований построены карты газовых «месторождений» Белосарайского залива. Проведённые затем расчёты показали, что акватория Азова может выделять более 90 млрд м³ метана в сезон (30 м³ с одного квадратного метра). Это больше, чем годовое потребление природного газа в Украине.

Авторы исследования подчёркивают дешевизну «морского» метана, себестоимость которого приближается к таковой традиционного природного газа на месте добычи, что выгодно его отличает от биогаза, получаемого из растений («метантенковая технология»). Это неудивительно: морская технология не требует строительства метанового реактора, транспортировки и подготовки исходного сырья, очистки полученного биогаза.

Вдохновившись перспективой получения дешёвого, экологически чистого, абсолютно возобновляемого и легкодоступного источника энергии, учёные разработали установку для сбора морского биогаза и принципиальную схему гелиобиоэлектростанции, которая, как следует из названия, использует не только «морской» метан, но и энергию Солнца, появляющегося на местном небосклоне чуть ли ни чаще, чем в соседнем солнечном Крыму.

Татьяна ЗИМИНА.



Берег Белосарайской косы буквально завален морскими водорослями — сырьём для метанового «производства» биогаза. Фото Александра Бронского.

Через пять-шесть лет интерьеры вагонов будет украшать вот такая схема Московского метрополитена. Как предполагают существующие градостроительные планы, она будет соответствовать действительности.

В столичной подземке заметно прибавится станций, увеличится протяжённость трасс, а главное — появится вторая кольцевая линия. (Мелкие цифры возле ещё не открытых станций обозначают год их предположительной постройки.)



КУДА РАСТУТ ВЕТКИ?

Евгений КОНСТАНТИНОВ.

Необходимость в расширении подземной транспортной сети в столице ощущается уже давно, хотя московское метро считается восьмым по протяжённости линий в мире (313,1 км и 188 станций), уступая лишь Пекину, Шанхаю, Лондону, Сеулу, Нью-Йорку, Токио и Мадриду. Но при этом по числу перевозимых пассажиров оно делит второе-третье места с Сеулом, а по загруженности линий уверенно держит второе место, уступая только японской столице. В среднем за год в московском метро проезжает чуть менее 2,5 миллиарда человек. Только представьте — это в полтора десятка раз больше всего населения России! Впрочем, в час пик это как раз представить несложно...

Метрополитен для современной Москвы больше чем просто средство передвижения. Это основа, на которую в столице нанизаны весь пассажирский транспорт и огромная часть городской инфраструктуры. При существующей загруженности улиц метро — единственный способ пересечь огромный мегаполис в любое время дня, точно зная, во сколько прибудешь к месту назначения. Но при всей социальной значимости метрополитена он всегда не поспевал за ростом города. По оценкам специалистов, сейчас пропускная способность столичного метро близка к пределу, но потоки продолжают расти. Если не строить новые линии и пересадочные станции, подземная Москва уже через пять лет может встать в гигантской пробке.

Нынешняя программа развития метрополитена до 2020 года — самая масштабная за последние десятилетия — это попытка решить давно назревшие транспортные проблемы и компенсировать то, что не успели раньше, одновременно учитывая новые столичные реалии. Программа предполагает, что в ближайшие годы будет построено более 155 километров линий, 75 станций и 8 электродепо. Судя по «раскопкам» с метростроевской символикой, раскинувшимся в самых разных районах Москвы, за дело взялись широко и основательно.

Ещё до конца нынешнего года в эксплуатацию должны быть сданы три участка. Первый — продолжение Таганско-Краснопресненской линии от «Выхино» за МКАД со станциями «Лермонтовский проспект» и «Жулебино». Второй — связка между «Дело-

вым Центром» и «Парком Победы», которая со временем соединится с жёлтой веткой и станет её продолжением на запад в направлении Солнцева. Третий — продолжение Бутовской линии на север внутрь МКАД и «стыковка» её будущей станции «Битцевский парк» с «Новоясеневской».

Метростроевская программа пока только набирает скорость, и заметных результатов стоит ожидать лишь начиная с будущего года. В 2014-м вдоль Дмитровского шоссе протянется новая ветка из шести станций от «Марьиной рощи», красная линия продлится на три станции «вниз», а фиолетовая дойдёт до «Котельников». К открытию стадиона «Спартак» расконсервируют одноимённую станцию-призрак между «Тушинской» и «Щукинской». Ещё через год завершат продление Замоскворецкой линии на север и откроют три станции западного участка на Калининско-Солнцевском радиусе, а также начнут сдавать в эксплуатацию совершенно новую Кожуховскую ветку на юго-востоке столицы, которая свяжет с центром города несколько активно развивающихся спальных районов за МКАД. Закончить работы на этом направлении обещают уже в 2016 году.

Год 2017 будет практически целиком посвящён второму кольцу. Сейчас предполагается, что оно пройдёт так, как обозначено на схеме, и свяжет между собой все периферийные районы внутри МКАД. Часть его, кстати, уже давным-давно существует и успешно перевозит горожан от «Каширской» до «Каховской» и обратно. Всё остальное предстоит построить, причём на отдельных участках работы даже начаты. Правда, в предлагаемом ныне виде кольцо получилось со смещённым центром. И если на южной его половине маршрут кажется вполне логичным и обоснованным, то на севере внешнее кольцо сильно сплюснули, прижав к первому. На участке от «Динамо» до «Авиамоторной» его нарисовали всего в одном-двух перегонах от Кольцевой линии. Над замыслом такого решения остаётся лишь гадать. Даже если принять в расчёт пассажиропотоки, куда логичнее было бы связать «Войковскую», «Петровско-Разумовскую», «ВДНХ», «Преображенскую площадь» и «Семёновскую». И уже от неё выходить к «Авиамоторной» либо к «Перово».

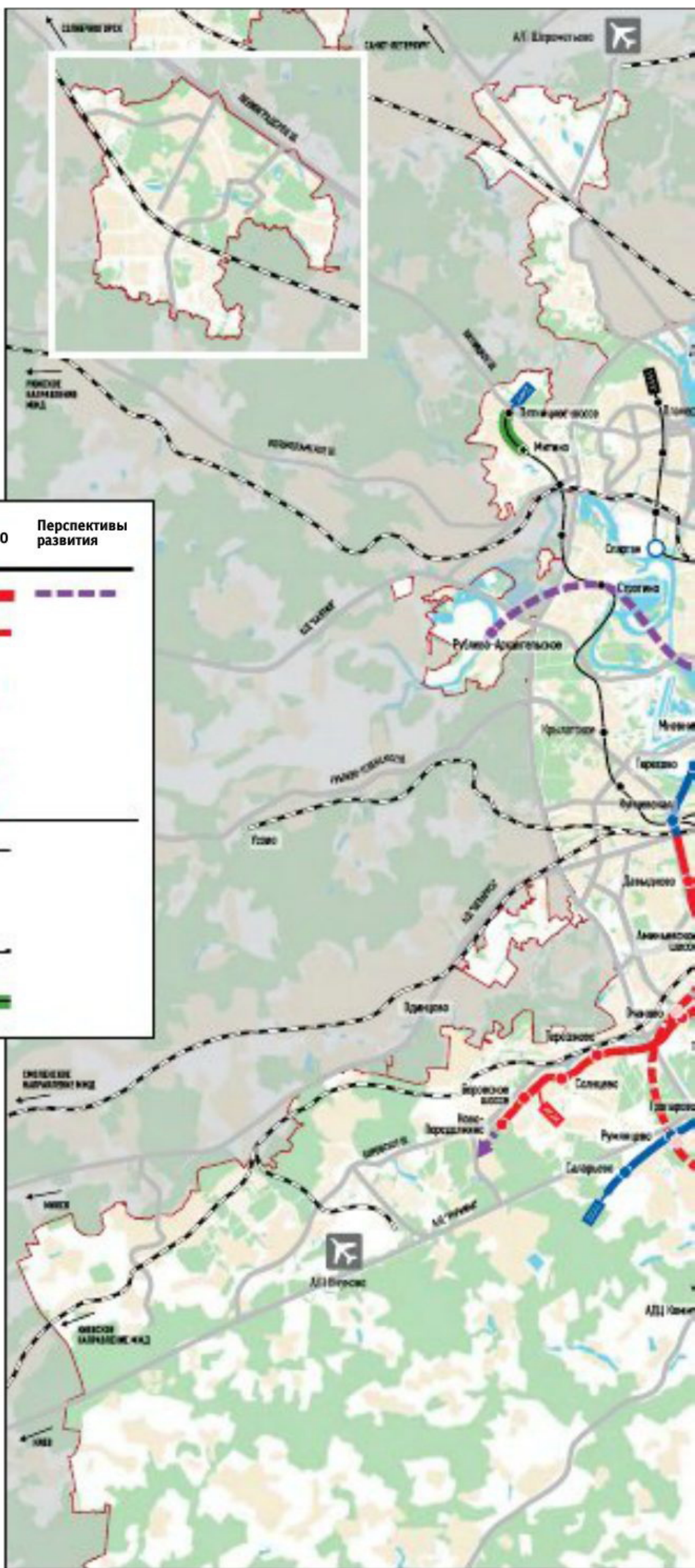


ГЕНПЛАН
МОСКВЫ

СИСТЕМА МЕТРОПОЛИТЕНА МОСКВЫ ДО 2020 Г.

Сооружения метрополитена	2013–2015	2016–2020	Перспективы развития
Линии и станции			
Ведется работа по трассировке линий и станций			
Станции на действующих линиях			
Вторые выходы			
Электродепо			
Существующие линии метрополитена			
Существующие электродепо			
Существующие железные дороги			
Линии, введенные в эксплуатацию в 2011-2012 гг.			

На этой схеме видно, в какие районы столицы протянутся новые линии метро и как они будут привязаны к существующей транспортной схеме.







По официальной статистике, пассажиропоток в московском метро растёт в среднем на 2—3% в год. При этом общая картина загруженности линий в целом сохраняется. Уже сегодня некоторые станции работают на пределе своей пропускной способности, а «Выхино» его уже преодолело. Чтобы снизить нагрузку, на юго-востоке столицы нужна ещё одна линия.

Впрочем, возможно, что схема ещё получит разумные коррективы. За время строительства московской подземки ей уже не раз назначали альтернативное будущее, но в итоге конфигурация веток складывалась не совсем так, как предполагали. В любом случае московскому метро нужны и новые радиусы, и большое кольцо.

Что же до перспектив на 2018—2020 годы, то они ещё пока в стадии проработки. Из-

вестно лишь, что на этот период планируется соединение будущего западного отрезка жёлтой ветки с существующим ныне, а также строительство хордовой линии на территории Новой Москвы.

Иллюстрации: Алексей Гончаров, Дмитрий Зыков и официальный портал стройкомплекса Москвы.



ИЗУЧАЕТСЯ ЗЕВОТА

Зевота — непроизвольный рефлекс. Его можно попытаться подавить, можно даже зевнуть с закрытым ртом, но само желание от этого не исчезнет. Особенно часто тянет на зевоту перед сном, но и утром, проснувшись, мы нередко зеваем. Как минимум за день человек зевает десять раз. Действует этот рефлекс и в тех случаях, когда вам скучно. Так, американский психолог Роналд Бэннинджер, изучая частоту зевков в разных ситуациях, наибольший показатель нашёл в аудитории университета, где проходил семинар по дифференциальному исчислению, — в среднем 24,6 зевок в час на

Зевают и бегемоты и крысы.



участника семинара (см. «Наука и жизнь» № 2, 1990 г.).

Долгое время считалось, что глубокие вдох и выдох должны насытить лёгкие и кровь кислородом и выбросить застоявшийся в лёгких углекислый газ. Однако эксперименты показали, что рефлекс не исчезает даже при дыхании чистым кислородом. Последняя теория: глубокий вдох охлаждает мозг, чтобы он лучше работал. Подопытные субъекты с ледяным компрессом на лбу, при просмотре скучных фильмов, зевают реже, чем зрители без такой повязки.

Не надо быть опытным натуралистом, чтобы заметить, что зевают и животные. Львы в зоопарке усиленно зевают, ожидая обеда. Гиены — готовясь напасть на жертву. Собаки — когда волнуются, например перед приёмом у ветеринара. Растительные (лошади, верблюды, зайцы) зевают существенно реже хищных. Никто и никогда не видел, чтобы зевали жирафы. Но они и спят очень мало: не более получаса в сутки. Некоторые обезьяны, например мандрилы, широко зевая, утверждают своё доминирование в группе сородичей. Возможно, это не столько зевок, сколько демонстрация острых и крепких зубов. Иногда зевают птицы, черепахи, крокодилы и змеи.

Известно, что зевота заразна. По французской поговорке, «один широко зевнувший заставляет зевнуть семерых». Этой заразе подвержены 42—55 процентов людей, причём только начиная лет с пяти-шести: совсем маленькие дети не поддаются примеру окружающих. Зевота своего сородича, кроме людей, бывает заразна для шимпанзе, макак и, как обнаружили недавно, даже для волнистых попугайчиков.



Гребневик мнемипсис, выедающий планктон в Чёрном море.

ПРИШЕЛЬЦЫ НА БОРТУ

В 1982 году судно из Северной Америки, пройдя через Босфор, занесло с балластной водой в Чёрное море гребневика *Mnemiopsis leidyi*. Этот очень прожорливый родственник медуз питается планктоном. В результате количество пищи для черноморских рыб сократилось в 30 раз (см. «Наука и жизнь» № 3, 1990 г.).

В начале 1990-х годов неизвестное судно, по-видимому, из Бенгальского залива завезло в прибрежные воды Перу холерные вибрионы. Их отфильтровывали из воды местные моллюски, которые идут в пищу, возникла эпидемия холеры, и в Латинской Америке скончались 12 тысяч человек.

Тоже из балластных цистерн моллюск дрейссена, способный жить и в солоноватых, и в пресных водах, попал в североамериканские Великие озёра, где забивает водозаборные трубы систем охлаждения электростанций.

Большинство обитателей залива Сан-Франциско — чужеродные морские виды, завезённые из Китая, Новой Зеландии и Японии оживлённым судоходством.

В Средиземном море, где судоходство самое активное в мире, 900 чужеродных видов, и в среднем каждые девять дней прибывает ещё один.

Такие ненамеренные переселения происходят ежегодно. Разгрузившись, суда закачивают в балластные цистерны морскую воду,

чтобы обеспечить остойчивость и достаточно глубокую посадку. С этой водой в цистерны попадают личинки и взрослые морские организмы, а когда вода будет выкачана в очередном порту при загрузке трюмов, пришельцы попадут в местные воды, возможно, в тысячах миль от того места, где их набрали. Пока вы читаете эту заметку, около семи миллиардов тонн балластной воды плещутся в цистернах многочисленных судов по пути из одного моря в другое. А в этой воде может содержаться 7000 различных видов животных и растений в форме семян, спор, яиц или личинок. Большой сухогруз или танкер берёт до 60 тысяч кубометров балласта.

Международная группа экологов обследовала более 1400 портов мира и нашла, что серьёзная опасность нежелательных пассажиров существует только для 20 из них. Самые уязвимые — Гонконг, Сингапур, порты Суэцкого и Панамского каналов. В холодных водах пришельцы быстро гибнут, но положение может измениться с глобальным потеплением.

Эту опасность должна уменьшить Международная конвенция по балластным водам, принятая ООН в 2004 году, но, пока её не подписало большинство морских государств, она не может вступить в силу. Россия присоединилась к конвенции в феврале 2012 года, но США, Англия, Германия и Япония не входят в число подписавших. Как и такие мелкие, но формально обладающие большим флотом страны, как Панама, Багамы, Мальта и Кипр, куда многие владельцы приписывают свои суда, так как там мягче требования к судовладельцам и меньше налоги.

Договор обяжет мореплавателей фильтровать и дезинфицировать воду перед сбросом. Можно применять озонирование, облучение ультрафиолетом, нагрев воды, электролиз. Но соответствующее оборудование для большого судна стоит иногда полмиллиона долларов. Правда, борьба с уже закрепившимися вторженцами обходится значительно дороже.

НАДО ЛИ УЧИТЬ ДЕТЕЙ ПИСЬМУ?

С 2014 года в 45 штатах США вступает в силу стандарт школьного образования, согласно которому детей необязательно учить писать от руки так называемым безотрывным письмом, при котором буквы в каждом слове соединены между собой. Вместо этого будут учить писать отдельно стоящими печатными буквами. И конечно, печатать на компьютере.

Доводы сторонников новшества: кто и когда теперь пишет от руки? Мы разве что заполняем различные счета, анкеты и квитанции, а там обычно как раз требуется писать печатными буквами. Записку из двух-трёх строчек тоже вполне можно написать печатными буквами, яснее будет. Остальное всё пишется на компьютерах или на телефонах (SMS). Опрос, недавно проведённый в Англии, показал, что 40% населения в последние полгода ничего не писали от руки. Так что дети должны осваивать клавиатуру, а не ручку с бумагой.

Однако последние данные науки указывают, что умение писать тесно связано с умением читать. Французские нейрофизиологи показали, что у человека, видящего буквы, активизируется тот же участок двигательной коры, что включается при письме. Для контроля испытуемым показывали значки, внешне похожие на буквы, но ничего не означающие, — двигательная кора молчала.

Хорошо, но ведь умение печатать на клавиатуре тоже связано с движениями пальцев, значит, умение работать с клавиатурой тоже должно помогать научиться читать?

Французы взяли две группы первоклашек: одну учили читать и писать шариковой ручкой, другую — читать и печатать буквы на компьютере. Через месяц посмотрели на результаты: первая группа читала лучше второй. То же получилось и со взрослыми, которые учили иностранные языки с неевропейской письменностью — бенгальский или тамильский. Письмо от руки сопрягает зрительную память с двигательной, а от этого быстрее усваивается навык чтения. Тот, кто не учился обычному письму, не может использовать в полной мере свою сенсорно-моторную память. Замедляются распознавание букв и весь процесс чтения и понимания текста.

К тем же результатам пришли американские исследователи из университета Индианы: дети, учившиеся читать, только глядя на буквы, читают хуже, чем одновременно учившиеся писать. Для проверки взяли три группы младшеклассников: одну учили читать и писать, вторую — читать и копировать типографские буквы, третью — читать и нажимать клавиши с соответствующими буквами на компьютере. Успешнее всех была первая группа. Письмо и чтение помогают друг другу.

Если американцев станут отныне учить писать только на клавиатуре либо печатными буквами, как они будут расписываться на тех же квитанциях, счетах и анкетах?

Впрочем, можно научить их ставить крестик.

ЦИФРЫ И ФАКТЫ

■ Каждый доллар, вложенный правительством США в исследования, связанные с геномами организмов, приносит прибыль в 65 долларов. Пока вложено 12,3 миллиарда долларов.

■ Если ребёнку на первом году жизни дают антибиотики, это на 40% увеличивает вероятность появления у него в дальнейшем экземы. Таков результат 20 исследований, проведённых в Британии.

■ В 2012 году мировое производство рыбы на рыбоводческих фермах впервые превзошло производство говядины: 66 миллиона тонн против 63 миллионов. Причём 62% рыбной продукции дал Китай.

■ За 1990—2010 годы смертность в Англии от цирроза печени выросла на 65%, от наркотиков — на 577%, от болезни Альцгеймера — на 137%.

■ Метеорологи из университета Ридинга (Великобритания) предсказывают, что к середине века из-за глобального потепления количество «воздушных ям» увеличится на 40—170% и полёты на авиалайнерах станут более тряскими.

■ Австралия — первая страна, в которой электроэнергия, получаемая от ветра, стала дешевле производимой обычными ТЭЦ: 8—11 австралийских центов вместо 12—18 за киловатт-час. Солнечная энергия на подходе: с 2008 по 2011 год она подешевела на 75%.

■ По расчётам американского генетика Дж. Эйки, в каждом поколении человечества возникает около 100 миллиардов мутаций, из них 80% неблагоприятные.

■ В мае 2013 года содержание углекислого газа в атмосфере превысило 400 частей на миллион. В последний раз так много его было в плиоцене, 4 миллиона лет назад, когда на севере Европы и Америки стояла тропическая жара.

■ Ежегодно в Европе более 25 тысяч человек умирают от заражения особо стойкими микробами, часто встречающимися в больницах. Их устойчивость к антибиотикам вызвана слишком широким применением этих лекарств в медицине и животноводстве.

В материалах рубрики использованы сообщения следующих журналов: «**Economist**» и «**New Scientist**» (Великобритания), «**Bild der Wissenschaft**» и «**Natur**» (Германия), «**Archaeology**», «**Discover**», «**Science News**» и «**Smithsonian**» (США), «**Science et Vie**» и «**Ça m'intéresse**» (Франция).

АКАДЕМИК НИКОЛАЙ КАРДАШЁВ:

Академик Николай Семёнович Кардашёв входит в десятку самых авторитетных российских учёных. Ещё в советские годы он прославился пионерскими работами по астрофизике. В рамках программы SETI — поиска жизни во Вселенной — он предложил системную модель космических цивилизаций. Предполагалось, что, чем более «продвинута» цивилизация, тем выше уровень её энергопотребления. Таким образом, мы, не научившиеся толком использовать даже энергию своего светила, стоим на довольно низкой ступени развития, в то время как, согласно данной модели, где-то существуют цивилизации, освоившие энергию всей своей галактики.

Сегодня, когда Николаю Семёновичу перевалило за восемьдесят, писать мемуары и отдыхать в тени берёз ему некогда. По собственному признанию, он — злостный нарушитель трудового законодательства, потому что никогда не бывал в отпуске. Много лет возглавляет Астрокосмический центр Физического института РАН им. П. Н. Лебедева (ФИАН), главная задача которого — обеспечить деятельность единственного на сегодня отечественного космического проекта «Спектр-Р» («РадиоАстрон»). А через шесть лет он надеется запустить второй, ещё более амбициозный проект — «Миллиметрон», который, возможно, поможет проложить туннель в параллельные вселенные и научит человечество передвигаться во времени.

— Николай Семёнович, когда два года назад лепестки «РадиоАстрона» раскрылись в космосе и гигантский интерферометр наконец заработал, все люди, так или иначе имевшие отношение к этому проекту, аплодировали стоя. Как вы думаете, почему другим нашим проектам так не везёт в последнее время?

— Не открою Америки, если скажу, что мы потеряли ряд важных позиций, благодаря которым долгие годы всё получалось довольно успешно. Очень большие проблемы возникли в организациях Роскосмоса, которые готовят к запуску космические аппараты. Там остро не хватает высококвалифицированных инженеров и техники для испытаний. Ведь, чтобы успешно запустить в космос ракету или космический аппарат, необходимо тщательно испытать их на Земле.

— Наверняка дефицит аппаратуры и специалистов есть и у вас. Тем не менее вам каким-то чудом удалось сложности преодолеть. Каким же образом?

— Я бы не стал называть это чудом, хотя, честно говоря, мы очень волновались, что всё пойдёт не так, как надо, да и до сих пор волнуемся. Тем не менее успех — результат многолетних усилий большого коллектива людей, заинтересованных в результате этого дела. Мы начинали готовить проект тридцать с лишним лет назад. В «РадиоАстроне» реализована схема интерферометра со сверхдлинной базой (РСДБ), впервые сформулированная ещё в 1960-х годах. Согласно её идее, космический радиотелескоп используют совместно с глобальной наземной сетью радиотелескопов. Образуется разнесённая в пространстве система антенн — радиоинтерферометр, позволяющий добиться беспрецедентно высокого углового разрешения

при наблюдении космических объектов. Все эти сорок с лишним лет я мечтал воплотить эту идею в жизнь, и то, что, пусть и в весьма преклонном возрасте, мне это удалось, — большое счастье. Конечно, за прошедшие годы многих моих коллег не стало, не все дождались запуска. Закрылись многие организации, потерялись международные соглашения, в рамках которых делались приборы. Теперь всё приходится начинать почти с нуля. Где брать молодые кадры? Мы этот вопрос смогли решить благодаря тому, что сохранили очень тесные связи с МГУ и другими вузами. Я сам много лет работал в МГУ, в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга, прежде чем перешёл в РАН. С астрономического отделения физфака, которое по-прежнему готовит прекрасных специалистов, к нам приходят очень хорошие ребята. Но что касается инженеров, которые должны делать новые приборы, то тут есть большие трудности.

— И тем не менее «РадиоАстрон» — единственный на сегодня действующий крупный отечественный космический проект, притом весьма успешный. Расскажите немного о его программе.

— Программа работы «РадиоАстрона» чрезвычайно насыщена и разнообразна. Она предусматривает исследование гравитационного поля Земли, сверхмассивных чёрных дыр в центрах далёких и близких галактик, чёрных дыр со звёздными массами в нашей Галактике, нейтронных и кварковых звёзд, областей звездообразования во Вселенной. Программа исследований радиогалактик, квазаров, пульсаров и космических мазеров содержит около тысячи объектов. Помимо аппаратуры интерферометра на борту спутника находятся приборы для эксперимента «Плазма-Ф». Его задачи — исследовать структуру солнечного

● ЛЮДИ НАУКИ

« Л Ю Д И Д О Л Ж Н Ы У М Е Т Ь М Е Ч Т А Т Ь »

ветра, быстропеременного (в диапазоне 0,1—30 Гц) магнитного поля и процессы ускорения космических частиц. Спутник несколько дней находится вне магнитосферы Земли, позволяя наблюдать межпланетную среду, а потом очень быстро проходит все слои магнитосферы, благодаря чему можно будет следить за её изменением.

— Но ведь наверняка программа «РадиоАстрон» выглядит не так, как предполагалось изначально.

— Конечно, принципиально изменилось многое, и прежде всего электроника, какой тридцать лет назад не было в принципе. Появилась возможность сделать атомный стандарт частоты, который впервые полетел в космос на борту «Спектра-Р», причём он российского производства. Изначально мы полагали, что будем с Земли посылать сигналы, синхронизирующие работу космического и наземных радиотелескопов. Это необходимо для взаимной корреляции полученных ими данных. Только система одновременно и синхронно наблюдающих телескопов на Земле и в космосе позволит исследовать космические объекты с рекордным угловым разрешением — до семи микросекунд дуги. Важно и то, что регистрация его частоты с Земли позволяет вести измерения гравитационного потенциала на больших расстояниях от Земли и даже проверить некоторые эффекты общей теории относительности. Согласно ОТО, частота любого осциллятора и, следовательно, ход времени в гравитационном поле меняются.

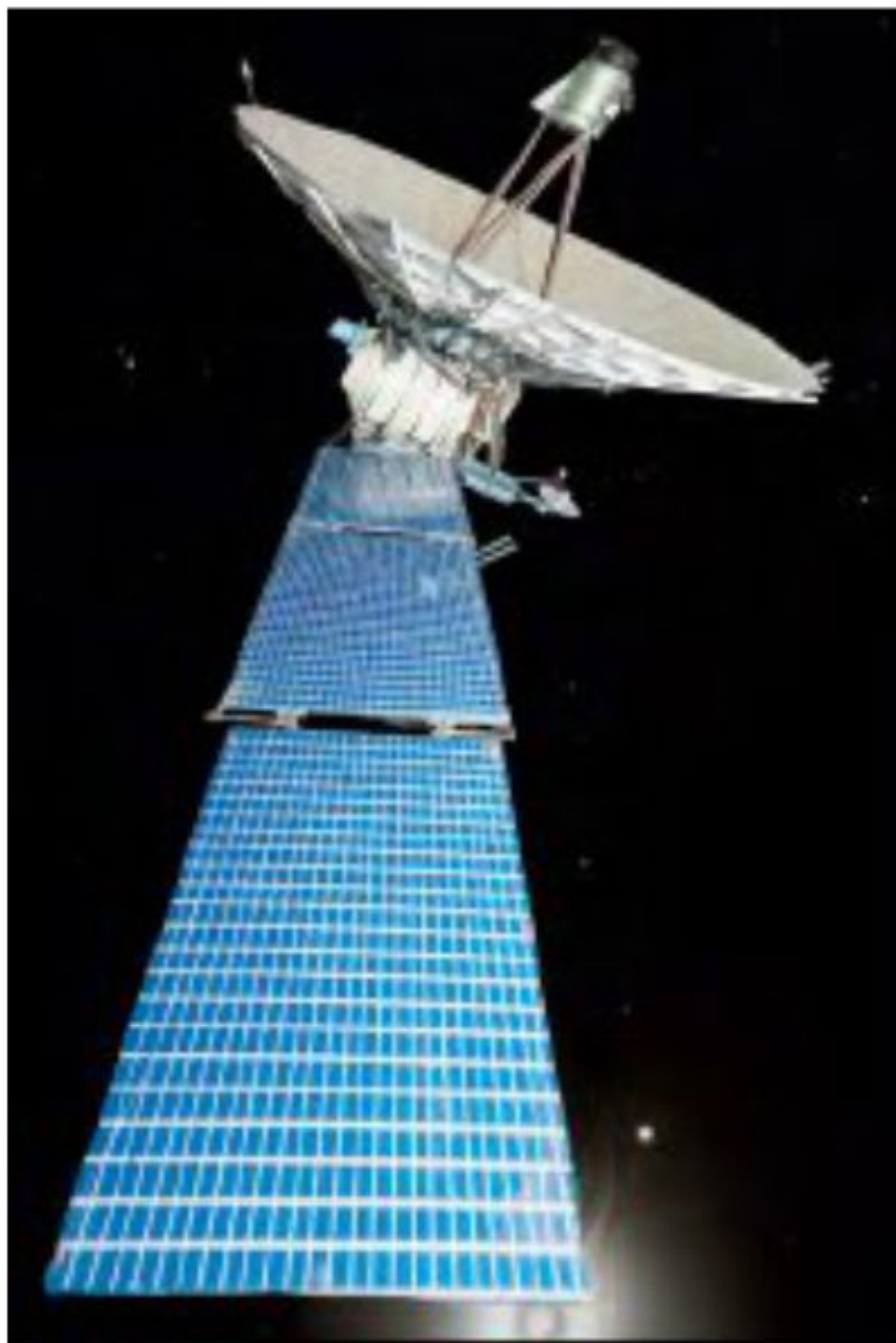
— Очень актуально на фоне того, что в последнее время появились попытки отрицания ОТО...

— Да, к тому же за эти годы на Земле построены новые, более совершенные телескопы, появились такие средства обработки информации, о каких тридцать лет назад нельзя было и мечтать. Как раз анализом данных, в том числе с «РадиоАстрона», и занимается сегодня наш Астрокосмический центр. За эти два года мы осуществили очень большую программу исследований, а намечена ещё большая. 27 сентября 2011 года космический радиотелескоп «Спектр-Р» впервые провёл тестовые наблюдения космического объекта — остатка взрыва сверхновой Кассиопея А. Для этого его аппаратура просканировала объект по двум ортогональным направлениям в разных круговых поляризациях. 29 и 30 октября она провела наблюдения космического мазера в созвездии Кассиопеи. 14 и 15 ноября успешно прошли первые наблюдения в интерферометрическом режиме: «Спектр-Р» и три российских радиотелеско-



Академик Николай Семёнович Кардашёв.

па Института прикладной астрономии РАН образовали радиоинтерферометрическую сеть «Квазар». Целью наблюдения на сей раз стали пульсар в Крабовидной туманности, несколько квазаров, а также источники мазерного излучения. За два года работы на наземно-космическом интерферометре проекта «РадиоАстрон» прошли наблюдения более ста активных ядер галактик — сверхмассивных чёрных дыр, дюжина пульсаров (нейтронных звёзд) и столько же источников мазерных линий в районах образования звёзд и планетных систем. Было получено первое изображение быстропеременной активной галактики 0716+714 и уточнена верхняя граница размеров других объектов. Самое главное, что впервые эти источники излучения исследованы с много бóльшим разрешением. Оно примерно в миллион раз лучше человеческого глаза. Конечно, предположения о моделях исследуемых объектов у нас были, и наблюдения подтвердили, что в районах внегалактических сверхмассивных чёрных дыр физические условия напоминают работу сверхмощного ускорителя, разгоняющего космические частицы до очень высоких энергий. Самые последние данные показывают, что энергии столь велики, что, по всей видимости, эти частицы — тяжёлые релятивистские протоны, а не лёгкие электроны. Мы продолжаем получать изображение таких источников, уточняем их размеры и форму. Надеемся лучше узнать устройство мироздания, разгадать секреты эволюции Вселенной. В ближайших планах — дальнейшие попытки приблизиться к чёрной дыре. В её существовании я не сомневаюсь. Работу



Макет радиотелескопа «РадиоАстрон».

сверхмощного ускорителя нельзя объяснить никакими другими причинами, кроме наличия чёрной дыры.

— **Не удалось ли обнаружить кротовую нору — экзотический объект, предположительно открывающий дверь в иные миры?**

— Пока нет, для этого требуется ещё большее разрешение. Хотя на самом деле мы

полагаем, что нет большого различия между чёрной дырой и кротовой норой. Существует даже теоретическая модель, согласно которой внутри чёрной дыры «сидит» кротовая нора. Если вы нырнете в чёрную дыру, то ваше будущее будет зависеть от её размеров. Если она маленькая, будет очень плохо — вас разорвёт приливная сила. А если большая, то ничего страшного, вероятно, не случится и вы даже можете оказаться в параллельной вселенной. Если, конечно, не погибнете в сверхплотном ядре — сингулярности.

— **Буду надеяться избежать такой участи. В рамках «РадиоАстрона» такие исследования возможны?**

— Пока неясно, до каких пределов нам удастся углубиться. Мы сможем повысить разрешение ещё раза в три. При этом у нас множество планов, но всё упирается в недостаток чувствительности. Чувствительность в нашем случае зависит не только от космического телескопа, но и от наземных тоже. С нами работают практически все крупнейшие радиотелескопы мира, но вот Россия, увы, здесь отстаёт. У нас было два больших телескопа с зеркалами диаметром 70 метров. Один стоит в Евпатории (Украина) и в настоящее время стал существенно хуже работать. Другой — в восточной части нашей страны (Уссурийск) и тоже обветшал. А новую антенну, которую должны были построить к запуску «РадиоАстрона», так и не доделали. Строительство начали в специально выбранном прекрасном месте Узбекистана, в горах, в заповеднике между Ташкентом и Самаркандом, где мал уровень помех и прозрачна атмосфера. К сожалению, работы выполнили лишь наполовину. И если сам телескоп помех не создаёт, то главной «помехой» для нас стало Министерство образования и науки.

● ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

ЗАЧЕМ НУЖЕН РАДИОТЕЛЕСКОП НА ОРБИТЕ

Астрономы, наблюдая в телескоп небо, давно научились измерять диаметры планет Солнечной системы, зарисовывать и фотографировать их поверхность. А далёкие звёзды даже самый крупный телескоп оставлял светящимися точками, лишь немного более яркими. Впервые диаметр далёкой звезды — Бетельгейзе, находящейся на расстоянии 200 световых лет от Земли, измерил американский физик Альберт Майкельсон в 1920 году. Он изобрёл интерферометр — оптический прибор для совмещения двух свето-

вых пучков — их корреляции. В результате сложения пучков возникает картинка из чередующихся тёмных полос. Меняя расстояние D между пучками (базу), можно добиться их совмещения в противофазе, когда полосы исчезают — корреляция максимальна. При этом угловой размер звезды $\theta = \lambda/D$, где λ — длина волны света. То есть чем длиннее база, тем более мелкий по угловому размеру светящийся объект может «рассмотреть» интерферометр.

Было понятно, что, увеличивая длину базы, можно добиться очень высокого раз-

решения интерферометрического метода. Но на практике эта длина не могла быть больше нескольких метров. А использовать два оптических телескопа, разнесённые на сотни километров, было тогда невозможно технически (задачу решили только в самом конце XX века).

Кроме звёзд во Вселенной имеются объекты, излучающие не свет, а радиоволны разных частот. Их гораздо больше, чем звёзд, — это внегалактические туманности, облака межзвёздного газа, пульсары, нейтронные звёзды, квазары (квазизвёздные источники излучений) и множество других, не менее интересных образований. Исследуют их при

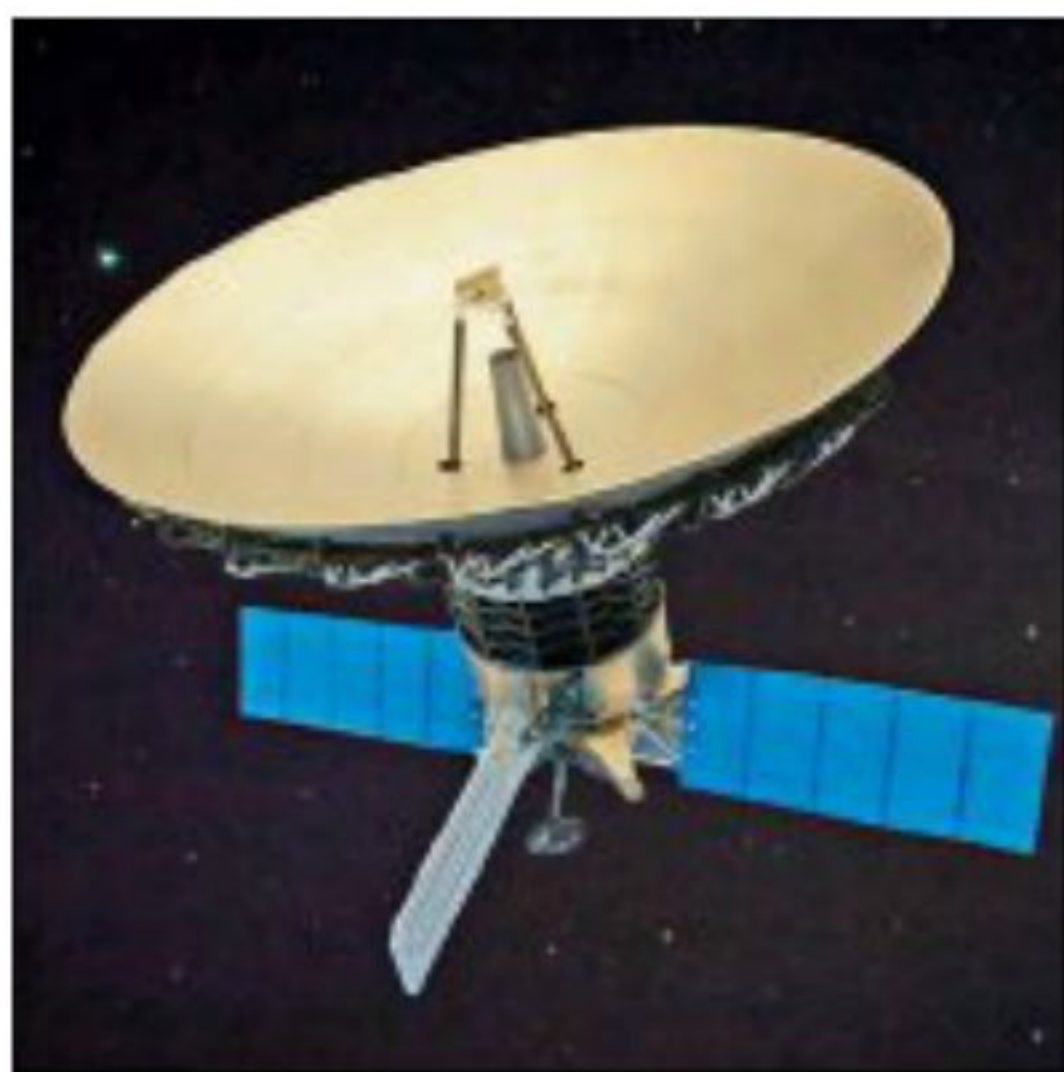
— **Печальный каламбур.**

— Увы. Давно подписано международное соглашение — Черномырдиным в 1995 году, строительство началось ещё в СССР. Вот время идёт, и каждый год министерство откладывает выделение денег на завершение работ. Выдают мизерные средства, чтобы сторожить то, что уже построено. Поэтому чувствительность наших экспериментов сильно ограничена. Хотя мы и работаем со всеми зарубежными антеннами, но эта была бы намного лучше. Обидно. Теперь мы надеемся, что сооружение антенны завершат к моменту запуска другого нашего крупного проекта — «Миллиметрона», намеченного на 2019 год. Деньги на космическую часть даёт Роскосмос, и между нами есть полное понимание. А вот наземная часть, которую должно снабжать Минобрнауки, страдает, и это большая головная боль.

Правда, есть и радостные события. Целый год мы писали бумажки, чтобы нам разрешили вывезти аппаратуру для станции приёма информации с «РадиоАстрона» в США. И вот наконец разрешение получено.

— **А для чего нужно её вывозить?**

— Дело в том, что спутник находится над территорией России только треть времени, а остальное время — над США и Южным полушарием. Поэтому, когда он летит над США, мы его не видим и вся информация пропадает, спутник работает вхолостую. И вот мы договорились со всеми странами, над которыми проходит «РадиоАстрон», что организуем там пункты приёма информации. Тогда он будет работать непрерывно, в режиме «нон-стоп». Аппаратуру мы сделали сами, здесь, в России, но выпустить за рубеж её долго не могли — началась большая волокита. Самолёт с приёмниками наконец улетел, и сейчас они уже в Нью-Йорке. Как



Макет обсерватории «Миллиметрон».

только их работа в США будет налажена, сразу же займёмся следующим важным делом: будем пробивать разрешение таможни для совместной работы в Южной Африке. Соответствующее соглашение и аппаратура уже готовы. Надеемся, что через год радиотелескоп заработает на полную катушку.

— **Что собираетесь делать в рамках «Миллиметрона»?**

— Планы грандиозные. «Миллиметрон» станет работать и как автономный телескоп, не связанный с наземными телескопами, и подобно «РадиоАстрону» в интерферометрическом режиме. При этом у него предусмотрены диапазоны более коротких волн и новейшие приёмники, что обеспечивает чувствительность намного выше, чем любой наземный телескоп. Угловое разрешение его аппаратуры будет в 300

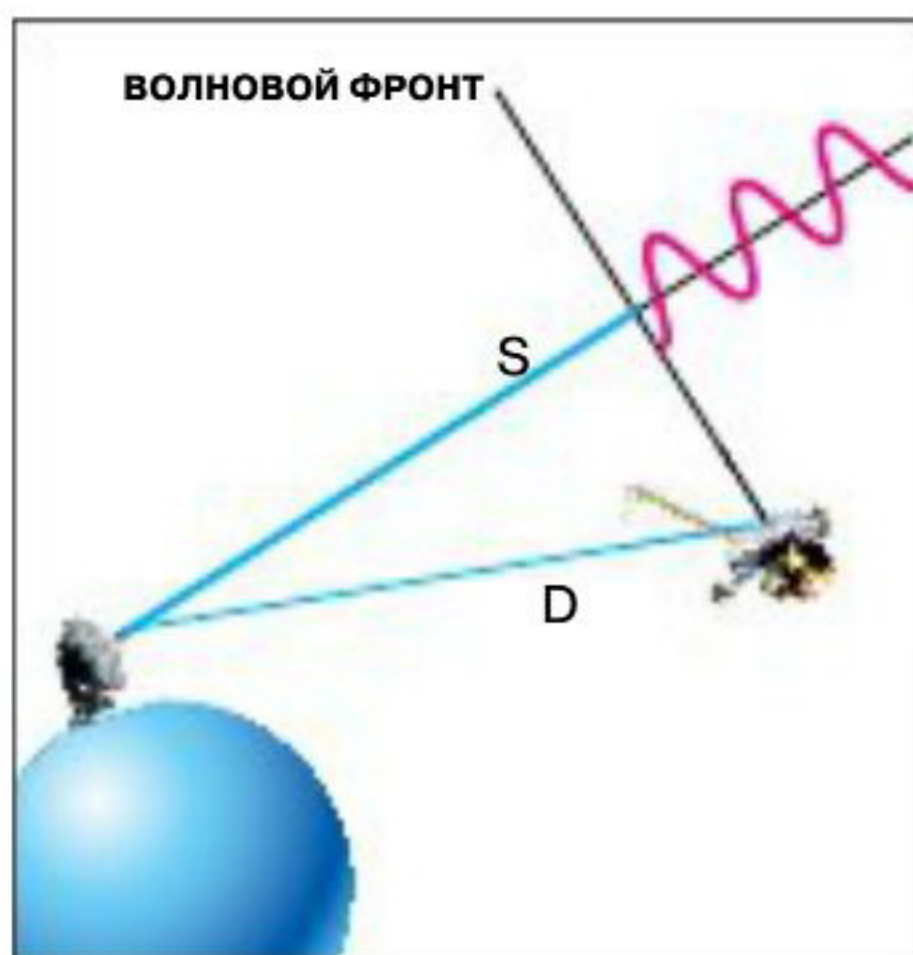
помощи радиотелескопов, и как раз радиотелескопы начали использовать в качестве

радиоинтерферометров с длинной — в сотни километров — базой между двумя

антеннами. Теперь её длину ограничивал только диаметр земного шара.



Принцип работы радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (РСДБ). Излучение от очень далёкого источника приходит к Земле в виде радиоволны с плоским фронтом. Её принимают антенны радиотелескопа на Земле и «РадиоАстрона» в космосе, находящиеся на расстоянии D одна от другой. Радиоволны приходят к ним с разностью хода S . Поэтому антенны принимают сигнал с задержкой $\tau = S/c$, где c — скорость радиоволны. Принятые сигналы записываются и совмещаются в корреляторе. Сдвигая одну запись относительно другой на величину τ , получают сигнал, аналогичный картине интерференции света. Связать эти два сигнала и получить рекордно высокую точность измерений размеров удалённых космических объектов стало возможно только после создания стандарта частоты, работающего на атомах водорода по принципу мазера — атомных часов. Один такой стандарт находится на борту «РадиоАстрона», другой — в центрах приёма и обработки информации на Земле. Они измеряют время с точностью до одной триллионной, 10^{-12} , секунды.





Стенд, на котором отрабатываются команды управления «РадиоАстроном».

раз выше, чем у «РадиоАстроны», за счёт сильно удалённой орбиты и более коротких волн. Сейчас мы доходим почти до Луны, а «Миллиметрон» улетит в пять раз дальше. Орбита выбрана так, что спутник всё время будет находиться в тени Земли, иначе Солнце своим излучением может его перегреть и создавать помехи. Работа спутника будет связана с наблюдениями в почти недоступных с поверхности Земли диапазонах инфракрасного и максимума реликтового космологического излучений и глубокого минимума интенсивности фона между ними. В частности, мы хотим проследить эволюцию объектов Вселенной с самого начала, с мо-

ментов их образования. Мы надеемся увидеть рождение первых звёзд, галактик, планетных систем, их развитие... Опять же, рассчитываем не только максимально приблизиться к чёрной дыре, но и выяснить, не может ли она быть одновременно белой дырой или кротовой норой. Очень большое внимание собираемся уделить исследованию планет как «наших», так и вне Солнечной системы и, конечно, отдельной программе — поиску жизни во Вселенной. Кто знает, может, нам удастся наконец найти следы иных цивилизаций. Уже известны конкретные объекты, на которых надо их искать.

Кстати, недавно по проекту «Миллиметрон» прошло совещание с Европейским космическим агентством и агентством Южной Африки, ранее мы встречались с НАСА, с Японским космическим агентством, обсуждали точки взаимодействия и пришли к полному пониманию. У всех исследователей к нему огромный интерес. При этом наиболее важно и технически сложно то, что телескоп должен быть очень холодным: диапазон, где можно получить столь высокую чувствительность, возможен лишь в том случае, если сам телескоп ничего не излучает. Вот мы с вами — источник инфракрасного излучения, и поэтому к такому телескопу нам близко подходить нельзя. В космосе, если загородиться от Солнца, температура минус 270 градусов Цельсия, то, что надо. А на Земле испытания проведут под Москвой в НПО им. С. А. Лавочкина, с которым мы работаем много лет, а также в объединении «Информационные спутниковые системы» (ИСС) им. М. Ф. Решетнёва в Красноярске, в специальных камерах. Уже построена камера, охлаждаемая жидким гелием. Технологии есть, остаётся только их воплотить.

— **Николай Семёнович, часто ли вам приходится сталкиваться с полным не-**

В 1965 году Н. С. Кардашёв с коллегами выдвинули идею радиоинтерферометра со сверхдлинной базой — РСДБ. Они предложили вывести радиотелескоп в космос, на удалённую околоземную орбиту. Осуществить проект удалось только почти полвека спустя. 18 июля 2011 года ракетаноситель «Зенит» вывела на орбиту космический аппарат «Спектр-Р», на борту которого находился космический радиотелескоп, полностью разработанный и созданный российскими специалистами. Радиотелескоп работает совместно с антеннами глобальной наземной сети, образуя единый наземно-космический интерферометр

с базой длиной более 300 тысяч километров — свыше 20 диаметров Земли. Система принимает сигналы на длинах волн 1,3; 6; 18 и 92 см. Огромная длина базы позволила получить уникально высокое разрешение — до 27 микро-секунд дуги (на $\lambda = 1,3$ см). В феврале 2012 года «РадиоАстрон» начал выполнение научных программ. Они включали наблюдение десятка наиболее ярких радиопульсаров (нейтронных звёзд, которые быстро вращаются, излучая радиоволны в виде узкого луча — джета), космических мазеров — источников когерентного радиоизлучения в окрестностях формирования молодых звёзд из уплотняю-

щихся туманностей и гигантских чёрных дыр в центрах галактик.

Меньше чем за полтора года работы «РадиоАстрон» провёл около ста радиоинтерферометрических наблюдений общей длительностью 200 часов, пронаблюдав 29 галактических ядер, шесть мазерных источников и девять пульсаров. Были обнаружены ранее неизвестные компактные структуры в активном ядре — квазаре — галактики OJ 287. Это две чёрные дыры, которые вращаются вокруг общего центра масс с периодом обращения 12 лет. Одна из них — самая крупная из всех известных: её масса равна 18 миллиардам

пониманием чиновников, убеждать их в том, что исследования чёрных дыр или реликтового излучения нам для чего-то нужны?

— Увы, довольно часто. Если в Роскосмосе и организациях, которые делают спутник, с конструкторами у нас полное взаимопонимание, то в Минобрнауки всё сложнее. Мне ясно: это очень интересно и важно потому, что связано с перспективой развития нашей цивилизации, выявлением ранее неизвестных физических законов, которые в будущем, возможно, удастся использовать. Именно потребность задаваться такими вопросами и делает нас людьми. Нельзя думать только о хлебе насущном, необходимо мечтать и претворять мечты в жизнь. Это понятно мне, другим учёным, инженерам, надеюсь, что и вам, журналистам, пишущим на эти темы. Но неясно некоторым чиновникам, для которых отправлять деньги в космос — значит выбрасывать их.

— Как же в таких условиях вы находите зарплату для молодых сотрудников?

— Нам очень помогает Роскосмос. Благодаря ему мы установили гибкую систему надбавок тем, кто хорошо работает. Конечно, немалое значение имеет сознание участия в большой интересной работе, результаты которой станут видны уже в обозримое время.

— Сохраняется ли у молодёжи тенденция уезжать за рубеж?



Хранилище информации, непрерывно поступающей с «РадиоАстроны». На фото: заведующая лабораторией обработки астрофизических наблюдений, кандидат физико-математических наук Марина Валериевна Шацкая.

— Да, но значительно меньше, чем в 1990-е годы. Бывает, что люди возвращаются к нам из-за рубежа, где работали многие годы и не бедствовали. У нас таких человек пять. И дело тут не только в том, что мы обеспечили им достойное жалованье. Имеет место тоска по родине и желание работать на свою страну, на её развитие. Это позитивный момент, который надо поддерживать, в противном случае мы потеряем то небольшое, что удалось отстоять.

Беседу вела Наталия ЛЕСКОВА.

Фото Андрея Афанасьева.

масс Солнца. Исследование квазаров и их картографирование считают рекордным результатом. Ядра квазаров оказались ярче, чем считалось ранее, — их температура доходит до десяти триллионов, 10^{13} К. Этот важнейший и совершенно неожиданный результат привёл к необходимости пересмотреть представления о характеристиках межзвёздной среды и природе синхротронного излучения в джетах.

На волне 1,3 см получен мазерный сигнал из облака молекулярной воды, находящегося на расстоянии 5,4 килопарсека. Известный отечественный астроном И. С. Шкловский считал, что

в таких облаках могут формироваться планеты. Это делает их ещё более интересными объектами для наблюдения.

По данным «РадиоАстроны» и радиотелескопов европейской РСДБ-сети на длине волны 6,2 см впервые измерены параметры ядра галактики 0716+714 и построено её радиоизображение. Угловую ширину джета, испускаемого ядром, оценили примерно в 70 микросекунд дуги, что соответствует пространственной ширине 10 триллионов километров (0,3 парсека). Яркостная температура в области излучения — около 2 триллионов кельвинов — подтверждает предположение, что именно

релятивистские электроны вызывают излучение джета.

Впервые удалось исследовать рассеяние, искривление и фокусировку радиоволн на неоднородностях космической плазмы, измерить величину кружка рассеяния, распознать его структуру и проследить её эволюцию со временем. Это позволит впервые изучить неоднородности плазмы вдоль луча зрения.

Согласно оценкам, «РадиоАстрон» сможет работать на орбите по меньшей мере до 2017 года. Так что нас в ближайшем будущем ждёт немало новых открытий.

Сергей ТРАНКОВСКИЙ.



ЩАДЯЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРУШЕНИЯ

При добыче блочного камня, прокладке различных коммуникаций, при разрушении бетонных и кирпичных строений в условиях плотной застройки вопросы эффективности и безопасности проведения работ зачастую находятся в противоречии. Так, повышение эффективности разрушения (получение транспортабельных кусков), как правило, сопровождается увеличением количества и дальности разлёта мелких осколков, ростом интенсивности ударной воздушной и сейсмовзрывных волн. Для снижения вредного действия при щадящем взрывании применяют различные методы и средства, например: заряды рыхления с пониженными удельными расходами взрывчатых веществ; конструкции зарядов мягкого нагружения с воздушными, водяными зазорами и промежутками, заполненными инертными средами. В последнее время при добыче блочного камня стараются использовать вещества, создающие давление в шпуре за счёт реакции горения в дефлаграционном режиме, то есть в режиме горения, либо в режиме низкоскоростной детонации.

В Горном университете (Санкт-Петербург) успешно завершены научно-исследовательские работы и готовится к запуску промышленное производство специальных газогенераторных химических патронов (ГХП), в которых физико-химическое превращение взрывчатого вещества происходит как раз в таком режиме.

Однако применение ГХП имеет определённые ограничения: обязательно требуется плотная забойка шпура песком (гранитным отсевом) и достаточная глубина шпура. Первое связано с тем, что давление, развиваемое при горении композиции газогенератора, может развиваться только в замкнутом объёме. Второе условие связано как с величиной давления, развиваемого при горении, так и с темпом его роста и определяется силой трения забойки о стенки шпура. Поэтому, прежде чем начинать основные работы, приходится проводить настроечные испытания для определения этих условий, особенно при разрушении объектов с неизвестной структурой арматуры.

Первый опыт использования ГХП с дефлаграционным режимом горения был получен при разрушении монолитного

литого бетона марки 700 на Светогорском целлюлозно-бумажном комбинате в Ленинградской области. Разрушению подлежал цилиндр высотой 3,5 м, диаметром 2,5 м, с конической вершиной (высотой 1,5 м). Усложняло обстановку то, что бетонная глыба была размещена внутри стоящей в работающем цехе стальной колонны диаметром 4,5 м и высотой 20 м. Полностью снаряжённые газогенераторы опустили на дно шпуров, поверх засыпали гранитный отсев, плотно его утрамбовали и в устья шпуров забили деревянные пробки. Все требования заказчика были выполнены: объект разрушен и его фрагменты удалены из колонны, стёкла в цехе остались целы, сейсмических воздействий на строения цеха не отмечено, на внутренней поверхности колонны не обнаружено ни единой вмятины.

Полупромышленные испытания ГХП в карьере «Другорецкий-3» при добыче блоков из габро-диабазы показали их существенные преимущества перед используемым до них чёрным порохом: повысилось качество камня, а годовая программа добычи была выполнена за шесть месяцев. В этом карьере применялась следующая схема бурения: диаметр шпуров — 32 мм, шаг между шпурами — 0,4 м, глубина горизонтальных шпуров — 0,7—5 м (определялась расстоянием до вертикальной трещины и длиной штанги). Максимальный объём оторванной массы составил 650 м³.

Кроме отбойки блоков камня такие газогенераторы успешно применили при прокладке теплотрассы в граните в городе Выборге. Всего израсходовали 500 газогенераторов, с помощью которых было разработано 1297 м³ породы. Не наблюдалось видимых повреждений стёкол в окнах даже в строениях, находящихся на расстоянии 30 см от ближайшей границы траншеи.

«КАТРАН» ВЫХОДИТ В ПЛАВАНИЕ

В начале октября нынешнего года на Московском судостроительном и судоремонтном заводе по проекту Центрального морского конструкторского бюро «Алмаз» построен и спущен на воду рабоче-спасательный бортовой катер «Катран». После проведения необходимых швартовно-ходовых испытаний катер передадут «Адмиралтейским верфям» для нужд Военно-морского флота России.

У «Катрана» надувные пенонаполненные эластичные борта, и при этом он весьма компактен — габаритная длина составляет 9,12 м, ширина — 3,32 м, что даёт возможность перевозить его не только на борту судна-носителя, но и на автомобиле, поездом и далее воздушным транспортом. Небольшая осадка — всего 0,67 м — и вполне приличная мореходность (до 5 баллов включительно по безопасности плавания и до 4 баллов по спуску-подъёму на судно-носитель) позволяют использовать судно практически на любой морской акватории и на всех внутренних судоходных водных путях.

Двухвальная дизельная энергетическая установка (2×232 кВт) с водомётными движителями обеспечивает «Катрану» скорость хода 32 узла. Для пуска двигателя в холодное время предусмотрен подогрев воздуха во всасывающем коллекторе. Управление по курсу осуществляется изменением направления струй водомётов с помощью поворотных сопел.

При полной загрузке в каюте катера могут находиться до 10 человек. Дальность плавания — 100 миль.

ПЕРЕХОДЫ ДЛЯ ВСЕХ

Светодиодами и солнечными батареями давно уже никого не удивишь. И тем не менее этим замечательным приборам находят всё новые применения. Например, в столице и на нескольких областных маги-



стралях некоторое время назад появились дорожные знаки, оборудованные внутренней светодиодной подсветкой. Для питания светодиодов на мачте знака устанавливают небольшую солнечную батарею, которая в светлое время суток (даже в пасмурную погоду) заряжает встроенный в блок питания аккумулятор.

Над знаком, обозначающим пешеходный переход, монтируют дополнительный светодиодный фонарь жёлтого цвета, работающий в двух режимах: круглосуточном, когда светодиоды включены постоянно, и в дежурном. В этом случае подсветка знака включается по команде от датчика движения или от обычной кнопки. Дальность

видимости дополнительного сигнала при хорошей погоде не менее 800 м.

Знаки, обозначающие пешеходные переходы, парные, в соответствии с правилами дорожного движения их полагается устанавливать с двух сторон проезжей части. По этой причине новые знаки оборудовали системой беспроводной связи, посредством которой сигнал на включение подсветки с одного знака передаётся на знак, установленный на противоположной стороне дороги. В тёмное время суток светодиоды работают в импульсном режиме, а когда в зону действия датчика движения попадает пешеход, включаются на постоянное освещение. Его продолжительность задаётся заранее и зависит от режима движения и ширины проезжей части.

Датчики движения устанавливают на такой высоте, чтобы они не реагировали на движение животных, однако умные собаки на Минском шоссе научились включать знак перехода, просто вставая на задние лапы перед панелью датчика.

Светодиодные дорожные знаки оказались очень удобными при проведении различного рода дорожных работ. Они яркие, лёгкие, их просто устанавливать. Уже выпускаются таблички, обозначающие дорожные работы, сделаны мобильные светодиодные светофоры, знаки направления объезда и др. Для всех знаков имеются пульты управления, в том числе и дистанционные.





ЭВОЛЮЦИОННАЯ «ГОНКА ВООРУЖЕНИЙ»: НЕЙРОТОКСИНЫ ПРОТИВ ИОННЫХ КАНАЛОВ

Кандидат физико-математических наук **Антон ЧУГУНОВ**,
кандидат химических наук **Александр ВАСИЛЕВСКИЙ**.

Биологическая эволюция — общая форма существования живой материи. При детальном рассмотрении оказывается, что виды почти никогда не эволюционируют поодиночке. Обычно в этом принимают участие их экологические партнёры. Таким образом, изменение происходит в парах: паразит — хозяин, хищник — жертва. Эволюционное изменение одного вида неизбежно приводит к изменению другого. Более того, взаимную эволюцию, когда один вид совершенствует систему нападения, а другой вслед за ним — систему защиты (и наоборот), часто можно проследить на молекулярном уровне. И здесь наиболее действенной и элегантной оказалась система нападения с помощью ядов, содержащих в своём составе нейротоксины — вещества, воздействующие на нервную систему и мышцы жертвы.

Несмотря на детальную проработку теории эволюции профессионалами и многочисленные примеры, вошедшие в учебники и популярную литературу, воплощение эволюционного процесса зачастую настолько причудливо, что исследование изменений в живых организмах может быть интересно не только учёным-теоретикам. Известно, что у эволюции нет воли и цели: живые организмы меняются, чтобы оставить максимальное потомство, а не чтобы достигнуть абстрактного совершенства. Так, эволюционно прогрессивным признаком считается тот, который позволяет лучше приспособиться к окружающим условиям в данный момент, а не красота или сложность устройства сами по себе.

Например, антарктическая ледяная рыба утратила гены гемоглобина из-за того, что в условиях её обитания, при температурах близких к нулю и даже ниже нуля растворимость кислорода в воде достаточно высока, чтобы обеспечивать ткани этим газом про-

сто за счёт диффузии и усиления кровотока. Можно сказать, что в этом случае рыба «экономит» на гемоглобине. Другие рыбы, которые живут в пещерах или обитают на очень больших глубинах, почти всегда за ненадобностью теряют зрение. Степень упрощения строения паразитических организмов вообще поражает воображение, причём в случае бактерий это приводит к кардинальному упрощению всего генетического аппарата: например, геном микоплазмы — бактерии, не имеющей клеточной стенки, содержит всего около 500 генов. А у *Candidatus Carsonella ruddii* — бактерии, живущей внутри клеток листоблошек, и вовсе 182 гена. И всё перечисленное — прогрессивные признаки, поскольку они позволили упомянутым организмам максимально пластично адаптироваться к обстановке, в которой обитают. Более известный (и более «благородный») пример — эволюция человека, где развитие пошло по пути усложнения нервной системы и способности к коммуникации, а также к становлению богатой

● НАУКА НА МАРШЕ

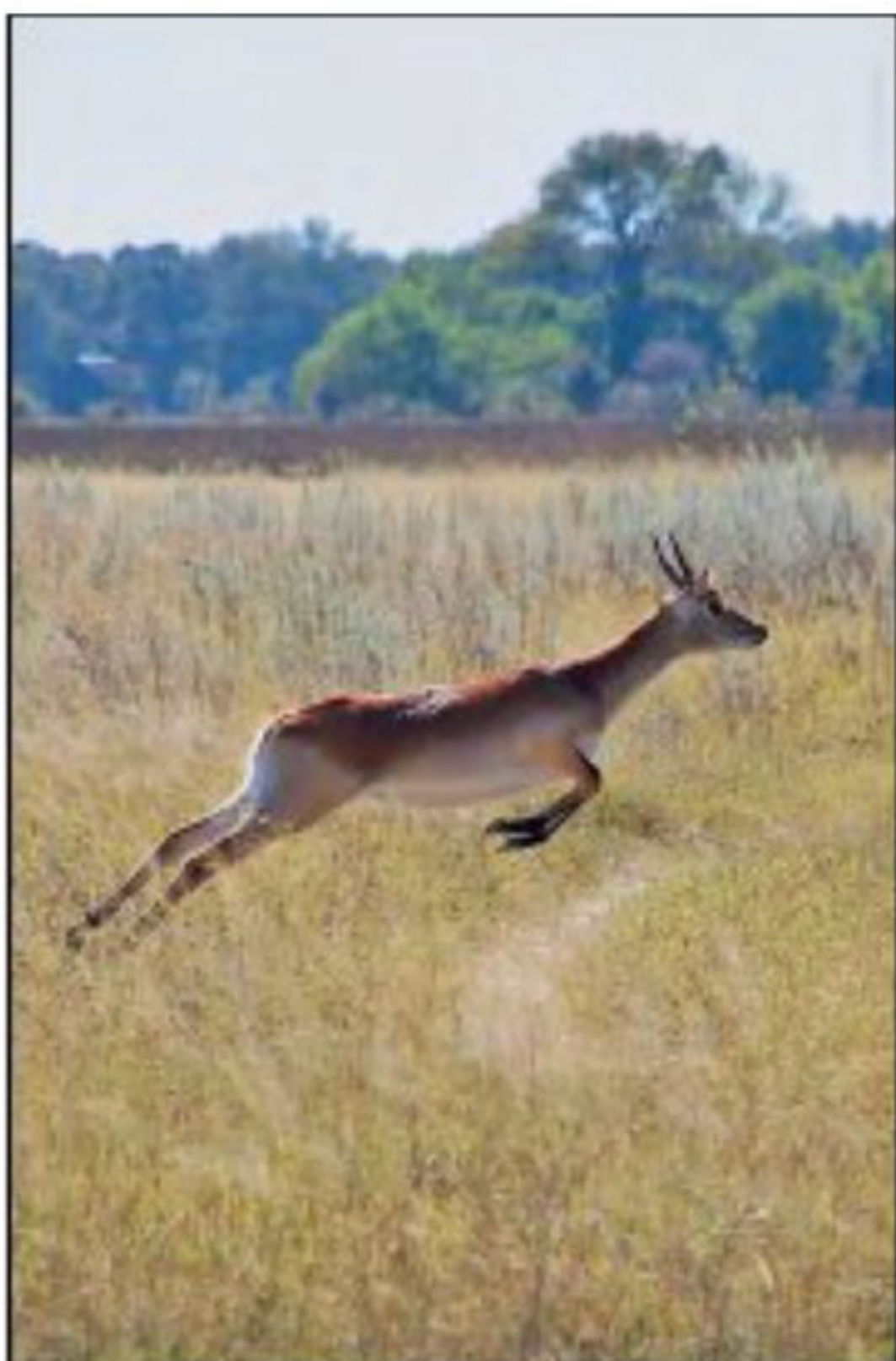
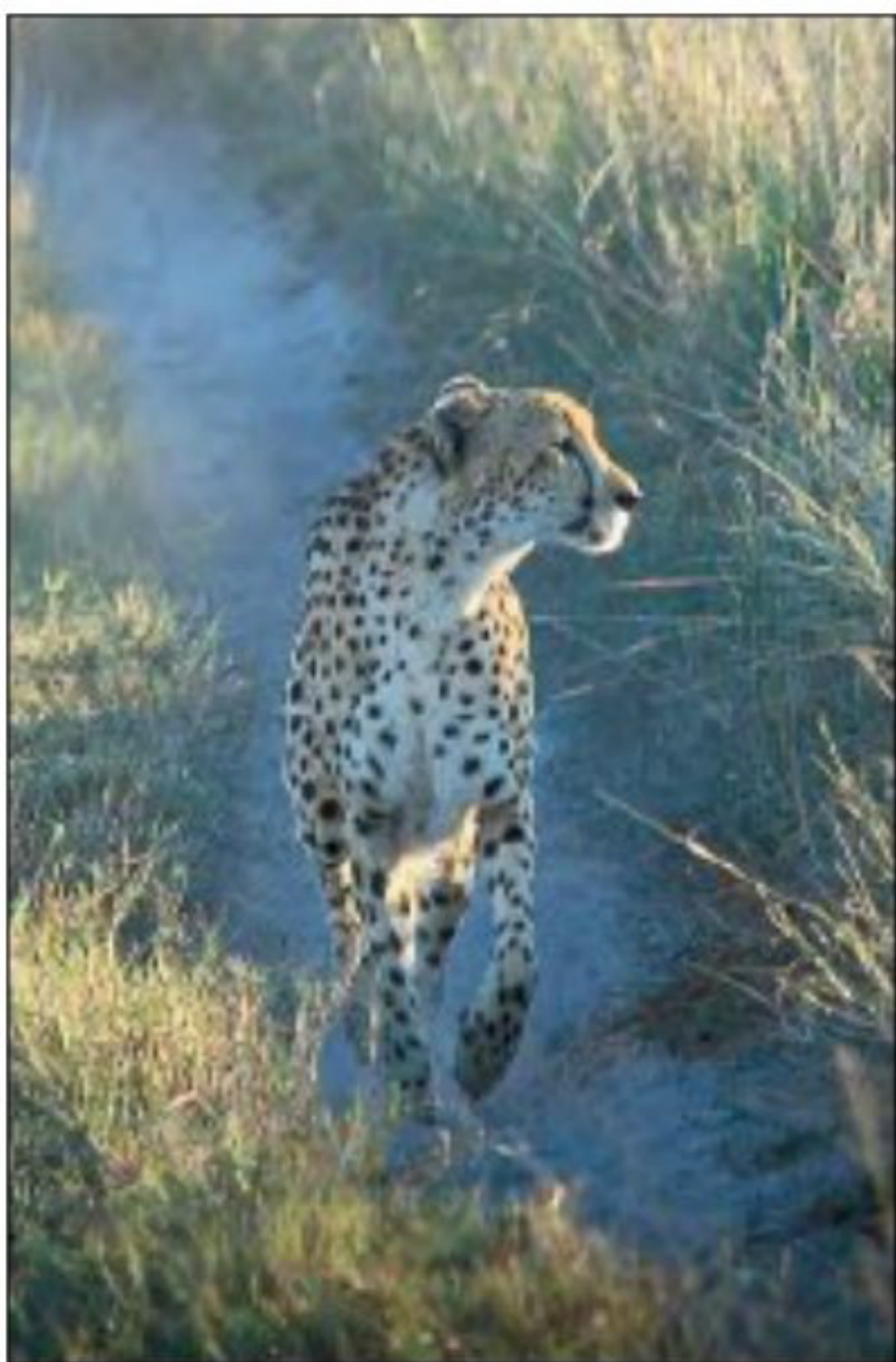
В южно-африканской саванне львы преследуют медоеда, гепард — антилопу, не имея изначальной гарантии на успех... Жертва — хищник. Эволюция совершенствует и того и другого, наделяя ловкостью, манёвренностью, умением быстро бегать. Очень эффективным средством в «гонке вооружений» оказываются яды... Фото Натальи Домриной.

культуры, современное состояние которой мы имеем удовольствие ежедневно наблюдать вокруг. Одновременно возросла роль полового отбора и образования семей, — и всё это тоже проделки эволюции.

УРОКИ «ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ». ПРИНЦИП ЧЁРНОЙ КОРОЛЕВЫ

Вторая половина XX века кроме замечательных открытий в молекулярной биологии была ознаменована «холодной войной» — глобальной конфронтацией между социалистическим и капиталистическим строем. Это противостояние породило эффект «гонки вооружений» — процесс борьбы за военное превосходство с положительной обратной связью, вызвавший гипертрофию военно-промышленных комплексов СССР и США.

Похожий эффект наблюдается и в процессе коэволюции (совместной эволюции) двух видов, связанных друг с другом. Изменение одного из видов неизбежно влечёт изменение другого для сохранения паритета или получения превосходства. Простейший пример — газели и гепарды. И тем и другим



приходится бегать из поколения в поколение всё быстрее и быстрее: одним — чтобы остаться в живых, другим — чтобы утолить голод.

Подчёркивая параллель с «холодной войной», биологи ввели понятие эволюционной «гонки вооружений» (англ. *evolutionary arms race*), приписывая данному процессу роль важнейшей движущей силы эволюции. Более строго это понятие сформулировано в форме принципа Чёрной королевы, утверждающего, что в коэволюционных отношениях каждому из видов приходится «бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте» (цитата из «Алисы в Зазеркалье», удачно передающая суть принципа). Прямое экспериментальное подтверждение принципа Чёрной королевы получено на микроскопических рачках дафниях и их паразитических бактериях: «воскресив» из донного ила несколько поколений тех и других, биологи показали, что самые опасные для дафний паразиты — современные им, тогда как прошлые и будущие популяции бактерий заражали рачков с меньшей эффективностью.

ОКО ЗА ОКО, ГЕН ЗА ГЕН

Хороший пример эволюционной «гонки вооружений» — растения с их паразитами. Во многих случаях наблюдается строгое соответствие системы устойчивости растения системе вирулентности (заразности) его паразита. Более того, это соответствие сводится всего лишь к двум генам: гену растения, позволяющему противостоять заражению (гену резистентности *R*), и гену паразита, необходимому для инфекции (гену авирулентности *Avr*). Такие межвидовые отношения получили название «ген за ген» (англ. *gene-for-gene*). Растения, содержащие ген *R*, оказываются устойчивыми по отношению к паразитам с соответствующим геном *Avr*. Как правило, гены резистентности растений кодируют белки-рецепторы, детектирующие появление паразита. Теперь паразит стремится изменить свой *Avr*-ген так, чтобы ускользнуть от узнавания рецептором растения. И наоборот, растение изменяет свой *R*-ген, чтобы по-прежнему детектировать заражение.

Одно из наиболее прогрессивных эволюционных приобретений высших позвоночных — развитая иммунная система, основанная на принципе комбинаторики и позволяющая противостоять практически любому чужеродному организму. Однако бактерии и вирусы не сдаются, им тоже

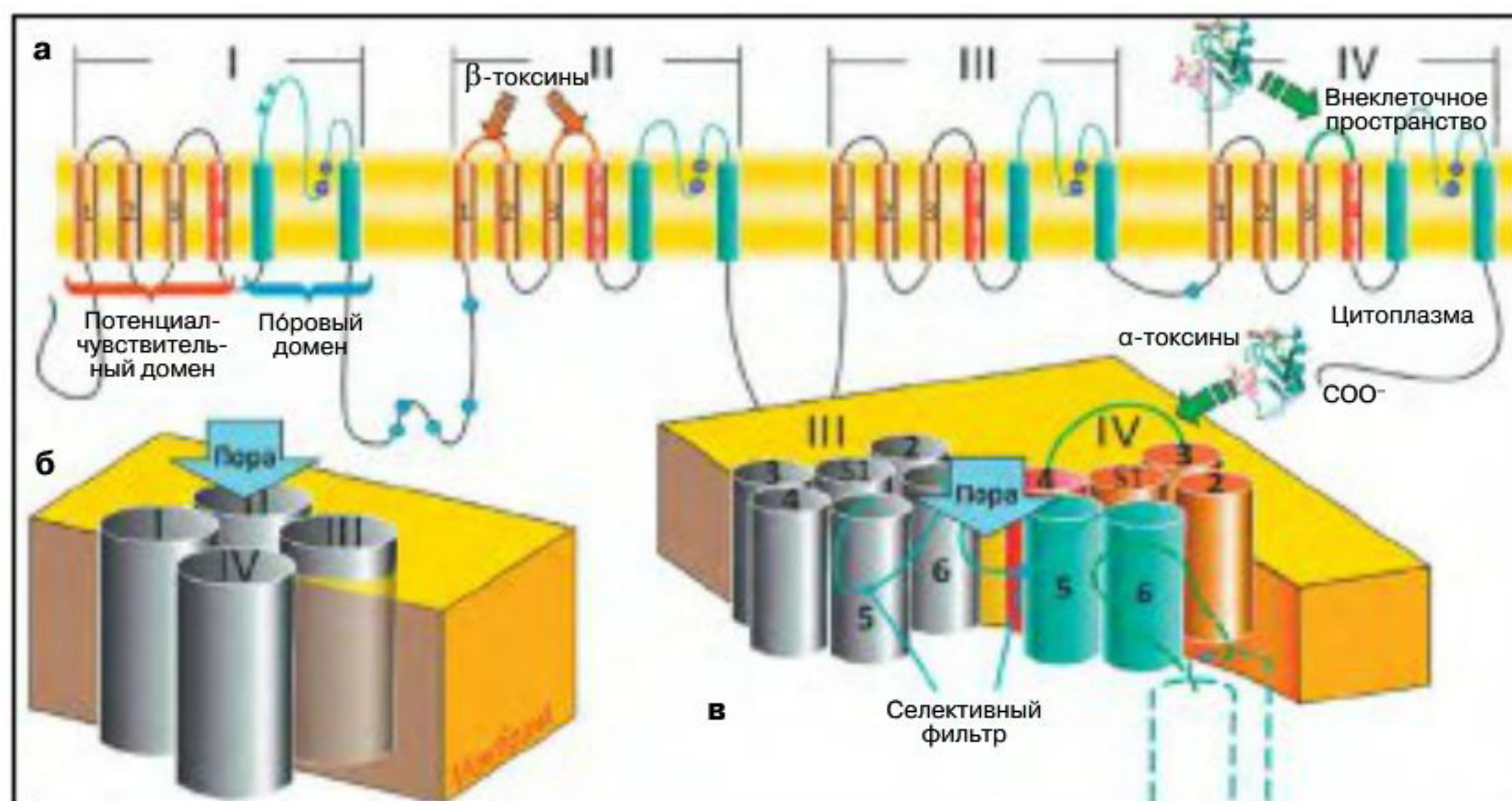
есть что предъявить из своего арсенала. Хорошо известный пример — постоянно мутирующий вирус гриппа, к которому необходимо получать всё новые и новые вакцины. Другой, не менее поразительный, пример — явление «смены фаз» у бактерий, заключающееся в случайном изменении фенотипа с высокой частотой, намного превышающей частоту обычных мутаций. Так, сальмонеллы используют этот приём для замены белка флагеллина, из которого построены бактериальные жгутики и который служит сигналом для запуска иммунологических реакций. Только у хозяина разовьётся иммунный ответ, как сальмонелла меняет тип флагеллина и ускользает!

ЯДОВИТЫЙ АРСЕНАЛ

Пожалуй, самым эффективным средством как нападения, так и защиты служат яды, которые в процессе эволюции научились вырабатывать разнообразнейшие животные: многие кишечнорастворимые, членистоногие, моллюски, хордовые и другие. Присутствующие в ядах молекулы называют токсинами, а в том частном (но распространённом) случае, когда мишенью их действия служит нервная система и/или мышцы, — нейротоксинами.

Состав яда животных различен: если, допустим, в яде пчелы присутствуют всего два основных компонента — мембрано-активный пептид мелиттин и гидролизующий липиды фермент фосфолипаза A2, то в яде пауков, скорпионов, морских анемонов и конусов, а также змей содержатся десятки, а иногда сотни или даже тысячи компонентов различной химической природы. Наблюдаемое в ядах разнообразие компонентов одного структурного типа сегодня принято описывать термином «эволюционно отредактированная комбинаторная библиотека». Молекулы, составляющие библиотеку, обладают различной эффективностью и специфичностью в отношении разных рецепторов, а результирующая смесь токсинов эффективна в отношении широкого круга мишеней.

Эволюционное преимущество богатого арсенала — способность «следовать» за жертвой: если мишень действия основного компонента яда начнёт ускользать (например, рецептор мутирует), в яде с большой вероятностью обнаружится слабо представленный, но более активный по отношению к новой форме рецептора токсин и теперь уже ему суждено будет стать основой «вооружения» у будущих поколений ядовитых хищников.



Сигналы передаются по нервной сети благодаря потенциалу действия, распространяющемуся вдоль нейрона. Этот процесс начинается с активации потенциал-чувствительных натриевых каналов. Канал состоит из четырёх похожих фрагментов-повторов (а), обозначенных I — IV. Каждый фрагмент содержит шесть трансмембранных α -спиралей. Четыре спирали (S1—S4) формируют потенциал-чувствительный домен. Общий для канала поровый домен образован восемью спиралями, по две (S5 и S6) от каждого повтора. Четвёртая спираль в каждом потенциал-чувствительном домене положительно заряжена. Она выполняет роль сенсора потенциала. На рисунке показаны места, с которыми связываются α - и β -токсины скорпионов. В пространстве повторы структуры потенциал-чувствительного натриевого канала располагаются вокруг общей оси (б). Центральный поровый домен канала образован восемью спиралями, а потенциал-чувствительные домены расположены на периферии. Участок между спиралями S5 и S6 содержит «селективный фильтр» (в), обеспечивающий избирательное пропускание ионов Na^+ .

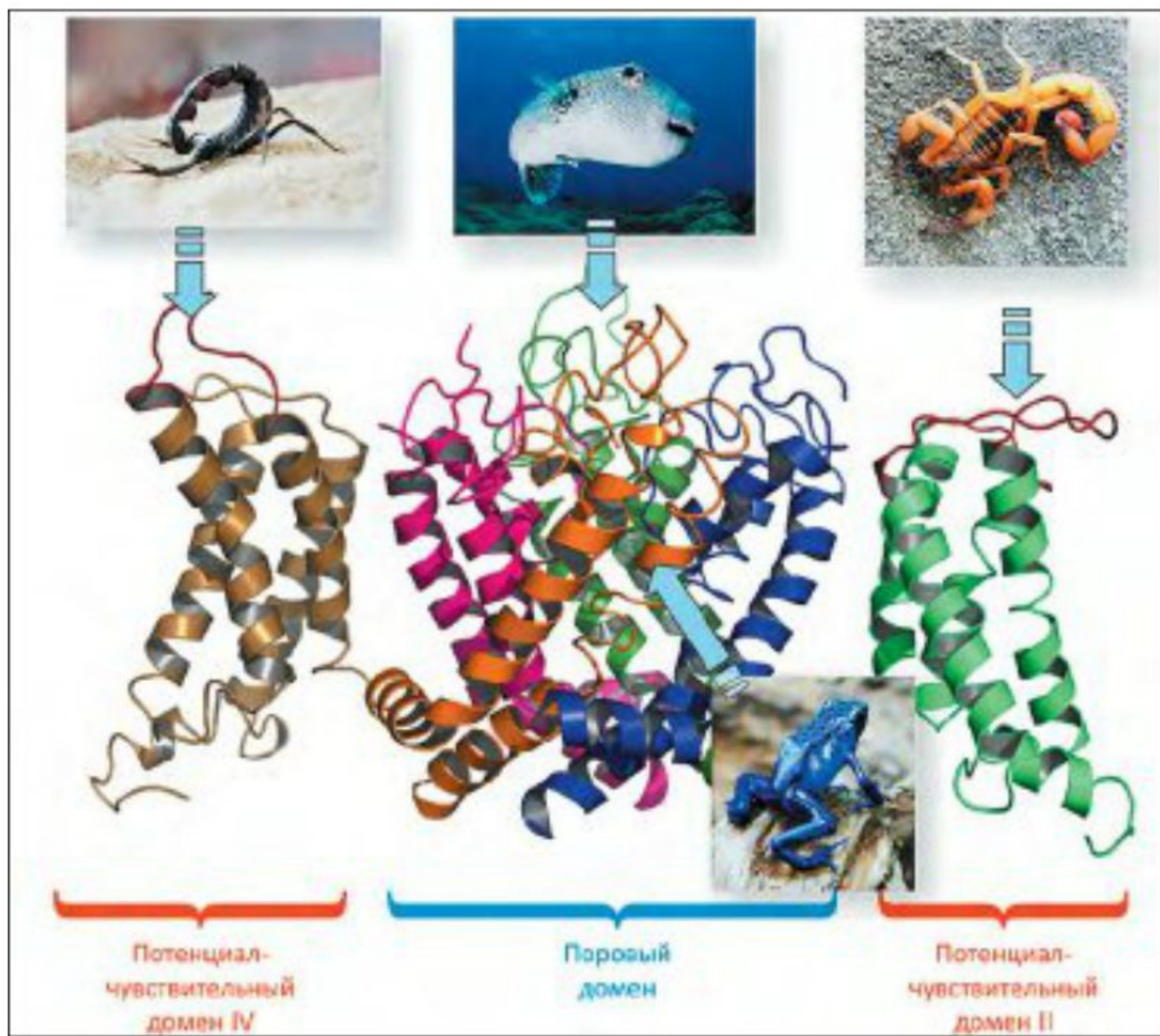
«ВСЕНЕПРЕМЕННОЙШЕ ЗАХВАТИТЕ ТЕЛЕГРАФ!»

Как уже было сказано, частой мишенью действия ядов является нервная система, а поэтому основа арсенала многих ядовитых гадов — нейротоксины. Связано это, по-видимому, с тем, что нарушить работу сложной системы проще всего, уничтожив коммуникацию, что было отмечено ещё в работах Ленина, рекомендовавшего в случае захвата власти в первую очередь взять под контроль телефон, телеграф и железнодорожные станции. «Телеграф» нашего организма — нервная сеть, передача сообщений в которой основана на феномене потенциала действия, распространяющегося вдоль мембран нейронов. В состоянии покоя поддерживается определённая разница концентраций ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^-) внутри нейронов и снаружи и формируется потенциал покоя. Рабочими элементами потенциала действия служат ионные каналы — мембранные белки, пропускающие те или иные ионы по команде. В частности, начинается потенциал действия с активации потенциал-чувствительных натриевых каналов (ПЧНК), открывающихся в ответ на

уменьшение трансмембранной разности потенциалов (деполяризацию). Интересно, что появление таких каналов в эволюции животных тесно связано с дифференцировкой тканей и обособлением нервной системы. О них и поговорим подробнее, оставив другие каналы за рамками статьи.

Каждый ПЧНК состоит из очень длинной полипептидной цепи (около двух тысяч остатков аминокислот), которая представлена четырьмя похожими фрагментами — повторами цепи. При этом в пространстве канал составлен из пяти частей (или доменов). В образовании единственного порового домена участвуют все повторы полипептидной цепи, в его центре формируется селективная для ионов Na^+ пора. Четыре — по одному от каждого повтора — потенциал-чувствительных домена расположены вокруг центрального порового домена. Функция потенциал-чувствительного домена — реагировать на изменение мембранного потенциала и передавать команду на открытие поры.

ПЧНК — ключевой компонент передачи нервных импульсов, а значит, и работы нервной системы вообще. Очевидно, именно этим обусловлено существование огромного



Ядовитые животные — источники «классических» нейротоксинов. Тетродотоксин из рыбы фугу блокирует пору потенциал-чувствительного натриевого канала, связываясь с внеклеточной стороны. Батрахотоксин из кожи колумбийской лягушки проникает через мембрану и встраивается внутрь поры канала, вызывая его активацию. У скорпионов α -токсины связываются с потенциал-чувствительным доменом IV и подавляют процесс естественной инактивации каналов; β -токсины скорпионов связываются с потенциал-чувствительным доменом II и активируют потенциал-чувствительный натриевый канал. В рисунке использована компьютерная модель структуры канала.

числа токсинов, связывающихся с ПЧНК и так или иначе нарушающих их работу. В свою очередь нарушение работы ПЧНК приводит к параличу, судорогам, а смерть наступает, как правило, от остановки дыхания. Например, тетродотоксин, содержащийся в знаменитом японском деликатесе — рыбе фугу и в некоторых других животных, блокирует пору натриевого канала подобно пробке. Интересно, что некоторые тритоны используют тетродотоксин для защиты от хищников, а охотящиеся на этих тритонов змеи приобретают устойчивость в результате мутации генов ПЧНК. К блокаторам ПЧНК относятся небольшие пептиды μ -конотоксины, являющиеся оружием морских моллюсков-конусов. Местные анестетики, такие как новокаин и лидокаин, тоже являются блокаторами ПЧНК: их местное применение приводит к блокаде чувствительных нейронов.

Но не все токсины блокируют канал: есть и такие, которые его активируют, то есть увеличивают время, когда канал находится в открытом состоянии. Пример таких молекул — батрахотоксин, содержащийся в секрете кожных желёз некоторых южноамериканских лягушек-листолазов. Распространённые инсектициды пиретроиды также относятся к активаторам ПЧНК.

В яде скорпионов есть α - и β -токсины. Они представляют собой небольшие белки (~60—70 аминокислотных остатков), в структуре которых присутствует β -лист из трёх тяжёлых и короткая α -спираль, скреплённые четырьмя дисульфидными связями. Хотя и те и другие токсины, по сути, активируют канал, делают они это по-разному: α -токсины мешают каналу закрыться, а β -токсины помогают ему открыться. Соответственно и места взаимодействия с ПЧНК у этих токсинов разные:

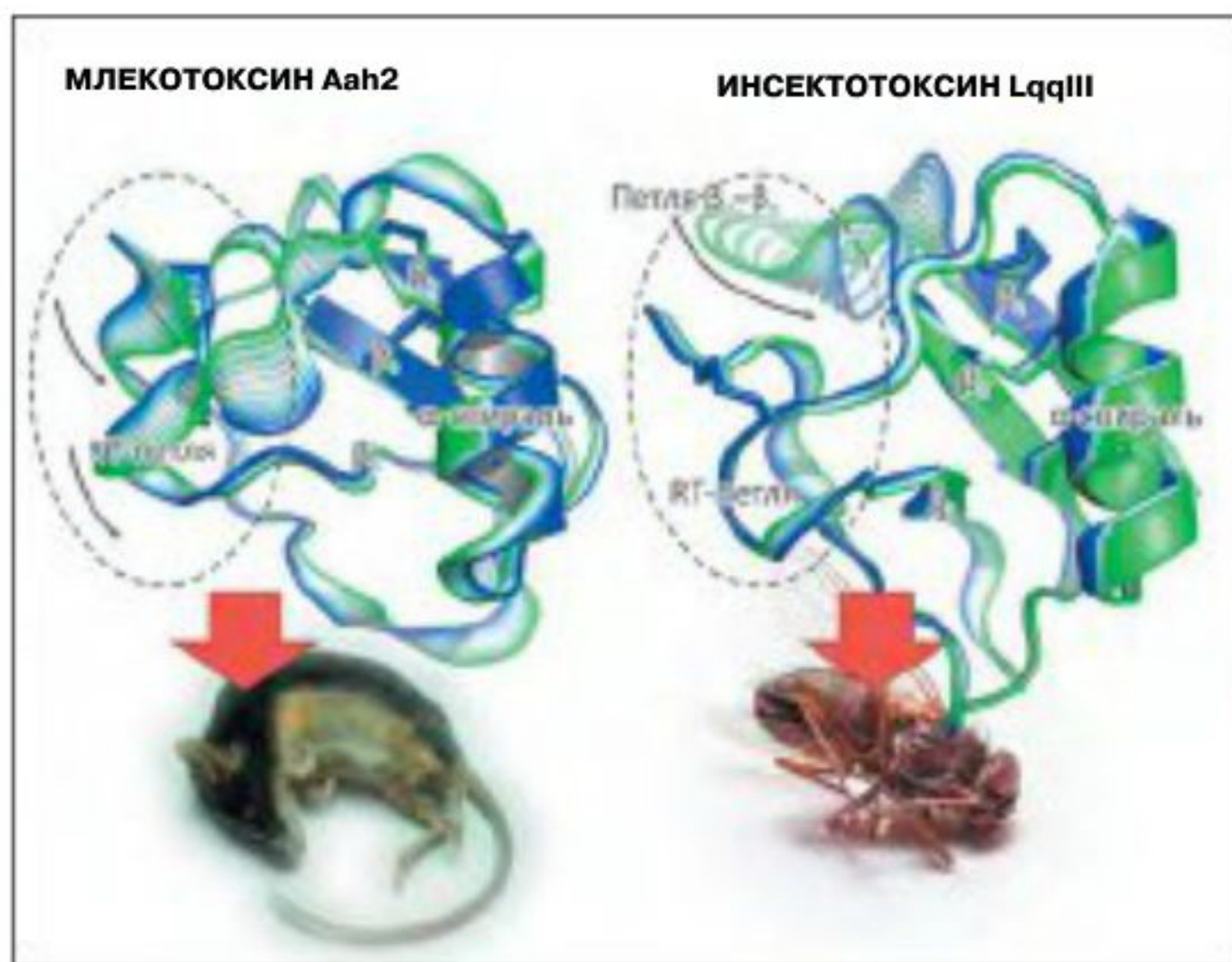
и те и другие связываются с потенциал-чувствительным доменом, но для α -токсинов это домен IV, а для β -токсинов — домен II.

Остановимся подробнее на α -токсинах и на их «взаимоотношениях» с ПЧНК. Дело в том, что в яде скорпионов присутствуют молекулы, обладающие токсическим действием по отношению к насекомым или млекопитающим (назовём соответствующие α -токсины инсектотоксинами и млекотоксинами). И те и другие связываются с потенциал-чувствительным доменом IV, но только у разных каналов. У насекомых это свой канал, называемый *Para*, а у млекопитающих есть целых девять разновидностей каналов, обозначаемых $Na_v1.1$ — 1.9 . Разные ПЧНК млекопитающих выполняют разные функции. Например, $Na_v1.2$ характерен для центральной нервной системы, $Na_v1.4$ — для скелетной мускулатуры, $Na_v1.5$ — для сердца. А дальше в ход идёт упомянутая «комбинаторная библиотека» яда скорпионов, в которой может найтись молекула, активная по отношению к выбранной мишени. Если это происходит, «владелец» такого яда получает эволюционное преимущество по сравнению с другими и та часть его генома, которая отвечает за состав «ядовитой библиотеки», широко распространяется в будущих поколениях скорпионов.

Присутствующие в яде скорпионов нейротоксины отличаются разнообразием: некоторые из них могут быть направлены исключительно на каналы насекомых (инсектотоксины), тогда как другие действуют на каналы млекопитающих (млекотоксины). Есть также молекулы, действующие сразу и на те, и на другие ПЧНК. Что лежит в основе молекулярной эволюции этих токсинов и позволяет им угнаться сразу за множеством ускользающих мишеней? Попробуем ответить на этот вопрос.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ВЫЯВЛЯЕТ МОЛЕКУЛЯРНУЮ «ГОНКУ ВООРУЖЕНИЙ»

В Институте биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (ИБХ РАН) было проведено исследование особенностей млеко- и инсектотоксинов из яда скорпионов, определяющих их селективное взаимодействие с соответствующими ПЧНК. Работа состояла из двух частей.



У скорпионов есть α -токсины — небольшие белки, составленные из β -листа и α -спирали, скреплённых дисульфидными связями. Такая жёсткая и эволюционно консервативная структура образует «сердцевину» молекулы, а две петли и C-конец образуют динамически подвижный «модуль специфичности» (пунктирный овал), отличающийся у млеко- и инсектотоксинов.

Компьютерный анализ структуры и динамики позволил выявить характерные особенности млеко- и инсектотоксинов и предсказать активность «сиротского» токсина с неизвестной селективностью. Эта часть работы сделана в лаборатории моделирования биомолекулярных систем.

Затем предсказания проверили в лаборатории нейрорецепторов и нейрорегуляторов: был синтезирован «сиротский» токсин и исследована его специфичность.

Компьютерное моделирование основывалось на методе молекулярной динамики. Установлено, что молекулы α -токсинов, несмотря на свой небольшой размер и жёсткую структуру, состоят из двух динамических модулей. Анализ характерных движений показал, что один из этих модулей достаточно «жёсткий», а другой — довольно «пластичный». Более того, движения «пластичного» модуля различаются у млеко- и инсектотоксинов.

Идентифицированные с помощью молекулярной динамики части молекул получили название «сердцевинный модуль» и «модуль специфичности». Сердцевинный модуль α -токсинов оказывается эволюционно консервативным (очень сходно устроенным у инсекто- и млекотоксинов), а модуль специфичности — переменным, соответствующим конкретной мишени действия. Сердцевинный модуль, таким

образом, отвечает за распознавание ПЧНК вообще, а быстро изменяющийся в эволюции модуль специфичности позволяет токсину «настраиваться» на конкретный тип канала.

Было также обнаружено, что модуль специфичности млекотоксинам существенно более гидрофильный («любящий воду», предпочитающий водные растворы), чем у инсектотоксинам. Эта особенность, предположительно, отражает структурные детерминанты, позволяющие токсинам выборочно распознавать свои мишени. Что интересно, анализ свойств ПЧНК показал ту же тенденцию для внеклеточной части S5 — S6 повтора I: у каналов млекопитающих эти области более гидрофильны, чем у каналов насекомых. Сопоставление результатов анализа с накопленными биохимическими данными позволило предложить любопытный характер связывания α -токсина с ПЧНК. Сердцевинный модуль, по-видимому, взаимодействует с потенциал-чувствительным доменом IV, в то время как модуль специфичности связывается с петлёй S5 — S6 повтора I. Данные области в структуре ПЧНК сближены, что также было показано в независимых экспериментах. Идея соответствия модульной организации токсинов доменной структуре каналов имеет интересный эволюционный смысл, позволяющий нам разглядеть «гонку вооружений» в противостоянии ядовитых животных и их жертв. Модульная структура, предположительно, позволяет токсинам гибко адаптироваться к изменяющейся мишени.

Компьютерный анализ может быть использован для предсказания активности токсинов с неизученными свойствами. В частности, для токсина M9 из яда среднеазиатского скорпиона *Mesobuthus eupeus*, ставшего первым нейротоксином из скорпионьего яда, для которого была установлена пространственная структура (кстати, это тоже сделано в ИБХ), предсказана активность в отношении каналов как млекопитающих, так и насекомых. Биоинженерный синтез и тестирование активности этого токсина на рекомбинантных ПЧНК подтвердили высказанное предположение. Результаты представленной работы опубликованы в журнале «The Journal of Biological Chemistry». Эволюционное обособление модулей α -токсина, похоже, вызвано требованиями «гонки вооружений» — необходимостью оперативно адаптироваться вслед за изменяющимися условиями среды: появлением новых мишеней и изменением старых. Вряд ли этот подход универсален, но в данном случае он позволил с новой

стороны взглянуть на взаимосвязь структура — функция для биологически активных пептидов.

БИОИНЖЕНЕРИЯ И НЕЙРОБИОЛОГИЯ

Изучение молекулярных основ эволюционной «гонки вооружений» имеет не только фундаментальное значение. Например, заново созданные «дизайнерские» молекулы — аналоги нейротоксинов с заданной исследователями активностью — станут идеальными инструментами исследования нервной системы. Такие молекулы дадут возможность прицельно регулировать работу ионных каналов и модифицировать нервный ответ желаемым образом.

Придание нейротоксинам желаемой селективности и видоспецифичности позволит, например, создать инсектицид нового поколения. Биоинженерно изготовленный или даже внедрённый в геном растений инсектотоксин будет эффективно бороться с насекомыми-вредителями. А можно представить себе возможность создания идеально селективного инсектотоксина, действующего на вредителей и нетоксичного для полезных насекомых (например, пчёл).

Наконец, идеально селективные нейротоксины — уже не яды, а точно настраиваемые нейрорегуляторы — нашли бы применение в молекулярной медицине для лечения заболеваний, связанных с дисфункцией ионных каналов и называемых каналопатиями. Среди них — различные неврологические и психические расстройства, а также патологии скелетной и сердечной мускулатуры.

Статья — лауреат конкурса научно-популярных статей Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13–04–11520).

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований
№ 11–04–01606.

Дополнительная литература по теме статьи:

«Великому комбинатору и не снилось: комбинаторика токсинов пауков». Сайт Biomolecula.ru.

«О чём не знал Гальвани: пространственная структура натриевого канала». Сайт Biomolecula.ru.

Pashkov V. S., Maiorov V. N., Bystrov V. F., Hoang A. N., Volkova T. M., Grishin E. V. **Solution spatial structure of 'long' neurotoxin M9 from the scorpion *Buthus eupeus* by ^1H -NMR spectroscopy** // Biophys. Chem. 31 (1988), 121–131.

Chugunov A. O., Koromyslova A. D., Berkut A. A., Peigneur S., Tytgat J., Polyansky A. A., Pentkovsky V. M., Vassilevski A. A., Grishin E. V., Efremov R. G. **Modular organization of α -toxins from scorpion venom mirrors domain structure of their targets, sodium channels** // J. Biol. Chem. 288 (2013), 19014–19027.

ПОДПИСКА на журнал НАУКА И ЖИЗНЬ

На 2014 год подписку можно оформить:

1 ВО ВСЕХ ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ РОССИИ

Стоимость
подписки с учётом
доставки вы найдёте
в соответствующих
каталогах

Индексы каталога российской прессы

«ПОЧТА РОССИИ» (стр. 411):

99349 — текущая подписка

99469 — для организаций

Индексы каталога агентства

РОСПЕЧАТЬ «Газеты.

Журналы» (стр. 260):

70601 — текущая подписка

72334 — годовая подписка

79179 — для организаций

Индексы объединённого каталога

«ПРЕССА РОССИИ» (стр. 361):

34174 — текущая подписка

12167 — годовая подписка



2

В РЕДАКЦИИ

Москва, Мясницкая ул., д. 24
в любой день недели с 9
до 18.30. Здесь же можно
приобрести журналы по льготной
цене, книги серии «Библиотека журнала
«Наука и жизнь»» и диски с электронными
архивами с 1975 по 2010 год.

Телефон для справок: (495) 624-18-35

Внимание!

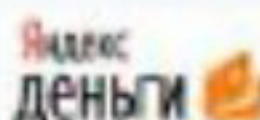
По этому каталогу вы
можете заказать комплект
дисков полного электронного
архива журнала за 1975—
2010 годы + DVD «Хроника
космической эры на страницах
журнала «Наука и жизнь»»
(индекс 12152).

3

В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ www.nkj.ru/shop/

- оформление подписки
на журнал «Наука и жизнь»
- цифровая версия журнала (pdf)
- диски с электронным архивом
журнала с 1975 по 2010 год
- книги серии «Библиотека журнала «Наука и жизнь»»

К оплате принимаются:



Если у вас возникли вопросы по подписке, пишите: subscribe@nkj.ru

Оформление адресной подписки и доставки дисков по России:

Подписной купон

Ф.И.О. _____

АДРЕС ДОСТАВКИ:

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон: _____

E-mail _____

Наименование платежа	Стоимость с доставкой (руб.)	
Подписка на 6 месяцев	1140	<input type="checkbox"/>
Подписка на 12 месяцев	2280	<input type="checkbox"/>
Архив за 1975—1989 годы на DVD	550	<input type="checkbox"/>
Архив за 1990—2005 годы на DVD	450	<input type="checkbox"/>
Архив за 2006—2010 годы на DVD	350	<input type="checkbox"/>
Комплект DVD за 1975—2010 годы (3 диска)	1300	<input type="checkbox"/>
«Хроника космической эры (1934—2010)» на DVD	300	<input type="checkbox"/>

Цены действительны только по России.

- Заполните подписной купон, в купоне укажите адрес, по которому вы хотите получать журнал или диски, и вашу контактную информацию.
- Оплатите квитанцию в банке.
- Для правильного оформления заказа обязательно отправьте копии квитанции и купона в редакцию по факсу (495) 625-05-90 или по электронной почте subscribe@nkj.ru
- Подписка оформляется начиная с месяца, следующего за платежом.
- **Внимание:** на подписку и диски оформляются отдельные квитанции.

Примечание. Квитанцию можно распечатать с сайта www.nkj.ru (раздел «Подписка») или заполнить самостоятельно в банке.



НАУКА И ЖИЗНЬ

АНО «Редакция журнала «Наука и жизнь»

(наименование получателя платежа)
7701019250/770101001 № 40703810300090000883 ОАО «МИНБ»

(ИНН/КПП получателя платежа) (номер счета получателя платежа) (наименование банка получателя платежа)
БИК 044525600 Номер кор./сч. 30101810300000000600

Ф.И.О. плательщика:

Адрес плательщика:

Вид платежа	Дата	Сумма
Подпись плательщика		

НАУКА И ЖИЗНЬ

АНО «Редакция журнала «Наука и жизнь»

(наименование получателя платежа)
7701019250/770101001 № 40703810300090000883 ОАО «МИНБ»

(ИНН/КПП получателя платежа) (номер счета получателя платежа) (наименование банка получателя платежа)
БИК 044525600 Номер кор./сч. 30101810300000000600

Ф.И.О. плательщика:

Адрес плательщика:

Вид платежа	Дата	Сумма
Подпись плательщика		



С В Я З А Н Н Ы Е О Д Н О Й Ц Е П Ь Ю

В обозримом будущем словосочетание «всемирная паутина» может перестать быть столь однозначным, как сегодня. Объединение разрозненных линий электропередачи и электростанций в единое энергетическое пространство целых континентов и даже межконтинентальные сети не за горами. Так считают специалисты исследовательского центра международного электрического концерна Alstom в английском Стаффорде, где технологии, позволяющие это сделать, активно разрабатывают ради повышения эффективности экологически чистой нетрадиционной энергетики. В первую очередь речь идёт о высоковольтных линиях и вставках постоянного тока.

С работой лабораторий концерна ознакомился обозреватель журнала «Наука и жизнь» Евгений КОНСТАНТИНОВ.

Постоянный ток высокого напряжения позволяет легко обойти множество технических сложностей, связанных с согласованием между собой сетей переменного тока с асинхронными частотами, подключением изолированных источников с непостоянной выработкой энергии и снижением потерь при передаче электричества на дальние расстояния. Мысль эта может быть и не нова, но, как утверждают энергетики, именно сейчас пришло её время.

В наши дни основной объём электроэнергии транспортируется в виде переменного тока, хотя идея использования постоянного тока для снабжения электричеством отдельных объектов и целых городов возникла и впервые была реализована на практике раньше — на рубеже 70—80-х годов XIX века. Чашу весов в пользу переменного тока чуть позже склонило изобретение трансформатора, позволяющего легко и дешево

менять напряжение в огромных пределах и тем самым многократно повышать его, чтобы уменьшить потери на линии, а затем снижать до необходимого потребителям уровня. Для постоянного тока подобных технологий с высоким КПД и низкой ценой оборудования (и недорогим обслуживанием) не существовало, а потому первые линии постоянного тока не превышали по длине нескольких километров и передавали незначительные мощности. Но при этом именно на постоянный ток были завязаны многие потребители: на нём работали первые электромоторы, электросчётчики и даже лампочки. «Переменная альтернатива» им появилась лишь со временем и не всегда полностью удовлетворяла требованиям потребителей. В общем, с тех пор, как

● ТЕХНИКА. ВЕСТИ С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ



Гигантские энергетические проекты требуют соответствующего уникального оборудования. Один из заводов Alstom специализируется на трансформаторах индивидуальной сборки. На фото: готовый трансформатор без корпуса. Оцените размер! Теперь остаётся лишь упаковать его в специальный металлический контейнер, залить маслом, проверить и отправить потребителю.

люди начали использовать электричество, шёл нескончаемый спор о преимуществах постоянного и переменного тока и соответственно строились системы обоих типов.

Последние электростанции постоянного тока вводились в строй ещё в 20-е годы XX века, а старые локальные системы электроснабжения очень неохотно сдавали позиции. Так, Хельсинки полностью перешли на переменный ток лишь в 1940-е годы, Стокгольм — в 1960-е, в Нью-Йорке электроснабжение отдельных городских объектов постоянным током продолжалось до ноября 2007-го, а в Сан-Франциско несколько островков такой сети, проложенной более века назад, всё ещё продолжают обслуживать кварталы, где в домах до сих пор действуют старинные лифты.

Но если локальное снабжение постоянным током постепенно клонилось к закату, то магистральные высоковольтные линии такого типа продолжали развиваться. Первая из них длиной 57 км и напряжением около 2000 В связала Мисбах и Мюнхен в Баварии ещё в 1882 году. Правда, проработала она всего несколько дней во время промышленной

выставки, да и то с перебоями. Со временем расстояния, токи и передаваемая мощность росли, увеличивалось количество трасс, но всё же подобные ЛЭП были, скорее, штучными экспериментальными полигонами. Несмотря на явно меньшие потери на сопротивление проводов, большую пропускную способность и меньшие требования к изоляции, экономическая целесообразность линий постоянного тока на протяжении всего XX века оставалась неочевидной.

Каким образом в линии постоянного тока поднимается напряжение до транспортного уровня? Всё просто: есть трансформатор и есть выпрямитель. На месте производства энергии генератор выдаёт переменный ток, затем его напряжение в трансформаторе поднимается, а потом в выпрямителе он преобразуется в постоянный. А у потребителя происходит обратный процесс. Именно такая схема остаётся единственно приемлемой технологически и экономически вот уже более 120 лет. Меняется только оборудование. Но именно в нём и скрыт весь практический и коммерческий потенциал.

На заре электрификации в качестве выпрямителя и инвертора использовали пары вращающихся электрических машин. То есть в начале ЛЭП «переменный» двигатель крутил «постоянный» генератор, а в конце, наоборот, «постоянный» двигатель крутил «переменный» генератор. Эту схему швейцарский инженер Рене Тюри предложил в 90-х годах XIX века. Система была дорогой, громоздкой, сложной в обслуживании, а

● ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

ЛЭП ПОСТОЯННОГО ТОКА В РОССИИ

Ещё в 1950 году между Каширской ГРЭС и Москвой заработала первая в стране высоковольтная линия постоянного тока. Её длина была 112 км, напряжение — 200 кВ, а мощность — до 20 МВт. Оборудование для неё вывезли сразу после войны из Германии, где оно предназначалось для так и не запущенного в строй проекта «Эльба» по передаче энергии от ГЭС, находившейся неподалёку от Дессау, в Берлин. Тогда же в Ленинграде открылся НИИ по передаче энергии постоянным током высокого напряжения. В отличие от давно демонтированной ЛЭП, этот институт существу-

ет и активно работает по сей день. В середине 1960-х годов была введена в эксплуатацию вторая линия (Волгоград—Донбасс) протяжённостью 475 км, мощностью 750 МВт и напряжением 400 кВ. Сейчас её состояние далеко от идеала, но она всё ещё продолжает работать. В 1980-е годы разрабатывался, но так и не был реализован гигантский проект Экибастуз—Центр. Трасса предполагаемой ЛЭП протянулась на 2400 км, её расчётная мощность должна была достичь 6000 МВт, а напряжение — 1500 кВ. Часть этой ЛЭП даже была построена, но дело бросили на середине. Наиболее активно

работает вставка постоянного тока в Выборге, запущенная в эксплуатацию в 1981 году для экспорта электроэнергии в Финляндию. Сейчас её планируется дополнить подводным кабелем от ЛАЭС-2, который будет проложен по дну Финского залива. Кроме того, на ближайшие годы запланировано строительство вставок постоянного тока на подстанциях в Могоче и Хани для объединения Восточной и Сибирской энергосистем и присоединения их к единой энергосистеме России. Также в планах создание вставок постоянного тока: на строящейся АЭС в Калининграде для экспорта избыточных энергоресурсов в Польшу и в Мурманской области, на границе с Норвегией.

главное — ненадёжной и с крайне низким КПД.

Практическое применение ЛЭП постоянного тока получили лишь в первой половине XX века с появлением высоковольтного дугового электровакуумного прибора под названием «ртутный вентиль». Эти гигантские родственники радиоламп работали уже с меньшими потерями, но стоили дорого, а весили и занимали места всё равно слишком много. Тем не менее такие устройства до сих пор продолжают работать на линии, связывающей Северный и Южный острова Новой Зеландии, и ещё на одном подводном кабеле в Канаде, хотя с 1975 года существующие и новые высоковольтные ЛЭП постоянного тока стали оснащать тиристорными преобразователями.

Полупроводниковые устройства показали себя куда более надёжными и нетребовательными при меньшей цене. По сей день тиристорные технологии считаются классикой. Но габариты оборудования и в этом случае остаются слишком велики в ситуациях, где размер имеет значение. Большие размеры преобразователей объясняются тем, что напряжение на высоковольтной линии сильно превышает напряжение пробоя полупроводникового прибора, поэтому приходится, что называется, «брать числом» последовательно соединённых тириستоров. Несколько лет назад появились

более компактные преобразователи на биполярных транзисторах с изолированным затвором (БТИЗ). Правда, их КПД оказался несколько ниже, а цена ощутимо выше. Но там, где каждый квадратный сантиметр полезной площади стоит космических денег, как, например, на платформах морских ветрогенераторных станций, активно разрабатываемых в последнее время, выгода от экономии пространства превышает дополнительные расходы на оборудование и компенсирует естественные утечки электричества. ⇒

Для передачи энергии морских ветрогенераторных электростанций на сушу наиболее эффективное решение — подводные мульти-терминальные высоковольтные сети постоянного тока.





В цехе сборки транзисторных преобразователей активно применяется ручной труд, подкреплённый современными средствами механизации... Основную долю в массе и размере транзисторных преобразователей занимает конденсаторная батарея.

Кстати, в Стаффорде недавно разработали ещё более компактную версию преобразователей с БТИЗ. Когда мы посещали научно-исследовательский центр Alstom Grid, подразделение концерна Alstom, занимающееся энергетическими сетями, там в демонстрационном зале как раз только что смонтировали новые стойки с этими устройствами и ещё не до конца разобрали прежний вариант. Разницу можно было увидеть без линейки. Но размеры и цена преобразователей — это не все сложности, ограничивающие применение ЛЭП постоянного тока. По оценкам экспертов, экономические преимущества таких линий начинают раскрываться на расстояниях более 700 км на суше.

СЛОВАРИК К СТАТЬЕ

Биполярный транзистор — тип транзистора, в котором в качестве носителя заряда используются как электроны, так и дырки. Биполярные транзисторы с изолированным затвором имеют дополнительный электронный ключ для управления устройствами с высоким напряжением и сильными токами.

Выпрямитель — преобразователь переменного электрического тока в постоянный.

Инвертор — устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением частоты и/или напряжения.

Тиристор — электронный выключатель на основе монокристалла полупроводника с тремя или более *p-n*-переходами. Тиристор имеет два устойчивых состояния: низкой проводимости (закрытое) и высокой проводимости (открытое). Основное применение — управление мощной нагрузкой с помощью слабых сигналов.

На морских линиях постоянный ток выгоднее из-за большей ёмкости подводного кабеля, увеличивающего потери на реактивную мощность при переменном токе. Выгода постоянного тока здесь становится заметной уже при передаче на 50 км.

В прежние времена немало дополнительных трудностей возникало при создании мультитерминальных схем. Управление перетоком мощности в разветвлённой системе постоянного тока, конструкции выключателей отдельных цепей и другие элементы — сейчас всё это постепенно находит свои решения. И значит, идея глобальной многонаправленной замкнутой сети, в которой линии постоянного тока объединятся с линиями переменного тока, не так уж утопична. Что это даст? Больше устойчивости и управляемости для всей сети в целом, меньшее число аварийных отключений, оптимальное использование всех типов энергии и перенаправление энергетических потоков в зависимости от потребностей. «Технически мы сейчас подошли к тому уровню, который обеспечил бы реализацию глобальных проектов по объединению всей Европы и Северной Африки в единую энергетическую суперсеть, — считает Патрик Плас, старший вице-президент Alstom Grid. — Но помимо технических вопросов есть ещё и политические». А их порой приходится решать с куда большими сложностями. Станет ли постоянный ток инструментом большой международной политики и насколько положительным будет его воздействие на «иностраные дела», покажет только время. В любом случае глобальное энергетическое пространство может стать реальностью уже в обозримом будущем.

Фото автора и пресс-службы Alstom.

ПЛАВИМ ОТХОДЫ

Твёрдые радиоактивные отходы (ТРО) — едва ли не самая большая проблема, с которой сталкиваются все атомные электростанции. Они накапливаются и во время работы, и при ремонте, и особенно много в случае вывода станции из эксплуатации.

Металлические радиоактивные отходы сравнительно легко дезактивируются, и после переплавки металл можно снова использовать. Хуже обстоит дело с пористыми субстанциями. В бетон и древесину радионуклиды проникают на глубину до 300 мм, а в волокнистых материалах (в основном это теплоизоляция) распределяются по всему объёму, причём неравномерно. Извлечь их оттуда практически невозможно. Особую опасность представляет мелкодисперсная пыль, которую сложно локализовать. Все эти отходы требуется тщательно собирать, перерабатывать и надёжно хранить в течение весьма длительного времени.

Наиболее распространённые методы переработки ТРО — сжигание, цементирование, прессование, плазменная переработка и плавление в электрических печах.

При сжигании объём твёрдых отходов сокращается в 70—95 раз, а жидких — в 750, это хорошо. Но не происходит фиксации радионуклидов, резко повышаются требования к системе газоочистки.

Прессование на установках низкого и высокого давления в стандартизованные бочки объёмом 100—200 л даёт невысокое сокращение объёма. Кроме того, прессование зачастую приводит к измельчению материала и тоже не гарантирует фиксацию радионуклидов. Да и сами бочки, в которые упаковываются спрессованные ТРО, подвержены коррозии, что не добавляет надёжности такому методу хранения, а ведь для цезия ^{137}Cs и кобальта ^{60}Co , основных «виновников» активности ТРО, срок хранения должен составлять не менее 350 лет.

Неплохо фиксируются отходы при их цементировании. Однако для получения прочного цементного камня доля «включений» не должна превышать 20%.

Ещё один метод переработки ТРО — плавление в плазменной установке — связан с очень высокой тепловой нагрузкой на стенки печи (температура плазмы достигает 3000—5000°C). При этом также образуется значительное количество вредных газов.

Большой интерес представляет переработка ТРО методом плавления в электрической печи постоянного тока. В ней при температуре 1500—2000°C все ор-

ганические соединения, входящие в состав отходов, переходят в газообразное состояние и удаляются в систему газоочистки, а неорганические — плавятся. Чтобы сократить образование диоксидов и фуранов, плавка ведётся при ограниченном доступе воздуха.

Особенности работы электрической печи постоянно-го тока и физико-химические свойства основных нуклидов позволяют произвести частичную дезактивацию: кобальт ^{60}Co надёжно зафиксировать в сплаве с железом, а соединения цезия ^{137}Cs — в стекловидной массе. Основная масса переработанных ТРО состоит из особо низкоактивных отходов (ОНАО) и может быть захоронена на полигоне АЭС или использована как специальный строительный материал. Вторичные ТРО отправляют на региональный пункт захоронения.

Валерий НИКИТЕНКО,
технический директор
ООО «Комплектпром»,
доктор химических наук
Людмила ЖУКОВА,
доктор физико-математических наук
Алишер ГУЛАМОВ.

Подробнее см. статью «Комплексная переработка радиоактивных отходов методом плавления» в разделе «Открытый формат» на сайте www.nkj.ru.



Игорь Вереснев, Елена Красносельская, Юлиана Лебединская, Николай Немытов, Олег Силин, Юлия Скуркис.
«Фимбулвинтер. Пленники бирюзы».
Издательство «Снежный Ком М», 2013. — 352 с.
ISBN 978-5-904919-62-7

Серьёзное коллективное творчество не такая уж редкость в жанре фантастики. Вспомним хотя бы «Пентакль» Олди, Дяченко и Валентинова. Представленная книга — плод совместных усилий дерзкой команды литературного семинара «Партенит».

У кого-то из авторов уже есть «сольные» книги, другие успели отметить только рассказами и повестями в сборниках. А всему виной — Андрей Валентинов, сподвигший их на эту затею!

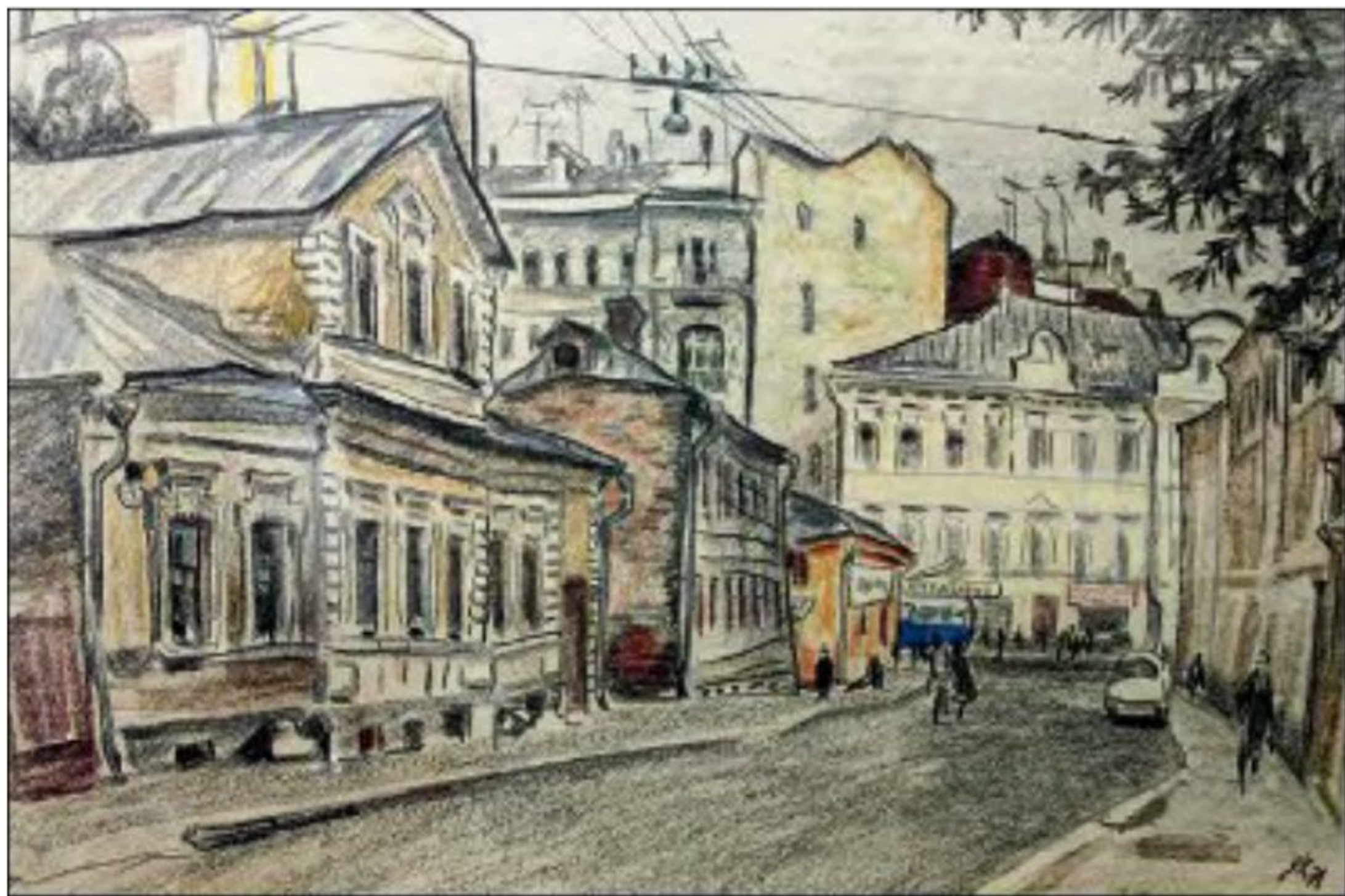
Кто такой лифтёр? Нет, не тот, о ком вы подумали. Лифтёры — наблюдатели межпространственных тоннелей, они же — техники. Однако их всё меньше, а беспечное человечество будущего привыкло жить, не думая о завтрашнем дне. Но завтрашний день не забыл о человечестве.

Авторы не побоялись замахнуться на глобальную проблематику, присущую качественной научной фантастике: кто мы такие? куда движется и к чему придёт человечество? как устроена Вселенная?

И при этом в сборнике много ироничных переключек с проблемами современности.

Светлана ПОЗДНЯКОВА.

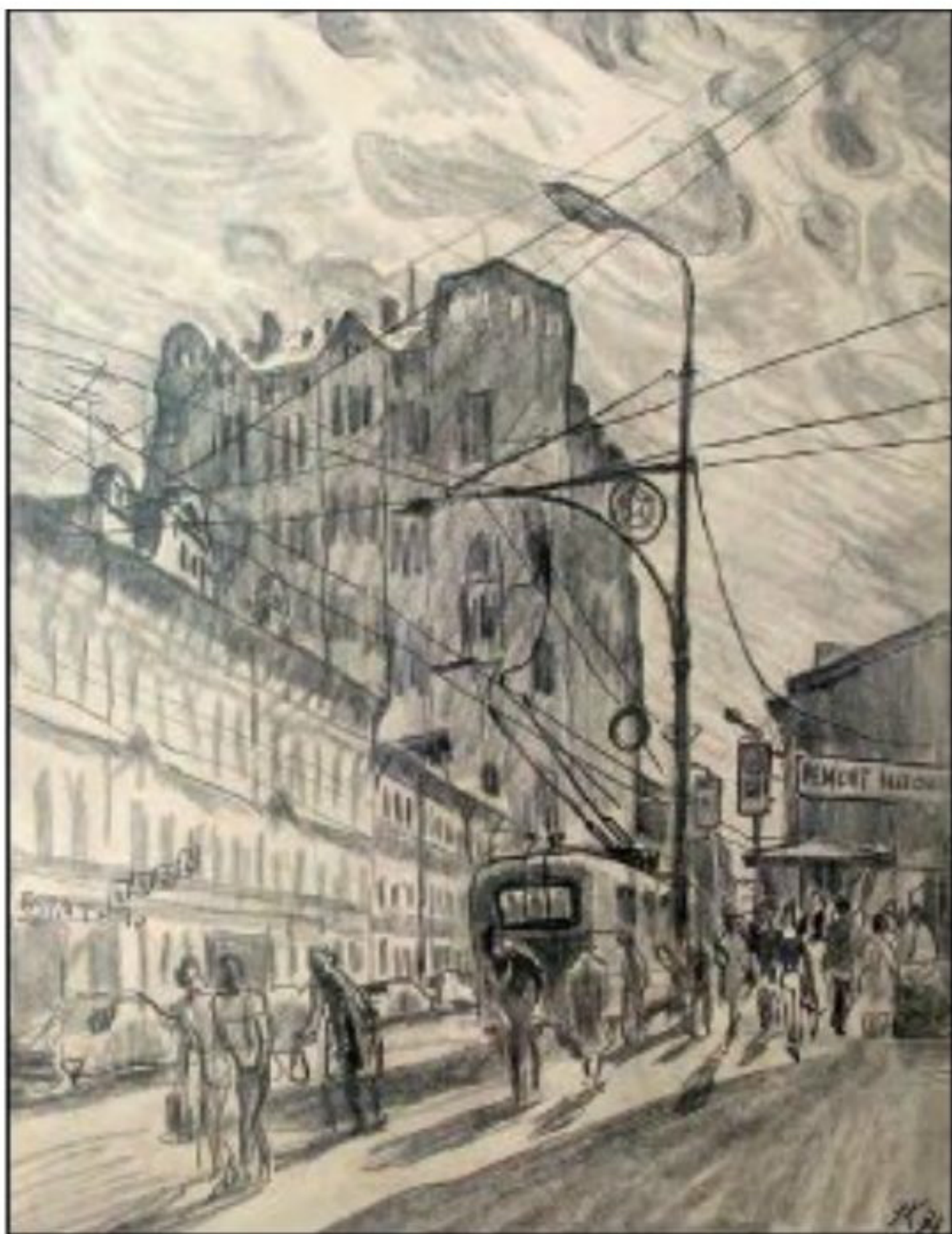
● НОВЫЕ КНИГИ



● ПО МОСКВЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ

«СЕН-ЖЕРМЕНСКОЕ ПРЕДМЕСТЬЕ»

Малый Николопесковский переулок. 1971. Бумага, карандаш.



Так когда-то называл Арбат князь Пётр Кропоткин. Собственно, слово «арбат» (по-арабски «рабад») так и переводится, как пригород, предместье. Пригородом могли назвать эту местность восточные купцы, караваны которых располагались у городских (кремлёвских) стен.

При Иване Грозном на Арбате селились опричники, а названия примыкающих к улице переулков свидетельствуют о поселениях ремесленников — плотников, серебряников, кузнецов, уздечников... Состав населения менялся в зависимости от политической обстановки в стране. После Стрелецкого бунта с улицы выселили всех стрельцов, а с переездом столицы в Петербург Кремль уже не нуждался в услугах ремесленников. В XVIII веке Арбат облюбовала аристократия, а столетие спустя, когда стали строить доходные дома, сюда потянулась интеллигенция.

Полдень на Арбате. 1971. Бумага, карандаш.



В советские времена по Арбату мчались машины в сторону Кунцевской дачи вождя, улицу заселила партократия, а знаменитый ресторан «Прага» превратился в столовую для кремлёвских охранников. Во время прокладки Нового Арбата (Калининского проспекта) с лица земли были сметены многие памятники старых переулков.

Арбат — это дорога, ведущая на запад, в Смоленск, поэтому царь Алексей Михайлович в своё время решил назвать улицу Смоленской. Но москвичам новое название не понравилось, и Арбат остался Арбатом. В честь Арбата влюблённые в эту улицу москвичи сочиняют стихи, пишут песни, а художники стараются запечатлеть облик любимой улицы, который часто меняется и порой не в лучшую сторону.

Отмечают москвичи и юбилей Арбата. Памятной датой выбрано первое документальное свидетельство о существовании улицы. В Никольской летописи под 1493 годом напи-

сано, что 28 июля от свечи сгорела церковь Святого Николая на Песках. Непогашенная свеча в этом арбатском храме спалила тогда пол-Москвы.

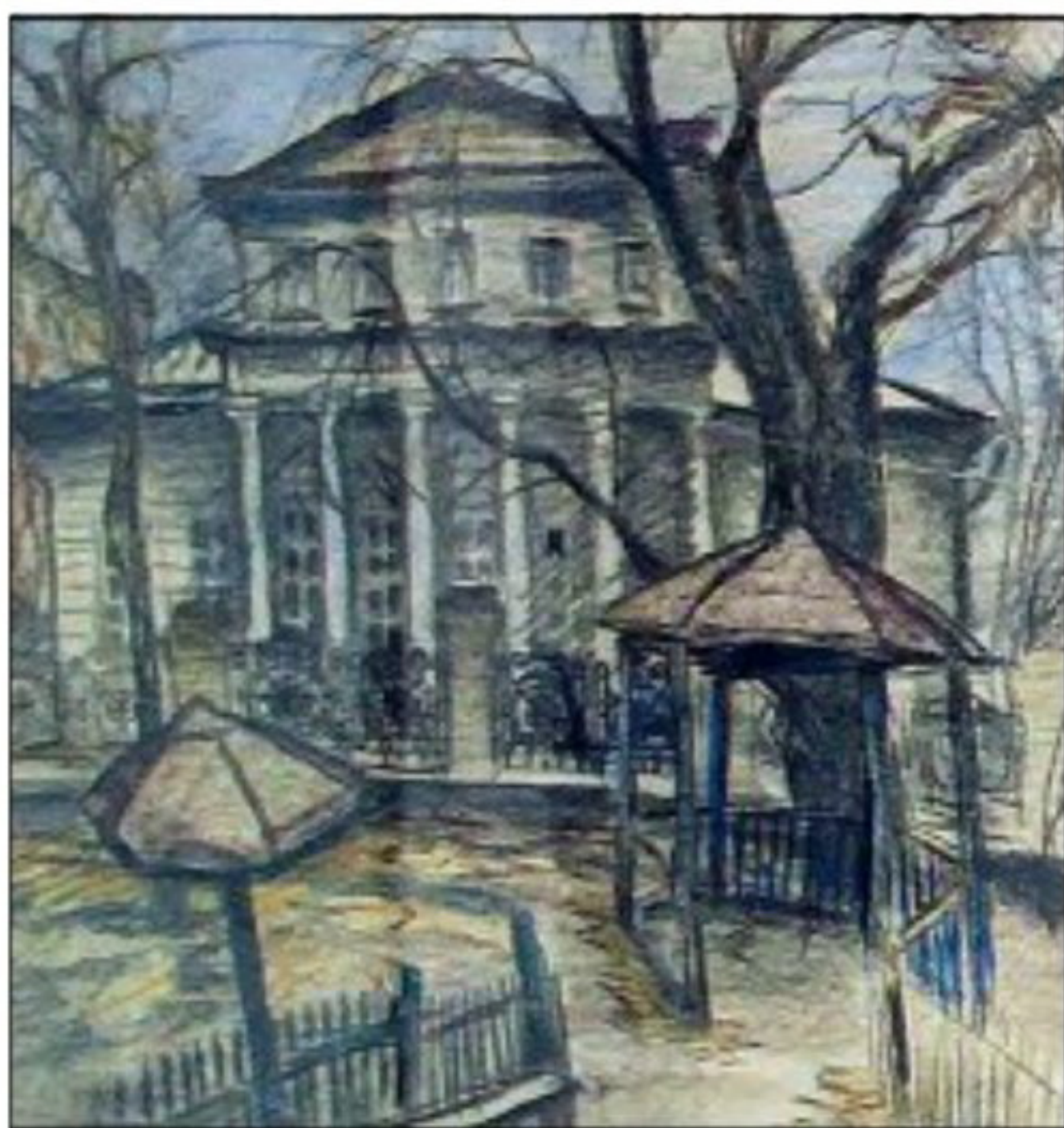
В 2013 году юбилей отмечали в начале октября.

В залах Государственного музея Пушкина на Арбате состоялась выставка народного художника РСФСР Евгения

Арбатская площадь (из серии «Москва, которой больше не будет»). 1996. Холст, масло.

Ивановича Куманькова (1920—2012), создавшего своеобразную живописную и графическую летопись Москвы (см. также 2-ю стр. обложки).

Зинаида КОРОТКОВА.



Детская площадка в Денежном переулке. 1971. Бумага, графитный и цветные карандаши.



ПЛОТНИКИ НЕОЛИТА

Немецкие археологи раскопали четыре колодезных сруба, которым более 7000 лет. Дубовые брёвна обтёсаны и соединены приёмом, который у наших современных плотников называется «в чашу». Значит, уже в эпоху неолита имелись мастера с плотницкими навыками. До сих пор считалось, что такие конструкции научились делать только в Древнем Риме примерно на 5000 лет позже.

РОБОТ-ПЧЕЛА

Во всём мире отмечается сокращение количества пчёл и других насекомых-опылителей из-за болезней и загрязнения окружающей среды. Поэтому инженеры из Гарвардского университета (США) создали искусственную пчелу. «Насекомое» с размахом крыльев три сантиметра летает на батарейках. В дальнейшем их заменят миниатюрным топливным элементом; тог-

да «пчела» будет заправляться спиртом либо бензином. Остаётся ещё добавить систему навигации и программу распознавания цветков, скопированную с глаз и нервной системы настоящих пчёл. Почти как живая, пчела-робот, прилетая в «улей», будет делиться результатами полёта: сбрасывать в микрокомпьютер информацию о том, где найти большое количество цветков, нуждающихся в опылении. Но собирать нектар и делать мёд роботы не смогут.



В ПОМОЩЬ ФИЛАТЕЛИСТАМ

Итальянские физики из университета города Лечче разработали способ выявления поддельных почтовых марок. Редкие марки, самые дорогие в мире кусочки бумаги, могут стоить сотни тысяч и миллионы долларов, поэтому они нередко становятся объектом подделки. Итальянцы освещают марку инфракрасным светом и изучают спектр его отражения, который меняется в зависимости от состава клея, бумаги и красок. Сама марка при этом нисколько не страдает. Правда, для выявления подделок надо иметь каталог инфракрасных отражений от заведомо настоящих почтовых знаков, и такой каталог создан, но пока он охватывает только итальянские марки, выпущенные за последние 150 лет.

ОБРАЗОВАНИЕ И РОСТ

Давно замечено, что с возрастом рост человека уменьшается, так как межпозвоночные хрящевые диски несколько сплющиваются. Но антропологи из Пекинского университета, измерив рост почти 18 тысяч китайцев старше 45 лет, показали, что те, кто закончил полный курс средней школы, в среднем на два сантиметра выше, чем необразованные участники обследования. Авторы работы полагают, что сохранившие свой рост жили в более привилегированных условиях (раз родители сумели обеспечить им образование), не занимаясь тяжёлым физическим трудом и ведут более здоровый образ жизни, часто практикуя йогу, у-шу или другую гимнастику.

НЕКРУГЛЫЕ ЯДРА

В школьном учебнике физики атомное ядро обычно рисуют в виде шарика, однако это далеко не так. Субъядерные частицы, упакован-

ные в объём поперечником всего 10^{-12} миллиметра, постоянно движутся, толкают одна другую, выпячиваются в стороны.

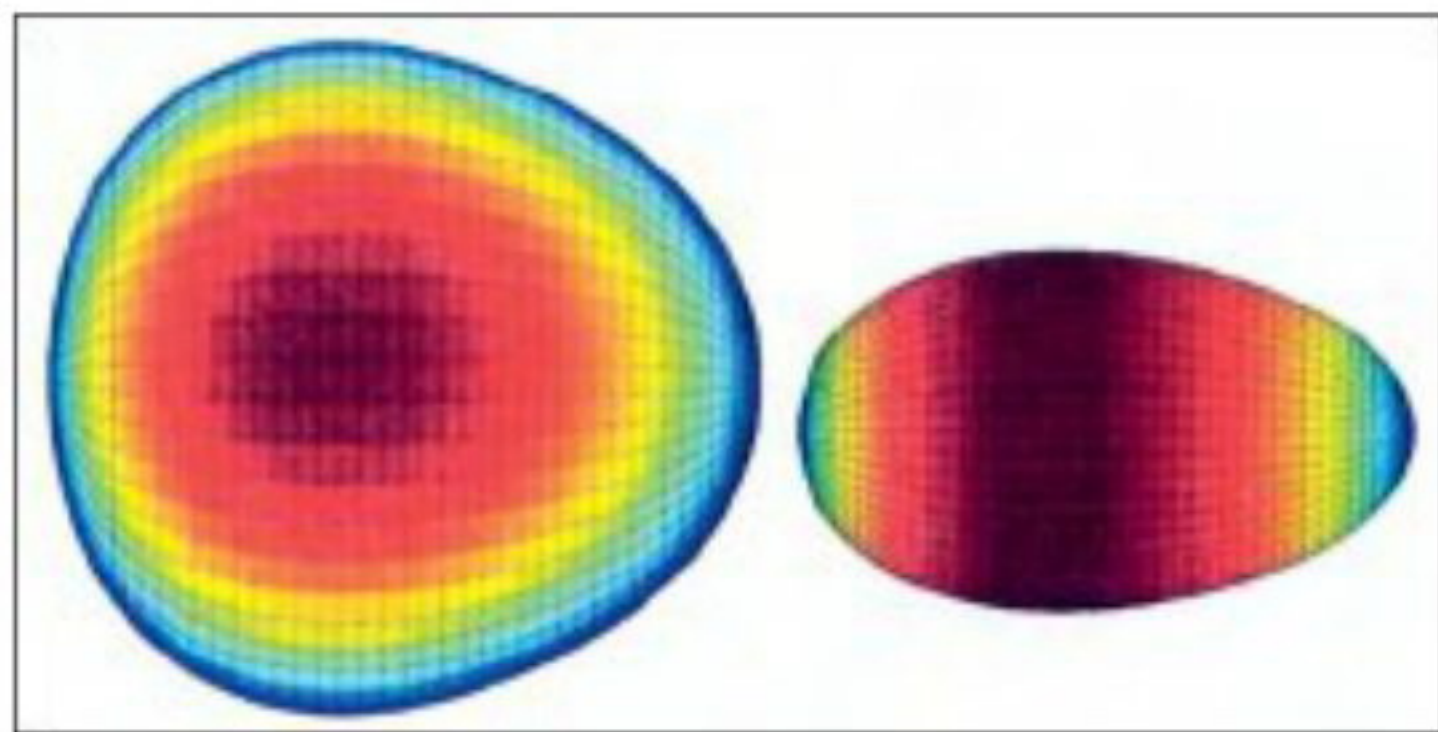
Как показали английские и швейцарские физики, ядро радия-224 выглядит как эллипсоид, а ядро радона-220 постоянно меняет форму и похоже на куриное яйцо, вращающееся на боку — выпуклость смотрит то в одну, то в другую сторону.

ОПРЕДЕЛЁН ВОЗРАСТ ЯНЦЫ

О возрасте третьей по длине реки мира географы спорили более века, оценки колебались от двух до 45 миллионов лет. Геологи из университета Нанкина (Китай) определили возраст осадочных горных пород близ устья реки, где они явно были отложены её течением. Оказалось, что этим пластам около 23 миллионов лет. Примерно в то же время поднялось Тибетское плато, а летние муссонные дожди усилились. Видимо, это и привело к появлению новой мощной реки.

ОРАНГУТАН НА РЫБАЛКЕ

На острове Калимантан (Индонезия) впервые сфотографирована обезья-



на, использующая оружие. Орангутан одной рукой держится за ветку дерева, а другой целит в рыбу острой палкой — копьем или острогой. Местные жители сообщили зоологам, что обезьяны уже давно научились такому методу у них, потому что сами аборигены часто бьют крупную рыбу копьем.

ПОЧЕМУ НА СЕВЕРЕ ТЕПЛЕЕ?

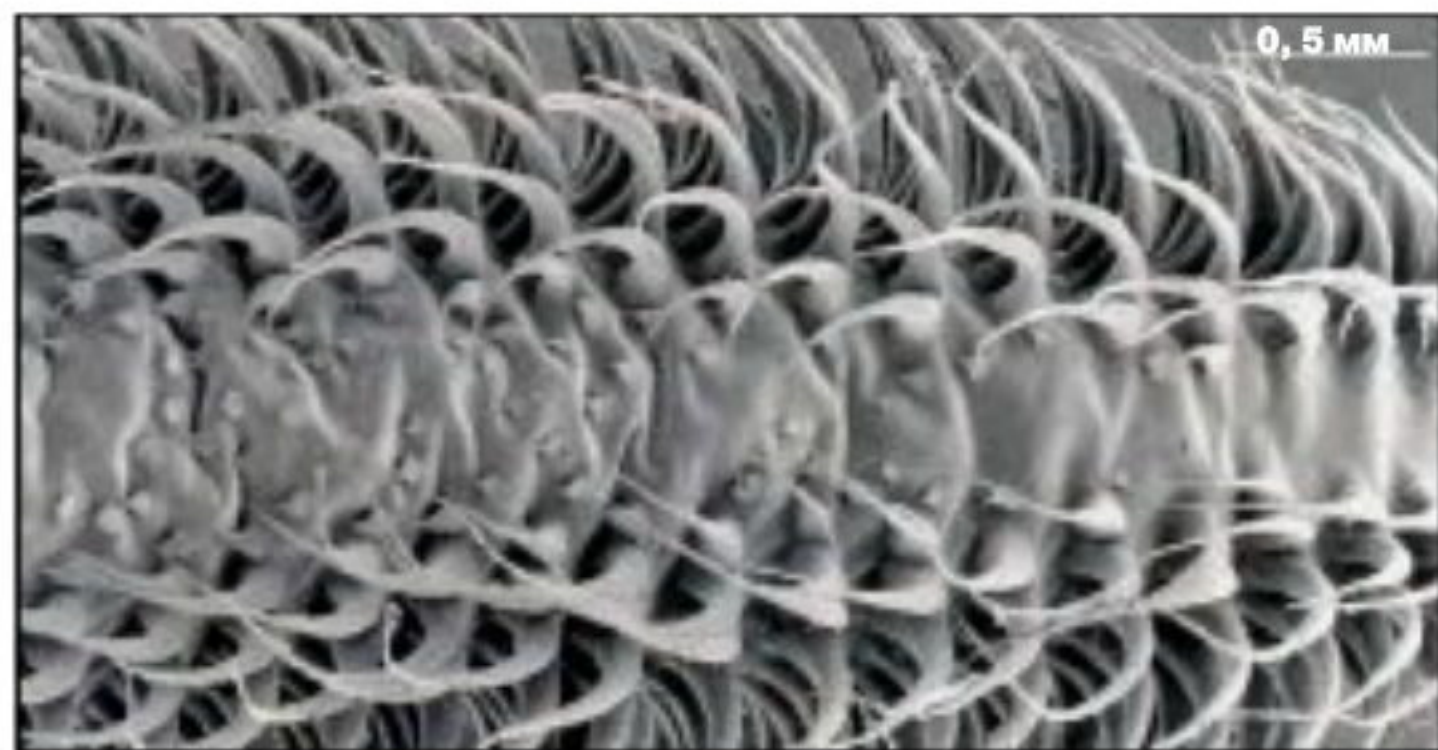
Ещё в XVI веке мореплаватели заметили, что в Южном полушарии айсберги можно встретить в более близких к экватору широтах, чем в Северном. В наше время известно, что Северное полушарие в среднем теплее Южного на 1,5 градуса Цельсия.

Немецкие специалисты из Института исследований

климата в Потсдаме с помощью компьютерного моделирования определили, почему это так.

Океанская вода на севере Атлантики, охладившись, погружается, так как она тяжелее тёплой. На её место поступает вода, нагревшаяся в тропиках. Она обогревает северный воздух. В Южном полушарии такого тёплого потока к полюсу нет — возможно, из-за того, что там почти нет обширной суши. Вдобавок из-за отсутствия «водяного отопления» ледяная шапка Антарктики обширнее, чем арктическая, и отражает больше солнечного света в космос. Кстати, из-за глобального потепления усилилось испарение воды из тёплых океанов и антарктическая шапка растёт: за 30 лет выросла на пять процентов.





ШЕРШАВЫМ ЯЗЫКОМ ЛЕТУЧЕЙ МЫШИ

Микроскопическое исследование поверхности языка летучей мыши, питающейся нектаром тропических растений, показало, что весь язык усажен изогнутыми щетинками. По кадрам сверхскоростной видеосъёмки биологи из университета Брауна (США), изучавшие процесс питания этого вида, выяснили, что такая структура поверхности языка позволяет зверьку быстрее лакать нектар, не тратя много сил на длительное висение в воздухе над чашечкой цветка.

ПРОТИВ ТЕЧЕНИЯ

В 2008 году студент Гаванского университета (Куба) Себастиан Бланкини, разливая горячую воду по чашкам, в которых уже была чайная заварка, заметил странное явление: некоторые чаинки попадали из чашки в чайник. Как это могло произойти? Только если они плыли по струе, текущей из носика, против течения и силы тяжести.

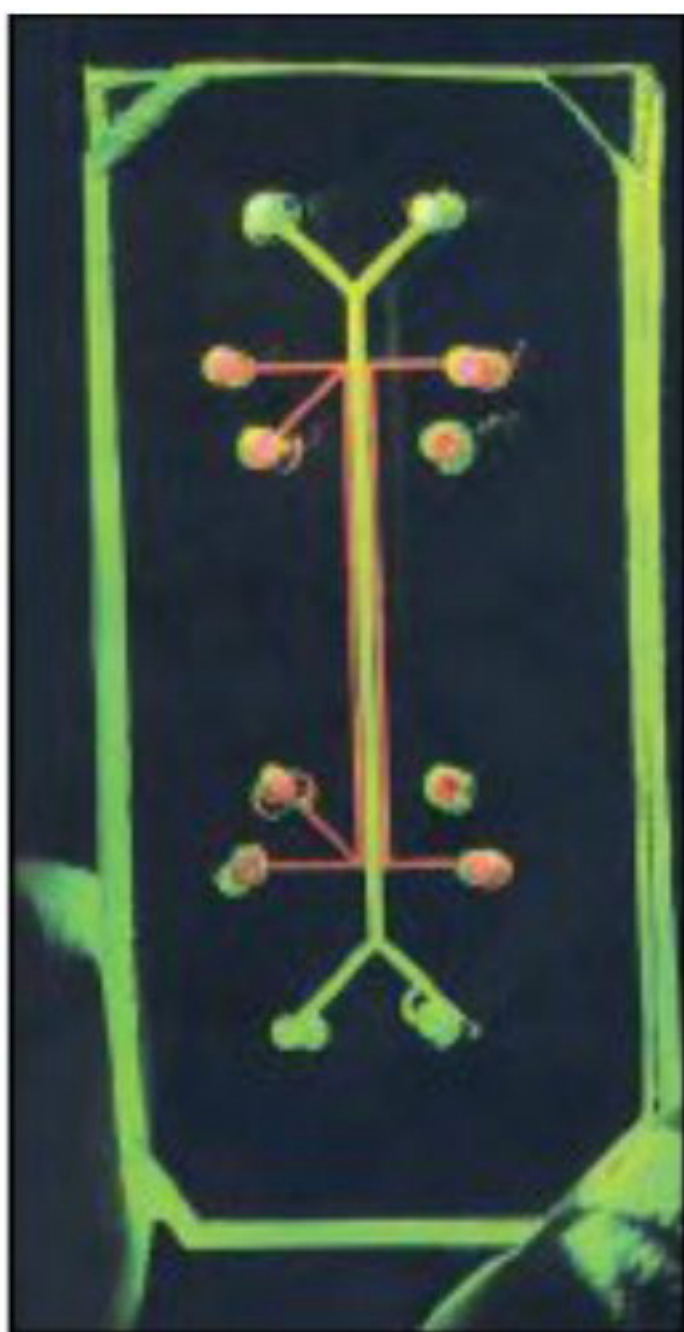
Себастиан посоветовался со своим научным руководителем, физиком Эрнесто Альтшулером, и вдвоём они провели ряд экспериментов с сообщающимися сосудами, один из которых стоял ниже другого и содержал какие-либо мелкие частицы. Действительно, частицы могли попадать в верхний сосуд по струе, текущей из него вниз. Экспериментаторы

пришли к выводу, что дело в поверхностном натяжении воды. Но другие физики отнеслись к их гипотезе скептически и не советовали её публиковать.

Недавно подобные опыты вместе с кубинцами провели американские физики и подтвердили их мнение. Поверхностное натяжение чистой воды выше, чем загрязнённой частицами. Поэтому эластичная поверхностная плёнка струи подтягивает лёгкие частицы вверх, против течения и силы тяготения.

МИКРОЛЁГКИЕ

Микроскопическая культура тканей человеческих лёгких получена в Гарвардском университете (США).



Выглядит она почти как компьютерная микросхема. Стенки центрального канала усажены клетками лёгких, в коротких поперечных каналах — эритроциты. Через эту действующую модель прогоняют воздух, и клетки работают, как в организме — поглощают кислород, выделяют углекислый газ. Эта микромодель используется при испытаниях различных лекарств, предназначенных для лечения лёгочных заболеваний.

РАЗРЫВ ЗРЕНИЯ СО СЛУХОМ

Всем, кто смотрит фильмы в интернете, знакомы случаи плохой синхронизации звука с изображением. Звук иногда отстаёт на доли секунды. Но в Англии нашли человека, который слышит речь собеседника чуть раньше, чем увидит, как движутся губы.

Пациенту, фигурирующему в научной статье о нём под инициалами Н.Р., 67 лет. Ранее он перенёс операцию на сердце (возможно, наркоз повлиял на его мозг). Вскоре после этого он стал замечать, что движение губ дикторов телевидения отстаёт от их речи. Сначала он думал, что телевизор неисправен, но потом заметил это явление и в живом общении с людьми. Расхождение составляет примерно пятую долю секунды. Обследование мозга Н.Р. на томографе показало два отклонения в областях, которые, как считается, связаны со слухом, движением и восприятием времени.

Неврологи говорят, что скорее можно удивляться тому, что такая десинхронизация слуха и зрения не происходит у всех нас: зрительная информация заведомо более сложна и требует больше времени для обработки, чем слуховая. Механизмы эти ещё недостаточно изучены. Но есть надежда, что врачи смогут «замедлить» слух Н.Р. и избавить его от мелкого, но раздражающего дефекта восприятия.

ТОМОГРАФ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

В Баварии (Германия) заработал самый большой в мире рентгеновский компьютерный томограф, который способен просветить целый грузовик или большой контейнер. «Пробойная» сила аппарата достаточно велика, он берёт и стальные плиты сантиметровой толщины. Можно делать трёхмерные снимки, на которых видно взаимное расположение предметов внутри автомобиля или контейнера. Прибор разработан в Центре развития рентгеновской техники и построен фирмой «Сименс».

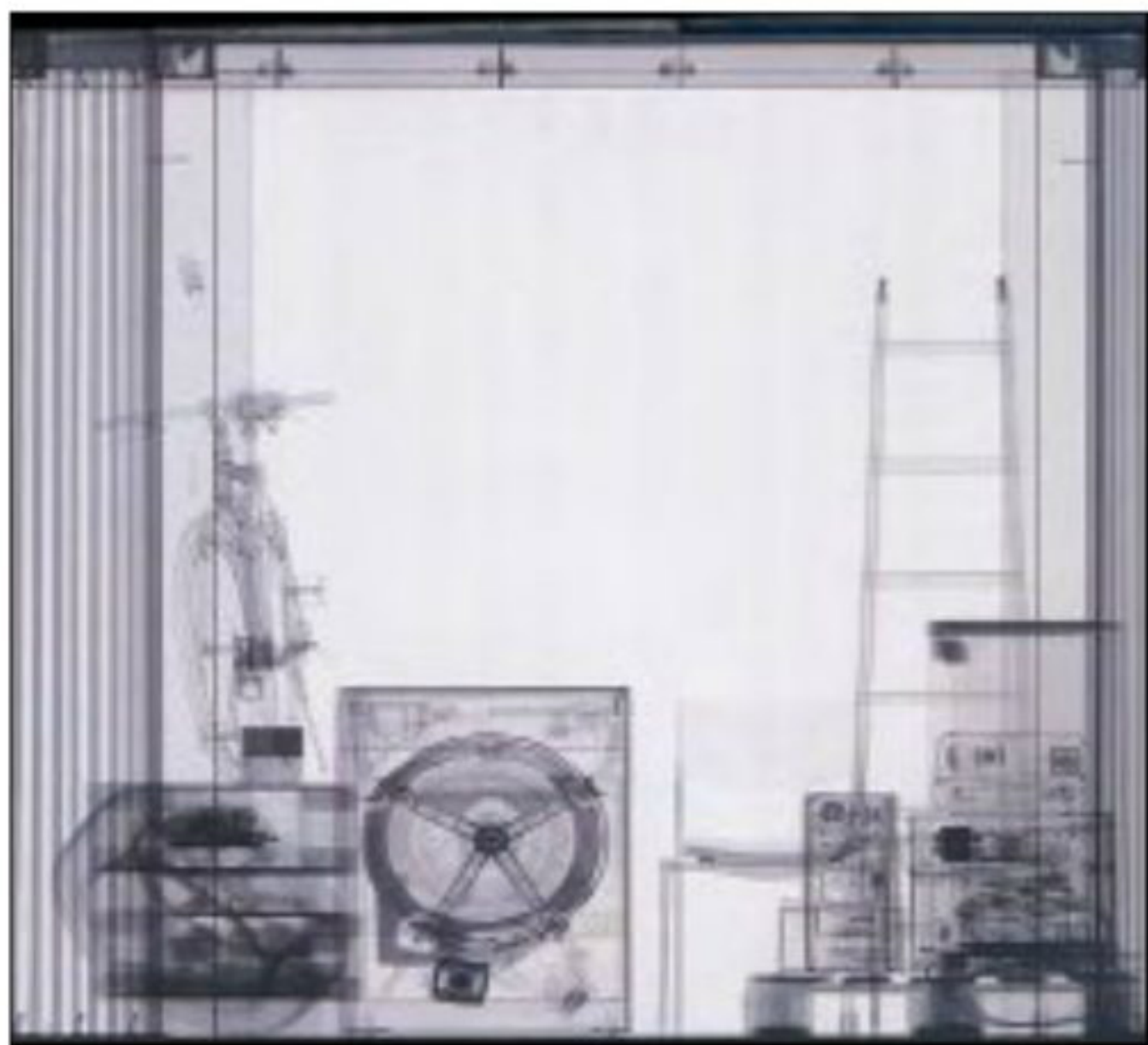
Проблема просмотра ввозимых и вывозимых контейнеров актуальна для всего мира из-за угрозы терроризма, борьбы с ввозом наркотиков, оружия и нелегальных иммигрантов. В США с 2014 года будут просматриваться на рентгене все крупнотоннажные грузы, прибывающие в страну по морю, воздуху, железной дороге или шоссе. О таком же законе думают и немцы. Баварский томограф-гигант уже используют автопроизводители, поскольку он даёт возможность оцифровать трёхмерное изображение новой модели автомобиля и в дальнейшем работать с ним на компьютере, совершенствуя компоновку.

Кстати, в Германии выпускается и самый маленький рентгеновский томограф размером с печь-микроволновку. В нём изучают насекомых, лабораторных крыс и мышей, мелкие археологические находки и предметы искусства.

На снимке: внутренний вид контейнера с домашним скарбом — стиральной машиной, стремянкой, велосипедом, тумбочкой...

ФОТОБЛОГ

Миниатюрная фотокамера, выпуск которой начат в Швеции, прикрепляется зажимом на одежду и каждые 30 секунд



автоматически делает снимок. На снимках фиксируются время суток и координаты по спутникам GPS. Новинка, видимо, найдёт применение у любителей вести подробные блоги о каждом своём шаге, а также у людей забывчивых. Чтобы прекратить съёмку, достаточно спрятать камеру в карман.

Правда, в некоторых странах новинку встретили с подозрением: в объектив попадут все встречные, а ведь нельзя фотографировать людей без их согласия. А в России с 2010 года за-

прещено без специального разрешения производить, продавать и покупать спецтехнику для скрытого наблюдения, к которой вполне можно отнести этот миниатюрный приборчик.

СИГНАЛЫ ИЗ ВСЕЛЕННОЙ

Крупный австралийский радиотелескоп 5 июля 2013 года зафиксировал четыре очень коротких и мощных радиоимпульса, исходящих из других галактик, с расстояний порядка от 5 до почти 11 миллиардов световых лет. Это всего лишь второй случай обнаружения внегалактических радиосигналов, семь лет назад американцы зарегистрировали первый такой импульс. Их происхождение неизвестно, а так как длятся они лишь несколько миллисекунд, запеленговать источник невозможно.

В материалах рубрики использованы сообщения следующих изданий: «Economist», «Fortean Times» и «New Scientist» (Великобритания), «Bild der Wissenschaft», «PM Magazin» и «Der Spiegel» (Германия), «Archaeology» и «Science News» (США), «Sciences et Avenir» (Франция), а также информация из интернета.



БИОПЕЧАТЬ ВМЕСТО ДОНОРСКИХ ОРГАНОВ

Проблема нехватки донорских органов для пересадки заставляет искать биомедицинские решения, не требующие использования донорского материала. Технологии регенеративной медицины на сегодняшний день считаются наиболее перспективными. К ним относят генную и клеточную терапию и инжиниринг тканей. В последнее время бурное развитие получило ещё одно направление регенеративной медицины — 3D-биопринтинг. Суть метода — сборка тканей и органов из конгломератов клеток, подобно конструктору. Осуществляют такую сборку, или биопечать, на специально разработанных 3D-биопринтерах, подобно тому как печатают на 3D-принтерах различные детали — послойно, по цифровой (компьютерной) трёхмерной модели. Картриджи принтеров при этом заправляют сфероидными конгломератами клеток, которые «капают» на специальную подложку — своеобразную биобумагу. Напечатав один слой из клеточных сфероидов, сверху наносят второй, который «срастается» с первым. Так постепенно получают объёмный живой объект — ткань или орган. Один из пионеров в области биопечати органов и биофабрикации тканей — Владимир Александрович Миронов, профессор университета Вирджинии (Virginia Commonwealth University, США) и научный руководитель компании «3D Bioprinting Solutions» (Россия). В числе его разработок аппарат для производства тканевых сфероидов и гидрогель для получения объёмных тканевых конструкторов. Именно такой гидрогель выполняет роль «биобумаги» для биопечати.

Профессор Владимир МИРОНОВ ответил на вопросы читателей на портале журнала «Наука и жизнь» (www.nkj.ru). Публикуем сокращённую версию этого интервью.

— Как вообще родилась идея «печати» органов?

— Идея биопринтинга пришла ко мне, когда я увидел, что отдельные кольцевые фрагменты сердца эмбриона цыплёнка могут сливаться в трубку. Стало ясно, что живые ткани можно «собирать» из отдельных клеток или их конгломератов.

Некоторые технологии, необходимые для биопечати, уже существовали. Это, например, технологии быстрого прототипирования и аддитивного мануфактуринга (индустрия с оборотом в 1 млрд долларов), биомедицинский вариант которых и есть биопечать органов — управляемая компьютером послойная роботизированная биофабрикация.

— Но в состав каждого органа входит несколько видов клеток. Значит, для его «печати» все они нужны. Как будет решаться эта проблема?

— В идеале должны быть включены все типы клеток, однако, например, в случае почки можно исключить нервные и гранулярные клетки, клетки лимфатической системы. Основные функции почки — фильтрация и реабсорбция — могут выполняться и без этих клеток. (Отмечу, что

«напечатанную» почку мы предполагаем получить к 2030 году.)

— За счёт чего клетки удерживаются в виде сфероидов? Почему сфероиды при печати не остаются отдельными элементами, а сливаются? И приобретают ли эти слившиеся элементы свойства нормальных тканей?

— Клетки контактируют друг с другом внутри клеточных сфероидов через рецепторы клеточной адгезии (от лат. *adhaesio* — прилипание). Тканевые сфероиды сливаются так же, как, например, две капли масла в воде — под действием сил поверхностного натяжения, а также в результате клеточной перегруппировки и миграции. Тканеспецифичные сфероиды при слиянии образуют ткане- и органоспецифичные структуры с «нормальной» морфологией.

— Можно ли с помощью сфероидов создавать единичные слои клеток, например однослойный эпителий?

— Для создания монослоёв из клеток тканевые сфероиды не нужны. При создании одного или нескольких слоёв тканевых сфероидов образуются трёхмерные структуры, а не двухмерный монослой. Технология получения клеточных монослоёв была разработана Тегуо Окано (Teguo Okano, Japan). В настоящий момент она

● НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

общепризнана и уже имеет клинические приложения.

— *Идея воспроизвести живой, работоспособный орган кажется абсолютно фантастической. С какими органами уже начали работать? Как предполагается решать проблему кровоснабжения и иннервации (снабжения органов и тканей нервами. — Ред.)? Как консервируется орган в процессе создания и какой предположительно у него «срок годности»?*

— Создание трёхмерных человеческих тканей и органов — это уже не фантастика, а реальность. Лоуренс Боннасар (Laurence Bonnasar, Корнеллский университет, США) сообщил о полученном методом биопринтинга ухе, а Энтони Атала (Anthony Atala, США) — о хряще и коже.

Действительно, развитие технологии биопечати более сложных органов во многом зависит от эффективного решения проблемы формирования в них сосудистой сетки (васкуляризации). Для этого мы предполагаем использовать тканевые сфероиды с предварительно сформированной в них сосудистой сетью, так что орган будет печататься с заранее встроенной сосудистой системой. Успехи уже есть — в компании «Органово» (Organovo Inc., Сан-Диего, США) методом биопринтинга получены васкуляризированные трёхмерные микрофрагменты ткани печени из трёх типов клеток.

Иннервация «печатного» органа или ткани, конечно, желательна, но не обязательна, по крайней мере на первых этапах. Более того, теоретически возможна и постимплантационная реиннервация.

Напечатанные органы не консервируются. Их жизнеспособность поддерживается в специальном растворе в так называемом перфузионном биореакторе.

Что касается «срока годности» органа, то если говорить о периоде до пересадки его человеку, то это по крайней мере несколько дней. Если речь идёт о жизнеспособности уже имплантированного органа, то до конца жизни.

— *Проводились ли эксперименты по пересадке «напечатанных» органов или тканей человеку?*

— Насколько мне известно, человеку напечатанные органы пока не имплантировали. Подобные эксперименты проводили на животных, которым пересадили полученные методом 3D-биопечати кожу и хрящ.



Профессор Владимир Миронов возглавил первую в России лабораторию по 3D-биопечати.

— *Ведутся ли разработки в области стоматологии? Работает ли кто-либо над воссозданием зуба целиком?*

— В стоматологии в основном пока работают над трёхмерной печатью бесклеточных имплантов челюсти и зубов. Тканево-инженерными зубами занимаются в Японии, США и Бразилии. Есть, конечно, определённый прогресс, особенно в Японии, но до клинических испытаний пока далеко. Работ по биопечати живых зубов или челюстей я пока не видел, хотя биопечать трёхмерной костной ткани с использованием предварительно васкуляризированных тканевых сфероидов очень перспективна и вполне реальна.

— *Недавно стало известно, что клетки в тканях упаковываются не хаотически, а в виде различных регулярных сетей, при этом только часть таких сетей входит в репертуар нормального развития. Как при печати органов предполагается вести контроль состава и взаиморасположения клеток и исключать нежелательные варианты клеточной упаковки (в том числе те, которые ведут к злокачественному перерождению)?*

⇒

НАУКА И ЖИЗНЬ

www.nkj.ru

Интернет-интервью



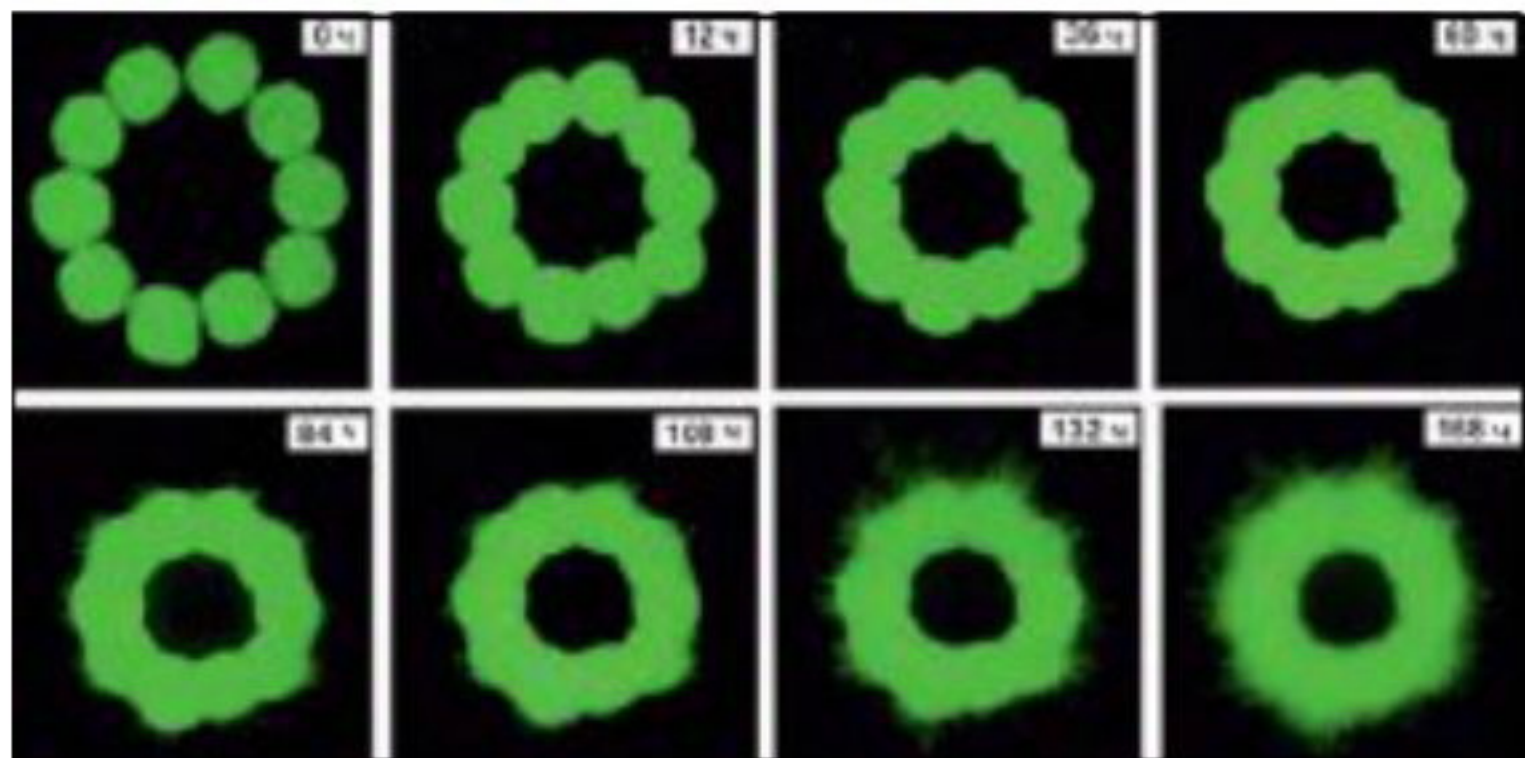
Биопринтер. Процессу биопечати предшествует создание трёхмерной модели ткани или органа. Детализированная компьютерная модель включает все виды клеток, образующих ткань, особенности сосудистого рисунка, анатомического строения. В биопринтер загружают шарикообразные конгломераты клеток — самособирающиеся тканевые сфероиды, окружённые тонким слоем специального гидрогеля. Тому или иному типу ткани будущего органа отвечают свои клетки, для каждого типа которых в картридже предусмотрено отдельное отверстие. Полученная трёхмерная «печатная» биоконструкция помещается в биореактор для ускоренного достижения полного развития, защиты от инфекции и поддержания жизнеспособности. В биореакторе будущий орган находится в некоем коктейле, состоящем из комбинации факторов развития ткани и имитирующем настоящую среду организма. Фото: www.virtualycus.org.

— Я не располагаю прямыми данными, подтверждающими, что упаковка клеток каким-то образом влияет на канцерогенность или определяет её. Скорее, мы имеем дело с обратной зависимостью: именно начальные свойства клеток определяют их потенциальную канцерогенность и способ упаковки. На уровне тканевых сфероидов упаковка клеток реализуется за счёт способности тканей к самосборке и клеточной самосортировке (в соответствии с гипотезой дифференциальной адгезии Малькольма—Штайнберга). На уровне надтканевых и органных структур упаковку осуществляет робот (биопринтер) на основе специально разработанной компьютерной программы. Онкобезопасность определяется правильным подбором

и тестированием клеток на их онкогенность. Состав и взаиморасположение клеток в напечатанной трёхмерной тканевой или надтканевой структуре будет сначала контролироваться на фиксированных тканях различными морфологическими методами исследования, а затем преимущественно неинвазивными методами, чтобы не разрушать напечатанные живые структуры.

— Не будет ли проблем несовместимости при пересадке напечатанных 3D-тканей?

— При использовании аутологичных клеток, то есть клеток, полученных от пациента, как это планируется, согласно



Эволюция кольца из 10 сфероидов в коллагеновом геле. На микрофотографии видно, как отдельные клеточные сфероиды полностью сливаются за 168 часов (7 суток). Сращивание клеточных сфероидов — фундаментальная основа технологии. Фото: Центр клеточной динамики университета Вашингтона, США (Center for Cell Dynamics, University of Washington).

классической иммунологии, проблем с несовместимостью быть не должно.

— Откуда предполагается брать специализированные клетки для биопечати?

— В настоящий момент мы работаем с человеческими аутологичными стволовыми клетками из жировой ткани. Компания «Ситори Терапьютикс» (Cytory Therapeutics, Сан-Диего, США) разработала аппарат «Celution», позволяющий автоматически выделять стволовые клетки жировой ткани, полученной при липосакции, и сейчас эта технология проходит клинические испытания, в том числе и в России. Однако возможно использование и других типов стволовых клеток, в частности генетически модифицированных индуцированных плюрипотентных стволовых клеток*. Но получить разрешение на клиническое использование генетически модифицированных клеток значительно труднее.

— Если в картридж закладываются стволовые клетки, то на каком этапе биопечати происходит формирование специализированных клеток (дифференцировка)? Есть ли проблемы с делением (пролиферацией) клеток напечатанного органа?

— Клеточная и тканевая дифференцировка стволовых клеток может проводиться на изолированных клеточных сфероидах до процесса биопечати. Мы не выращиваем органы, мы собираем их, как конструктор, из достаточного количества клеток и клеточных сфероидов, пролиферированных перед процессом биопечати. Поэтому размножение клеток делением после биопечати не требуется.

— Что предусмотрено для решения проблемы антибактериальной защиты клеток, из которых строится орган?

— Существуют понятия «асептики» и «антисептики». Любую возможность инфекции всегда можно предотвратить с помощью стерилизации. Стерилизация картриджа биопринтера и использование одноразовых картриджей не проблема.

* Плюрипотентными называют клетки, которые могут дифференцироваться во все типы клеток, кроме внешних эмбриональных. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки — стволовые клетки, полученные из плюрипотентных клеток различных тканей с помощью их перепрограммирования методами генной инженерии.



Американский морской биолог Петер фон Вильсон (1863—1939) обнаружил свойство сращивания тканей. В 1907 году он проводил эксперименты на морских губках и наблюдал, как отдельные измельчённые кусочки морского животного сращивались в единый организм. Фото: университет Северной Каролины, США (University of North Carolina).

— В настоящее время существует достаточно много различных научных групп, занимающихся биоинженерным восстановлением органов и тканей, и каждая из таких групп утверждает, что именно её технология наиболее эффективна. Какие критерии оценки эффективности того или иного метода вы могли бы предложить?

— Эффективность метода определяется тремя критериями. Первый — орган должен работать, то есть по крайней мере это должны показать испытания на животных. Второй критерий, который становится всё более и более важным, — цена. И третий — безопасность. С биологической точки зрения мощный конкурент метода 3D-биопечати — технология пересадки органов, выращенных из собственных стволовых клеток человека на «обесклеенном» донорском каркасе, который в организме человека постепенно биодеградирует. После пионерских работ в этой области профессора Паоло Маккиарини вышли четыре мощные статьи, в которых описаны выполненные по этой методике пересадки сердца, лёгкого, печени и почки. Но для такой технологии нужны доноры — это самый главный её недостаток.

⇒

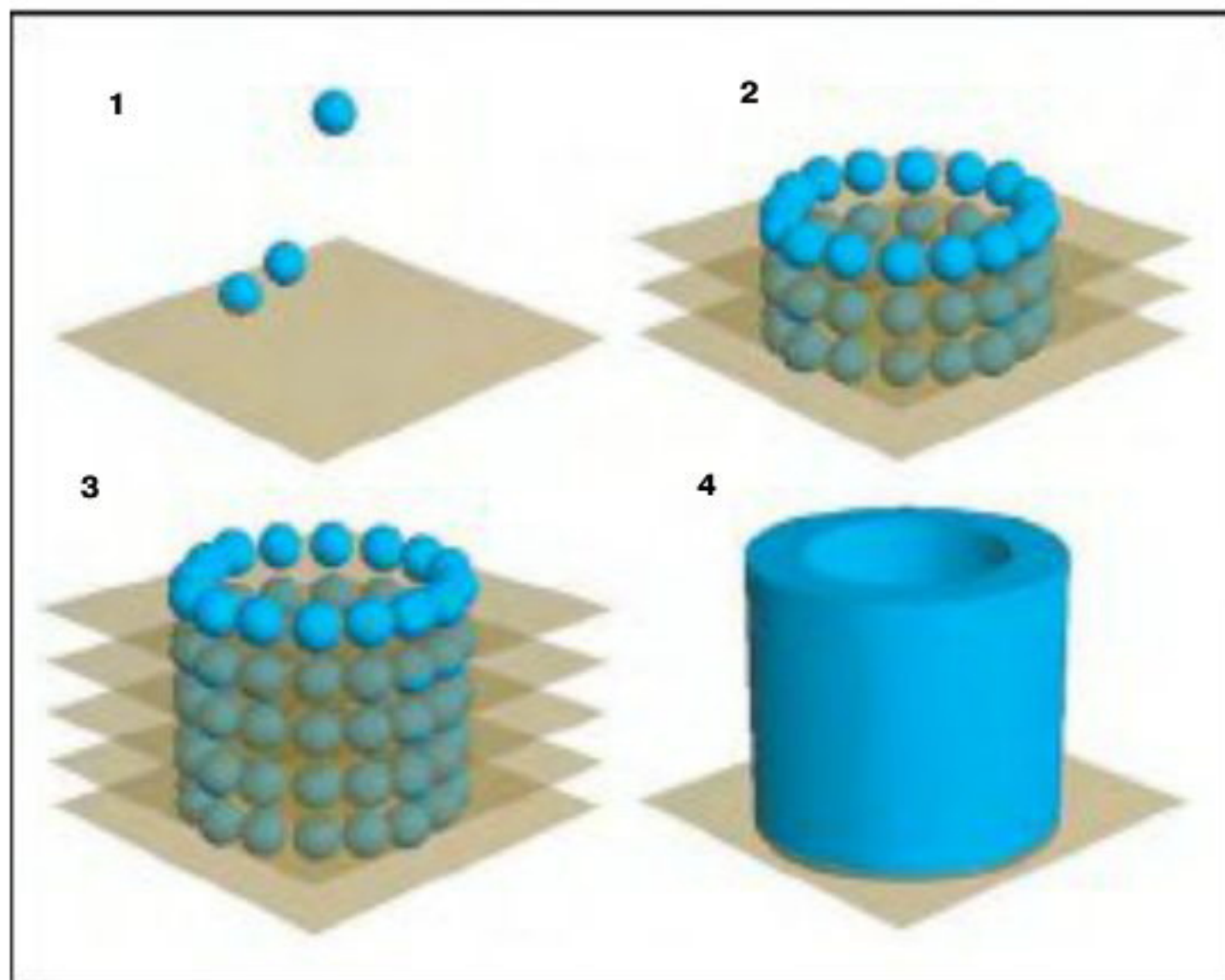


Схема получения 3D-объекта из клеточных сфероидов: 1 — отдельные сфероиды «капают» на специальный биогель, постепенно формируя «сфероидный» монослой; 2—3 — послойная сборка объекта в форме цилиндра; 4 — трёхмерный объект в виде цилиндра после слияния сфероидов. Рисунок предоставлен Владимиром Мироновым.

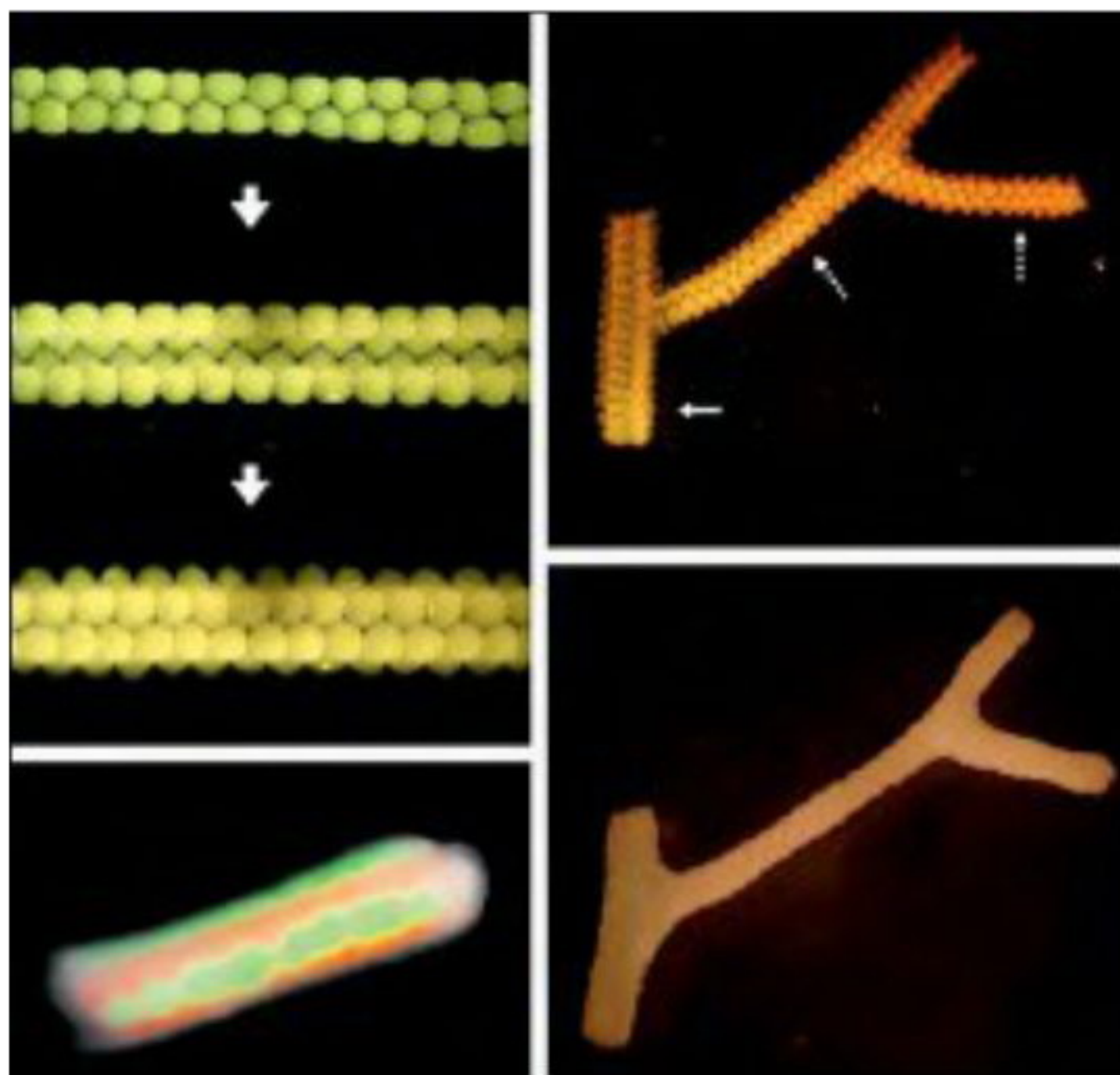
— *Какие, на ваш взгляд, «овраги» могут встретиться на пути технологии биопечати? Не окажутся ли они настолько непроходимыми, что развитие метода остановится? В истории медицины такие примеры есть.*

— Трудности, препятствия и альтернативные подходы есть в любой деятельности, однако так называемых непреодолимых технологических барьеров в биопринтинге я пока не вижу. Всё упирается, скорее, в отсутствие адекватного уровня финансирования и создание мультидисциплинарной команды биоинженеров.

ны другими методами? Да, теоретически можно. Но обычно выигрывает технология, которую можно легко автоматизировать и роботизировать. А это как раз наиболее важные характеристики технологии 3D-биопечати.

— *Приведёт ли развитие регенеративной медицины к прекращению нелегальной массовой торговли органами? И, как вы думаете, будут ли финансировать подобные исследования страны, не заинтересованные в прекращении такой торговли?*

— Нет стран, заинтересованных в нелегальной торговле органами. По крайней мере, на официальном уровне. В любом случае, если нет рынка, то есть спроса, нет и торговли. Биопечать позволит раз и навсегда решить одну из важнейших проблем клинической медицины — нехватку человеческих органов для трансплантации. Поэтому технология 3D-биопечати



Кровеносный сосуд, полученный методом биопринтинга. На микрофотографиях показаны этапы формирования сосуда из клеточных сфероидов. При сращивании сфероидов объём ткани уменьшается, это важно учитывать при создании копии человеческого органа. Фото: <http://habrastorage.org>.



Молодёжь
и будущее
авиации
и космонавтики
Международный межотраслевой
молодёжный научно-технический
форум

- Пространство для диалога и налаживания деловых контактов.
- Мастер-классы ведущих профильных предприятий страны.
- Обсуждение актуальных вопросов современной науки.
- Новые разработки и научные решения в аэрокосмической отрасли.



events.gtumai@gmail.com
www.mai.ru/conf/mforum/
vk.com/forum_mbaik
+7 499 158-44-05

должна рано или поздно привести к прекращению торговли органами, поскольку спрос на них просто исчезнет.

— *Можно ли использовать метод трёхмерной биопечати для омоложения?*

— Теоретически напечатанные органы будут продлевать жизнь пациентов и, если хотите, «омолаживать» их, но только на уровне ткани или органа, а не организма в целом. Совместно с бразильскими учёными и инженерами мы сейчас работаем над созданием прототипа роботизированного метода биофабрикации зачатков волос с последующей биопечатью волос прямо на голове человека.

— *Когда 3D-принтеры подешевеют настолько, что любая больница сможет их закупать и использовать в повседневной работе?*

— Точный неспекулятивный ответ дать, конечно, затруднительно. Во-первых, это

будет зависеть от уровня финансирования исследований и разработок, конкурентоспособности технологии и размера потенциального рынка. Во-вторых, история тканевой инженерии показывает, что путь от идеи (статьи или патента) до продукта занимает 15—20 лет и более. Наконец, — это уже твёрдо установленный факт — цена на любой продукт высоких технологий со временем неизбежно падает и порою — в тысячи раз. Например, персональные настольные 3D-принтеры уже можно приобрести за пару тысяч долларов США.

Однако разработчики должны компенсировать свои затраты на исследования и получение разрешения на клиническое использование технологии. Так что изначально высокие цены на биомедицинские трёхмерные принтеры объяснимы. Общество может снизить цены на биопринтеры либо за счёт государственных субсидий на их разработку или покупку, либо за счёт снижения издержек на получение официального разрешения на их практическое применение.



● Из-под водопада, находящегося близ города Баффало (штат Нью-Йорк, США), периодически выбивается пламя. Дело в том, что из сланцевых пластов, залегающих на глубине 400 метров под водопадом, просачивается природный газ. Время от времени его поджигают то ли праздные туристы, то ли грозовые разряды.

● Опыт американских отделов кадров показывает, что сотрудники, которые на компьютерах используют не стандартный браузер Internet Explorer, а ставят какой-то другой, обычно работают эффективнее, меньше склонны менять место работы и подходят к работе более творчески, чем те, кто довольствуется предустановленным браузером.

● Некоторые курильщики умеют пускать дымовые кольца. В апреле 2013 года таким умением во время очередного извержения отличился и самый высокий вулкан Европы — Этна.



● Новый род папоротников, состоящий из 17 видов, получил научное название *Gaga* в честь певицы, выступающей под псевдонимом Леди Гага. Дело в том, что в ДНК всех этих папоротников часто повторяется последовательность оснований G-A-G-A (гуанин — аденин — гуанин — аденин).

● На берегу шотландского озера Лох-Несс недавно открылась контора, страхующая лодки и катера с туристами от столкновения с пресловутым чудовищем. Ежегодно рейсы по озеру совершают более 10 тысяч туристов.

● Один из лифтов, работающих в главном офисе фирмы «Майкрософт», угадывает намерения потенциальных пассажиров. Если вы проходите мимо него или остановились перед ним просто так, он не реагирует,

но если почувствует ваше желание воспользоваться его услугами, то откроет двери. Компьютерный мозг лифта проанализировал много часов видеозаписей сотрудников и посетителей, проходящих по вестибюлю первого этажа, и научился отличать тех, кто намерен ехать на лифте.

● Львы активны в основном вечером и ночью, примерно с 5 часов вечера до 8 утра, а днём посетителям зоопарка приходится удовлетворяться в лучшем случае лишь зрелищем спящих хищников. В загоне для львов в зоопарке американского города Атланта, чтобы оживить обстановку, проигрывают магнитофонные записи львиного рыка. Новое средство действительно помогло, и в то же время звуки не распугали живущих поблизости зебр и газелей, чего опасались некоторые зоологи.

● Одна из китайских компаний разработала и начала выпускать игрушку, основанную на идее кубика Рубика, но гораздо более сложную. Для её сборки надо, чтобы каждая сторона не только оказалась одноцветной, но ещё и чтобы цифры на поворотных элементах шли строго по порядку.

● Важный недостаток сложившейся системы научных публикаций состоит в том, что, как правило, в них излагаются только результаты положительные и выдержавшие проверку экспериментом. Если исходная гипотеза не подтвердилась, методика не оправдалась, результаты оказались отрицательными или явно ошибочными — о чём тут писать? Недавно созданы несколько международных научных журналов, публикующих статьи с отрицательными результатами: «Журнал отрицательных результатов в биомедицине» и «Журнал статей в поддержку нулевой гипотезы» (нулевой гипотезой в науке называют предположение, что эффект, который стараются обнаружить в опыте, не существует). В интернете начал работать «Журнал ошибкологии», где исследователи могут рассказать о своих ошибках и неудачах — в основном также в биологии и медицине.

● Самый крупный в мире персик был выращен в Мичигане (США) в 2002 году, он весил 726 граммов, что примерно в пять раз больше веса среднего персика.

● В джунглях Перу, на берегу Амазонки, энтомологи нашли на листьях деревьев и на брезенте своих палаток загадочные образования (см. фото). Миниатюрный купол со шпилем окружён «забором» диаметром около двух сантиметров. Возможно, это яйцекладка какого-либо насекомого, клеща или паука.

● Японские компьютерщики намерены к 2016 году научить компьютер сдавать с наивысшими баллами



японский аналог ЕГЭ, а в 2021 году их детище, как надеются разработчики, сможет выдержать вступительный экзамен и поступить в Токийский университет.

● Из-за урагана, скорость ветра в котором доходила до 88 километров в час, 17 апреля 2013 года в Уэльсе (Великобритания) погиб один из старейших дубов Европы, известный по историческим доку-

ментам по крайней мере с 802 года. Окружность ствола древнего дуба составляла 13 метров. Точно определить возраст гиганта невозможно, так как за столетия внутренность ствола сгнила и дерево жило только своими внешними слоями. В образовавшемся дупле в 1880 году в качестве рекламного трюка разместили за столом шесть человек. Ботаники надеются, что этот памятник природы удастся клонировать из почек и отростков.

● На аукционе в Лондоне за 3,5 миллиона долларов продано письмо одного из открывателей структуры ДНК, Френсиса Крика. В послании от 1953 года Крик объясняет двенадцатилетнему сыну открытие, сделанное им и Джеймсом Уотсоном.





СКИФЫ. ЧТО МЫ ЗНАЕМ О НИХ

Доктор исторических наук **Валерий ГУЛЯЕВ.**

ФИЛИПП II МАКЕДОНСКИЙ И СКИФСКИЙ ЦАРЬ АТЕЙ

Середина IV века до н.э. До исчезновения Великой Скифии остаётся лишь несколько десятилетий. Но она пока ещё велика и сильна. Примерно в это время Скифию возглавил амбициозный и воинственный правитель — царь Атей (выход его на политическую арену отметили письменные источники около середины IV века до н.э.). Атей — первый скифский властитель, который в 346 году до н.э. начал чеканить собственную монету — шаг, означающий один из признаков государственности.

Античная литература, посвящённая Атею, столь же обширна, сколь и велика отводимая ему роль в позднескифской истории: о нём писали Плутарх, Юстин, Страбон, Лукиан, Фронтин и другие. Правда, все эти сообщения фрагментарны и однобоки, они упоминают Атея исключительно в контексте его конфликта с Филиппом II Македонским*.

Окончание. Начало см. «Наука и жизнь» № 10, 2013 г.

* Филипп II — царь Македонии в 355—336 годах до н.э., отец полководца Александра Македонского.

Некоторые отечественные исследователи (Б. Н. Граков, Д. Б. Шелов и др.) считают, что именно при Атее в Скифии возникает единое, могучее и централизованное государство. Укрепив свои позиции на востоке, на границах с Боспорским царством и беспокойным миром кочевых сарматских племён, скифский правитель сосредоточил все усилия на западном направлении — в Подунавье и на Балканском полуострове. Самой лакомой добычей для скифов была Фракия, необычайно богатая золотом, серебром и искусными ремесленниками. Но тут-то и «нашла коса на камень»: эта страна давно уже входила в сферу кровных интересов не менее властолюбивого монарха — Филиппа Македонского, который уже подчинил себе многие фракийские земли. Конфликт Скифии и Македонии стал неизбежным.

Обе армии встретились где-то в Подунавье. В решающем сражении скифы потерпели сокрушительное поражение, царь Атей пал на поле боя. Филиппу же достался весь царский обоз, множество пленных и около 20 тысяч чистокровных лошадей. Македонская организованность и передовые для того времени методы ведения военных действий оказались сильнее безрассудной храбрости и численного превосходства

❖ *Серебряная чаша из Гаймановой могилы. На одной из её сторон изображены два скифавоина. IV век до н.э.*

скифской конницы. И хотя давление кочевников на Нижнее Подунавье после их поражения несколько приостановилось, общее могущество Скифии отнюдь не пошатнулось.

История драматического столкновения скифов с Македонией получила своё продолжение. В 1977 году греческие археологи нашли в Вергине (на севере Греции) гробницу Филиппа II, а в ней — золотую обкладку горита (чехла для лука и стрел) с изображением сцен Троянской войны. Точно такая же, но серебряная пластина с аналогичным сюжетом происходит из скифского элитного кургана Карагодеуашх в Прикубанье. Близкие по мотивам изображения на золотых обкладках горитов найдены в XIX и XX веках в четырёх, несомненно «царских», скифских гробницах IV века до н.э. — в Чертомлыке, Мелитополе, Ильинцах и Пятибратнем кургане № 8. Известно, что ни эллины, ни македонцы горитами никогда не пользовались, и поэтому есть все основания согласиться с руководителем раскопок в Вергине профессором Андроникосом, что этот предмет — трофей, захваченный Филиппом после победы над Атеем.

ПЕРСТЕНЬ ЦАРЯ СКИЛА

Эллинические авторы сообщают о хорошо известных им дружеских и даже союзнических отношениях между скифами и жителями греческого города Ольвии (в V веке до н.э. он находился в устье Днепровско-Бугского лимана). Именно к этому времени относится и эпизод, связанный со скифским царём Скилом, рассказанный Геродотом.

Скил — сын скифского царя Ариапифа и гречанки, жительницы города Истрия, лежащего в устье Дуная. Мать с колыбели учила сына говорить и писать по-эллински. И со временем Скил полюбил Элладу и её культуру больше, чем Скифию.

Впрочем, не буду пересказывать Геродота. Лучше обратимся к его тексту.

«Ариапифа (царя скифов и отца Скила. — **В.Г.**) коварно умертвил Спарганиф, царь агафирсов, и престол по наследству перешёл к Скилу вместе с одной из жён покойного отца по имени Опия. Это была

Серебряная с позолотой ваза, на которой запечатлена сцена борьбы хищников с травоядным животным. Греческая работа. IV век до н.э.

● ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ФАКТЫ

Страны и народы

скифская женщина, от Ариапифа у неё был сын Орик.

Царствуя над скифами, Скил вовсе не любил образа жизни этого народа. В силу полученного им воспитания царь был гораздо более склонен к эллинским обычаям и поступал, например, так: когда царю приходилось вступать с войском в пределы города борисфенитов, то есть в Ольвию, он оставлял свиту перед городскими воротами, а сам один входил в город и приказывал запереть городские ворота. Затем Скил снимал с себя скифское платье и облачался в эллинскую одежду. В этом наряде царь ходил по рыночной площади без телохранителей и других спутников... Царь не только придерживался эллинских обычаев, но даже совершал жертвоприношения по обрядам эллинов. Месяц или больше он оставался в городе, а затем вновь надевал скифскую одежду и покидал город. Такие посещения повторялись неоднократно, и Скил даже построил себе дом в Борисфене и поселил там жену-гречанку...

Царь пожелал принять посвящение в таинства Вакха. И вот, когда предстояло приступить к таинствам, явилось великое знамение. Был у царя в городе борисфенитов большой роскошный дворец, обнесённый стеной... Кругом стояли беломраморные сфинксы и грифоны. На этот-то дворец бог обрушил свой перун, и он весь погиб в



пламени. Тем не менее Скил совершил обряд посвящения. Скифы осуждают эллинов за их вакхические исступления (опьянение от вина. — **В.Г.**). Ведь не может, по их словам, существовать божество, которое делает людей безумными.

После того как царь принял наконец посвящение в таинства Вакха, какой-то борисфенит, обращаясь к скифам, насмешливо заметил: «Вот вы, скифы, смеётесь над нами за то, что мы совершаем служение Вакху и нас охватывает в это время божественное исступление. А теперь и ваш царь охвачен этим богом: он не только свершает таинства Вакха, но и безумствует как одержимый божеством. Если вы не верите, то идите за мной и я вам покажу это!» Скифские главари последовали за борисфенитом. Он тайно провёл их на городскую стену и посадил на башню. При виде Скила, проходившего мимо с толпой вакхантов в вакхическом исступлении, скифы пришли в страшное негодование. Спустившись с башни, они рассказали затем всему войску о виденном.

По возвращении Скила домой скифы подняли против него восстание и провозгласили царём Октамасада... Когда Скил узнал о восстании и о причине его, то бежал во Фракию. Октамасад же, услышав об этом, выступил походом на фракийцев. На Истре (Днестре. — **В.Г.**) его встретили фракийцы. Войска уже готовились вступить в сражение, когда Ситалк (вождь фракийцев. — **В.Г.**) послал к Октамасаду сказать следующее: «Зачем нам нападать друг на друга: ведь ты сын моей сестры, у тебя в руках мой брат. Отдай мне его, а я выдам тебе твоего Скила, но не будем подвергать взаимной опасности наши войска!»... Так как у Октамасада действительно нашёл убежище брат Ситалка, Октамасад принял предложение и выдал Ситалку своего дядю по матери, а взамен получил брата Скила. Ситалк принял своего брата и удалился с войском, а Октамасад велел тут же отрубить голову Скилу. Так крепко скифы держатся своих обычаев и такой суровой каре они подвергают тех, кто заимствует чужие...» (Геродот, IV, 78—80).

Такова история, рассказанная человеком, жившим двадцать пять веков назад. А может быть, всё это — лишь вымысел, занимательная легенда, дабы подчеркнуть величие эллинской культуры и её притягательность даже для «варваров»? Однако достоверность текста Геродота подтвердила в середине 30-х годов XX века интересная находка. В Румынии, в 10 километрах к югу от руин античной Истрии, на морском побережье кто-то из крестьян села Кара-

Уникальный золотой гребень. На нём изображена известная в истории сцена сражения между скифами.

харман при вспашке поля случайно обнаружил массивный золотой перстень — явно древнего происхождения.

На щитке перстня глубокой гравировкой изображена сидящая на троне женская фигура с зеркалом в одной руке и подобием скипетра или жезла в другой. Слева от изображения архаическими греческими буквами нанесена короткая надпись: «Собственность Скила». По мнению отечественного историка Ю. Г. Виноградова, который провёл общий анализ уникального предмета и впервые прочитал надпись, перстень принадлежал казнённому скифскому царю и был, скорее всего, изготовлен эллинскими ювелирами в Ольвии — «городе борисфенитов».

Российский исследователь А. Ю. Алексеев нашёл ещё одно подтверждение сюжету, пересказанному Геродотом. Он предположил, что на знаменитом золотом гребне из «царского» скифского кургана Солоха (конец V — начало IV века до н.э.) изображён именно эпизод сражения между тремя сыновьями царя Ариапифа. Октамасад, центральная конная фигура, за ним — Орик, пеший воин с плохо выбритыми щеками, победоносно сражается против Скила (фигура справа), облачённого в





Как предполагает известный скифолог А. Ю. Алексеев, в облике скифского всадника в панцире и с копьём в руке предстаёт царь Октамасад, убивающий своего брата Скила. Скифский пеший воин за всадником — это, по мнению А. Ю. Алексеева, другой брат Скила — Орик. Справа — царь Скил. IV век до н.э. Курган Солоха.





Рисунок XIX века изображает Александропольский «царский» курган из Приднепровья.

шлем «фракийского типа» с небольшим гребешком. Его конь убит и лежит на земле, так что бой Скил явно проигрывает...

СКИФСКИЕ ЦАРИ И «ЦАРСКИЕ» КУРГАНЫ

Из древневосточных и греческих письменных источников мы знаем имена многих скифских владык, начиная с первого легендарного царя Колаксия. Однако историки мало что знают о генеалогии рода царей и о конкретных деяниях правителей скифов. Некоторые учёные полагают, что в Скифии с VII по III век до н.э. правила только одна династия и все её представители произошли в конечном счёте от Колаксия (это имя упомянуто в VII веке до н.э. греческим поэтом Алкманом). А потому вполне допустимо рассматривать вождей конных скифских отрядов, принимавших участие в переднеазиатских походах: Ишпаку (Ишпакая), Прототия (Партатуа, Бартатуа) и Мадия, живших в VII веке до н.э., — как прямых потомков легендарного основателя Великой Скифии, то есть Колаксия.

От VI века до н.э. до нас дошли шесть царских имён скифов: Спаргапейт, Лик, Гнур, Савлий (убивший своего брата-мудреца Анахарсиса за измену скифским традициям), Иданфирс (организатор отпора персидскому нашествию в 512 году до н.э.) и Ариапиф, живший во второй половине VI и в начале V века до н.э.

V—IV века до н.э. представлены известными по литературным источникам именами. Это Скил (погибший от руки своего брата Октамасада примерно в 450 году до н.э.), Октамасад (начал править около середины V и умер в начале IV века до н.э.), Орик, брат Октамасада, вероятно никогда Скифией не правивший, и Атей — возможно, узурпатор и основатель новой династии, который погиб, как уже говорилось, в 339 году до н.э. в битве с Филиппом Македонским.

Далее следуют три царя, о которых известно только, что они правили Скифией с 339 по 309 год до н.э. Но имена их не сохранились. И наконец, последний властитель на троне Великой Скифии — Агар (упоминание о нём есть в 309 году до н.э.).

Как видим, скифских царских имён довольно много, хотя реальной информации о правлении каждого из них у науки почти нет. Но и то немногое, что сохранилось, позволяет говорить и о «дворцовых» заговорах, и об ожесточённой борьбе за власть между соперничающими аристократическими семействами Скифии, и о кровавых междоусобицах и мятежах. И нет, по-видимому, оснований считать, что царский сан, передаваемый по древней традиции от отца к старшему сыну, всегда доставался законному наследнику и прямая линия преемственности никогда со времён Колаксия не нарушалась.

Между тем существует ещё один (кроме письменных) перспективный источник по «царской теме» — археологические материалы, добытые из самых больших и богатых курганов Скифии. Его усиленно разрабатывают сейчас сразу в двух круп-

Серебряная монета, на которой изображён скифский царь Атей. IV век до н.э.

ных центрах скифологии: в Киеве (Е. Е. Фиалко и Ю. В. Болтрик) и в Санкт-Петербурге (А. Ю. Алексеев). И в одном и в другом центре тщательно изучают все имеющиеся письменные свидетельства о скифских царях V—IV веков до н.э., уточняют хронологию всего найденного в «царских» курганах того же времени. А к таковым учёные относят только четыре самых крупных из раскопанных в причерноморской степи курганов — Солоху, Чертомлык, Огуз и Александрополь (их высота — около 20 метров).

Петербургский исследователь А. Ю. Алексеев, сопоставляя данные археологии с историей, предположил, что в центральной гробнице Солохи погребён царь Октамасад, а в боковой (более скромной) — его младший брат Орик. Что касается Чертомлыка, то там, вероятно, был захоронен анонимный царь Скифии, правивший после Атея, между 339 и 328 годами до н.э.

Украинские археологи Е. Е. Фиалко и Ю. В. Болтрик также считают, что на территории Скифии пока можно выделить лишь названные четыре подлинно «царских»



кургана. Дальнейшая логика рассуждений украинских коллег такова. Между временем сооружения Солохи (конец V — начало IV века до н.э.) и остальных трёх курганов царей существует хронологический разрыв в полвека (и даже больше). О чём он свидетельствует? О долголетию одного из царей. Иначе говоря, в Солохе лежит прах предшественника самого престарелого скифского монарха — должно быть, Атея (по сообщениям древних греков, он прожил 90 или 100 лет). Сам же Атей похоронен в Чертомлыке.

По типам обнаруженных греческих амфор с клеймами можно определить возраст Чертомлыка: он относится ко второй половине IV века до н.э. А это позволяет при-

Серебряные чаша и ритон греческой работы. IV век до н.э. Курган Соболева Могила.





Золотая гривна с головками львов на концах. Курган Соболева Могила.

писать главное чертомлыкское захоронение, по мнению киевских учёных, Атею, павшему на поле битвы с македонцами в 339 году до н.э. «Вероятно, — заключают Е. Е. Фиалко и Ю. В. Болтрик, — длительное пребывание Атея у власти и его весьма почтенный возраст обусловили последующую геронтократизацию скифского престолонаследия». Отсюда и хронологическая близость последующих «царских» курганов второй половины IV века до н.э. Об этом же говорит и почтенный возраст царя из Александрополя (более 70 лет). Напомню, что Александрополь — самый поздний из четырёх названных курганов степной Скифии — 320—300 годы до н.э.

ГИБЕЛЬ СКИФИИ

Этот период в истории скифов, пожалуй, наименее понятный. «Конец существования Большой Скифии, наступивший внезапно на рубеже IV—III веков до н.э. и охвативший широкую территорию степной и лесостепной зон, — отмечает А. Ю. Алексеев, — до сих пор остаётся во многом загадочным. Установление деталей и особенностей этого события для различных территорий и этнокультурных регионов Северного Причерно-

морья и Северного Кавказа является насущной задачей скифологии».

Попробую изложить все имеющиеся на этот счёт объяснения.

Время правления Атея — период наивысшего расцвета Скифии, пик могущества. Однако её поражение в войне с Македонией и смерть престарелого «царя» обозначили начало упадка. Последовали, вероятно, некие крупные политические перемены. Во всяком случае, началось падение скифского влияния в соседних областях, возникли брожение и центробежные тенденции у подвластных племён и народов. Нет, Скифия ещё не погибла. Восемь лет спустя после своего разгрома в Придунавье она сумела

даже взять реванш — уничтожила армию македонского полководца Зопириона в причерноморских степях.

Но уже сам факт проникновения враждебных войск Македонии в центральные районы Скифии говорит о значительном ослаблении её верховной власти. Правда, внешне этот кризис ещё почти невидим и неуловим. И в последние десятилетия IV века до н.э. возводятся десятки грандиозных курганов с пышными гробницами скифской высшей знати. Именно в это время достигают максимального развития взаимовыгодные связи между греческими городами-колониями и Скифией.

И вдруг на рубеже IV и III веков до н.э. (или в самом начале III века до н.э.) всё рухнуло. Исчезло как дивный мираж в знойной пустыне. Замирает жизнь на городищах и в поселениях (это подтверждают и археологические раскопки), не возводятся более курганы — как рядовые, так и «царские». Великая Скифия навсегда уходит с исторической арены.

В чём причины столь грандиозной катастрофы? Точного ответа на вопрос нет до сих пор. Хотя, бесспорно, к краху Скифию привёл целый ряд неблагоприятных обстоятельств и явлений. Изменился климат, и, как результат, высохли степи. Слишком

Такие золотые бляхи использовали для украшения горита. Крупно показана (внизу) одна из блях — с фигурой божества. IV век до н.э. Курган Соболева Могила.

Золотой конский налобник из Александропольского кургана. IV век до н.э.



долго их травяной покров вытаптывали многочисленные стада. Население лесостепи из-за непомерной и длительной её эксплуатации степняками-кочевниками исчерпало свои экономические ресурсы. Борьба центростремительных и центробежных сил стала практически неизбежной.

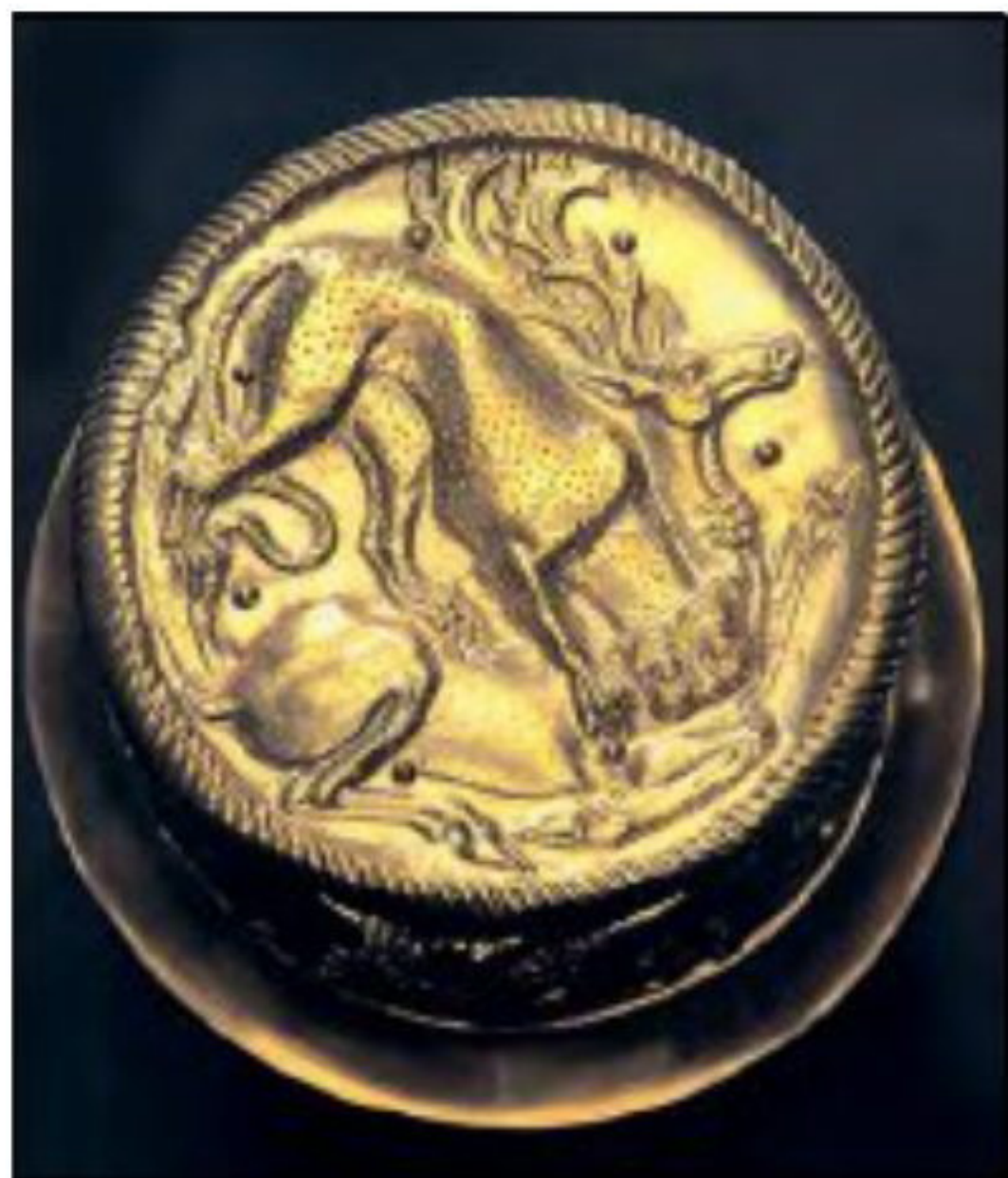
Целостность не только государства, но и любого сообщества во многом опиралась на авторитет и божественную харизму верховного правителя. Однако во второй половине IV века до н.э. (если судить по датировке таких поистине «царских» курганов-исполинов, как Чертомлык, Огуз и Александрополь) за короткий период один за другим умирает сразу несколько верховных властителей Скифии. Быстрая смена царей должна была повлечь за собой серьёзный управленческий кризис, который затруднил необходимое противодействие другим негативным политическим, экономическим и природно-климатическим явлениям. Итог — ослабление и распад Великой Скифии.

Но сами скифы — как народ — не исчезают в пределах Северного Причерноморья. Они ещё несколько столетий контролируют Нижнее Поднепровье, Крым и Добруджу, создав там небольшие, но вполне дееспособные государственные образования. Правда, политическую гегемонию в степных и лесостепных областях между Дунаем и Доном скифы утратили уже навсегда. Её подхватывает новая волна ираноязычных кочевников,





Золотой «конус» из тайника Братолюбовского кургана со сценами нападения хищников на травоядных животных. Внизу — верхушка золотого «конуса» с изображением оленя и напавшего на него льва.



пришедших с востока, — сарматы.

Долгое время именно сарматское нашествие из-за Дона-Танаиса в конце IV века до н.э. учёные считали главной причиной гибели Великой Скифии. Об этом писали и некоторые античные авторы. Так, Диодор Сицилийский, живший в I веке до н.э., но пользовавшийся более ранними, однако позже утерянными источниками, говорит, что савроматы (предки сарматов) «много лет спустя, сделавшись сильнее, опустошили значительную часть Скифии и, поголовно истребляя побеждённых, превратили большую часть страны в пустыню».

Когда именно произошёл сей савроматский погром? Этому греческий историк не указывает. Есть, конечно, великий соблазн соотнести свидетельство с рубежом IV—III веков до н.э. Однако здесь решительно против восстаёт археология. У нас нет никаких осязаемых следов присутствия сарматов

в Северном Причерноморье ранее конца III — начала II века до н.э.

Ключ к разгадке следует искать в археологических находках на территории Среднего и Нижнего Дона. Там издавна пролегали пути для всех миграций кочевых племён и народов, двигавшихся из азиатских степей на запад. Именно там, в непосредственной близости от Дона-Танаиса и Азовского моря (Меотиды), согласно Геродоту, проживали потомки скифов и амазонок — савроматы, считающиеся родоначальниками позднейших сарматских племён.

Казалось бы, всё ясно: во времена Геродота (V век до н.э.) Дон служил естественной границей между владениями скифов и савроматов. Если посмотреть на археологические памятники V—IV веков до н.э. в дельте и на правом берегу Дона, то, по мнению большинства работающих там исследователей, все эти памятники — скифские (речь идёт, прежде всего, о Елизаветовском городище и большом курганном могильнике около него).

Елизаветовское городище прекращает своё существование на рубеже IV—

III веков до н.э. И вот что пишет по поводу политической ситуации, сложившейся в низовьях Дона, известный петербургский археолог К. К. Марченко:

«В самом конце IV века до н.э. туземное полуоседлое и кочевое население покинуло территорию Нижнего Подонья. Вполне репрезентативные материалы самого крупного памятника этого пограничного района Великой Скифии — так называемого Елизаветовского городища на Дону — однозначно свидетельствуют, что уход населения происходил в относительно спокойной обстановке, позволившей местным жителям захватить с собой весь мало-мальски ценный скарб. Весьма примечательно также, что почти одновременно с этим изменением ситуации происходит и полное запустение греческого торгового квартала, инкорпорированного ранее в структуру Елизаветовского городища. Несмотря на полное отсутствие следов разрушений, пожаров, наиболее вероятной причиной ухода местного населения можно считать резкое усиление военной угрозы со стороны восточных номадов-сарматов (савроматов)...»

Покинутые земли поспешили занять боспорские греки, а какая-то численно небольшая орда скифов даже осмелилась обосноваться на левом берегу Дона, о чём свидетельствуют погребения в катакомбах курганов у сёл Ново-александровка и Высочино. Впрочем, по мнению К. К. Марченко, «период относительного благополучия новой боспорской колонии, а надо полагать, и всех остальных жителей низовьев Дона, включая и левобережных скифов, продолжался весьма недолго. Не позднее 70-х годов III века до н.э. сарматы (савроматы), перейдя Дон, совершили свой первый и, по-видимому, один из наиболее опустошительных набегов на Северное Причерноморье».

Однако если какие-то рейды конных сарматских дружин в IV веке до н.э. через Танаис и далее в глубь скифских владений

и случались, то археологических осязаемых следов они не оставили. Лишь во II веке до н.э. сарматские погребальные памятники распространились по всей степной части Северного Причерноморья, а местами заходят и в лесостепь — на Средний Дон, Северский Донец, Днепр и Днестр.

Есть основания считать, что Нижний Днепр, Крым и территория Малой Скифии (Добруджа) сохранили старое скифское население. Окончательно скифы были изгнаны и из этих окраинных мест сначала готским нашествием (III век), а век спустя и гуннским. Скифы после этого исчезли как этнос, они больше никогда не упоминались в анналах мировой истории.

УКРАИНСКИЕ АРХЕОЛОГИ И СКИФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Закончить рассказ о скифах совершенно невозможно без упоминания о том огромном вкладе, который внесли украинские коллеги в изучение интересной, важной и всё ещё загадочной темы. Именно

Золотая чаша V века до н.э. с изображением шести конных голов по окружности и с янтарной вставкой в центре. Найдена в тайнике Братолюбовского кургана Херсонской области (Украина) в 1990 году.



на украинской земле находится бóльшая часть курганов и поселений Скифии, — и среди них такие известные ныне памятники, как «царские» гробницы Чертомлыка, Солохи, Александрополя, Огуза.

И я не особенно погрешу против истины, если скажу, что именно на Украине и по сей день существует самая крупная (на территории бывшего СССР) научная школа по скифской археологии (её центром стал Отдел археологии раннего железного века Института археологии Национальной академии наук Украины). Она создана в 50—60-е годы XX века усилиями известного археолога профессора А. И. Тереножкина.

Продуманная им стратегия полевых исследований по изучению скифских древностей совпала по времени с огромным размахом работ в степных районах республики. Возводились оросительные каналы, водохранилища, плотины, искусственные моря в засушливых местах Северного Причерноморья и Приазовья. Но именно там, в степи, возвышались тысячи курганов разных эпох, — и среди них немало скифских.

Тогда в СССР существовал закон: любая строительная организация, затрагивавшая своей деятельностью земельные участки с памятниками археологии, должна была выделить из своего бюджета средства, необходимые для их изучения. Денег в распоряжении археологов оказалось много. Нужны были кадры полевых исследователей. К счастью, к тому времени вокруг притягательной фигуры А. И. Тереножкина (а именно он более 30 лет заведовал Отделом археологии раннего железного века украинского Института археологии) успела подрасти целая поросль молодых и талантливых специалистов-скифологов — Е. В. Черненко, Б. Н. Мозолевский, С. С. Бессонова, Г. Н. Ковпаненко, В. Ю. Мурзин, Ю. В. Болтрик, Е. Е. Фиалко, С. А. Скорый и др. (многие из них и поныне составляют гордость археологической науки Украины).

За 60—80-е годы прошлого века раскопаны тысячи курганов и поселений. При этом впервые после 1917 года была намечена программа не только исследований рядовых скифских захоронений, но и изучение по современной археологической методике (и с широким применением землеройной техники) внушительных курганов высшей знати Скифии. Именно тогда раскопали получившие мировую известность «царские» гробницы в курганах: Мелитопольском, Бердянском, Желто-

каменке, Гаймановой Могиле, Толстой Могиле...

Найденные там сокровища, чудом уцелевшие от рук грабителей разных эпох, — изделия скифских и эллинских мастеров (чего стоит одна удивительная золотая пектораль из Толстой Могины!) — с успехом демонстрировались на выставках по всему миру. Ныне они составляют основу коллекции Музея исторических драгоценностей в Киеве.

После 1991 года ситуация резко изменилась: распался СССР. На Украине (как, впрочем, и в России) наука (включая археологию) лишилась государственного финансирования. Прекратилось (или во много раз сократилось) и выделение средств от хозяйственно-строительных организаций. В условиях почти полного безденежья украинские коллеги тем не менее продолжают успешно изучать скифскую проблематику.

Работы идут по двум основным направлениям. Прежде всего — раскопки важных археологических объектов с привлечением иностранных спонсоров. (Например, украинско-германские исследования на гигантском Бельском городище и окрестных курганных могильниках; украинско-польский проект по раскопкам Большого Рыжановского кургана и др.)

Второе направление — обработка и последующая публикация ранее полученных огромных материалов из многих раскопанных в 1970—1980-е годы скифских курганных могильников и городищ. Есть немалые успехи в исследовании огромных скифских городищ в Приднепровской лесостепи: Бельского, Мотронинского, Трахтемировского. Выпущено учебное пособие «Великая Скифия» (Киев—Запорожье, 2002), в котором ведущие украинские скифологи в популярном виде изложили всю новейшую информацию по основным проблемам истории Скифии. Есть великолепная монография С. А. Скорого «Скифы в днепровской правобережной лесостепи...» (Киев, 2003), где наконец вносится определённая ясность в сложные взаимоотношения населения степи и лесостепи в VII—IV веках до н.э.



Итак, изучение прошлого Скифии продолжается — и российскими археологами, и украинскими. И конечно, есть надежда, что удастся решить хотя бы некоторые из вековых загадок, оставленных скифами.



Ума палата

E-mail: umapalata@nkj.ru

ПОЗНАВАТЕЛЬНО-РАЗВИВАЮЩИЙ РАЗДЕЛ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

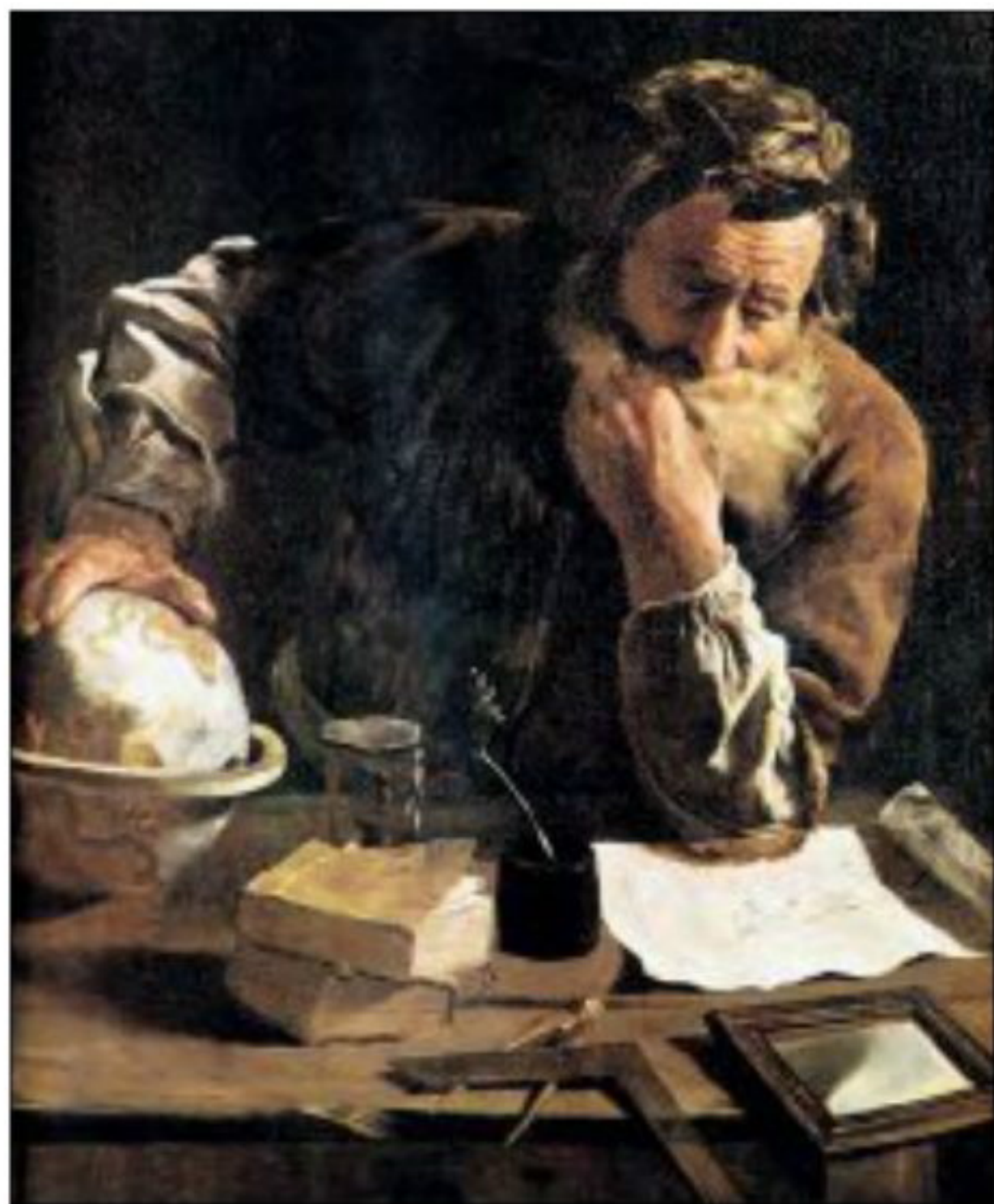
Сказка об УЧЁНОМ АРХИМЕДЕ, который СТОИЛ ЦЕЛОЙ АРМИИ

Ник. ГОРЬКАВЫЙ.

Каждая новая сказка писателя и астрофизика, доктора физико-математических наук Николая Николаевича Горькавого (Ник. Горькавого) — это рассказ о том, как совершались важные открытия в той или иной области науки. И неслучайно героями его научно-популярных романов и сказок стали принцесса Дзинтара и её дети — Галатея и Андрей, ведь они из породы тех, кто стремится «всё знать».

Истории, рассказанные Дзинтарой детям, вошли в сборник «Звёздный витамин». Он оказался таким интересным, что читатели потребовали продолжения. Предлагаем вам ознакомиться с некоторыми сказками из будущего сборника «Создатели времён». Перед вами — первая публикация.

Величайший учёный античного мира древнегреческий математик, физик и инженер Архимед (287—212 годы до н.э.) был родом из Сиракуз — греческой колонии на самом большом острове Средиземноморья — Сицилии. Древние греки, создатели европейской культуры, поселились там почти три тысячи лет назад — в VIII веке до нашей эры, и к моменту рождения Архимеда Сиракузы были



Доменико Фетти. Архимед размышляет. 1620 год. Картина из Галереи старых мастеров, Дрезден.

процветающим культурным городом, где жили свои философы и учёные, поэты и ораторы.

Каменные дома горожан обступали дворец царя Сиракуз Гиерона II, высокие стены защищали город от врагов. Жители любили собираться на стадионах, где состязались бегуны и метатели диска, и в банях, где не просто

Другие научные сказки Ник. Горькавого печатались в журнале «Наука и жизнь» в 2010—2013 годах.

● РАССКАЗЫ О НАУКЕ



Эдуард Вимон. Смерть Архимеда. 1820-е годы.

мылись, а отдыхали и обменивались новостями.

В тот день в банях на главной площади города было шумно — смех, крики, плеск воды. Молодёжь плавала в большом бассейне, а люди почтенного возраста, держа в руках серебряные кубки с вином, вели неспешную беседу на удобных ложах. Солнце заглядывало во внутренний дворик бань, освещая проём двери, ведущей в отдельную комнату. В ней, в небольшом бас-

Гробница Архимеда в Сиракузах.

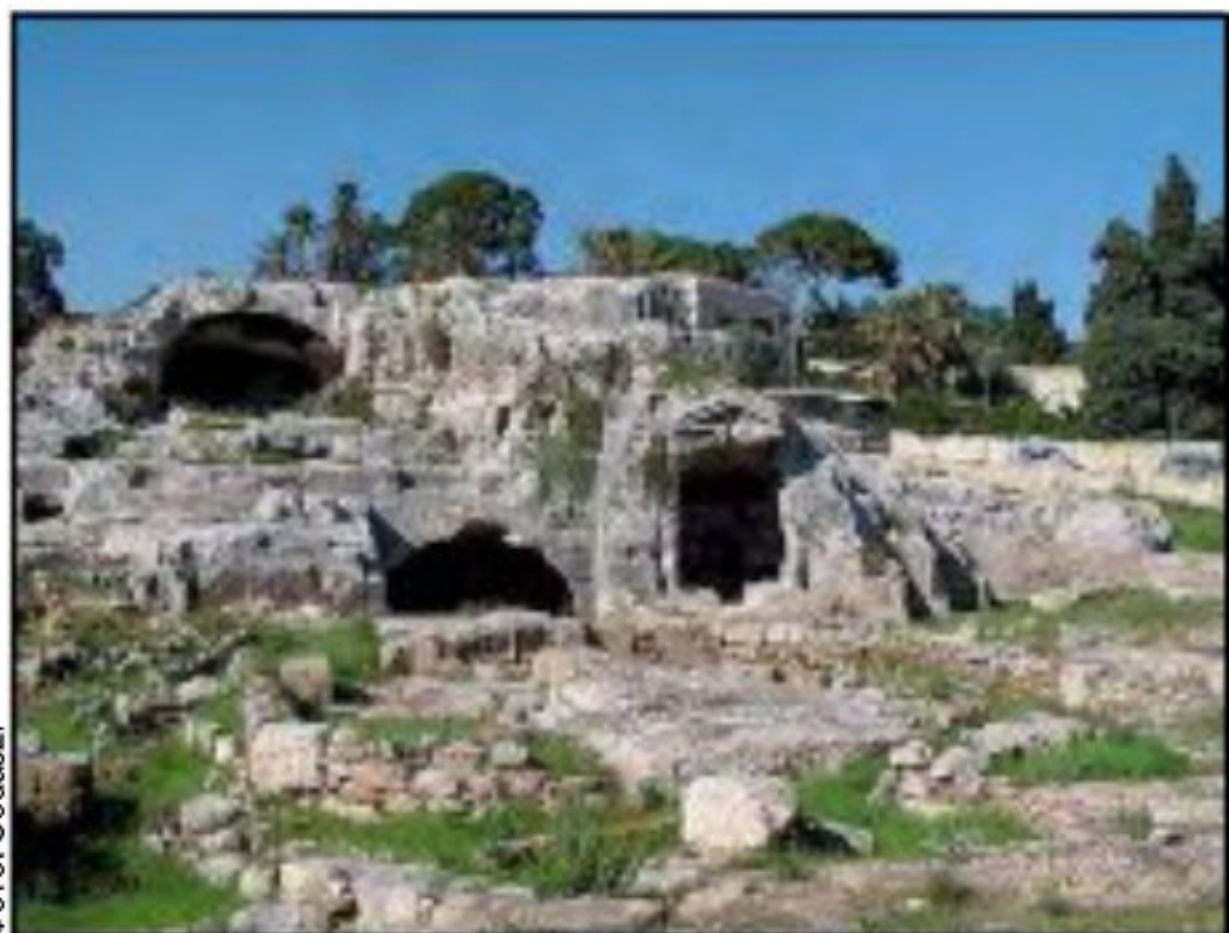


Фото: Codas2.

сейне, похожем на ванну, сидел в одиночестве человек, который вёл себя совсем не так, как другие. Архимед — а это был именно он — прикрыл глаза, но по каким-то неувеличим признакам было видно, что человек этот не спит, а напряжённо думает. В последние недели учёный настолько углубился в свои мысли, что часто забывал даже про еду и домашним приходилось следить, чтобы

он не остался голодным.

Началось с того, что царь Гиерон II пригласил Архимеда к себе во дворец, налил ему лучшего вина, спросил про здоровье, а потом показал золотую корону, изготовленную для правителя придворным ювелиром.

— Я не разбираюсь в ювелирном деле, но разбираюсь в людях, — сказал Гиерон. — И думаю, что ювелир меня обманывает.

Царь взял со стола слиток золота.

— Я дал ему точно такой же слиток, и он сделал из него корону. Вес у короны и слитка одинаковый, мой слуга проверил это. Но меня не оставляют сомнения, не подмешано ли в корону серебро? Ты, Архимед, самый великий учёный Сиракуз, и я прошу тебя это проверить, ведь, если царь наденет фальшивую корону, над ним будут смеяться даже уличные мальчишки...

Правитель протянул корону и слиток Архимеду со словами:

— Если ты ответишь на мой вопрос, то оставишь золото себе, но я всё равно буду твоим должником.

Архимед взял корону и слиток золота, вышел из царского дворца и с тех пор потерял покой и сон. Уж если он не сможет решить эту задачу, то и никто

не сможет. Действительно, Архимед был самым известным учёным Сиракуз, учился в Александрии, дружил с главой Александрийской библиотеки, математиком, астрономом и географом Эратосфеном и другими великими мыслителями Греции. Архимед прославился множеством открытий в математике и геометрии, заложил основы механики, на его счету несколько выдающихся изобретений.

Озадаченный учёный пришёл домой, положил корону и слиток на чаши весов, поднял их за середину и убедился, что вес у обоих предметов одинаковый: чаши покачивались на одном уровне. Плотность чистого золота была Архимеду известна, предстояло узнать плотность короны (вес, делённый на объём). Если в короне есть серебро, её плотность должна быть меньше плотности золота. А раз вес короны и слитка совпадают, то объём фальшивой короны должен быть больше объёма золотого слитка. Объём слитка измерить можно, но как определить объём короны, в которой столько сложных по форме зубцов и лепестков? Вот эта проблема и мучила учёного. Он был прекрасным геометром, например, решил сложную задачу — определение площади и объёма шара и описанного вокруг него цилиндра, но как найти объём тела сложной формы? Нужно принципиально новое решение.

В баню Архимед пришёл, чтобы смыть с себя пыль жаркого дня и освежить уставшую от размышлений голову. Обычные люди, купаясь в бане, могли болтать и жевать инжир, а Архимеда мысли о нерешённой задаче не оставляли ни днём, ни ночью. Его мозг искал решение, цепляясь за любую подсказку.

Архимед снял хитон, положил его на лавку и подошёл к маленькому



Фото: Marcos90.

Остров Ортигия, исторический центр Сиракуз, родного города Архимеда. У этих берегов Архимед сжёг и потопил римские галеры.

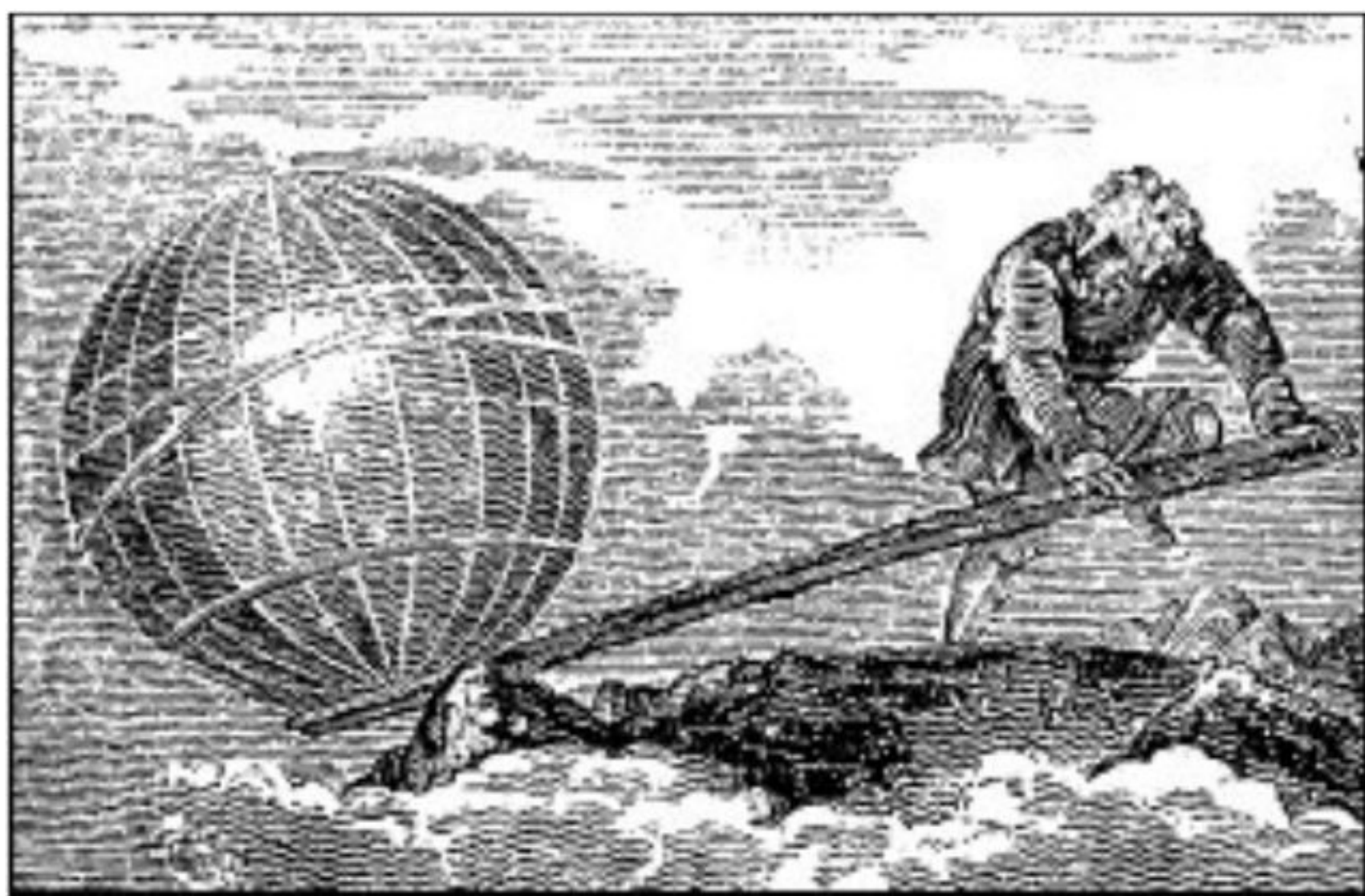
бассейну. Вода плескалась в нём на три пальца ниже края. Когда учёный погрузился в воду, её уровень заметно поднялся, и первая волна даже выплеснулась на мрамор пола. Учёный прикрыл глаза, наслаждаясь приятной прохладой. Мысли об объёме короны привычно кружились в голове.

Вдруг Архимед почувствовал, что случилось что-то важное, но не мог понять — что. Он с досадой открыл

Греческий театр в Сиракузах.



Фото: Victoria | photographer_location_London, UK.



Архимед переворачивает Землю с помощью рычага. Старинная гравюра. 1824 год.

глаза. Со стороны большого бассейна доносились голоса и чей-то горячий спор — кажется, о последнем законе правителя Сиракуз. Архимед замер, пытаясь осознать, что же всё-таки произошло? Он осмотрелся вокруг: вода в бассейне не доставала до края всего на один палец, а ведь когда он входил в воду, уровень её был ниже.

Архимед встал и вышел из бассейна. Когда вода успокоилась, она вновь оказалась на три пальца ниже края. Учёный снова забрался в бассейн — вода послушно поднялась. Архимед быстро оценил размер бассейна, вычислил его площадь, потом умножил на изменение уровня воды. Получилось, что объём воды, вытесненной его телом, равен объёму тела, если принять, что плотности воды и человеческого тела почти одинаковы и каждый кубический дециметр, или кубик воды со стороной в десять сантиметров, можно приравнять к килограмму веса самого учёного. Но при погружении тело Архимеда потеряло в весе и плавало в воде. Каким-то таинственным образом вода, вытесненная телом, отобрала у него вес...

Архимед понял, что он на верном пути, — и вдохновение понесло его на

своих могучих крыльях. Можно ли применить найденный закон об объёме вытесненной жидкости к короне? Конечно! Надо опустить корону в воду, измерить увеличение объёма жидкости, а потом сравнить с объёмом воды, вытесняемой золотым слитком. Задача решена!

Согласно легенде, Архимед с победным криком «Эврика!»,

что значит по-гречески «Нашёл!», выскочил из бассейна и, забыв надеть хитон, помчался домой. Надо было срочно проверить своё решение! Он бежал по городу, а жители Сиракуз приветственно махали ему руками. Всё-таки не каждый день открывается важнейший закон гидростатики и не каждый день можно увидеть голого человека, бегущего по центральной площади Сиракуз.

На следующий день царю доложили о приходе Архимеда.

— Я решил задачу, — сказал учёный. — В короне действительно много серебра.

— Как ты это узнал? — поинтересовался правитель.

— Вчера, в банях, я догадался, что тело, которое погружается в бассейн с водой, вытесняет объём жидкости, равный объёму самого тела, и теряет при этом в весе. Вернувшись домой, я провёл множество опытов с чашами весов, погружёнными в воду, и доказал, что тело в воде теряет в весе ровно столько, сколько весит вытесненная им жидкость. Поэтому человек может плавать, а золотой слиток — нет, но всё равно в воде он весит меньше.

— И как же это доказывает наличие серебра в моей короне? — спросил царь.

— Вели принести чан с водой, — попросил Архимед и достал весы.

Пока слуги тащили чан в царские покои, Архимед положил на весы корону и слиток. Они уравнили друг друга.

— Если в короне есть серебро, то объём короны больше, чем объём слитка. Значит, при погружении в воду корона потеряет в весе больше и весы изменят своё положение, — сказал Архимед и осторожно погрузил обе чаши весов в воду. Чаша с короной немедленно поднялась вверх.

— Ты поистине великий учёный! — воскликнул царь. — Теперь я смогу заказать себе новую корону и проверить — настоящая она или нет.

Архимед спрятал в бороде усмешку: он понимал, что закон, открытый им накануне, гораздо ценнее тысячи золотых корон.

Закон Архимеда остался в истории навсегда, им пользуются при проектировании любых кораблей. Сотни тысяч судов бороздят океаны, моря и реки, и каждое из них держится на поверхности воды благодаря силе, открытой Архимедом.

Когда Архимед состарился, его размеренные занятия наукой неожиданно закончились, впрочем как и спокойная жизнь горожан, — быстро растущая Римская империя решила завоевать плодородный остров Сицилию.

В 212 году до н.э. огромный флот галер, набитых римскими воинами, подошёл к острову. Преимущество в силе римлян было очевидным, и командующий флотом нисколько не сомневался, что Сиракузы будут захвачены очень быстро. Но не тут-то было: стоило галерам подойти к городу, как со стен ударили мощные катапульты. Они бросали тяжёлые камни так точ-

но, что галеры захватчиков разлетались в щепки.

Римский полководец не растерялся и скомандовал капитанам своего флота:

— Подойдите к самым стенам города! На близком расстоянии катапульты будут нам не страшны, а лучники смогут прицельно стрелять.

Когда флот с потерями прорвался к городским стенам и приготовился его штурмовать, римлян ждал новый сюрприз: теперь уже лёгкие метательные машины забросали их градом ядер. Спускаемые крюки мощных подъёмных кранов цепляли римские галеры за носы и поднимали их в воздух. Галеры переворачивались, падали вниз и тонули.

Знаменитый историк древности Полибий писал о штурме Сиракуз: «Римляне могли бы быстро овладеть городом, если бы кто-либо изъясился из среды сиракузцев одного старца». Этим старцем был Архимед, который сконструировал метательные машины и мощные подъёмные краны для защиты города.

Быстрый захват Сиракуз не получился, и римский

полководец дал команду отступить. Сильно поредевший флот отошёл на безопасное расстояние. Город стойко держался благодаря инженерному гению Архимеда и мужеству горожан. Лазутчики донесли римскому полководцу имя учёного, который создал столь неприступную оборону. Полководец решил, что после победы нужно заполучить Архимеда как самый ценный военный трофей, ведь он один стоил целой армии!

День за днём, месяц за месяцем мужчины дежурили на стенах, стреляли из



Шар, вписанный в цилиндр. Автор иллюстрации Андре Карвас.

луков и заряжали катапульты тяжёлыми камнями, которые, увы, не достигали цели. Мальчишки подносили солдатам воду и еду, но воевать им не давали — малы ещё!

Архимед был стар, он, как и дети, не мог стрелять из лука так далеко, как молодые и сильные мужчины, но у него был могучий мозг. Архимед собрал мальчишек и спросил их, показывая на вражеские галеры:

— Хотите уничтожить римский флот?

— Мы готовы, говори, что делать!

Мудрый старец объяснил, что придётся серьёзно поработать. Он велел каждому мальчишке взять большой медный лист из уже приготовленной стопы и положить его на ровные каменные плиты.

— Каждый из вас должен отполировать лист так, чтобы он сиял на солнце, как золотой. И тогда завтра я покажу вам, как потопить римские галеры. Работайте, друзья! Чем лучше вы сегодня отполируете медь, тем легче нам будет завтра воевать.

— А мы сами будем воевать? — спросил маленький кудрявый мальчуган.

— Да, — твёрдо сказал Архимед, — завтра вы все будете на поле боя наравне с воинами. Каждый из вас сможет совершить подвиг, и тогда о вас будут складывать легенды и песни.

Трудно описать энтузиазм, который охватил мальчишек после речи Архимеда, и они энергично взялись надраивать свои медные листы.

Назавтра, в полдень, солнце обжигаяще пылало в небе, а римский флот неподвижно стоял на якорях на внешнем рейде. Деревянные борта вражеских галер разогрелись на солнце и сочились смолой, которую использовали для защиты кораблей от протечек.

На крепостных стенах Сиракуз, там, куда не доставали вражеские стрелы, собрались десятки подростков. Перед каждым из них стоял деревянный щит с отполированным медным листом. Опоры щита были сделаны так, что

лист меди можно было легко поворачивать и наклонять.

— Вот сейчас мы и проверим, как хорошо вы отполировали медь, — обратился к ним Архимед. — Надеюсь, все умеют пускать солнечные зайчики?

Архимед подошёл к маленькому кудрявому мальчику и сказал:

— Поймай своим зеркалом солнце и направь солнечный зайчик в середину борта большой чёрной галеры, как раз под мачтой.

Мальчишка бросился выполнять указание, а воины, столпившиеся на стенах, удивлённо переглянулись: что ещё затеял хитрец Архимед?

Учёный остался доволен результатом — на боку чёрной галеры появилось световое пятно. Тогда он обратился к остальным подросткам:

— Наведите свои зеркала в то же место!

Заскрипели деревянные опоры, загремели медные листы — стая солнечных зайчиков сбежалась к чёрной галере, и её бок стал наливаться ярким светом. На палубы галер высыпали римляне — что происходит? Вышел главнокомандующий и тоже уставился на сверкающие зеркала на стенах осаждённого города. Боги Олимпа, что ещё придумали эти упрямые сиракузцы?

Архимед инструктировал своё войско:

— Не спускайте глаз с солнечных зайчиков — пусть они всё время будут направлены в одно место.

Не прошло и минуты, как от сияющего пятна на борту чёрной галеры повалил дым.

— Воды, воды! — закричали римляне. Кто-то бросился черпать забортную воду, но дым быстро сменился пламенем. Сухое просмолённое дерево прекрасно горело!

— Переведите зеркала на соседнюю галеру справа! — скомандовал Архимед.

Считанные минуты — и соседняя галера тоже занялась огнём. Римский флотоводец вышел из оцепенения и

приказал сниматься с якоря, чтобы отойти подальше от стен проклятого города с его главным защитником Архимедом.

Сняться с якорей, посадить гребцов на вёсла, развернуть огромные корабли и отвести их в море на безопасное расстояние — дело не быстрое. Пока римляне суматошно бегали по палубам, задыхаясь от удушливого дыма, юные сиракузцы переводили зеркала на новые корабли. В суматохе галеры подходили друг к другу так близко, что огонь перекидывался с одного судна на другое. Спеша отплыть, некоторые корабли развернули паруса, которые, как оказалось, горели ничуть не хуже смоляных бортов.

Вскоре сражение было окончено. На рейде догорало множество римских кораблей, а остатки флота отступили от стен города. Среди юного воинства Архимеда потерь не было.

— Слава великому Архимеду! — кричали восхищённые жители Сиракуз и благодарили и обнимали своих детей. Могучий воин в блестящих доспехах крепко пожал руку кудрявому мальчику. Его маленькая ладонь была покрыта кровавыми мозолями и ссадинами от полировки медного листа, но он даже не поморщился при рукопожатии.

— Молодец! — уважительно сказал воин. — Этот день сиракузцы запомнят надолго.

Прошло два тысячелетия, а этот день остался в истории, и запомнили его не только сиракузцы. Жители разных стран знают удивительную историю о сожжении Архимедом римских галер, но он один ничего бы не сделал без своих юных помощников. Кстати, совсем недавно, уже в XX веке нашей

эры, учёные провели эксперименты, которые подтвердили полную работоспособность древнего «сверхоружия», изобретённого Архимедом для защиты Сиракуз от захватчиков. Хотя есть историки, считающие это легендой...

— Эх, жаль, меня там не было! — воскликнула Галатея, внимательно слушавшая вместе с братом вечернюю сказку, которую рассказывала им мать — принцесса Дзинтара. Та продолжила читать книгу:

— Потеряв надежду захватить город с помощью оружия, римский полководец прибег к старому испытанному способу — подкупу. Он



Изображение Архимеда на золотой медали Филдса — высшей награде среди математиков. Надпись на латыни: «Transire suum pectus mundoque potiri» — «Превзойти свою человеческую ограниченность и покорить Вселенную». Фото Стефана Захова.

нашёл в городе предателей, и Сиракузы пали.

Римляне ворвались в город.

— Найдите мне Архимеда! — приказал командующий. Но солдаты, опьянённые победой, плохо понимали, чего он от них хочет. Они врывались в дома, грабили и убивали. Один из воинов выбежал на площадь, где работал Архимед, рисуя на песке сложную геометрическую фигуру. Солдатские башмаки затоптали хрупкий рисунок.

— Не тронь моих чертежей! — грозно сказал Архимед.

Римлянин не узнал учёного и в гневе ударил его мечом. Так погиб этот великий человек.

Известность Архимеда была столь велика, что книги его часто переписывали, благодаря чему ряд трудов сохранился до нашего времени, не-

смотря на пожары и войны двух тысячелетий. История дошедших до нас книг Архимеда нередко была драматической. Известно, что в XIII веке какой-то невежественный монах взял книгу Архимеда, написанную на прочном пергаменте, и смысл формулы великого учёного, чтобы получить чистые страницы для записи молитв. Прошли века, и этот молитвенник попал в руки других учёных. Они с помощью сильной лупы исследовали его страницы и различили следы стёртого драгоценного текста Архимеда. Книга гениального учёного была восстановлена и напечатана большим тиражом. Теперь она уже никогда не исчезнет.

Архимед был настоящим гением, сделавшим множество открытий и изобретений. Он опередил своих современников даже не на века — на тысячелетия.

В книге «Псаммит, или Исчисление песчинок» Архимед пересказал смелую теорию Аристарха Самосского, согласно которой в центре мира расположено большое Солнце. Архимед писал: «Аристарх Самосский ... полагает, что неподвижные звёзды и Солнце не меняют своего места в пространстве, что Земля движется по окружности около Солнца, находящегося в его центре...» Архимед считал гелиоцентрическую теорию Самосского убедительной и использовал её, чтобы оценить размеры сферы неподвижных звёзд. Учёный даже построил планетарий, или «небесную сферу», где можно было наблюдать движение пяти планет, восход солнца и луны, её фазы и затмения.

Правило рычага, которое открыл Архимед, стало основой всей механики. И хотя рычаг был известен до Архимеда, он изложил его полную теорию и успешно применил её на практике. В Сиракузах он в одиночку спустил на воду новый многопалубный корабль царя Сиракуз, используя хитроумную систему блоков и рычагов. Именно тогда, оценив всю мощь своего изобретения, Архимед воскликнул: «Дайте мне точку опоры, и я переверну мир».

Неоценимы достижения Архимеда в области математики, которой, по словам Плутарха, он был просто одержим. Его главные математические открытия относятся к математическому анализу, где идеи учёного легли в основу интегрального и дифференциального исчисления. Огромное значение для развития математики имело вычисленное Архимедом отношение длины окружности к диаметру. Архимед дал приближение для числа π (Архимедова числа):

$$3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}.$$

Своим наивысшим достижением учёный считал работы в области геометрии и, прежде всего, расчёт шара, вписанного в цилиндр.

— Что за цилиндр и шар? — спросила Галатея. — Почему он так ими гордился?

— Архимед сумел показать, что площадь и объём сферы относятся к площади и объёму описанного цилиндра как 2:3.

Дзинтара поднялась и сняла с полки модель земного шара, который был впаян внутрь прозрачного цилиндра так, что соприкасался с ним на полюсах и на экваторе.

— Я с детства люблю эту геометрическую игрушку. Посмотрите, площадь шара равна площади четырёх кругов такого же радиуса или площади боковой стороны прозрачного цилиндра. Если добавить площади основания и верха цилиндра, то получится, что площадь цилиндра в полтора раза больше площади шара внутри него. То же самое соотношение выполняется для объёмов цилиндра и шара.

Архимед был восхищён полученным результатом. Он умел ценить красоту геометрических фигур и математических формул — именно поэтому не катапульта и не горящая галера украшают его могилу, а изображение шара, вписанного в цилиндр. Таково было желание великого учёного.



Фото Михаила Пыкова.

СИНИЙ... КАК РАК

Во время летних каникул побывал я с родителями на Браславских озёрах в Белоруссии. Решили мы однажды полакомиться раками. Наловили целую корзину и в ожидании обеда выпустили их в детский надувной бассейн. Каково же было наше удивление, когда среди сотни тёмно-серо-бурых шевелящих усами и клешнями довольно крупных раков обнаружился один синий. Всех прочих мы благополучно сварили и съели, а этого, полюбовавшись, выпустили в озеро. Пусть живёт, раз не такой, как все. И тут я задумался: почему природа создала диковинного синего рака? И вообще, почему раки во время варки краснеют?

Андрей Михеев, ученик 7-го класса.

Отвечает биолог Юрий ФРОЛОВ.

Окраску панциря раков обеспечивает в основном краситель астаксантин, который в чистом виде имеет красно-оранжевый цвет. В хитиновом панцире рака астаксантин комбинируется с разными белками, образуя пигменты жёл-



Фото: AP/New England Aquarium, Emily Bauemseind.

того, зеленоватого, голубого, синего, почти чёрного цветов. В горячей воде белки сворачиваются, их соединения с астаксантином разлагаются и краситель приобретает свой исходный цвет. Всем известно: варёный рак красный. Кстати, астаксантин — родственник каротина, придающего цвет морковке, а также тех красителей, которые осенью раскрашивают листья деревьев.

Изредка попадаются особи, у которых из-за мутации нарушено образование соединения астаксантина с белками или не вырабатываются соответствующие белки (либо их

ОТВЕТЫ

на наивные, рассудительные,
каверзные и всякие другие

ПОЧЕМУ

КАПЛЯ И КАМЕНЬ

Все знают, что «капля камень точит». Но сейчас речь пойдёт о другом: с какой скоростью падает на землю капля дождя?

Камень, сорвавшийся с высокой горы, падает под действием силы тяжести с ускорением $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$. Чем выше гора, тем больше скорость $v = gt$, которую он наберёт, тем больше энергии он приобретёт, тем разрушительнее будет удар о землю. Сравнительно лёгкие градины, выпадающие из тучи с высоты нескольких километров, сбивают листву с кустов и деревьев, способны разбить шиферную крышу и даже помять автомобильный кузов.

С этой же высоты падают капли дождя. Казалось бы, они тоже должны развивать большую скорость. Но никаких драматических последствий их падение не вызывает. Конечно, дождевая капля гораздо легче самой мелкой градины, но всё-таки и она должна бы оставить ощутимый след на земле. Однако и листья остаются целыми, и травм от дождевых капель никто не получает. Их тормозит

сопротивление воздуха, которое тем больше, чем выше скорость. Оно определяется коэффициентом динамической вязкости, или просто вязкостью η воздуха, которая хотя и невелика ($0,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$), но всё-таки заметна. Вода имеет гораздо большую вязкость ($1,00 \text{ Па}\cdot\text{с}$), и зависимость её сопротивления от скорости легко обнаружить. Если опустить в воду ладонь и двигать очень медленно, никакого сопротивления чувствоваться не будет. А быстрое движение потребует значительных усилий — вода сопротивляется.

Силу, которая действует на падающие камни, градины и капли, можно представить в виде $F = mg - kv$, где mg — вес тела, $kv = F_c$ — сила сопротивления воздуха, причём коэффициент k зависит не только от плотности и вязкости воздуха, но и от размера, массы и формы камня, градины и пр. Уравнение движения падающего тела принимает вид $mg - kv = ma$. Поэтому его ускорение a будет меньше g , причём, чем меньше масса тела, тем эта разница заметнее: $a = (mg - kv)/m$. Тело летит с ускорением,



Вискозиметрия методом падающего шарика хорошо подходит для исследования вязких жидкостей. Возьмите бутылку с растительным маслом ($\rho \approx 1 \text{ кг/м}^3$), нанесите на её стенку две риски поближе к дну — отрезок, на длине которого будете измерять предельную скорость. Приготовьте часы с секундной стрелкой и опустите в бутылку маленький стальной шарик ($\rho \approx 8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$). Измерив время его прохождения между рисками и вычислив скорость по приведённой в конце статьи формуле, найдите коэффициент динамической вязкости растительного масла η . Его величина должна быть примерно $50 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

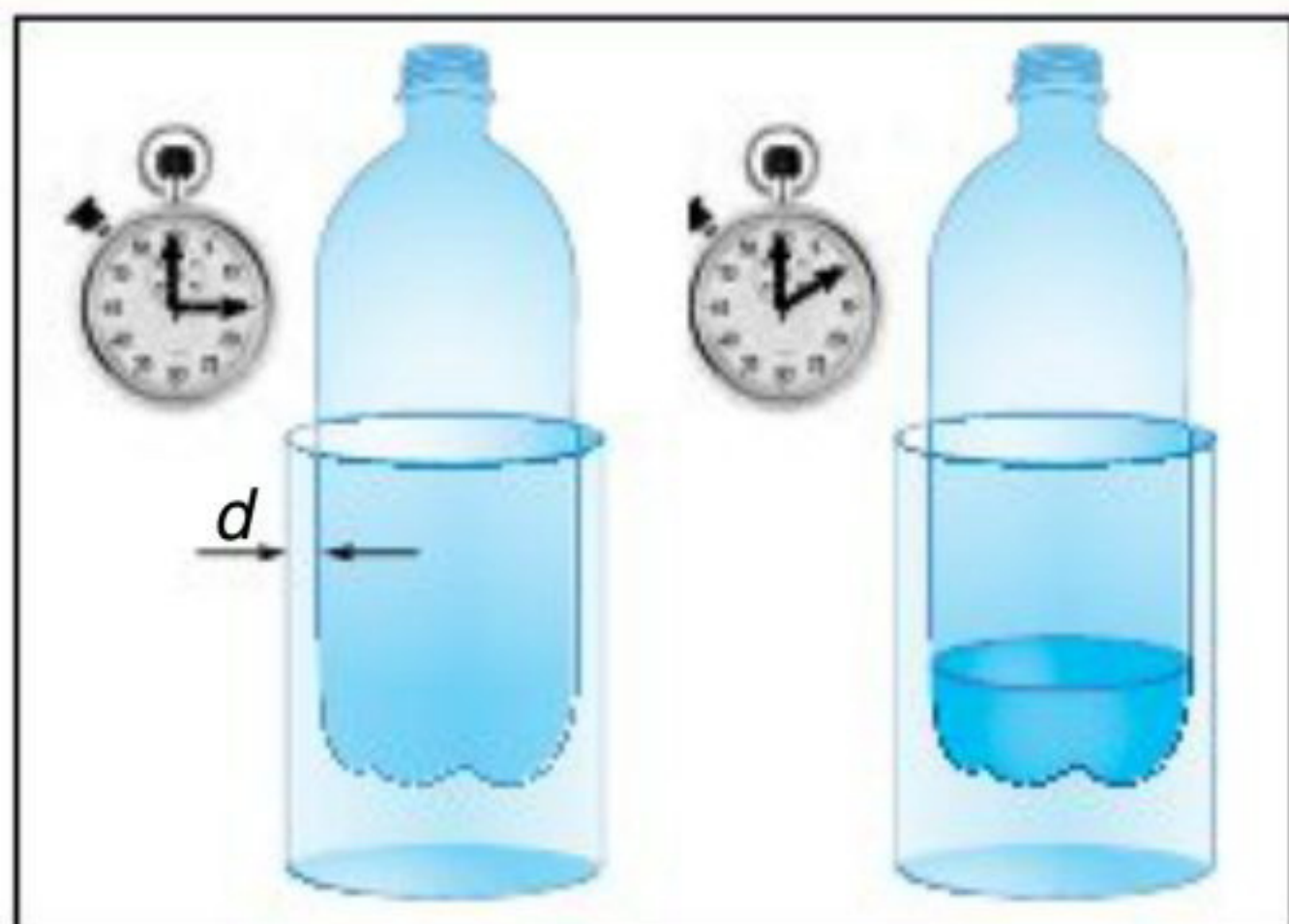
пока его вес остаётся больше силы сопротивления воздуха. Как только они сравниваются, тело начнёт падать с постоянной скоростью $v = mg/k$.

Градина, не говоря уже о камне, должна была бы

● ФИЗПРАКТИКУМ

синтезируется слишком много). У разных видов ракообразных частота таких случайностей разная: так, синий омар может приходиться на один-два миллиона обычных чёрно-бурых, красный (в живом виде!) —

один на 10 миллионов, а жёлтый — на 30 миллионов. А года два назад у берегов Массачусетса (США) выловили двухцветного омара, причём граница между обычным чёрно-бурым и оранжевым цветами проходи-



Размерности упомянутых величин в СИ.

Коэффициент динамической вязкости $[\eta] = \text{Па} \cdot \text{с}$.

Единица давления и механического напряжения паскаль, $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$.

Единица силы ньютон, $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2$.

Отсюда $1 \text{ Па} = 1 (\text{кг} \cdot \text{м})/\text{м}^2 \cdot \text{с}^2 = \text{кг/м} \cdot \text{с}^2$, а $[\eta] = \text{кг/м} \cdot \text{с}$.

Наглядно показать наличие вязкости у воздуха можно при помощи пластиковых бутылок. Подберите две такие бутылки разного размера и обрежьте сверху большую, сделав нечто вроде стакана. Бутылка меньшего диаметра должна входить в этот стакан с небольшим зазором. Вставьте её вниз доньшком в стакан и отпустите. Бутылка не упадёт, а медленно и равномерно начнёт опускаться. Это значит, что сила трения в узкой щели d между стенками, возникшая в результате динамической вязкости, равна весу бутылки. Увеличив его небольшим количеством воды, можно заметить, что предельной скорости бутылка достигнет не сразу и скорость эта будет выше.

Похожим образом измеряют вязкость по сдвигу параллельных пластин, между которыми помещено исследуемое вещество. Коэффициент динамической вязкости η определяется скоростью движения одной пластинки по отношению к другой под действием силы F : $\eta = Fd/Sv$, где d — расстояние между пластинками, S — площадь контакта с ними вещества. В опыте с бутылками можно если не вычислить точно, то по меньшей мере оценить величину $\mu_{\text{воздуха}}$ (её точное значение $0,02 \text{ Па} \cdot \text{с}$). Аналогичный опыт предложил Р. Дамианов в книге «Физический эксперимент. Это просто!», изданной в Казани в 2002 году.

пролететь очень большое расстояние, прежде чем её скорость станет постоянной. Но на такой высоте нет ни туч, ни горных вершин. А вот лёгкая капля дождя, пролетев каких-нибудь десятки метров, начи-

нает падать с постоянной и очень небольшой скоростью. Измерив эту скорость, можно рассчитать силу сопротивления F_c .

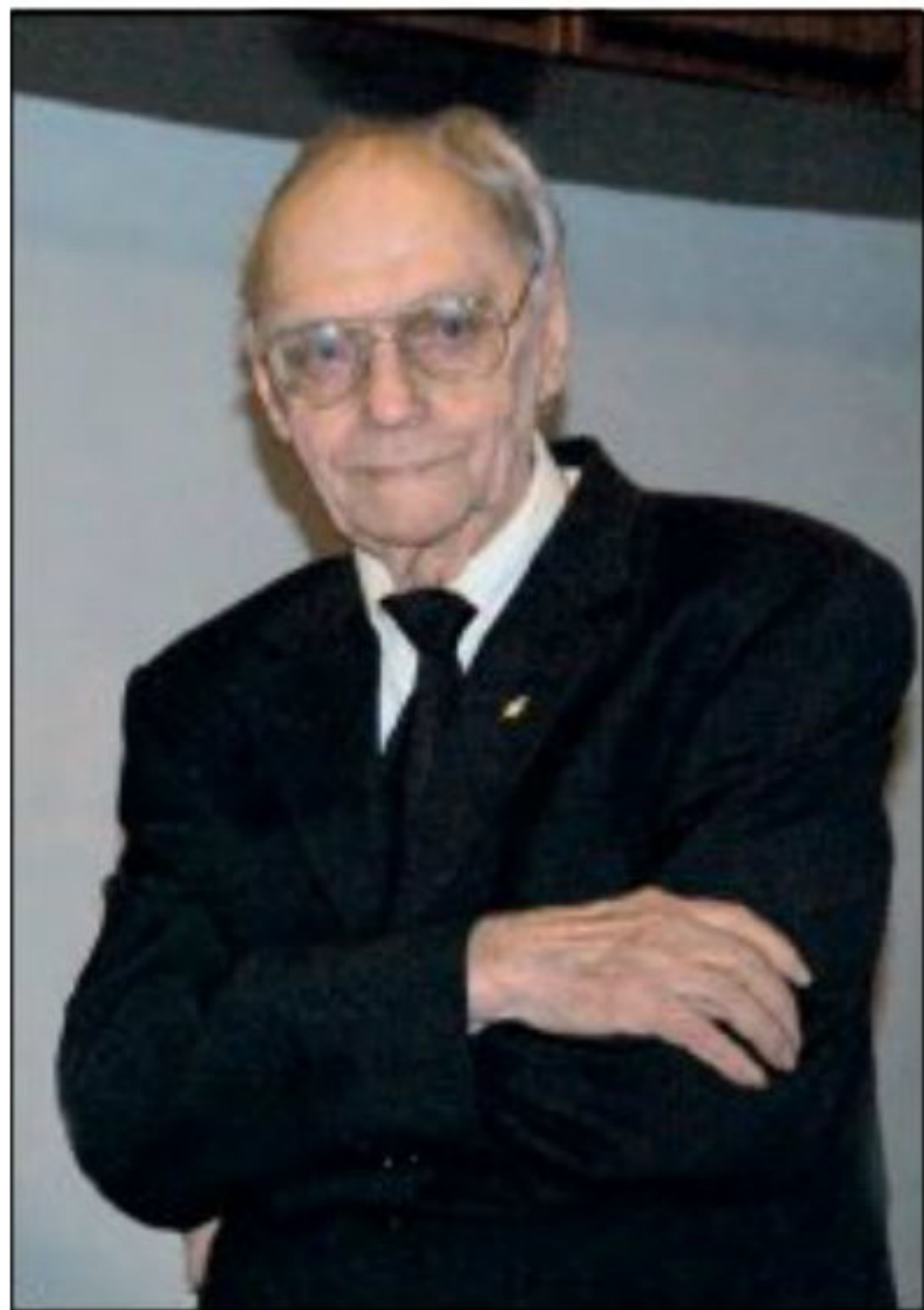
Измерение вязкости жидкостей и газов называется вискозиметрией. В

1851 году английский физик Джордж Габриэль Стокс вывел уравнение, определяющее силу сопротивления, которое испытывает шарик, медленно и равномерно падающий в вязкой жидкости: $F_c = 6\pi\eta rv$, где η — коэффициент её динамической вязкости, r — радиус шарика, v — его скорость. По формуле Стокса можно найти скорость оседания мелких капелек тумана, частиц ила в воде. Измерив предельную скорость тяжёлого шарика в вязкой жидкости, находят её η по формуле $v_{\text{пр}} = \frac{2}{9} r^2 g (\rho_1 - \rho) / \eta$, где r — радиус шарика, ρ_1 — плотность его материала, ρ — плотность жидкости, η — коэффициент её динамической вязкости.

Сергей ТРАНКОВСКИЙ.

ла точно посередине животного, от кончика «носа» до кончика хвоста. Полагают, что сразу после того, как оплодотворённая яйцеклетка разделилась пополам, в одной из двух клеток, получившихся в результате

деления, случилась мутация. Что же касается наших обычных раков, оптовые торговцы говорят, что синие и голубые особи не так уж редки и попадаются с частотой один экземпляр на несколько тысяч.



ПАМЯТИ ИГОРЯ
КОНСТАНТИНОВИЧА
ЛАГОВСКОГО
(5.06.1922—28.09.2013)

Ушёл из жизни замечательный человек. Уникальный. Не побоимся этого слова. Потому что верить в ценности науки и её популяризации уже едва ли не уникально.

Популяризировать. Вот уж затёртое слово! Но для него слово это было святое. Он верил, что и в век суперкомпьютеров нужно рассказывать, как устроена лампочка накаливания. Просто потому, что не все знают. А раз не все — объяснять. И, объясняя, писать так — в этом вся штука, — чтобы прочесть было интересно даже тому, кто и среди ночи как Отче наш отчеканит: лампа накаливания — электрический источник света, в котором тело накала... Ну и так далее.

Да вот, кстати: говорят, лампочку эту, горящую в наших домах уже целый век, надо менять. Зачем? На что? И надо ли в самом деле?

Узнать. Разобраться. Понять самому. Рассказать другим. Этим он жил на полном накале.

Из биографии И. К. Лаговского

Родился в Кинешме Ивановской области. С 1930 года — в Москве, в 1940-м с отли-

чием окончил школу № 149 и поступил на первый курс Московского института стали, в сентябре 1941-го переведён в Московский авиационный институт...

Можно сказать, судьба к нему благоволила. В войну — сохранила жизнь, в мирное время — повергла в борьбу и испытала на прочность по самому высокому счёту, поставив перед выбором: кем войти в историю?

Высокие слова? Отнюдь. История уже совершилась, и он останется в ней человеком, сохранившим журнал «Наука и жизнь» в сложные 1990-е годы. Конечно, не он один. Была команда, но любой команде необходим командир.

Из биографии И. К. Лаговского

...С 1945-го по 1951-й — учёба в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана (на факультете тепловых машин по специальности газотурбинные машины), 1952 год — инженер-конструктор на Турбомоторном заводе (Свердловск, ныне Екатеринбург), с 1953-го по 1956-й — инженер-конструктор Научно-исследовательской лаборатории двигателей Министерства машиностроения СССР (Москва)...

За формальными строками биографии не рассмотреть важных встреч, но именно они определяют вектор восхождения человека. Такой встречей для Игоря Лаговского стало знакомство с Виктором Болховитиновым, физиком, преподавателем, инженером, литератором. Гением популяризации! Оказавшись рядом с ним — романтиком, мечтателем, носителем идеи, инженер Лаговский избрал свой путь — научно-популярная журналистика — и никогда ему не изменил. Он первым из новой команды В. Н. Болховитинова появился в существовавшей с 1934 года и ждавшей перемен редакции «Науки и жизни» с тем, чтобы развернуть журнал лицом к массовому читателю. Команда Болховитинова создала новую «Науку и жизнь», живую легенду, команда Болховитинова и сама стала легендой. А когда Виктора Николаевича не стало, журналу надо было продолжать жить.

Из биографии И. К. Лаговского

...С 1956 по 1960 год — заместитель главного редактора журнала «Юный техник», с 1960-го по 1961-й — ответственный секретарь журнала «Наука и жизнь», с 1961-го по 1980-й — заместитель главного редактора, с 1980-го по 2008-й — главный редактор «Науки и жизни».

А потом — до конца — советник редакции.

Краткие строки биографии и десятилетия скрупулёзного труда. Над каждым номером — в году их двенадцать. Лаговский входил во все тонкости редакционного процесса и все тонкости знал. Знал вообще очень много. Его познания в самых разных областях были широки, и узнаванием он был ненасытен. Как можно не интересоваться всем и вся, не понимал. Леность ума его возмущала. Но в объяснениях того, что вы не знали, но хотели узнать, был щедр и терпелив. Находчив! Найти изящный ход, доказать, преподнести простое и красивое решение проблемы доставляло ему настоящее удовольствие. Коллеги и соратники, Лаговский и Болховитинов были очень разными людьми, но в этом они были так похожи!

Только сильным людям судьба дарует большие испытания.

Наделённому всеми талантами «второго», Лаговскому надлежало стать «первым», и он... стал.

Ему, испытавшему вместе с другими членами команды наслаждение взлётом («Наука и жизнь» в 1960-е годы становится самым известным и востребованным научно-популярным изданием колоссальной страны, в 1970—1980-е тираж растёт, зашкаливает за три миллиона...), в 1990-е пришлось заглянуть в бездну обвала того дела, которому они отдали жизнь. Решение было: лечь на курс выживания. Его решение, потому что последнее слово было за ним.

Годы 2000-е. Он стар. Но о «Науке и жизни» думает день и ночь. И в заботах о журнале его заносит в такие выси, что нам и не снились и где ему, надо думать, оказывалось весьма неуютно, но он и это испытал. И познал. В редакции Лаговский дневал и ночевал. Игорь Константинович был отличным семьянином, любящим отцом, дедом, но домом его была редакция «Науки и жизни». Без сомнения!

Он обладал феноменальной способностью в мгновение выхватить «блоху» на полосе (заметить мельчайшую погрешность в тексте), взгляд его был пронзителен, казалось, он видит и вас, и ваше произведение насквозь. Подправляет тонко, ювелирно...

Он упивается чтением, ведением самых разнообразных архивных записей, киносъёмкой... И ему выпадает участь почти ослепнуть.

Но, слава богу, только почти!

Перед вами начало его последнего труда — книги, над которой работал много лет. И тогда, когда уже едва видел. Головоломки, занимательные задачи — увлечение всей жизни. Лаговский был убеждён: эта книга принесёт пользу. Скоро она увидит свет.

Редакция.



И. К. ЛАГОВСКИЙ
Благородных
упражнений
изустные
преданья...

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИГРЫ
И ГОЛОВОЛОМКИ

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Известный русский поэт В. Я. Брюсов, создатель Высшего литературно-художественного института, историк по образованию, в юности мечтал стать математиком. Он серьёзно изучал аналитическую геометрию, дифференциальное и интегральное исчисление, теорию чисел и теорию вероятностей.

Много позже он писал: «Мой герой — Пушкин. Когда я вижу, какое количество созданий великих и разных набросков, поразительных по глубине мысли, оставалось у него в бумагах ненапечатанными, мне становится не жалко моих, неведомых никому работ. Когда я узнаю, что Пушкин изучал Араго, д'Аламбера, теорию вероятностей, Гизо, историю Средних веков, мне не обидно, что я потратил годы и годы на приобретение знаний, которыми не воспользовался».

Процесс познания сам по себе приносит человеку удовлетворение. Именно поэтому люди, например, тратят время на решение занимательных задач, не имеющих практического значения, а кроссворды и голово-

ломки пользуются неизменным успехом во всех странах мира.

«За желанием решить ту или иную задачу, бесполезную в смысле материального выигрыша, может быть скрыто более глубокое любопытство, — говорил известный венгерский математик Дьёрдь Пойа, — желание осознать пути и средства, приводящие к решению».

Когда какая-нибудь скромная математическая или психологическая задача бросает вызов вашей любознательности, удачное её решение даёт возможность испытать радость победы. Решив задачу самостоятельно, вы совершаете маленькое открытие, которое в чём-то сродни открытию, сделанному самым крупным учёным. Особенно это важно для детей: «Эмоции, пережитые при этом в восприимчивом возрасте, могут побудить вкус к умственной работе и на всю жизнь оставить отпечаток на уме и характере». Однако зрелый возраст и уже сложившийся характер не помеха для приобщения к армии любознательных, воспитания и тренировки творческого склада ума.

Вышесказанное относится к свойствам личности, к «человеку изнутри». Но и внешняя среда оказывает при этом немалое влияние. Научно-техническая революция за последние годы внесла существенные изменения в характер профессиональной деятельности практически во всех её сферах. В ней всё большее место занимают процессы решения интеллектуальных задач — маленьких и больших, простых и сложных, требующих не «механических», заученных до автоматизма действий, а принятия в зависимости от складывающейся ситуации ответственного решения, зачастую — нетрадиционного. Поэтому для поддержания полноценной работоспособности современному человеку нужно не только отменное здоровье и тренированные мускулы, но и умственная тренировка, «гимнастика ума»: она становится для нас естественной потребностью наравне с физкультурой и спортом.

Впрочем, жизнь наша состоит не только из работы. Устав от трудов праведных, всегда хочется переключиться на что-то другое, снять напряжение. И эта потребность заполняется не только спортом, художественной самодеятельностью, работами на садовом участке, увлечением домашними поделками, хождением в гости и кино, но и интеллектуальными играми.

Феноменальный мировой успех «головоломки века» — «Кубика Рубика» — подтолкнул промышленность нашей страны к производству «игрушек» для взрослых, торгующие организации были вынуждены сменить отношение к играм и головоломкам вообще: их перестали считать лишь детской забавой. Традиционный набор — шахматы, шашки, домино, карты — пополнился новыми логическими играми — фабричного производства, а ещё чаще самодельны-

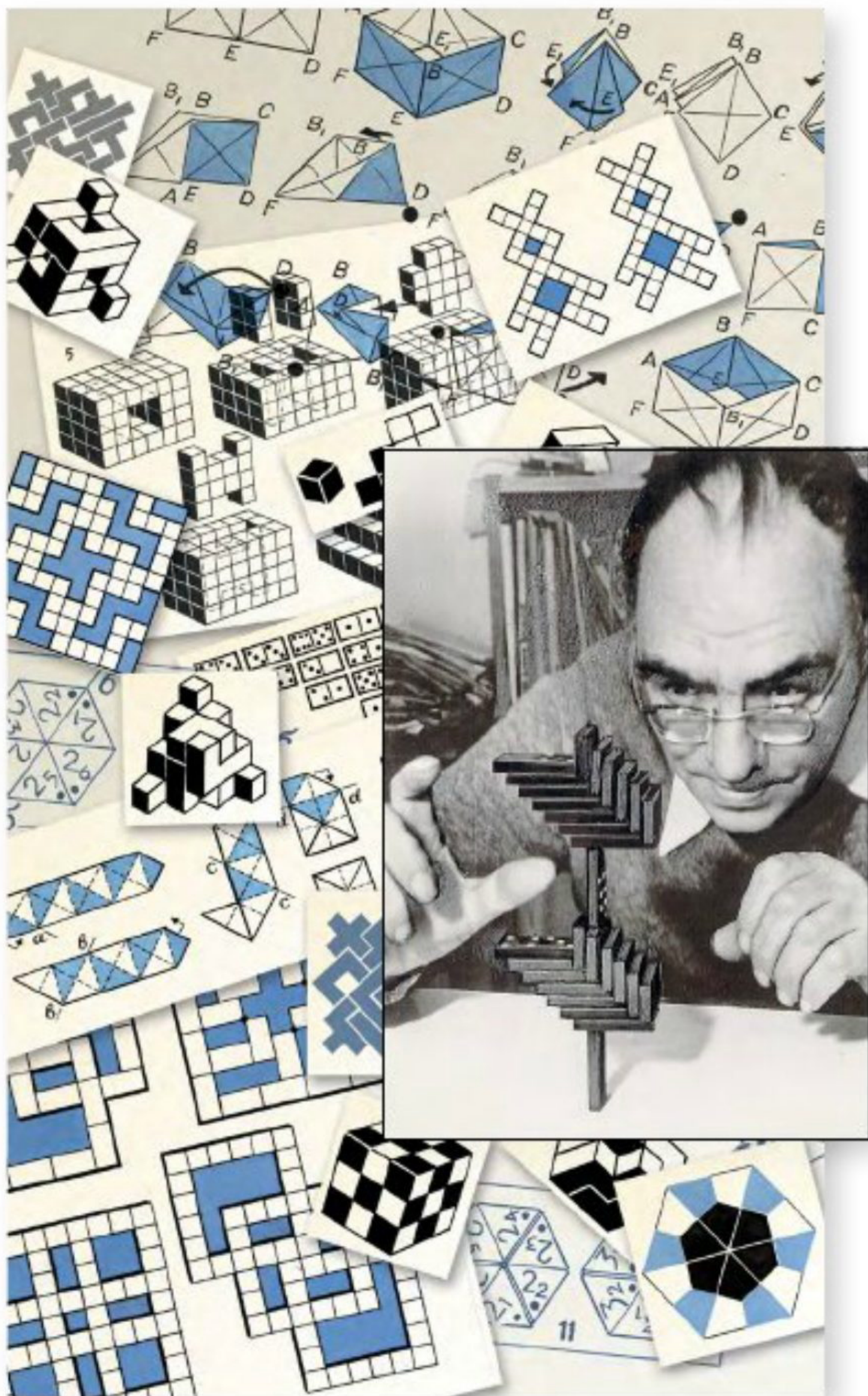
ми, по журнальным описаниям. Нарды, реверси, сиджа, хасами шогги, рэндзю, го — этот перечень можно продолжить. Охотно раскупаются и такие головоломки, как «Кубики для всех», «Синий кубик», «Змейка» и другие.

И тем не менее проблему разработки игр для взрослых нельзя считать окончательно решённой. По существу, у нас ею никто всерьёз не занимается. Нет организации, которая бы собирала и доводила хотя бы до опытно-промышленного образца многочисленные новинки. А такие новинки есть! И талантливыми изобретателями игр и головоломок наша страна тоже отнюдь не оскудела. В. Красноухов, А. Калинин, И. Новичкова, В. Рыбинский, Г. Ярковой, О. Леонтьева, Н. Сергиевский, А. Ситковецкий, И. Шафран, Б. Ширококов и многие другие, — я называю фамилии инженеров, изобретателей игр, чьи разработки в своё время публиковались в журнале «Наука и жизнь». А игры других народов мира, чьё авторство невозможно даже установить? Разве они не достойны войти в наш дом? А ведь это очень важно: отсутствие «игровой базы» в семье, когда пришли гости, часто заменяется другой «базой» — питейной. Эта мысль, высказанная много лет назад одним из руководителей производства игрушек в нашей стране, увы, не устарела и сегодня.

Вспомним: Эрне Рубик, изобретатель знаменитого «Кубика», поначалу не ожидал такого ошеломляющего успеха своего детища. Но он сумел грамотно оценить ситуацию. Если интересуются — значит, надо поддержать интерес!

В журнале «Наука и жизнь» в течение 45 лет мне довелось вести рубрики «Психологический практикум» и «Математические досуги», где не последнее место отведено логическим играм и головоломкам, где не оставляется без внимания ни одна новая выдумка в области математических досугов. Эти публикации (в журнале они печатались в основном под псевдонимом «И. Константинов») неизменно вызывали активные отклики читателей. Настолько активные, что я могу сказать: без участия читателей эта книга вообще была бы невозможна. Эти журнальные публикации, исправленные и дополненные, теперь начинают новую жизнь в книге. Но мне не хотелось бы, чтобы она застыла как изваяние: прочитал и убрал в шкаф. В основе своей эта книга предполагает действие, а сам процесс чтения — сугубо вспомогательный, подсобный, рассчитанный на подготовку к работе над её материалами. Для одних это будет овладение правилами сборки того же кубика Рубика и тем доставит удовольствие и заполнит досуг, а другим послужит отправной точкой для удовлетворения потребности в совершении собственных маленьких открытий, навеянных поставленными вопросами и размышлениями над приводимыми ответами.

И. Лаговский



ГЛАВА 1.

МНОГОЛИКОЕ ПОЛИМИНО

1.1. Пентамино

Математики, вся профессиональная деятельность (а зачастую — и вся жизнь) которых так или иначе связана с решением различных задач, не раз «подбрасывали» широкой публике замысловатые игры и головоломки, становившиеся предметом всеобщего увлечения. К их числу относится и пентамино.

В 1953 году американский математик С. Голомб (в ту пору аспирант Гарвардского университета в Бостоне), как он пишет, «имел неосторожность выступить с докладом в математическом клубе и ввести в употребление термин «пентамино»», после чего на него обрушился «поистине неиссякаемый поток вопросов, задач, решений», так что ему пришлось беспрестанно заботиться о существовании, пополнении и развитии этой игры.

Однако выяснилось, что есть и советский изобретатель пентамино — ленинградский инженер-путеец Н. Д. Сергиевский, предложивший подобную игру ещё в 1935 году под названием «12 по 5». В 1951 году эта игра была представлена на Всесоюзном конкурсе детской игрушки и хотя, как писал мне Н. Д. Сергиевский, «премии не удостоилась, однако получила одобрение жюри».

Одобрение-то игра получила, но выпущена «в свет», увы, не была, — к сожалению, это весьма знакомая ситуация. Не было и публикаций о ней — остались одни лишь документы, подтверждающие участие в конкурсе. А жаль!

И вот сегодня эта трижды изобретённая игра стала увлечением для многих — и детей, и взрослых. Почему трижды, спросите вы? Оказывается, существует версия и о ещё более раннем



появлении этой головоломки: пентамино явилось результатом не слишком вежливых действий принца Генри — будущего короля Генриха I Младшего, сына Вильгельма Завоевателя — в отношении Людовика, дофина Франции, ставшего впоследствии королём Людовиком V Толстым. Разозлившийся принц Генри ударил Людовика шахматной доской по голове. Голова дофина осталась цела, а вот доска развалилась на 13 частей разной формы: 12 из них содержали по пять клеток и одна — четыре клетки. Факт драки незадачливых юных шахматистов, говорят, даже зафиксирован в хрониках. А вот что касается количества и формы осколков шахматной доски, об этом поведал миру в 1907 году английский сочинитель головоломок Генри Э. Дьюдени в книге «Кентерберийские головоломки», предложив сложить из этих 13 частей «целую» шахматную доску.

Любопытно, что книга Дьюдени, переведённая на русский язык только в 1979 году, многим её читателям показалась очень знакомой: почти все головоломки из неё прошли через массовые журналы начала XX века, многие игры, ставшие классическими, встречаются в книгах известных российских популяризаторов Е. И. Игнатьева, Я. И. Перельмана, Б. А. Кордемского и др., но ни в одной из них мне не попадалось это «первичное пентамино». Видимо, не оценили за рубежом его потенциальные возможности и складывали из замечательных фигурок одну лишь шахматную доску.

А сможете ли это сделать вы?

Исходные фрагменты разбитой шахматной доски приводятся на рисунке 1.1.

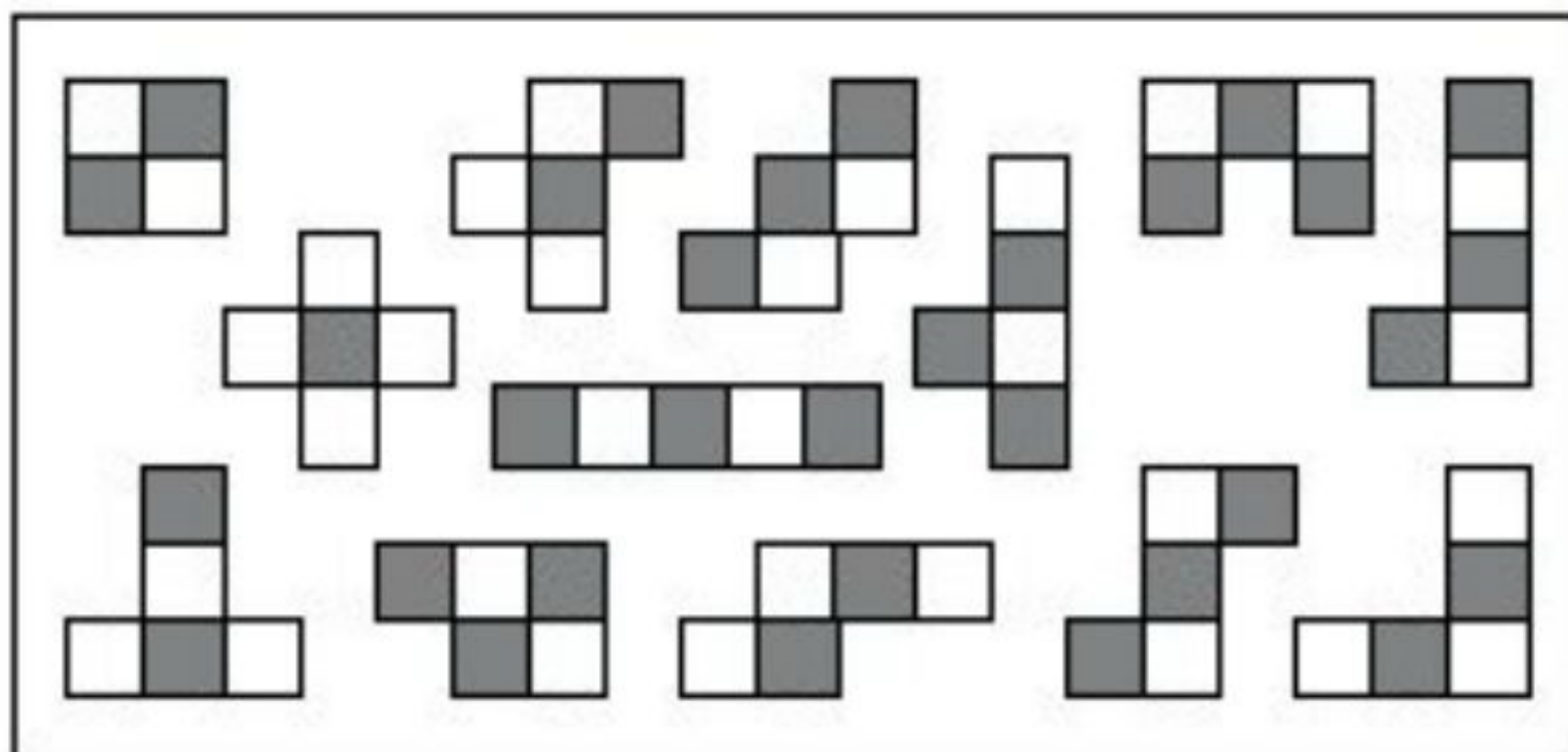


Рис. 1.1

Только не спешите заглядывать в приведённый ниже ответ, сначала попробуйте найти решение сами. Можно, например, вырезать эти фигурки из клетчатой бумаги и закрасить клеточки.

Тем, кто привык всегда и во всём полагаться на компьютер, можно порекомендовать воспользоваться средствами рисования фигур, встроенными, например, в текстовый редактор Microsoft Word.

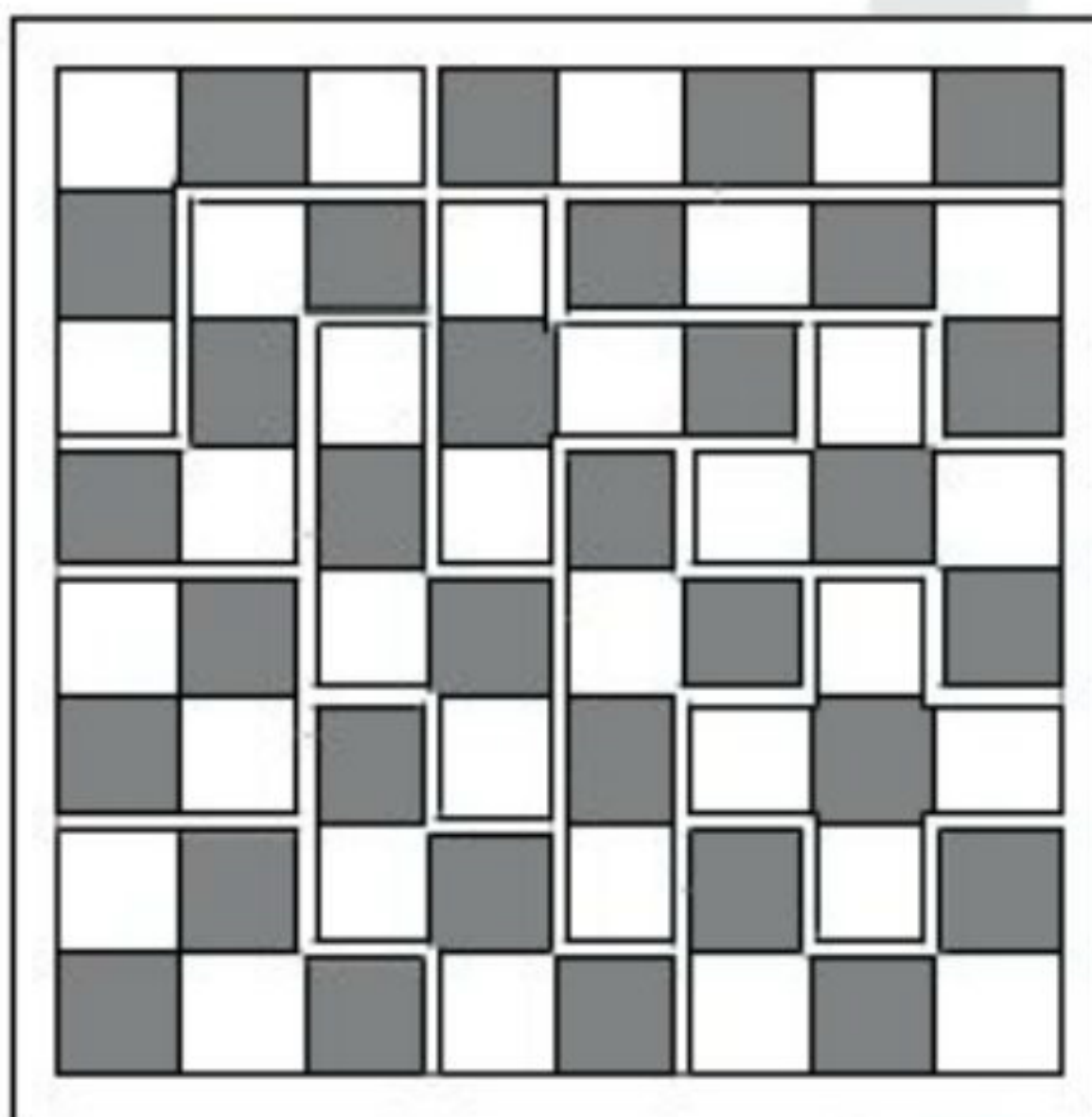
1. Воспользовавшись кнопкой  на панели Рисование, нарисуйте два квадрата: с белым и с чёрным фоном.

2. Копируя их (например, перетаскивая их мышью при удерживании нажатой клавиши Ctrl), составьте фигуры по образцу рис. 1.1 и сгруппируйте каждую из этих фигур.

Теперь, перетаскивая полученные фигуры мышью и поворачивая их (кнопка **Рисование** в панели Рисование → пункт меню Повернуть/отразить → команды Повернуть влево на 90° и Повернуть влево на 90°), можно попытаться решить головоломку.

Для этой задачи Г. Э. Дьюдени даёт следующее решение (рис. 1.2).

Рис. 1.2
Решение
Дьюдени



Спрашивается: возможно ли иное решение, с другим расположением тех же частей? Да, возможно, утверждает читатель «Науки и жизни» Владимир Красноухов и предлагает ещё три варианта решения этой задачи (рис. 1.3).

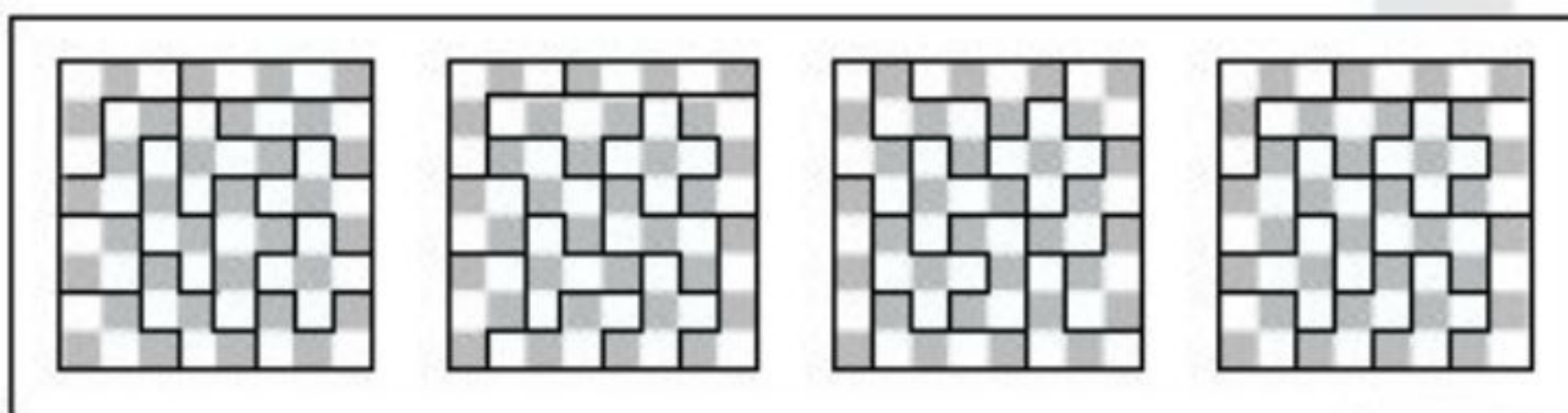


Рис. 1.3

Однако вернёмся к нашему пентамино. Очевидно, эта головоломка гораздо шире, чем простое складывание клетчатого квадрата, тем более что вовсе не обязательно, чтобы фигуры состояли каждая именно из пяти клеток и даже чтобы они были плоскими!

Представляя российскому читателю книгу С. Голомба «Полимино» (М. Мир, 1975) — первую монографию, посвящённую как представлению уже решённых задач, так и постановке новых, редактор русского издания профессор И. М. Яглом отмечал, что тема полимино — складывания фигур из набора полимино или доказательства невозможности их построения — одно время получила чуть ли не постоянную прописку в двух самых распространённых научно-популярных журналах — американском «Scientific American» и советском «Наука и жизнь» (в котором, кстати, коллекция задач пополнялась в основном за счёт писем читателей). Интерес к задачам пентамино И. М. Яглом связывает с расцветом комбинаторики и проблемами оптимизации, решаемыми упорядоченным перебором большого числа вариантов с помощью компьютера.

То же самое, впрочем, можно сказать и о других задачах — головоломных карточных и домино-пасьянсах, задачах на построение фигур из кубиков «сوما», пентакубиков, на построение магических числовых квадратов и кубов, «квадрирование квадратов», перекраивание фигур и т.п.

Сегодня задачи с пентамино уже вошли даже в учебники математики для школьников младших классов. Но это не означает, что все подобные задачи так просты и доступны: известно (по письмам читателей и по собственному опыту), что над решением некоторых изящных конфигураций можно просидеть и неделю, и две, пропуская мимо ушей едкие реплики домочадцев о свободном времени, которое можно было бы потратить на дела куда более практичные...

В этой главе приведены как классические задачи, так и новые, требующие геометрического воображения, сообразительности и логических рассуждений, тренирующие терпение и настойчивость в достижении цели. Мы, конечно, не предполагаем, что тетради в клеточку — необходимый атрибут при чтении этой главы — будут немедленно раскуплены во всех окрестных магазинах канцтоваров, но надеемся, что многие из вас заполнят решениями и самостоятельно придуманными красивыми задачами далеко не одну тонкую школьную, а может быть, и об-

щую тетрадь. Причём вполне возможно, что вы будете сидеть над какой-нибудь фигурой целую неделю, а соседский мальчик, которому вы наконец решите похвастаться своим решением, сложит эту фигуру за несколько минут. Или наоборот.

Задачи пентамино привлекают и даже, можно сказать, привораживают. Они одинаково интересны и доступны и академику, и школьнику.

Головоломка «Пентамино» есть в продаже (по крайней мере, в московских магазинах игрушек), но её несложно сделать и самому из картона или пластика. Пентамино (рис. 1.4) состоит из 12 элементов различной конфигурации, в каждом из которых 5 элементарных квадратиков (отсюда и название: «пента» — пять). Это — полный набор из всех возможных фигур. Никаких других элементов, состоящих из 5 квадратиков, составить нельзя. Из этих 12 элементов 6 симметричны и при переворачивании не меняют своей конфигурации. Другие 6 элементов асимметричны и при переворачивании превращаются в свои «зеркальные отражения». Для удобства каждой из 12 фигур присвоено название в виде одной или пары латинских букв — соответственно форме каждой фигуры (см. рис. 1.4). При решении задач элементы пентамино можно укладывать как одной, так и другой стороной.

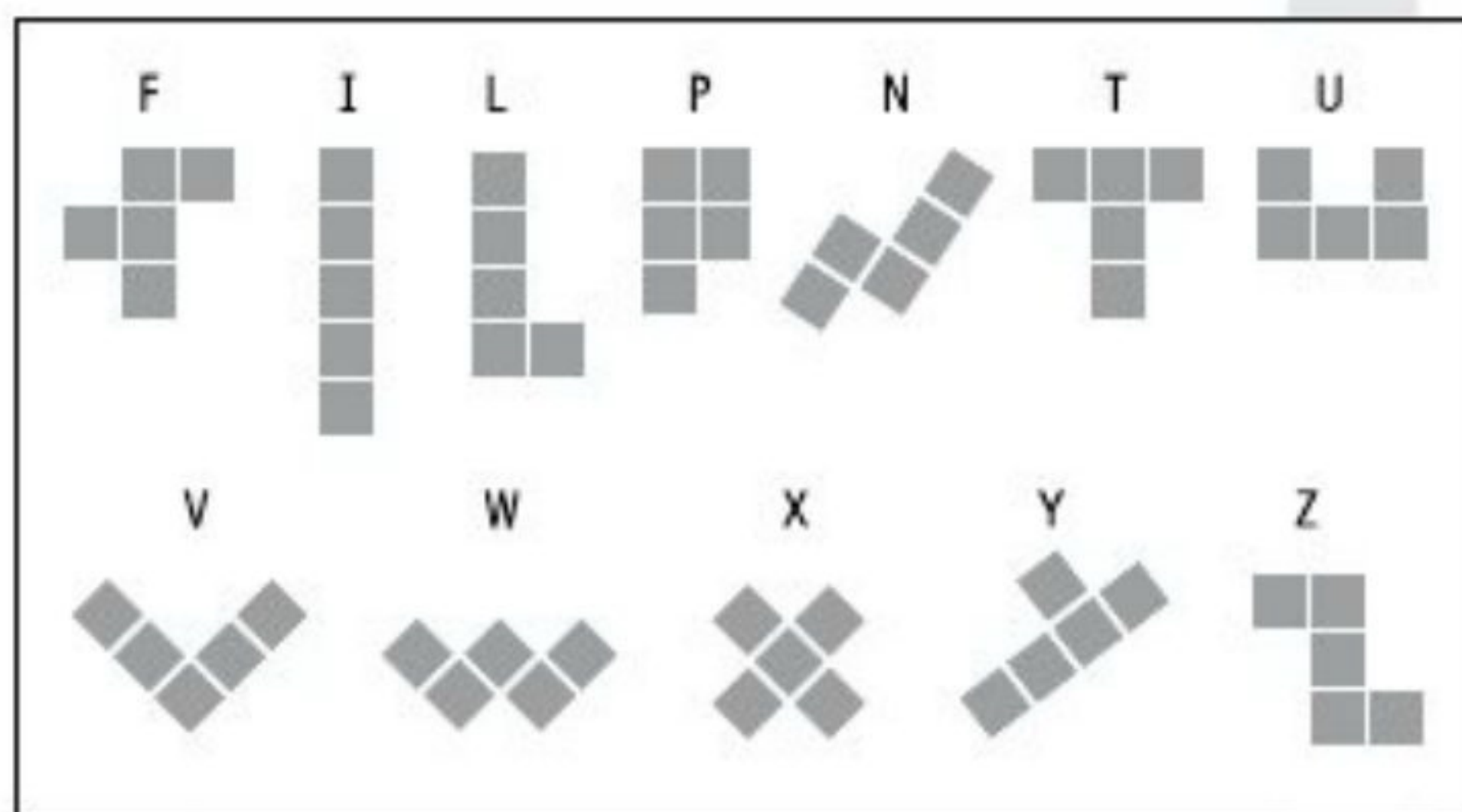



Рис. 1.4

Чтобы реализовать головоломку «Пентамино» на компьютере, можно воспользоваться текстовым редактором Microsoft Word либо редактором презентаций Microsoft PowerPoint, а если вы предпочитаете свободное ПО, — текстовым редактором OpenOffice.org Writer или редактором презентаций OpenOffice.org Impress.

Воспользовавшись кнопкой  на панели Рисование, нарисуйте квадратик (чтобы получить правильную геометрическую фигуру, нужно во время её рисования удерживать нажатой клавишу Shift). Выберите для него серый цвет линии границы и чёрный цвет фона.

Копируя исходный квадратик (перетаскиванием мышью при нажатой клавише Ctrl), составьте из его копий фигуры полимино по образцу рис. 1.4 и сгруппируйте каждую фигуру.

Теперь вы можете решать задачи, перетаскивая получившиеся фигуры мышью, поворачивая их (кнопка **Рисование** в панели Рисование → пункт меню Повернуть/отразить → команды Повернуть влево на 90° и Повернуть влево на 90°), а также выполняя их зеркальное отражение, что аналогично укладыванию фигур другой стороной (кнопка **Рисование** в панели Рисование → пункт меню Повернуть/отразить → команды Отразить слева направо и Отразить сверху вниз).

А теперь перейдём к задачам.

Для начала рассмотрим несколько «классических» задач на построение простых геометрических конфигураций. Прежде всего, это задачи о прямоугольниках.

ПРОСТАЯ ГЕОМЕТРИЯ

1 Из 12 элементов пентамино сложите прямоугольник размерами 6×10.

Если вы захотите нарисовать все возможные варианты решения этой задачи, то вам потребуется довольно объёмистая тетрадь в клетку: профессор С. Х. Эзелгроув из Манчестера подсчитал с помощью компьютера, что данная задача имеет 2339

различных решений. Ничем себя не ограничивая, попробуйте найти хотя бы одно из них.

Конечно, интереснее решать эту задачу, если имеются те или иные ограничения (см. ниже). Некоторые читатели, впрочем, склонны считать эти дополнительные условия не ограничениями, а подсказкой. Так ли это — определите сами.

- 2** Постройте прямоугольник размерами 6×10 так, чтобы каждый из составляющих его элементов хотя бы одной стороной выходил на границу этого прямоугольника.
- 3** Постройте прямоугольник размерами 6×10 так, чтобы только элемент I (полоса 1×5) не выходил на границу прямоугольника.
- 4** Из 12 элементов пентамино сложите прямоугольник размерами 5×12 .
- 5** Из тех же элементов сложите прямоугольник размерами 4×15 .
- 6** Прямоугольник размерами 3×20 можно построить всего двумя способами. Несмотря на это, данная задача гораздо проще укладки прямоугольника 6×10 , так как здесь расположение многих элементов (если поразмыслить) предопределено заранее.
- 7** Постройте прямоугольник размерами 6×10 (или 5×12), состоящий из двух прямоугольников 5×6 (рис. 1.5).

Рис. 1.5

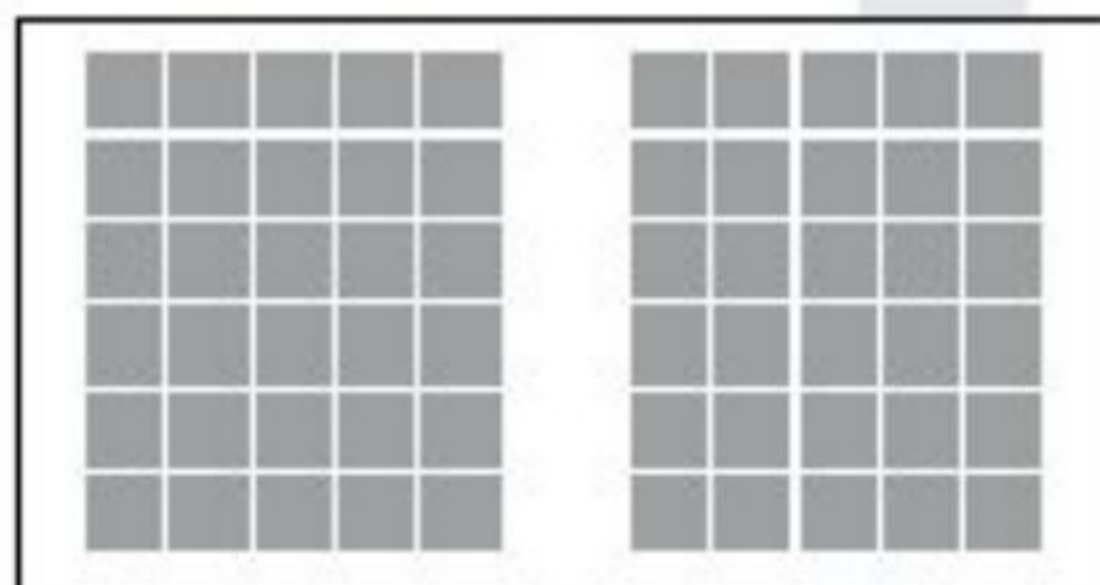




Рис. 1.6

- 8** Постройте прямоугольник размерами 21×3 с тремя симметрично расположенными отверстиями (рис. 1.6).
- 9** Из 11 элементов пентамино можно сложить прямоугольник размерами 5×11 . Двенадцатый элемент при этом останется «за бортом» (в нашем примере на рис. 1.7 это фигура Z). Попробуйте сложить несколько таких прямоугольников, оставляя каждый раз неиспользованными разные элементы.

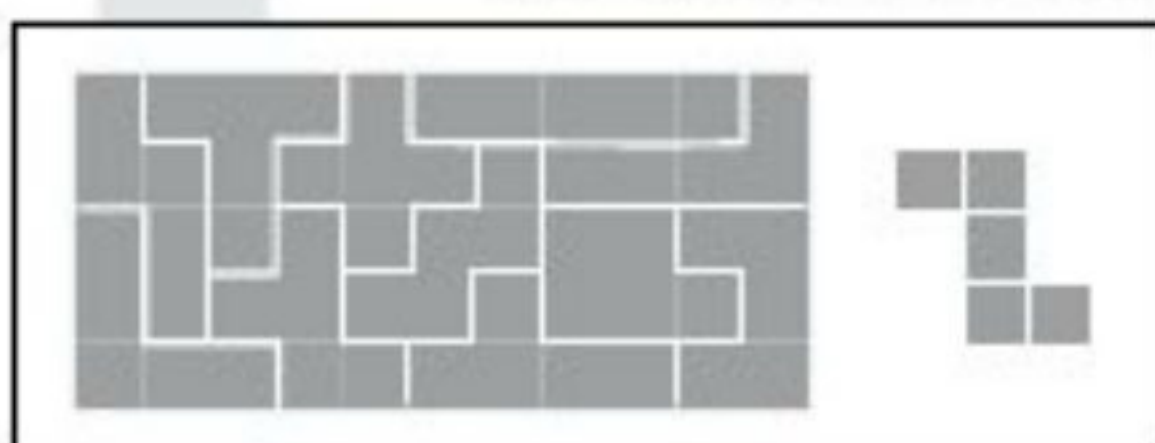


Рис. 1.7

Интересно, что в процессе подготовки задач этой серии нам больше всего пришлось повозиться с элементом P — самым компактным из всей дюжины.

- 10** Из 12 элементов пентамино сложите прямоугольник размерами 5×13 так, чтобы внутри прямоугольника (в его центральной части) образовалось отверстие в форме одного из 12 элементов (в нашем примере на рис. 1.8 это фигура Z). Как и в предыдущей задаче, попробуйте сложить несколько таких



Рис. 1.8

прямоугольников с отверстиями в форме разных элементов.

11 Уложите 12 элементов пентамино на поле прямоугольника размерами 7×9 .

При этом не обязательно, чтобы элементы пентамино занимали всю площадь прямоугольника, — в нём могут быть отверстия различных форм и размеров (одно или более), а также может отсутствовать по одной клеточке по углам.

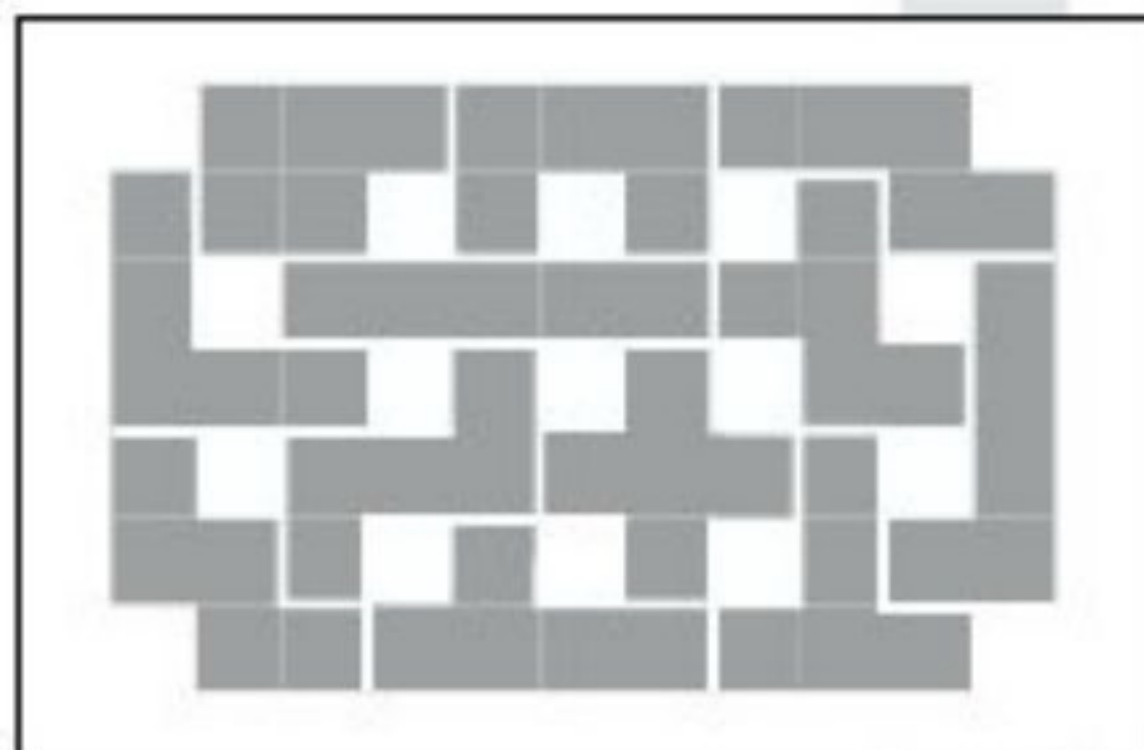
12 Уложите 12 элементов пентамино на поле прямоугольника размерами 10×7 .

Как и в предыдущей задаче, элементы пентамино не обязательно должны занимать всю площадь прямоугольника.

13 Постройте из 12 элементов пентамино фигуры с единичными симметрично расположенными отверстиями на поле прямоугольников размерами 6×11 , 5×14 и 5×13 .

14 Изящную фигуру с 13-ю окнами 1×1 (или, если хотите, прямоугольник 11×7 с 17-ю окнами 1×1 — рис. 1.9) требуется сложить двумя способами.

Рис. 1.9

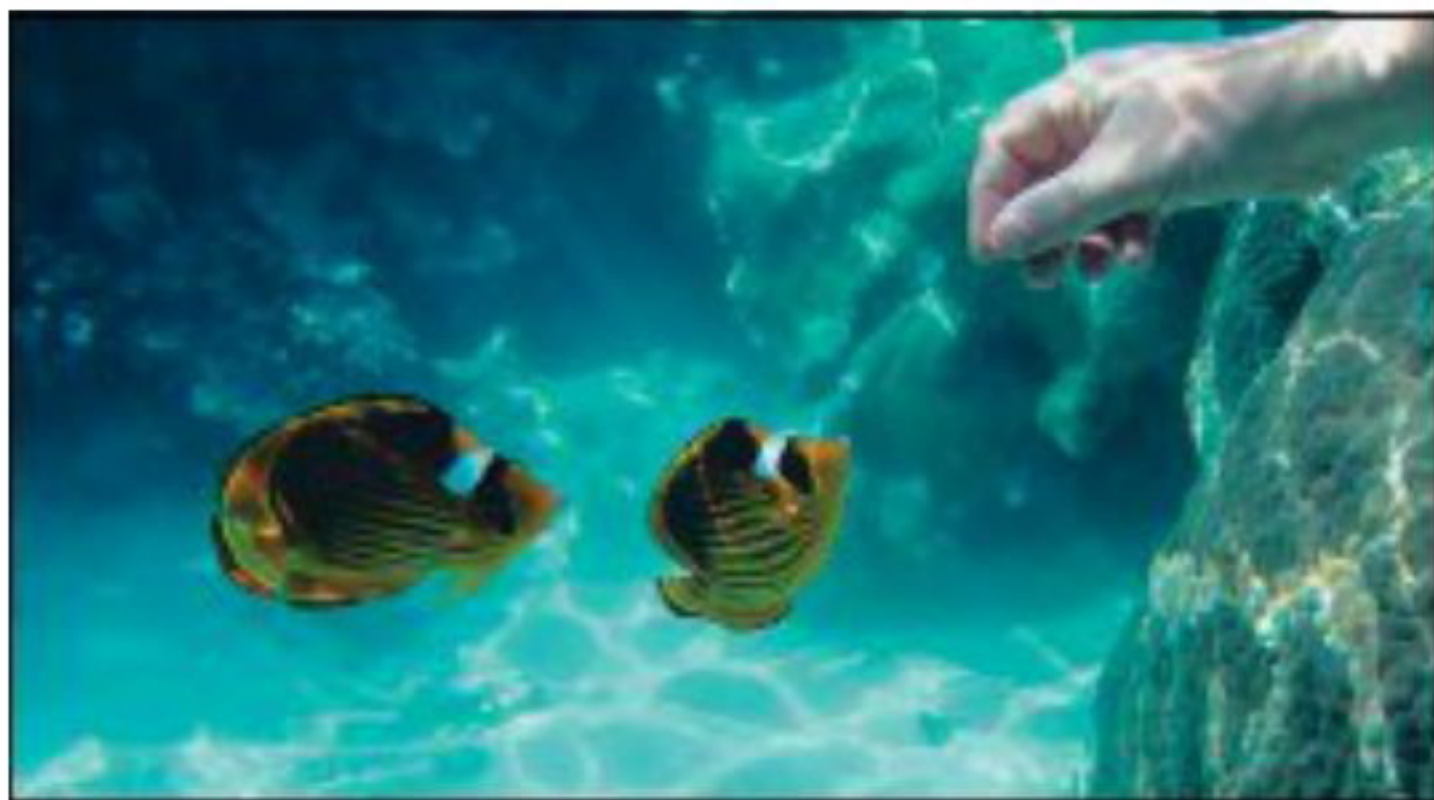




Императорский помакант — крупный «морской ангел». Обычно эта рыба солидно и неторопливо плавает вдоль рифа на глубине 3—8 м, но иногда выплывает на поверхность покрасоваться перед объективом.

● ЧЕЛОВЕК С ФОТОАППАРАТОМ

« БАБОЧКИ »



На 2350 км с севера на юг протянулось Красное море, внутреннее море Индийского океана. Своими водами оно заполняет тектонический разлом между двумя материками — Евразией и Африкой и едва достигает 350 км в самой широкой части. Замкнутый в столь тесных границах сложившийся подводный биоценоз за миллионы лет приспособления и отбора приобрёл только ему присущие эндемичные виды. Более 20% представителей флоры и фауны встречаются здесь и нигде более. Жизнь большинства беспозвоночных моллюсков,

Наиболее привычная для рифов Шарм-эль-Шейха нитепёрая рыба-бабочка «порхает» по рифу в поисках пищи.

Полосатые рыбы-бабочки собираются стаями, если слегка пощёлкать пальцами под водой. Звуки воспринимаются рыбой как приглашение отобедать.



Королевская рыба-ангел запоминается с первого взгляда. Она не особо осторожничает и высовывает любопытный нос из-под укрытия через 5—10 секунд после того, как, казалось, уплывает от человека.

САДОВ НЕПТУНА

Кандидат биологических наук
Татьяна ИЛЬИНА.
Фото автора.

морских ежей, губок, червей протекает на рифах рядом с «неживыми» животными — кораллами. Одноклеточные водоросли, размножающиеся в гигантских колониях, служат основной пищей для всех обитающих организмов. Высокая среднегодовая температура воды — на больших глубинах она постоянно держится на показателе 27 градусов — способствует активному размножению морских растений и росту полипов. Ими питается и большинство коралловых рыбок, которые в свою очередь становятся пищей для более крупных хищников.



Рыжеголовая рыба-бабочка. Несмотря на небольшие размеры (длина — до 12 см), заострённым ртом с щетинками рыба способна откусывать полипы от коралла.

Красноспинные рыбы-бабочки стремительно переплывают дружной парочкой с одной друзья красочного коралла на другую.



Глубина залегания коралловых массивов у берегов всего 60—100 м, но именно здесь, в бирюзовых прогреваемых водах, живут обитатели неповторимых садов Нептуна. Многие виды «привязаны» к определённому кораллу и не удаляются далеко от своей территории, размножаясь в строго облюбованном месте.

Самых ярких в окраске рыбок тёплых морей окрестили «бабочками». Зоологи относят их к семейству Щетинозубых (*Chaetodontidae*), насчитывающему примерно 160 видов, причём семь из них эндемичны для Красного моря. Довольно мелкие (6—30 см в длину) представители этого семейства имеют заметно выступающий рот с щетинками внутри, отсюда и их название (от греч. *heta* — щетина и *odontus* — зуб). По строению зубов с ними схожи представители семейства Помакантовых (*Pomacanthidae* — от греч. *poma* — крышка и *acanthus* — шип) — у этих не менее красочных и необычных красноморских рыб большой шип на костной пластинке жабер. Некоторые из них бывают гораздо крупнее рыб-бабочек и достигают в длину 60—70 см. Самки у помакантов могут превращаться в самцов. Окраска изменившей пол рыбы при этом не меняется, но вот молодёжь до достижения возраста полового созревания разительно отличается от взрослых особей. Заметив на рифе чёрно-синюю рыбу с концентрическими кругами на теле, ни за что не догадаешься, что это детёныш «морского ангела» — так иначе называют поразительных по красоте вальяжных императорских помакантов.

Красноморская кабука — эндемичный вид, часто встречающийся у коралловых стенок. Большие стаи из десятков рыб можно наблюдать на привычном месте около знакомого рифа из года в год.



Линейная рыба-бабочка с деловым видом спешит по своим неотложным делам над самой поверхностью рифа. За ней всегда следует другая, в точности повторяя маршрут первой. Тонким ртом рыбка (длиной до 30 см) отрывает полипы, анемоны и беспозвоночных, закусывая ими на ходу.

Полумасковые рыбы-бабочки безропотно и почти неподвижно позируют в толще воды. Держатся всегда вместе, образуя прочные супружеские пары на всю свою рыбью жизнь.





Шевронная рыба-бабочка с паркетной бело-чёрной раскраской смотрится гораздо бледнее многих других видов и реже попадает в кадр. Заострённым носиком, как пинцетом, рыбка чистит слизь с поверхности кораллов и отрывает полипы весь световой день, лишь на ночь застывая в нирване где-нибудь в тёмной глубине рифовой многоэтажки.

Черноспинная рыба-бабочка — распространённый мелкий вид (длиной до 15 см), предпочитающий селиться в зарослях ветвистых кораллов. Обычно две-три порхающие вместе жёлто-чёрные рыбки стремятся уйти от навязчивого внимания человека, их ключие спинные плавники недовольно ершатся.



Полиповые рыбы-бабочки шустро обследуют занятую ими территорию ярких подводных садов, старательно заглатывая попадающийся корм. Вся жизнь мелких солнечных рыбок проходит вблизи питающих их угодий.



Идеальная прозрачность водной среды (видимость от 15 до 50 м) позволяет в мельчайших подробностях наблюдать переливающихся красками рыбок и сфотографировать с помощью простого фотоаппарата тех, что кормятся на поверхности рифов или словно висят на небольшой глубине воды. Вполне подходят для этой цели автоматические подводные «мыльницы» с разрешением 5—8 мегапикселей. Режим выставляют на показатель глубины 3—5 м и при попадании рыбки в рамку следят за ней, приближая или удаляя объект съёмки зумом фотоаппарата. Как только живность перестаёт активно двигаться, нажимают на спуск, держа фотоаппарат в зафиксированной позиции. Суетливая подвижность радужных красавиц требует некоторого навыка зависания с фотоаппаратом в вытянутых руках, что, впрочем, совсем несложно из-за повышенной плотности воды в Красном море. Солёность её достигает 38—42 промилле при известной средней общеокеанической 35 промилле. Повышенное содержание солей, в частности NaCl, по которому берётся этот показатель, обусловлено географическим положением «внутреннего» моря.

На представленных фотографиях — наиболее яркие и часто встречающиеся рыбки, которых удалось захватить «глазом» фотоаппарата. Разнообразие цветов самых запоминающихся обитателей коралловых рифов поражает воображение любого, сумевшего заглянуть в толщу морской воды.

Здравствуйте. Мне нужно узнать происхождение фамилии Чилингаров, но не могу найти.

Артур Чилингаров.

ЧИЛИНГАРОВ

Фамилия **Чилингаров** напоминает о профессии предка, который, вероятно, был неплохим мастером, ремесленником, занимавшимся изготовлением различных изделий из металла и их починкой. Эта профессия сегодня носит название *слесарь* (оно пришло в русский язык из немецкого языка через польский). А например, в армянских говорах название этой профессии имело два варианта произношения — *чилингар* и более распространённое *чилингир*. Все они сохранились в основах таких фамилий, как **Чилингирян** и **Чилингарян**, а также в оформленных по общероссийской традиции суффиксом *-ов*: **Чилингиров** и **Чилингаров**. Известны и такие варианты, как **Чилингарьян**, **Чилингорьян** и **Чилингорьянц**.

Популярность формы прозвища *Чилингир* связана с тем, что именно так произносилось название этой профессии в турецком языке, из которого и было заимствовано армянами, проживавшими в землях Османской империи.

Кстати, в форме *чилингар* это заимствованное профессиональное прозвище произносилось не только у армян. Об этом напоминает существование грузинской фамилии **Чилингарашвили** и греческой **Чилингари**ди. Поэтому не станем утверждать, что фамилия **Чилингаров** могла возникнуть только в армянской среде; это можно выяснить лишь при генеалогических исследованиях.

Расскажите, пожалуйста, о корнях моей фамилии. Предки жили в Рязанской области с середины XIX века.

Пётр Ляушкин.

ЛЯУШКИН

ЛяУх, ЛяУша, ЛяУшка — редкие диалектные формы крестильных имён **Леон** и **Леонтий**. Первое из них — имя **Леон** (в переводе с древнегреческого означает «лев») было на Руси довольно редким, а в современных святцах и вовсе отсутствует (это связано с церковной реформой XIX столетия, когда православный именник был заметно сокращён из-за накопившихся за столетия неточностей). Более распространённым было имя **Леонтий**, означающее «львиный». В святцы это имя включено в честь носивших его святых, дни памяти которых отмечаются 20 раз в году.

Такое произношение было характерно, например, для части рязанских говоров, которым свойственно сильное яканье.

А «выпадение» звука в этой позиции известно во многих русских диалектах: *певун* — *пеун*, *девушка* — *деушка* и т.д. Сегодня география этой фамилии более широка: фамилия известна, например, в Нижегородской и Самарской областях (вероятно, среди потомков — выходцев с Рязанщины). Но всюду очень редка. От другой (более «прозрачной») формы этих имён — *Леушка* — был образован и более распространённый вариант записи фамилии — **Леушкин**. Вот, например, в грамотах по Тверскому уезду в 1539 году упомянуты крестьяне *Нуфрейко* и *Леушка* (практически все их земляки в этой грамоте записаны под своими церковными именами; имя *Нуфрейко* — обиходная форма имени **Онуфрий**, поэтому, скорее всего, и имя *Леушка* здесь — форма крестильного имени).

Впрочем, нельзя исключать и иной источник. Дело в том, что фамилия **Леушкин** в некоторых случаях восходит и к диалектной форме прозвища *Левша* (кстати, в форме *Левша* в старину употреблялись и имена **Леон** и **Леонтий**) — *Леушка*. Произношение этого прозвища в форме *ЛеухА* и *ЛеушА* (ударение падает на последний слог) известно, например, в пермских говорах. Возможно, ранее встречалось оно и в других диалектах. Разумеется, в рязанских землях это имя, прозвище коренного жителя или новосёла, прибывшего из мест, где бытовало такое прозвище, произносилось на

свой манер — *ЛяУшка*. А перенос ударения на первый слог произошёл позднее, уже в самой фамилии.

Давно хотела обратиться с просьбой. Фамилия моей свекрови Сусерова. Никак не можем найти корни и значение этого слова. Помогите, пожалуйста.

Ирина Клыкова.

СУСЕРОВ

В русском языке не существовало имени или прозвища, которое произносилось бы как *Сусер*. Тем не менее фамилия **Сусеров** известна среди жителей центральных земель европейской части России. Она могла возникнуть в результате изменения звучания более распространённых семейных прозваний — *Сусаров* и *Сусоров* или напрямую от имён *Сусар* и *Сусор*, что связано с безударным положением второй гласной (оба имени произносились как *Суср*). Подобные изменения известны и в других фамилиях (*Балакирев*, *Балакарев*, *Балакерев*, *Балакаров*, *Балакиров* и т.п.).

А значения этих имён могли быть различными. Например, исконно русские имена-прозвища *Сусар* и *Сусор* могли указывать на человека, имевшего привычку бормотать, невнятно говорить (в северных русских говорах даже в XX веке сохранялось прозвище *Сусара*), или же на просто разговорчивого, словоохотливого и даже любившего посудачить о

делах своих земляков (в уральских говорах слово *сусор* означало «слух, сплетня», а в олонечских говорах глагол *сусорить* употреблялся в значении «болтать»).

Но существовали и другие имена с таким звучанием. Например, у жителей Поволжья и Прикамья имя *Сусар* могло восходить к омонимичному тюркскому имени, означавшему «куница». И наконец, в форме *Сусара* известно употребление в русских говорах церковного имени *Сосандр*. Это древнегреческое имя состоит из двух основ: *сос* («здоровый, невредимый») или *соз* («спасать») и *андр* («мужчина»). В современных святцах такое имя отсутствует, но в прошлом ежегодно 18 мая отмечался день памяти святого *Сосандра Анкирского*.

Учёными отмечено, что произносили имя *Сусара* с ударением на второй слог — *Сусára*. Огромное число древних обиходных форм церковных имён ныне не известны. Поэтому нельзя исключать того, что существовала и форма *Сусар*.

Хотелось бы узнать о происхождении моей фамилии. Отец — выходец из Закарпатья.

*Михаил Плискиа
(Москва).*

ПЛИСКА

Фамилия **Плискиа** образована от нецерковного имени родоначальника. Плиской в украинских говорах и сегодня называют птицу трясогузку. Разумеется, как и название любой другой птицы (а «птичьи» имена были

Раздел ведёт
Владимир МАКСИМОВ,
директор Информационно-исследовательского
центра «История фамилии».

очень популярными), оно могло использоваться в качестве мирского имени: в «Реестре войска Запорожского 1649 г.» упоминается Иван Плискиа, казак Полтавского полка. Часто встречается прозвание *Плискиа* (возможно, уже фамилия) в начале XVIII века среди жителей Закарпатья. Кроме украинцев такое название широко распространено у западных и южных славян; бытовало и в белорусских говорах. Несомненно, когда-то оно было знакомо и жителям многих великорусских земель. Например, в ярославских говорах такое название трясогузки было отмечено диалектологами и в XX веке. А в других русских диалектах известны такие формы, как *плистка*, *плисица* и *плисивка*. Кстати, встречается в русском языке и иное произношение и написание этой фамилии — *Плыскиа*. Как полагают некоторые её представители, такой вариант возник исключительно из-за неправильной или, наоборот, правильной передачи звучания фамилии из украинского языка в русский. Но это не всегда так. Дело в том, что в украинских говорах действительно встречалось два варианта произношения — *Плискиа* (украинское *и* соответствует русскому *ы*) и *Пліскиа*. Поэтому появление двух вариантов записи фамилии в русском языке вполне закономерно.



● ЧЕЛОВЕК С ФОТОАППАРАТОМ

ВНИМАНИЕ: ФОТОКОНКУРС «ОТРАЖЕНИЯ»





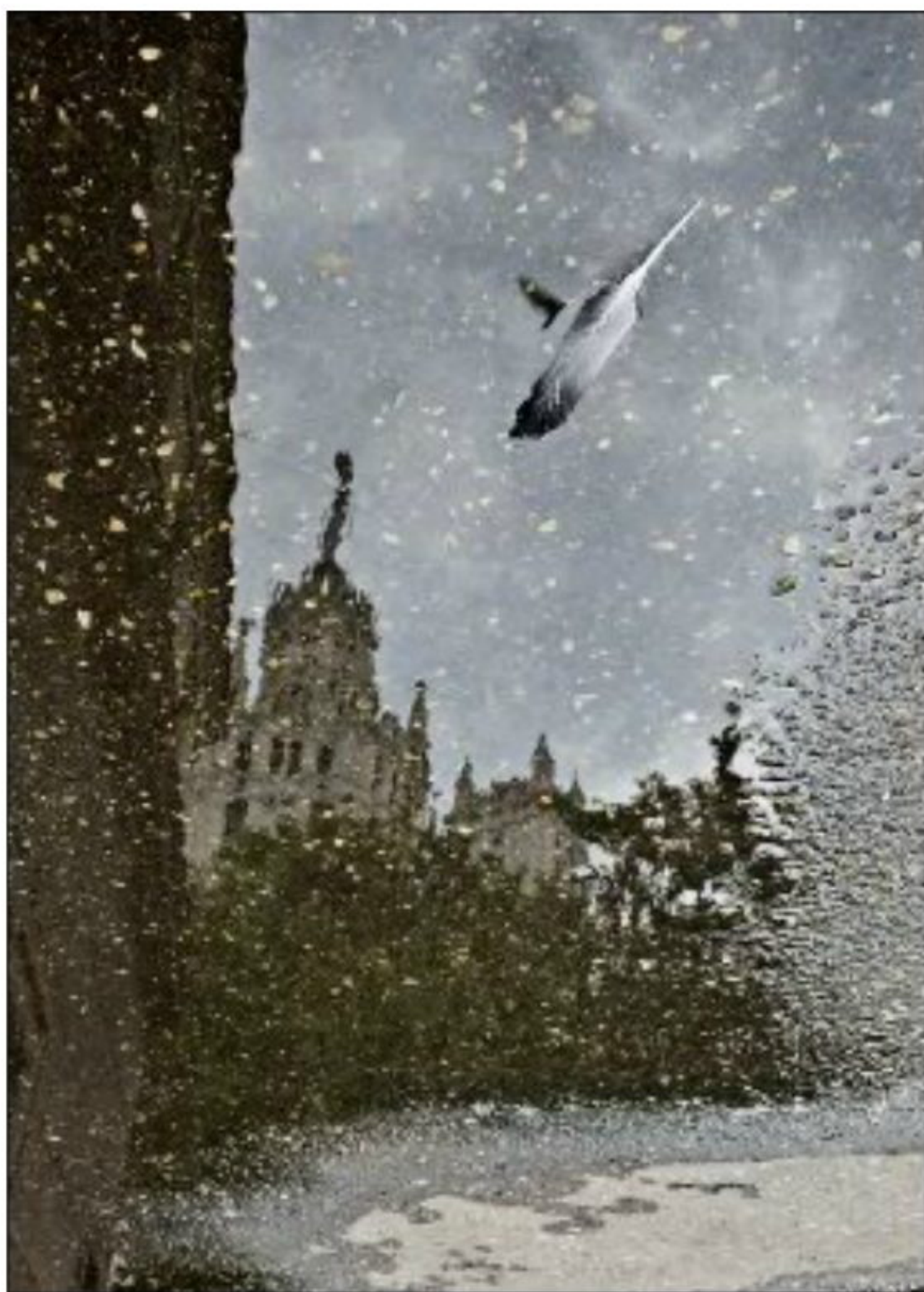
Снимки отражённых изображений иной раз вызывают улыбку — настолько неожиданным оказывается результат. А порой заставляют поломать голову: как же это получилось и что там было на самом деле? В качестве примера публикуем фотографии Людмилы Синицыной (см. также 4-ю стр. обложки).

Ищите сюжеты «по ту сторону». Снимки (не более трёх от автора) можно присылать до 1 мая 2014 года по адресу: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 24/7, стр. 1, редакция журнала «Наука и жизнь» или по электронной почте: subscribe@nkj.ru с пометкой «Фотоконкурс».

Работы будут публиковаться на сайте журнала www.nkj.ru в разделе «Конкурсы». Размещать фотографии вы можете и самостоятельно.

Лучшие снимки появятся на журнальных страницах.

Победители конкурса получат полугодовую подписку на журнал «Наука и жизнь» и книги из серии «Библиотека журнала «Наука и жизнь»».



БЕЗЛИКОЕ РУССКОЕ

Доктор исторических наук
Татьяна ПАНОВА.



Скульптурный портрет из Старой Рязани. XII век.



Андрей Боголюбский в бою и русский князь с дружиной. Прорись миниатюры Радзивилловской летописи.



Какими были люди русского Средневековья — князья и купцы, воеводы и монахи, ремесленники, их матери, жёны и сёстры?

Вглядываясь в живопись того времени — в иконы и храмовые фрески, — в рисунки средневековых рукописей, мы не найдём в них достоверных изображений персонажей русской истории. Церковные каноны не поощряли в те далёкие времена светскую живопись. Лишь в редких случаях на стенах храмов и на иконах можно увидеть запечатлёнными то киевскую княжескую семью, то семьи знатных новгородцев. Но нет никакой уверенности, что у этих изображений есть портретное сходство с конкретными людьми. Шаблонны и лишены индивидуальности и портреты, оставленные лицевыми рукописями — Радзивилловской летописью XV века и Лицевым сводом XVI столетия.

И так вплоть до конца XVII столетия.

И тем не менее вспомним о белокаменном декоре русских храмов домонгольского времени. Многие из них украшены резным орнаментом и даже лицами людей (правда, они, скорее, похожи на безликие маски). Есть, например, такие рельефные изображения на Дмитровском соборе XII века во Владимире — женские головки в основании некоторых колонок аркатурного пояса.

А вот в Рязани хранится белокаменная скульптура того же столетия, некогда, видимо, украшавшая Борисоглебский собор столицы рязанского княжества (Старой Рязани). То голова бородатого мужчины в барашковой шапке.

Перед нами — редчайший памятник древнерусского искусства, абсолютно реалистичное лицо какого-то человека той поры. Оно не несёт на себе ни малейшего отпечатка величия или гордости, присущих, скорее, облику знати. Это скульптурный портрет обыкновенного, может быть, несколько измождённого человека — об этом говорят резкие носогубные линии на его худом лице. Прост и незамысловат на нём головной убор (археологические материалы и письменные источники свидетельствуют: шапки высшей знати домонгольского времени были другие — богато украшенные мехом и нашитыми бляшками из позолоченного серебра). Примечательно и то, что портрет не абстрактен и не бездушен. Он достаточно реалистичен.

СРЕДНЕВЕКОВЬЕ...

Кто этот человек? Есть версия, что портрет изображает зодчего, строившего храм в Старой Рязани. Сегодня мы знаем лишь ещё один пример подобного рода, когда портрет зодчего был включён в систему украшения постройки, — это полурельефная голова на северной стене Грановитой палаты в Московском Кремле (её проект разработали итальянские зодчие в 1490-е годы). Возможно, подобные изображения в древнерусской архитектуре встречались, но время не пощадило многие памятники Средневековья.

Однако об облике людей русской средневековой истории мы больше судим по сохранившимся записям. И действительно, изучая письменные источники того времени — летописи, отчёты иноземных послов и дневники путешественников, побывавших в России в XV—XVII веках, — нет-нет да и встретишь на их страницах как общие отзывы о физическом облике русских, так и сведения о характере и внешнем виде конкретных лиц. К счастью, словесный портрет — изобретение не только юриста Альфреда Бертильона или полицейских XIX века. Он появился гораздо раньше, хотя и не был столь тщательно разработан.

Когда-то в студенческие годы мне пришлось познакомиться с «Путешествием Ибн-Фадлана на Волгу» — произведением араба, жившего в X веке. Оно рассказывает о поездке автора к волжским болгарам (его путь прошёл через Бухару и Хорезм). Там он встретил русских купцов и, общаясь с ними, имел возможность наблюдать за их характером и бытом. Этот документ всегда интересовал историков тем, что в нём отражены языческие верования славян, ещё не принявших христианство.

Интересна в «Путешествии...» и общая характеристика физического облика русских. Она довольно эмоциональна: «Я видел русов, когда они прибыли по своим торговым делам и расположились <высадились> на реке Атиль. И я не видел <людей> с более совершенными телами, чем они. Они подобны пальмам, румяны, красны» (Воскресенская летопись // РЛ, т. 2. — Рязань, 1998, с. 489). Характеристика вполне лестная.

А есть ли какие-либо сведения такого рода об отдельных исторических персонажах? И одним из первых на память приходит тмутараканский князь первой половины XI столетия Мстислав, сын киевского князя Владимира Красное Солнышко. В 1036 году Мстислав скончался, и летописец так на-



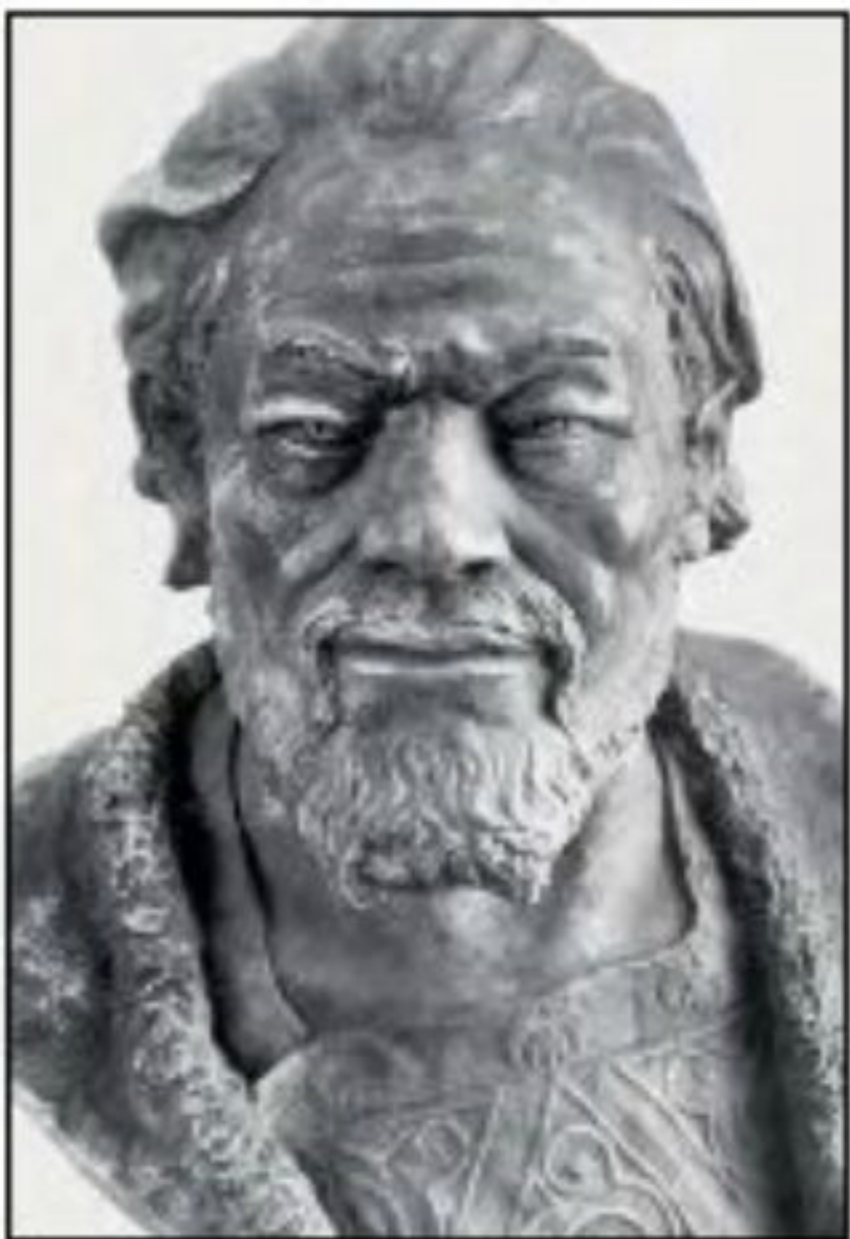
На миниатюре из Лицевого летописного свода запечатлён момент убийства Андрея Боголюбского боярами-заговорщиками.

писал о нём: «Дебел телом, чермен лицом, великыма очима, храбр на рати, милостив, любяше дружину по великому, именья не щадяше ни питья ни еденья браняше» (Лаврентьевская летопись // ПСРЛ, т. 1. — М., 1997, стб. 150). Если перевести эту запись на современный язык, князь Мстислав был довольно упитан (дебел), точнее — даже толст, с румяным лицом, на котором выделялись большие глаза. Хронист отметил и особую заботу князя о своей дружине, которую он не ограничивал ни в питье, ни в еде (что вполне объяснимо: воины — опора и защита князя не только в бою, но и в жизни).

Правда, даже такая краткая характеристика облика русского князя — большая редкость на страницах летописей, сообщающих о событиях XI века, как, впрочем, и последующих столетий.

Или другой случай. 1175 год стал последним в жизни владими́ро-суздальского

● ИСТОРИЧЕСКИЕ ПОРТРЕТЫ



Реконструкция облика Андрея Боголюбского по черепу, проведённая антропологом М. М. Герасимовым, даёт возможность увидеть сегодня портрет человека, жившего в XII веке.



Череп князя, извлечённый из захоронения, несёт на себе следы полученных ран.

князя Андрея Боголюбского, сына Юрия Долгорукого и внука киевского князя Владимира Мономаха. Князь Андрей Юрьевич погиб от рук заговорщиков из среды местной знати. В русских хрониках эта кровавая история изложена достаточно подробно. При этом в них, к сожалению, нет даже подобия словесного портрета главного героя рассказа — погибшего князя. И вдруг, спустя века, он неожиданно всплывает на страницах «Истории Российской» В. Н. Татищева — историка и общественного деятеля первой половины XVIII века (он жил в 1686—1750 годы). Князь Андрей предстаёт со страниц его «Истории...» таким: «Ростом был невелик, но широк и силен велми, власы чермные, кудрявы, лоб высокий, очи велики и светлы. Жил 63 года» (Татищев В. Н. История Российская, т. III. — М.-Л., 1964, с. 105).

Откуда Татищев почерпнул сведения об облике князя Андрея? Неизвестно. Возможно, из некой летописи, которая не дошла до наших дней: много важных письменных документов погибало во время многочисленных пожаров Москвы или, например, во время нашествия Наполеона. И всё же отсутствие источника даёт основание относиться к сей информации с недоверием. Так, в частности, считал и историк Н. М. Карамзин.

И тем не менее сегодня мы уже точно знаем, как выглядел князь Андрей Юрьевич, получивший прозвище Боголюбский. Ещё в 1941 году известный российский антрополог М. М. Герасимов реконструировал по черепу его облик. Этот скульптурный портрет, несомненно, более полно отвечает истинному облику князя Андрея и демонстрирует то, о чём умалчал (вернее, не знал) Татищев. Прежде всего, реконструкция выявила явные монголоидные черты в лице Андрея. И это объяснимо. Его матерью была половецкая княжна, дочь хана Аепы и внука хана Осеня (Асиня), на которой первым браком был женат князь Юрий Долгорукий. При таких смешанных браках монголоидные признаки, как правило, проявляются в потомстве.

Изучая во второй половине 1930-х годов останки Андрея Боголюбского, антропологи получили важную информацию как о жизни своего героя (выявили врождённые патологии его тела и прижизненные ранения), так и о его трагической гибели от рук заговорщиков (следы ранений показали, что от них князь сразу же скончался).

Нашли историки объяснение и гордому, решительному нраву Андрея Юрьевича. Из-за врождённого костного срастания второго и третьего шейных позвонков он с годами почти перестал сгибать шею. А из-за некой специфичности эндокринной системы князь, видимо, отличался возбудимостью и вспыльчивостью (Герасимовы М. М. и К. М. Михаил Герасимов: я ищу лица. — М., 2007).

Кстати, изучая костные останки Андрея Боголюбского, учёные не подтвердили портрет, составленный в своё время В. Н. Татищевым. Князь был не малого, а среднего роста (170 см) и имел так называемое грацильное телосложение (грацильность — психофизическая характеристика человека довольно хрупкого телосложения). Но хорошо известно, что князь всегда отважно сражался, причём в ближнем контактном бою. Как писали хронисты, составители летописей, «мужество же и ум в нём живяше». Правда, они же отмечали

и бесшабашность князя Боголюбского в боях, из-за чего он не раз подвергал свою жизнь опасности — вот и подтверждение особенностей эндокринной системы. Об этом же свидетельствуют и следы старых травм, обнаруженные на его костях.

Анализ состояния скелета князя Андрея позволил исследователям сделать такой вывод: его костный (или физиологический) возраст не совпадал с так называемым паспортным. Боголюбский выглядел моложе своих лет и в 63 года оказался достаточно силён, чтобы успешно обороняться в момент ночного нападения заговорщиков.

Как видим, натурные исследования останков Андрея Боголюбского и воспроизведённый по черепу его портрет дали возможность не только увидеть лицо человека, жившего в XII столетии, но и понять многие обстоятельства его жизни и даже определить тип оружия, которое оставило следы повреждений на его скелете.

Переместимся, однако, в век XIV. И здесь мы неожиданно сталкиваемся со словесным портретом самого простого, рядового жителя Москвы. Редчайший случай такого описания связан с не менее редкой находкой, сделанной в Кремле в 1843 году. При строительстве ледников для нового царского дворца (знаменитого ныне Большого Кремлёвского) в земле обнаружили металлический кувшин, в котором лежали грамоты XIV века — бумажные и пергаменные — 21 предмет. Уникальные артефакты!

Среди документов был небольшой, криво обрезанный листок пергамена с коротким описанием внешности человека по имени Никита. Указания на особые приметы заставляют предположить, что его по каким-то причинам разыскивали. Возможно, он совершил серьёзный проступок, коль для записи об этом человеке использовали кусочек дорогостоящего тогда привозного писчего материала. Но этого мы, видимо, не узнаем уже никогда. Удивительно другое: имя и словесный портрет древнего и совсем неименитого москвича теперь останутся на века в нашей истории.

Привожу его приметы, сохраняя оригинальный порядок размещения текста по строкам:

«Микита
плешив
бородат
швец-портной.
Бородавица на
правом лици.
Пятно оу него
в косици».

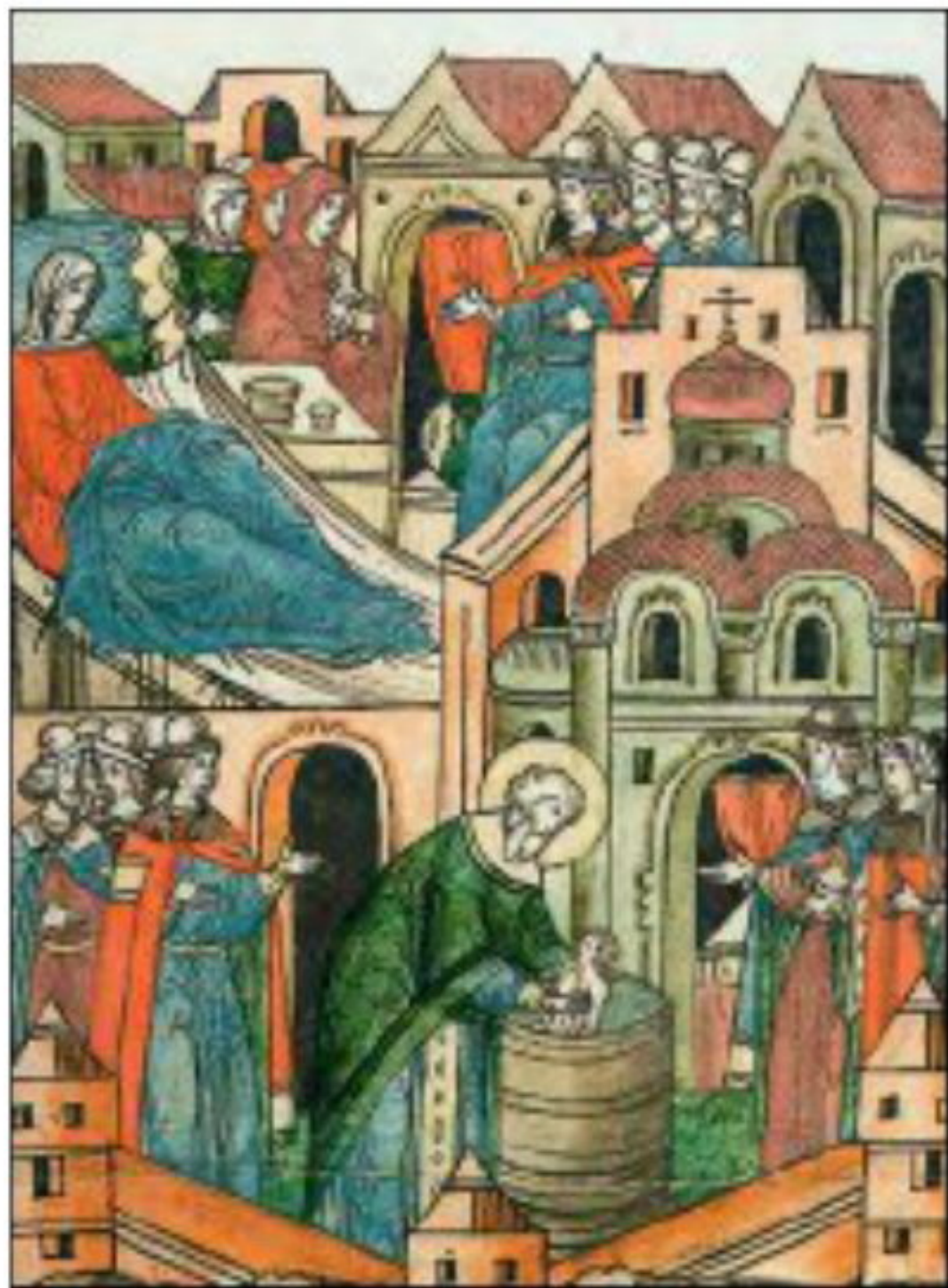


Великий князь Дмитрий Донской. Миниатюра из Лицевого летописного свода.

И встаёт перед глазами человек с бородой, но лысоватый, с бородавкой на правой щеке и, видимо, с седым клоком в остатках волос. Удалось ли в то время по приведённым приметам найти этого портного Никиту с довольно колоритной внешностью? Неизвестно. Как сложилась его судьба? Тоже неизвестно.

Иное дело — жизнь и деяния жившего тогда же, во второй половине XIV столетия, великого московского князя Дмитрия Ивановича, получившего после Куликовской битвы 1380 года прозвище Донской. Храбрый воин, любивший битвы и походы, но равнодушный к «книжной премудрости»,

Миниатюра Радзивилловской летописи свидетельствует о рождении очередного ребёнка у Дмитрия Донского.





Портрет Ивана III из книги А. Теве.

на излишний вес — «тяжек» — и большой живот — «чреват велми». А это не говорит о хорошем здоровье совсем ещё не старого человека. И действительно, князь Дмитрий Иванович умер на 38-м году жизни, вполне возможно, из-за проблем с сердцем. Сказались трудные боевые походы, сложные и нервные поездки в Орду, а также избыточный вес. Было бы очень интересно восстановить облик этого мужественного князя-воина. Но предпринятая в 2007 году попытка вскрыть захоронение князя Дмитрия Донского в последний момент была остановлена по не зависящим от исследователей причинам.

В 1476 году в столице «великой Белой Руси» побывал посол Венецианской республики при дворе персидского шаха Узун-Гасана — Амброджо Контарини. В его записках («Путешествие в Персию») есть строки о великом московском князе Иване III — единственное словесное описание физического облика этого незаурядного человека. Вот каким увидел его посол Венеции:

«Упомянутому государю от роду лет 35; он высок, но худощав, вообще он очень красивый человек... есть у него сын от первой жены, но он в немилости у отца, так как нехорошо ведёт себя с деспиной, кроме того, у него есть две дочери; говорят, что деспина беременна».

Как видим, воспоминания не отличаются большими подробностями. Короткое упоминание иноземного посла о взаимоотношениях в семье великого князя Ивана Васильевича и его второй жены, гречанки Софьи Палеолог, представляет значительный интерес, поскольку в официальных летописях сведения подобного рода встречаются крайне редко.

Один из летописных сводов зафиксировал прозвище Ивана III — Горбатый. Скорее всего, он сутулился, как это случается со многими людьми высокого роста. Известны также и другие его прозвища — Великий и Грозный.

Следует иметь в виду, что Иван III был внуком литовской княжны Софьи, жены московского князя Василия I, и правнуком (по материнской линии) другой литовской княжны — Елены Ольгердовны (жены серпуховского князя Владимира Андреевича Храброго). Насколько в облике московского государя Ивана III сказались черты пред-

отец большого семейства. Человек, сделавший Москву белокаменной.

Его словесный портрет легко найти на страницах одного из поздних летописных сводов XVI века: «Бяше же крепок зело, и телом велик и широк, и плечист, и чреват велми и тяжек; брадою жь и власы чернь; взором же дивен». Текст явно требует перевода на современный язык.

Перед нами образ сильного, крупного и плечистого человека с чёрными волосами и бородою. Есть в этом описании и указания



Портрет-реконструкция Софьи Палеолог, воссозданный С. А. Никитиным.



НАУКА И ЖИЗНЬ ФОТОБЛОКНОТ

САТУРН И ЗЕМЛЯ: ГРУППОВОЕ ФОТО

На впечатляющем снимке, выполненном космическим аппаратом НАСА «Кассини» летом 2013 года, видны участок колец Сатурна, часть самой планеты, а вдали — Земля (указана стрелкой). Расстояние до неё от точки съёмки в этот момент составляло 1,44 миллиарда километров.

Снимок скомпонован из 323 кадров, снятых через три цветных фильтра, чтобы

изображение получилось в натуральных цветах. Объектом съёмки была, впрочем, не Земля — она лишь случайно попала в кадр, — а кольца Сатурна. Из 33 таких кадров составят мозаичное изображение с высоким разрешением, охватывающее всю планету и её кольца. По этому снимку астрономы надеются подробнее изучить строение колец.

Зонд «Кассини—Гюйгенс» был запущен в ноябре 1997 года (см. «Наука и жизнь» № 3, 1998 г. и № 3, 2005 г.). Он состоял из двух аппаратов, один из которых — «Гюйгенс» — в 2005 году сел на поверхность Титана, спутника Сатурна, а «Кассини» стал искусственным спутником планеты и продолжает её исследование.

**По материалам
агентства NASA.**

ставителей балтийского региона, могла бы показать реконструкция его портрета по черепу.

Но пока возможность исследовать останки этого человека — одного из выдающихся деятелей русской истории XV столетия — учёным не представилась. И подтвердить хотя бы отдельные детали словесного портрета Ивана III, оставленного проезжим путешественником, историки пока тоже не могут.

В XVI столетии был опубликован портрет великого князя Ивана III — гравюра из книги А. Теве «Космография» (Париж, 1584). Московский государь изображён в профиль, а это затрудняет воспринять его лицо в целом. Видимо, у него были крупные черты лица: хорошо виден большой правый глаз и мясистый нос. Происхождение портрета и время его создания неизвестны, как

неизвестно, насколько он соответствует действительному облику князя.

С доверием следует отнестись к скульптурному портрету второй жены Ивана Васильевича — гречанки Софьи Палеолог. Он восстановлен по черепу, извлечённому из захоронения великой княгини (этому посвящена статья в журнале «Наука и жизнь» № 8, 1998 г.). Портрет стал важным звеном, с помощью которого удалось объяснить некоторые загадки и легенды русской истории.

Но рассказ о событиях и людях XVI столетия ещё впереди. Более широкий круг источников и материалы специальных исследований останков высшей светской знати России дают большие возможности, чтобы оценить достоверность словесных описаний деятелей истории периода Средневековья.



● МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОСУГИ

ПО ЗАКОНУ ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ?

Какие только свойства не приписывает производитель собственной продукции, нахваливая её достоинства! Недавно купила литую сковороду «нового поколения». Приготовленная в ней

еда гораздо вкуснее и полезнее, уверял изготовитель, поскольку корпус сделан из специального пищевого сплава алюминия с кремнием, к тому же, согласно принципу золотого сечения,

стенки имеют толщину 4 мм, а дно — 6,3 мм, что обеспечивает исключительные термоаккумулирующие свойства посуды. Чудо-сковорода в самом деле оправдала ожидания. Вот только золотое сечение здесь ни при чём. Почему?

БЕСПОЛЕЗНАЯ РЕКЛАМА

Многие полагают, что спам (нежелательные рекламные электронные письма) неэффективен, но даже не подозревают, насколько! Недавно группа американских компьютерщиков проанализировала результаты одной рекламной кампании. За

26 дней её проведения с 75 869 компьютеров крупной сети спамовой рекламы было разослано 350 млн сообщений о новом лекарственном препарате. Результат оказался плачевным — всего 28 покупок этого средства. Определите КПД спамовой

рассылки и сравните его с КПД обычной рекламной кампании (при которой информация рассылается по запросу или же заинтересованным в товаре людям), который достигает 2,15%.

Наталья КАРПУШИНА.

(Ответы на с. 134.)



РЕКЛАМА НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА «НАУКА И ЖИЗНЬ» Цветные рекламные модули

Формат	Размер модуля (мм)		Цена, руб. (включая НДС)
	Горизонтальный	Вертикальный	
2-я обложка	—	216×131	125 000
3-я обложка	—	216×131	110 000
4-я обложка	—	216×131	155 000
Одна полоса внутри журнала	—	216×131	75 000
1/2 полосы	131×105,5	216×63	50 000
1/3 полосы	131×69	137×63; 216×41	38 000
1/4 полосы	131×50	105,5×63	32 000
1/8 полосы	131×28; 63×54	63×54	25 000
1/16 полосы	131×14; 63×27	63×27	20 000

Рекламно-информационная статья: 52 500 руб. за 1 полосу.

Рекламные вложения в номер (весом не более 20 г): 6,5 руб./экз. Стоимость изготовления вложений оплачивается заказчиком.

Постоянным рекламодателям журнала скидка — 10%; рубрика «Сделано в России» (только для российских разработчиков и производителей товаров и услуг) — 15%.

Для рекламных агентств действуют специальные предложения.

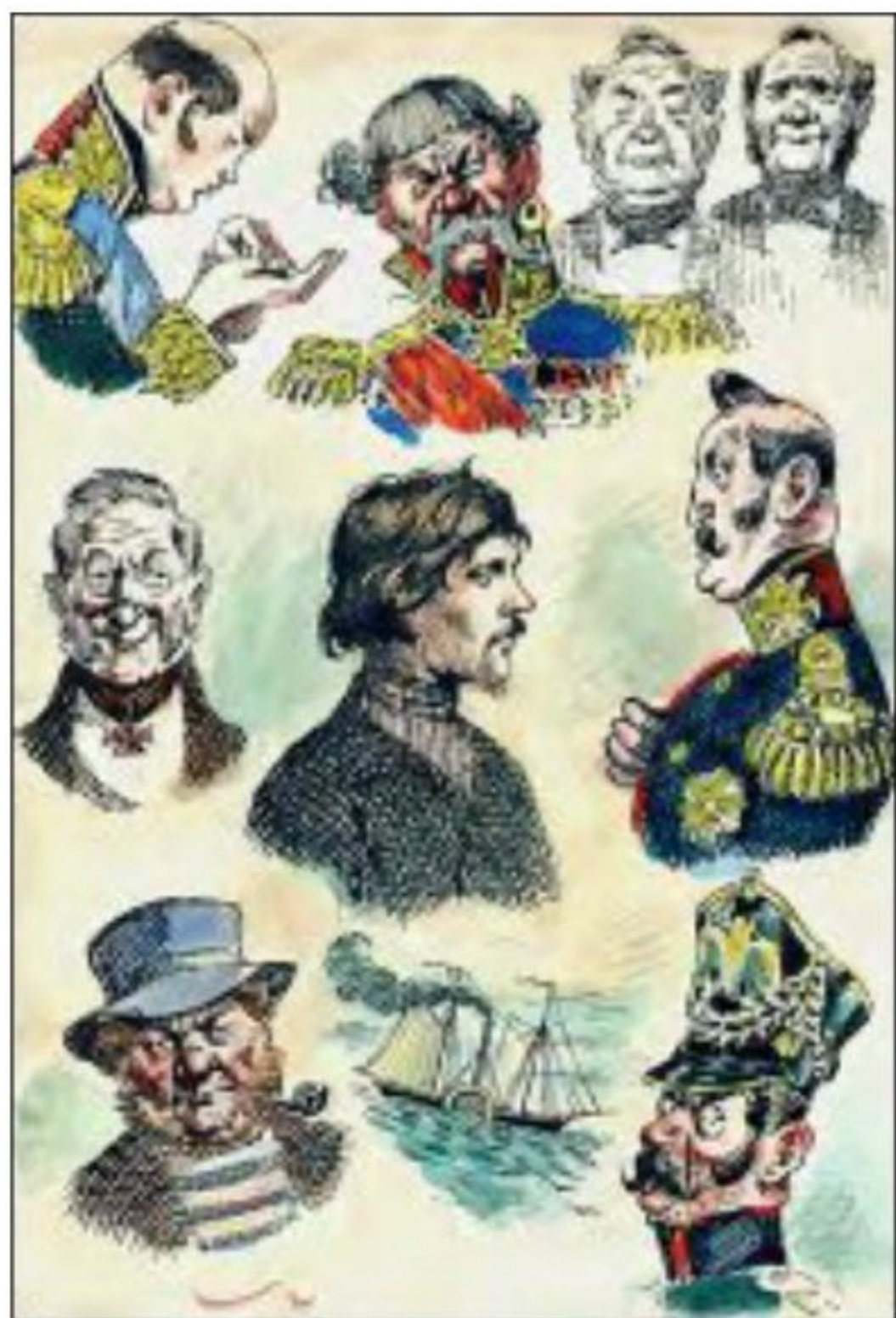
Реклама на портале «Наука и жизнь»: рекламные модули, статьи, интервью, видео. Подробности на сайте www.nkj.ru/advert/.

Редакция принимает заказы на съёмку короткометражных фильмов (хронометраж до 12 минут) об отечественных разработках, конструкциях, идеях, о работе учебных заведений и научно-исследовательских коллективов. Примеры фильмов, изготовленных редакцией, можно посмотреть на портале www.nkj.ru.

По вопросам размещения рекламы обращайтесь по адресу ket@nkj.ru или по телефону: +7(495)621-92-55.



● У КНИЖНОЙ ПОЛКИ « Ш Т Р И Х И С Л О В О »



Иллюстрации к повести Н. С. Лескова «Левша». 1961 год.

Сигнал трубы — команда «Отбой» — прозвучал, как всегда, неожиданно. Молодой художник Николай Васильевич Кузьмин неохотно закрыл томик «Евгения Онегина» и вышел из библиотеки. Каждый вечер, пока проходили сборы по переподготовке состава в Саратове, он шёл в библиотеку и читал... И, засыпая, продолжал лелеять дерзкую мысль — проиллюстрировать поэму так, как её не оформляли до него. Появились даже первые робкие наброски. Но он всё ещё сомневался. Не слишком ли это смело: иллюстрировать не только сюжет, не только само действие поэмы, но и лирические отступления поэта, которые занимают такое важное место — и по объёму (не менее трети строф), и по смыслу?!

Решение пришло неожиданно: ввести в иллюстрации самого поэта. Ведь именно Александр Пушкин и есть главный герой лирических отступлений! Но если вводить поэта, это означает, что художник должен каким-то образом повторить рисунки Пушкина, которые тот делал на полях рукописи. Повторить, не повторяя... Задача почти невыполнимая. Передать лёгкость штриха, сделать рисунок таким живым, как мгновенно пришедшую мысль, как «мимолётное виденье»...



«Я Музу резвую привёл
На шум пиров
и буйных споров».



«Скажи, какие заклинанья
Имеют над тобою
власть?»



«Как грустно мне твоё
явленье,
Весна, весна! пора любви!»

◀ В редакции дивизионной газеты. На военной службе Николай Васильевич Кузьмин (на фото он слева) провёл почти восемь лет. Однако и там, несмотря на сложные обстоятельства, он продолжал обдумывать и делать наброски к произведениям.

Том с иллюстрациями Н. В. Кузьмина выпустило издательство «Academia» в 1933 году. Это издание принесло художнику мировую известность. На всемирной выставке в Париже в 1937 году книга получила Гран При.

В жизни Николая Васильевича случались моменты, когда принятое им решение круто меняло судьбу. Так, в 1909 году девятнадцатилетний самоучка из захолустного провинциального города Сердобска осмелился послать свои рисунки — подражание модному тогда англичанину Обри Бёрдслею — в изысканный журнал московских символистов «Весы». Рисунки понравились Валерию Яковлевичу Брюсову — фактическому руководителю журнала. Виньетки Кузьмина напечатал и другой — уже петербургский — журнал «Аполлон», чуть позже его имя появилось в «Сатириконе» и «Лукоморье».

После окончания реального училища Кузьмин поступил в Петербургский политехнический институт, но, быстро заскучав на технических чертежах, стал посещать классы Общества поощрения художеств. Его преподаватель — известный иллюстратор Иван Яковлевич Билибин. После войны и революции молодой художник продолжил обучение в Петроградском ВХУТЕИНе.

Н. В. Кузьмин (1890—1987). Публикация романа «Евгений Онегин» с его иллюстрациями сделала художника знаменитым и востребованным.

Восемь лет, с 1914 по 1922 год, Кузьмин провёл на военной службе: командовал сапёрной ротой, служил дивизионным инженером. Опять же случай — тиф уложил его в лазарет накануне похода в Крым против Врангеля и спас от неминуемой гибели при взятии Перекопа. В этих боях от 15-й стрелковой Инзенской дивизии, в которой он воевал, в живых остались лишь несколько человек.

В 75 лет Николай Васильевич почувствовал, что ему изменяет зрение, начали дрожать руки, перо перестало слушаться и не отвечает виртуозным штрихом, свойственным мастеру.

Тогда начинается новый этап — литературное творчество. «Поистине это кажется чудом!





На подмосковной даче с женой — художницей Т. В. Мавриной. Фото 1970 года.

В литературу на восьмом десятке своей жизни в роли юного автора, новичка-дебютанта, входит престарелый художник, и его первая книжка прельщает читателя с первых же строк зрелостью своей поэтической формы», — писал в предисловии к его книге «Круг царя Соломона» (1964 год) Корней Иванович Чуковский.

После этого Кузьмин написал «Штрих и слово», «Наши с Федей ночные полёты», «Давно и недавно», «Страницы былого», «Художник и книга».

Во всех произведениях рассказ ведётся от первого лица, в форме исповеди, которая, скорее всего, оказалась наиболее близкой автору литературной формой.

Судьба новеллы «Полынные ночи» сложилась так, что она не вошла в книгу «Наши с Федей ночные полёты». Как и остальные его произведения, рассказ явно автобиографичен. И позволяет нам представить, чем жил художник, как складывалась его творческая судьба, когда он делал первые шаги.

**Александр
ШЕЛУДЧЕНКО.**

ПОЛЫННЫЕ НОЧИ

Николай КУЗЬМИН.

Только и осталось всего на память о том жарком, сухом лете — маленький рисунок: на фоне сумеречного неба в редких звёздах силуэт девичьей головки — что-то вроде её портрета, который я пытался нарисовать потом, уже без натуры, по воспоминанию. Может быть, он даже и не похож совсем. И всё это так далеко-далеко отошло в прошлое! И так много лет и могил выросло между мной теперешним и тогдашним — молодым!

Игру эту с ночными встречами затеяла она, быстроглазая, смуглая Шаня. Ей нравилось, что мы встречаемся тайком ото всех, далеко за городом, тёмной ночью. «Как в кино!» — говорила она восхищённо.

И вот, как только на улице совсем темнело, я надевал чёрную косоворотку, чтобы не быть приметным в темноте, и выходил со двора. В домах кое-где светились огни, из палисадников сладко пахло резедой, левкоем, раскрывшимися в темноте белыми цветами табака.

Золотой крест на нагорной церкви едва сиял на сумеречном небе последним отблеском долго не затухающей летней зари. Проходил мимо казармы, мимо городского сквера, где по тёмным аллеям ещё гуляли запоздавшие парочки, мимо летнего театра, в котором в иные дни в эту пору давали представление местные любители.

Вот и больница, больничный сад, а за больницей совсем уж сонная окраина города: маленькие, обмазанные глиной домишки с крапивою у заборов и пирамидками кизячных кирпичей, которые сушатся прямо на улице перед каждым двором. Огней нигде уж не видно, тут рано ложатся спать, чтобы не жечь зря керосину. Сверчит сверчок, мелькают серыми призраками летучие мыши, пряно пахнет коноплей с огородов.

За городом начинается выгон. Земля нагрелась за день и дышит в лицо тёплыми токами. В небе зажглись узоры созвездий — передо мной Арктур и Волопас, семь звёзд Северного Венца. Кругом ни души, я шагаю без тропинки по сухой земле, по мелкой, сожжённой зноем траве. Справа — глубокий овраг, слева — каменоломни. А вот и место наших встреч — взлобок, лысое, пустое место над самой рекой. К реке — крутой спуск, и отсюда, с этого вы-

сокого берега далеко-далеко видно. Даже вот и сейчас, когда уж совсем стемнело, в сумраке виднеются светлые извивы реки и дальние озёра, и вдалеке на горизонте фонари полустанка, и огни пассажирского поезда, который медленно ползёт по темным просторам. А прямо внизу — река, плотина и мельница, закрытая от глаз чёрными купами вётел.

Я садился на землю и ждал. Сухая, прокалённая солнцем и высушенная ветрами земля поросла здесь мелкой полынью, и полынный дух стоит в воздухе, и слышится сухое непрестанное стрекотание кузнечиков. Шумит на мельнице вода, где-то в городе лают собаки, иногда с реки издалека доносится ритмический скрип уключин занузванной лодки. И трещат неумолчные кузнечики, и сухой горьковатый полынный запах разлит над этой сухой землёй.

Я сидел и представлял себе, что сейчас где-то в темноте, трепеща и сама ужасаясь своей смелости, пробирается она. И вот раздались осторожные шаги, слышно было, как осыпаются камешки под ногой, и тёмным силуэтом на прозрачном ночном небе появлялась из-под горы Шаня. Её имя было — Александра, Саня, а Шаней её звали в семье с детства, вероятно, это сама она так шепелявила когда-то. Я тоже звал её Шаня на правах старого знакомства. Она была рослая, длинноногая, тонкокостная, смуглая, черноглазая, чернобровая — была в роду у них цыганская кровь. «Не девушка — сказка! — говорила при каждой встрече общая знакомая и городская сваха Агния Петровна. — Не упускайте, Коля, своего счастья — уж такая девушка, и семейство порядочное, вы же с ними давно знакомы».

Шаня подходила, садилась рядом, запыхавшись от ходьбы и подъёма в гору, а я, приложив ухо к её горячей спине, слушал, как быстро бьётся её сердце.

От неё нежно пахло загаром, летом, свежей блузкой, молодым телом, сухими «электрическими» волосами, которые трещали и рассыпали искры под гребнем, когда она их расчёсывала.

Над нами опускалась тишина. Вдали в городе уже не видно было ни одного огонька. В вышине медленно поворачивался звёздный атлас созвездий, мелкая пшённая россыпь Млечного Пути плыла над нашими головами, над сухой полынной горой. Спит город, спит слобода за рекой, во всём свете только одни мы бодрствуем. Текут самые глухие часы, под ночью, под звёздами, на сухой полынной горе. Поют где-то петухи в положенные им сроки. И снова тишина.

Порою Шаня, соскучившись от молчания, говорила о чём-нибудь домашнем, простом: «У Катиной Зойки режутся зубы. Орёт жутко», «У бабушки в среду день рождения. Приходите на пироги».

Или что-нибудь про мужа сестры — Кирилла: «Кирилл, знаете, ужасно какой сильный. Вчера на спор поднял одной рукой стул за переднюю ножку. Никто не мог, а он поднял! Он каждое утро с гантелями упражняется. Вы бы подняли?»

— Не знаю, не пробовал. Если венский, то, пожалуй, подниму.

— Нет, это не венский — старинный, тяжёлый.

— Все вы влюблены в вашего Кирилла. Великий талант: стулья поднимать!

— Что вы! Он очень образованный.

— Ну, бог с ним. Лучше я вам стихи читаю.

И я читал ей стихи. Про ночь, про полынь, про звёзды. Про полынь есть у Волошина, про звёзды — у Фета:

*Я долго стоял неподвижно,
В далёкие звёзды глядясь...*

Шаня слышит их впервые. Она говорит: «Непременно, непременно спишите мне эти стихи в альбом».

— Альбом происходит от латинского слова «альбум».

— Всё-то вы знаете. А какая это звезда такая большая вон там?

— Это не звезда, а планета: Сатурн.

— Прочитайте ещё «Чёртовы качели».

И я читаю ей «Качели» и всякое другое из Сологуба, Анненского, Блока.

Я знаю, я чувствую, что она ждёт и томится: а что же будет дальше? Какие слова? Какие поступки? А вот и ничего не будет: ни слов, ни поступков. Я скоро отсюда уеду в Москву; зачем ещё я буду усложнять жизнь?

Жалко прерывать это блаженное ночное томление, но надо успеть до рассвета прийти домой, чтобы не встречаться по дороге с рыболовами, которые потянутся на утреннюю зарю. Шаня убежала после ужина крадучись и должна вернуться домой незаметно. У них большая дружная семья: отец, мать, три дочери. Одна — замужем, Шаня — младшая.

Я подозреваю, что старшие сёстры посвящены в секреты Шаниных отлучек, и думать об этом мне неприятно. Когда я бываю у них, мне всегда кажется, что её сёстры поглядывают на меня многозначительно, и мне хочется показать им язык.

⇒



Река Сердоба. 1960 год. Фото Николая Кузьмина.

Берегом реки я провожал Шаню домой. Берег богат родниками, которые пробивались из кручи, и нам приходилось то и дело перепрыгивать через ручьи. Дорожка смутно белела в темноте, на кустах ивняка, на лопухах, на траве лежала роса. Улицы города были безлюдны и безмолвны.

Мы расставались, не доходя до её дома, и я ждал и смотрел, как она, стараясь не загреметь щеколдой, осторожно открывает калитку и исчезает. Когда я шёл к себе домой, на улицах стоял предрассветный сумрак, уже щёлкал пастуший кнут, сонные хозяйки выгоняли коров. Сады за заборами благоухали утренней свежестью и запахом зреющих яблок. Сладко засыпать на утренней заре...

Однажды, в конце августа, когда мы возвращались в темноте берегом, Шаня вдруг сказала: «Мне сделал предложение Фёдор Серебряков».

— Разве вы знакомы? — И маленький смешок — совсем уж некстати.

— Он посватался.

«Вот свинья! Посватался! Значит — сылал сваху, как какой-нибудь Тит Титыч Синябрюхов. А ведь с высшим образованием. Не помню, какой институт он кончил. Да и чёрт с ним! Ну, вот и конец нашим ночным встречам».

— Что же вы ответили?

— Я обещала дать ответ завтра.

Я сказал жестоко:

— Что ж? Совет вам да любовь.

— А может быть...

— Что же может быть? Я скоро уеду в Москву. Хотя жить мне там негде. Я же рассказывал вам, как перебиваюсь. Последние месяцы ночевал в редакции, спал на комплектах старых газет, а под голову клал «срыв» из типографии. Это остатки бумажных рулонов, на которых газеты печатают. Ждал, когда все разойдутся, и устраивался прямо на полу, накрывшись шинелью. И опять поеду на такую же птичью жизнь.

Чего же я злюсь? Она же ни в чём не виновата. Ей хочется жить не хуже других, иметь мужа, свить гнездо. Она знает, что я мог бы остаться здесь: мне предлагали место учителя рисования, но она знает также, что я не останусь.

Но ведь и я не виноват ни в чём. Ничего, в сущности, не было. Ей не придётся делать никаких «тяжёлых признаний» своему жениху. Правда, были у нас блаженные мимолётности, какие не занесёшь в протокол и ни на каких весах не взвесишь. Но какое, чёрт возьми, дело Фёдке Серебрякову до всех этих лирических тонкостей?

Мы шли в темноте и молчали. У её дома мы простились отчуждённо, не обнялись, не поцеловались, только руку пожали друг другу.

«Расстались гордо мы...»

27 мая 1965 года.



Русский автомобиль

Русско-Балтийский вагонный завод, единственный крупный автомобильный завод в России, был основан в 1868 г. неким Ван-дер-Зипеном из Кёльна. К настоящему времени заводом выпущено 100 000 вагонов, т.е. 20% всех вагонов, обращающихся в России.

Автомобильный отдел был заведён как подспорье в то время, когда спрос на вагоны временно понизился. В настоящее время автомобильное дело стоит на заводе ничуть не ниже, чем за границей.

Заводу приходится бороться с большими трудностями, в особенности в отношении удешевления своих автомобилей. Если вы приобретаете автомобиль за границей, то уплачиваете пошлину 225 р.; если купите от-

дельные части и соберёте их в России, то пошлина выйдет в 4—5 раз больше. Если же вы построите самостоятельно, то за те части, которых нет возможности сработать здесь и за те материалы, каких нет в России, придётся уплатить пошлины около 425 р. Выходит, что за сработанный у нас автомобиль приходится приплачивать по сравнению с иностранным ещё более 400 р. Вот и извольте удешевить русскую машину и конкурировать с иностранцами!

Недавно был сделан опыт на русско-балтийском автомобиле: машина покрыла 8000 вёрст, из них 6000 по грунту, и пришла в превосходном виде, без ущерба для себя. Найдите иностранную машину, которая бы сделала то же, при тех же невозможных условиях, как наши!

«Физик-любитель», 1913 г.

Реформа полиции

Внесённый в Гос. Думу правительственный законопроект о преобразовании полиции не содержит каких-либо существенных изменений полицейского строя. Законопроект, по мнению МВД, закрывает доступ в полицию людям с запятанным прошлым и вообще подни-

мет качественный уровень личного состава. С этой же целью проектируется улучшить материальное положение чинов полиции. Так, исправник будет получать 3000—4000 р. в год. Как заявляет министерство, «только такое содержание, которое позволит полиции существовать безбедно, поставит чинов на правильный путь исполнения своего долга и даст начальству основание беспощадно преследовать за преступления по должности».

Во всём этом, однако, можно сильно сомневаться. Известные нравы уже так прочно укоренились в среде полиции, что изменить их представится довольно трудным. Тем более что по свидетельству самого министерства, «отрицательные элементы населения непрерывно стремятся совлечь чинов полиции с пути правильного исполнения долга».

«Городское дело», 1913 г.

Невидимый аэроплан

Германские учёные стремятся открыть средство, с помощью которого можно было бы производить искусственные облака, достаточно густые, чтобы охватить весь аэроплан и скрыть его, таким образом, от взоров неприятеля. Однако, немного подумав, мы находим два важных препятствия против подобного изобретения. Первое, авиатор на аэроплане, окружённом непрозрачной вуалью облака, потерял бы возможность наблюдать и так же мало видел бы неприятеля, как неприятель — его. Второе, искусственное облако, внезапно появившееся на ясном безоблачном небе, послужило бы лишь к открытию присутствия аэроплана.

«Природа», 1913 г.



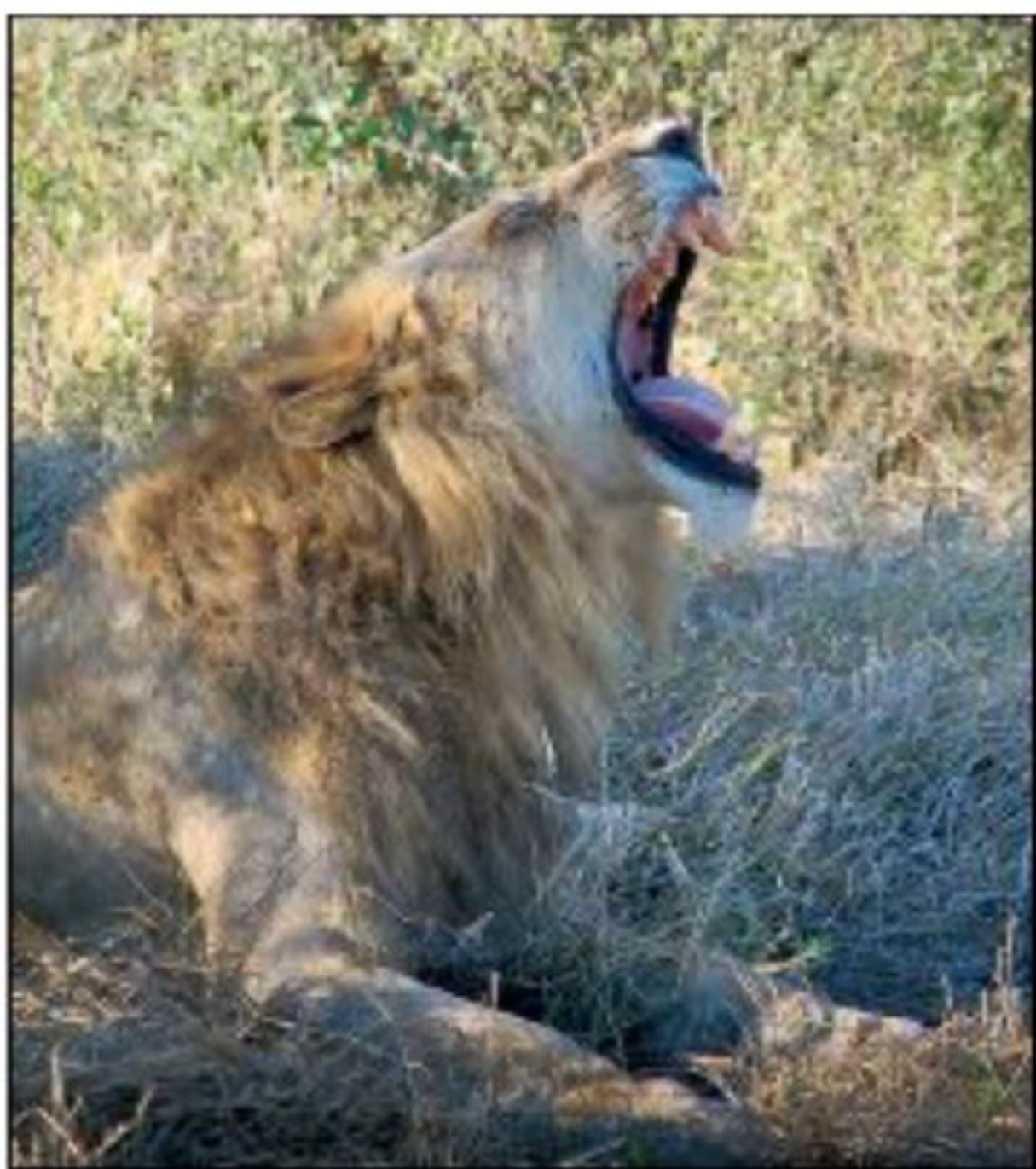


ЦАРЬ ЗВЕРЕЙ ПОПАЛ В РЕЙТИНГИ

(См. 1-ю стр. обложки.)

Не так давно среди английских школьников провели опрос: какие животные кажутся вам самыми симпатичными и какие — самыми неприятными? Надо было выбрать по десять тех и других.

Единственным животным, попавшим в оба списка, оказался лев. Среди самых приятных он на восьмом месте, сразу после слона и перед собакой, а среди неприятных — на четвёртом, наравне с крокодилом, после паука и перед крысой. Для полноты картины добавим, что в списке «любимчиков» на первом месте шимпанзе, на последнем — жираф, а в списке «врагов» — соответственно змея и тигр. В общем, авторы исследования сделали вывод, что нам наиболее приятны животные, хоть чем-то похожие на человека



● НЕ СЛИШКОМ ИЗВЕСТНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИВОТНЫХ

(жираф похож на человека тем, что у него голова вверх, а не близко к земле, он «вертикален», как и человек), а наиболее неприятны — опасные. Конечно, интересно было бы узнать, какие сказки с участием животных слушали и читали опрошенные дети, какие мультики смотрели, но в принципе, даже если данные произведения повлияли на их мнение, то это всего лишь означает, что так же относятся к животному миру и авторы сказок и мультфильмов.

Но почему лев и там и там? Понятно, что крупный и быстрый хищник опасен для человека, но почему он попал и в список самых симпатичных?

Дело в том, считают авторы исследования, что у льва — почти человеческое лицо. Глаза не по бокам головы, как у большинства животных, а спереди. Это нужно, чтобы зрение было стереоскопическим, позволяло бы точно оценивать расстояние до жертвы. Между прочим, зрение львов в пять раз острее, чем у человека.

Если говорить именно о льве, а не о львице, то симпатий добавляет роскошная шевелюра, обрамляющая голову. В результате морда льва кажется почти плоской, как человеческое лицо (заметим, что так же изображают львиный лик в архитектурных украшениях старинных домов). Близкий родственник льва — тигр попал только в список самых неприятных животных, и то лишь на последнее место. У тигра явно выступают вперёд нос и челюсти и нет скрадывающей это гривы. Наконец, большое значение имеет мимика. Слож-



ная и понятная человеку мимика бывает лишь у немногих видов животных, среди них высшие обезьяны, представители собачьих, кошачьих и в какой-то степени лошади. Изменения мимики позволяют судить о настроении животного, хотя мы не всегда способны точно понять те или иные мимические сигналы.

Кстати, представление об опасности львов для человека несколько преувеличено. Как и домашние кошки, лев спит в сутки около 19 часов, а выходит на охоту в сумерки. Так называемые львы-людоеды — нечасто встречающиеся больные или увечные особи, неспособные догнать свою традиционную добычу. Нападать на людей лев может заставить и уничтожение его обычных местообитаний, вторжение в них человека с целью как-то использовать эту землю в хозяйстве. В общем, во владения царя зверей человеку с захватническими намерениями лучше не соваться, — и обе стороны будут в безопасности.

Юрий РЯЗАНЦЕВ, биолог.
Фото Натальи Домриной.



КОМПЬЮТЕРЫ И ГРОССМЕЙСТЕРЫ

Евгений ГИК, мастер спорта по шахматам.

В прежние годы, когда шахматные успехи компьютеров были в диковинку, мы часто обращались к этой теме. Ныне вмешательство машин в дела шахматистов уже никого не удивляет, но всё же стоит остановиться на последних достижениях в области компьютерных шахмат.

ЧЕМПИОНАТЫ МИРА СРЕДИ ПРОГРАММ

В шахматах наибольший интерес представляет розыгрыш первенства мира. В прошлом веке это относилось не только к людям, но и к машинам. Напомним кратко историю чемпионатов мира среди ЭВМ. За сорок лет (начиная с 1974 года) прошло два десятка турниров. Все они приведены в табл. 1, где указаны год и место их проведения, программа-победитель и страна, которую она представляла. В течение двадцати лет (с 1980

года) параллельно с главными чемпионатами проводились и состязания микрокомпьютеров. Но они уже давно отменены, поскольку персональные компьютеры в шахматном отношении практически сравнялись с суперкомпьютерами (сейчас их часто называют «движками»).

Первый чемпионат мира был приурочен к конгрессу Международной федерации по обработке информации и подвёл итоги начального периода развития компьютерных шахмат. Тринадцать программ из восьми стран

разыграли титул сильнейшей в четыре тура по швейцарской системе. Этот чемпионат, как и все последующие, провела Международная ассоциация компьютерных игр (ICGA). Соревнование в Швеции имело историческое значение как первое мероприятие такого рода. Конечно, машины не отправлялись в далёкое путешествие, а оставались у себя дома, на турнир приезжали только разработчики программ. Ходы передавались по телефону в координационный центр.

Выделялись две программы — американская «Чесс» и советская «Каисса». Во втором туре «Чесс» неожиданно проиграла и в дальнейшем не смогла догнать «Каиссу», которая победила всех соперниц и завоевала корону. Создала «Каиссу» группа московских программистов под руководством В. Арлазарова и М. Донского. На закрытии ей, как первой чемпионке мира среди машин, была навечно вручена золотая медаль. К сожалению, в дальнейшем советские программы заметно отстали от западных и повторить успех не смогли, а вскоре и вообще сошли с дистанции.

До 2007 года десяток программ становились чемпионами. А затем вперёд вырвалась «Рыбка», четыре раза подряд завоевавшая титул сильнейшей на планете. Встречаясь с гроссмейстерами, она даже давала им фору (см. ниже). Для анализа партий и поиска новых дебютных идей профессионалы в основном пользовались именно «Рыбкой».

В 2011 году разработчики других программ, возможно завидуя, что их серьёзно обошли, предъявили «Рыбке» ряд претензий, мол, она заимствовала некоторые элементы из ранее известных программ. Даже потребовали лишить её всех завоеванных титулов. Смешно! Не станем детально обсуждать эту тему: если Васик Райлих (международный мастер из Чехии, проживающий в США), создатель чемпионки, опираясь на прежние программы, сумел соединить

Таблица 1

№№ п/п	Год	Место проведения	Программа-победитель	Страна
1	1974	Стокгольм, Швеция	«Каисса»	СССР
2	1977	Торонто, Канада	«Чесс»	США
3	1980	Линц, Австрия	«Белл»	США
4	1983	Нью-Йорк, США	«Крэй блиц»	США
5	1986	Кёльн, Германия	«Крэй блиц»	США
6	1989	Эдмонтон, Канада	«Дип Сот»	США
7	1992	Мадрид, Испания	«Чесс Машин»	Голландия
8	1995	Гонконг	«Фриц»	Германия
9	1999	Падерборн, Германия	«Шреддер»	Германия
10	2002	Маастрихт, Голландия	«Джуниор»	Израиль
11	2003	Грац, Австрия	«Шреддер»	Германия
12	2004	Рамат-Ган, Израиль	«Джуниор»	Израиль
13	2005	Рейкьявик, Исландия	«Заппа»	США
14	2006	Турин, Италия	«Джуниор»	Израиль
15	2007	Амстердам, Голландия	«Рыбка»	США
16	2008	Пекин, Китай	«Рыбка»	США
17	2009	Памплона, Испания	«Рыбка»	США
18	2010	Канадзава, Япония	«Рыбка»	США
19	2011	Тилбург, Голландия	«Джуниор»	Израиль
20	2013	ТСЕС	«Гудини»	Бельгия

их в столь мощный гибрид, разве это не его заслуга? «Рыбка» не только участник спортивных соревнований, но и весьма ценный научный продукт!

Другое дело, что в том же году бельгийский программист Роберт Хударт разработал новую программу «Гудини», которая, опираясь именно на «Рыбку», сумела превзойти её. «Гудини» отличаются быстрота и точность оценки позиции и эффективный поисковый алгоритм. Программа хорошо защищает трудные позиции и поражает тактическим мастерством.

В 2011 году международная компьютерная фирма ТСЕС провела матч-марафон из 40 партий «Рыбка» — «Гудини». Игра протекала с полноценным контролем времени (150 минут на партию) в течение почти двух недель, причём он-лайн и круглые сутки напролёт — и днём и ночью. В любой момент желающие могли включить компьютер и посмотреть, как складываются дела в очередной схватке. Надо сказать, что партии были почти безошибочные, но и малозрелищные: медленные манёвры, топтание на месте, длились они по 6—7 часов, некоторые продолжались по 100 ходов и больше. Рекорд установила вторая партия — ничья на... 250-м ходу после 9 часов игры! В конце концов «Гудини» оправдала своё название — продемонстрировала чудеса и обыграла «Рыбку» со счётом 23,5:16,5.

Казалось, произошла случайность, однако и второй марафон тех же программ из 40 партий, также организованный ТСЕС и проходивший в режиме нон-стоп, завершился примерно с тем же перевесом «Гудини». Программа взяла верх 22,5:17,5, позиционно переигрывая своего опытного соперника. Эти матчи показали, что в мире роботов тоже нет непобедимых! Вот одна из встреч двух лидеров компьютерных шахмат.



«РЫБКА» — «ГУДИНИ»

Сицилианская защита

1. e4 c5 2. c3 K6 3. e5 Kd5 4. Kf3 Kc6 5. Cc4 Kb6 6. Cb3 c4 7. Cc2 Фc7 8. Фе2 g5 9. e6 de 10. K:g5 Фе5 11. d4 Ф:e2+ 12. Кр:e2 e5! Белый король застрял в центре, и чёрные жертвуют пешку ради развития инициативы. 13. de K:e5 14. K:h7 Cg7 15. Kg5 Cd7 16. Ka3 Kd3! А теперь и вторую. 17. C:d3 cd+ 18. Кр:d3 Ka4 19. f3 a5 20. Ke4 f5 21. Kf2 b5 22. Kc2 b4 23. cb Kpf7! Решающая жертва третьей пешки. 24. ba Л:a5 25. Kpd2 Лd8 26. Kb4 Ле5 27. Kfd3 Cb5 28. Ле1 Kc5 29. Л:e5 C:e5 30. f4 Cf6 31. Кре1 K:d3+ 32. K:d3 C:d3, и «Гудини» легко выиграла.

Как видно из табл. 1, в XXI веке компьютерные чемпионаты проходили раз в год. Но в 2012 году традиция была нарушена: юбилейное первенство мира не состоялось. Почему? Возможно, интерес к сражению машин временно упал. В самом деле, «Рыбку» лишили права участвовать в официальных турнирах, а «Гудини» со своим рейтингом 3287 и так доказала явное превосходство. В такой ситуации организаторы чемпионатов, видимо, решили подождать появления конкурента, достойного «Гудини».

А в 2013 году состоялся компьютерный супермарафон, устроенный компанией ТСЕС. В нём участвовали «движки», рейтинг многих превосходил

Матч шахматных роботов CHESKa (Россия) — KUKA Monstr (Германия).

3000. По существу, этот турнир стал неофициальным первенством мира, и ему присвоили 20-й номер. При современной компьютерной технике собираться в одном городе программам и их авторам нет необходимости, и местом встречи был назван ТСЕС. Контроль времени составлял 150 минут на всю партию + 1 минута на каждый ход.

Сначала 32 программы сражались в семь туров по швейцарской системе, затем 16 лучших образовали две группы по 8 и т.д. Марафон длился несколько месяцев, и в конце концов в финал вышли программы «Гудини» и «Стокфиш». У новой программы три автора: Торд Ромстад (Норвегия), Марко Костальба (Италия) и Джуна Кииски (Финляндия), то есть это плод международного коллектива программистов. В полуфиналах из борьбы выбыли «Рыбка» и «Комодо» (Дон Дэйли, США).

Решающий матч состоял из 48 партий и завершился победой «Гудини» 25:23 (6:4 при 38 ничьих), что подтвердило её лидерство в мире компьютерных шахмат. На всех этапах партии тоже получались длинными, без особых красот. Надо сказать, что в настоящее время уже шесть программ имеют рейтинг больше 3000 (табл. 2) и десяток выше 2900 и 2800. ⇒

«Движок»	Автор (страна)	Рейтинг
Houdini («Гудини»)	Роберт Хударт (Бельгия)	3299
Stockfish («Сток-фиш»)	Торд Ромстад (Норвегия), Марко Костальба (Италия), Джуна Кии-ски (Финляндия)	3264
Critter («Криттер»)	Ричард Вида (Словакия)	3254
Komodo («Комодо»)	Дон Дэйли (США)	3216
Rybka («Рыбка»)	Васик Райлих (Чехия)	3124
Shredder («Шреддер»)	Штефан Майер-Кален (Германия)	3115

Приведём партию, которая, по мнению автора «Гудини», является лучшей из всех сыгранных программой на чемпионате мира.

«ВИТРУВЬЮС» — «ГУДИНИ»

Голландская защита

1. d4 f5 2. g3 Kf6 3. Cg2 g6 4. c4 Cg7 5. Kf3 0-0 6. 0-0 d6 7. Kc3 Fe8 8. d5 a5 9. Ce3 Ka6 10. Фd2 a4 11. Лад1 c5 12. dc bc 13. Kd4 Cd7. В остром дебюте «Гудини» отдаёт пешку, отвлекая белого коня на край доски. 14. K:a4 Лb8 15. c5 Ke4 16. C:e4 fe 17. Фа5 e5. Чёрные отдают уже вторую пешку, — интересная позиционная идея, взамен они получают крепкую пешечную цепь и серьёзную инициативу. 18. Ф:a6 ed 19. C:d4 d5 20. C:g7 Kp:g7 21. Kb6. На новом месте у коня тоже мало перспектив. 21...Cg4 22. b4 Kpg8 23. Лde1 Ch3. Белые жертвуют качество, рассчитывая на свои проходные, но далеко они не пройдут. 24. Фа4 Фе6 25. Фb3 Лf5 26. Фе3 Лbf8 27. a4 Л8f7 28. b5 C:f1 29. Л:f1 Фf6 30. f3. Давление чёрных по линии «f» крайне опасно, грозило d5-d4. 30...ef 31. ef Ле7 32. Фd3 Фb2 33. Лf2 Фc1+ 34. Kpg2 Ф:c5. Коренная пешка погибла, и белые оказываются у разбитого корыта. 35. Kc8 Ле3 36. Лc2 Л:d3 37. Л:c5. Размен ферзей не облегчает положение. 37...Лd2+ 38. Kph3 Лh5+ 39. Kpg4 cb 40. ab Лd4+ 41. f4 Лc4 42. Лc6 Л:h2 43. Ke7+ Kpf7 44. K:d5 Л:c6 45. bc Лc2 46. f5 Л:c6 47. Ke3 Kpf6 48. fg hg 49. Kd5+ Kpf7 50. Ke3 Лc5 51. Kd1 Kpf6. Белые сдались. Безошибочная игра привела к чистой победе «Гудини».

ЭРА НОВЫХ ЧЕМПИОНОВ

Уже на рубеже веков компьютеры играли в гроссмейстерскую силу и даже обыгрывали чемпионов мира, а в начале XXI века и вовсе превзошли их. Всего состоялось пять матчей с полноценным контролем между сильнейшими «движками» разных лет и шахматными королями — Гарри Каспаровым и Владимиром Крамником. Общий счёт 2,5:2,5, причём последний такой поединок в 2005 году закончился поражением Крамника 2:4. С тех пор подобные встречи больше не проводились, видимо, организаторы сочли, что человеку теперь не справиться с машиной: наступила эра новых чемпионов. Тем более что в начале века появилась непобедимая программа «Рыбка». Она, как мы знаем, четыре раза подряд становилась чемпионкой мира. Поражают и её успехи во встречах против людей. Например, с экс-претендентом на корону эстонцем Яном Эльвестом она сыграла матч из восьми партий, в каждой давая фору пешку. В первой снималась пешка h2, во второй — g2 и т.д., в восьмой — a2. Результат удивительный: играя с форой, «Рыбка» разгромила гроссмейстера 5,5:2,5! Конечно, программа «Рыбка» могла бы издать сборник своих побед, одержанных как над электронными шахматистами, так и над живыми. А мы приведём одну миниатюру из этого экзотического матча (3-я партия).

«РЫБКА» — Я. ЭЛЬВЕСТ (белые без пешки «f»)

1. Kf3 d5 2. d4 Kf6 3. c4 e6 4. Kc3 Ce7 5. e3 0-0 6. Cd3 c5 7. 0-0 Kc6 8. dc C:c5. Чёрным следовало перейти в эндшпиль 8...dc 9. C:c4 Ф:d1 10. Ф:d1 C:c5 и т.д. — всё-таки у них лишняя пешка. 9. Cd2 a6 10. Фе2 Ca7 11. Лад1 Фе7 12. Kph1 dc 13. C:c4 Kg4 14. h3 Kge5 15. Cb3 b5? Надёжнее 15...Cd7! 16. Ce1 Лад8. Теперь же «Рыбка» развивает стремительную атаку на неприятельского короля. 16. Ke4! Cb7 17. Cc3 Cb8 18. Kfg5 h6 19. Фh5 b4 20. Ce1 Cc8 21. Ch4 f6 22. K:f6+! Эффектный финал — белым как раз пригодилась полуоткрытая линия «f» (благодаря отсутствию пешки f2). 22...gf. Затягивало сопротивление 22...Л:f6 23. Ke4 Фf7 24. K:f6+ gf.

23. Ke4 Фf7 24. K:f6+ Kpg7 25. Фе2 Фc7 26. Cc2 Kph8 27. Фh5 Kf7 28. Kg4. Чёрные сдались.

В конце прошлого века стоял вопрос, может ли машина противостоять гроссмейстеру, затем — может ли человек бороться с ней на равных. Неужели скоро встанет иной вопрос: при какой форе супергроссмейстеры сумеют оказывать машине сопротивление? Да, похоже, научно-технический прогресс не радует поклонников шахмат...

Ныне, напомним, сильнейшая в мире программа — «Гудини», но она играет только с подобными себе, а возможно, наоборот — люди сами опасаются машины, обладающей огромным рейтингом, и избегают встреч с ней.

Тот факт, что электронные шахматисты обыгрывают гроссмейстеров, сейчас никого не удивляет. Но особенно эффектно это выглядит, когда верх берёт не сама программа, а настоящий механический робот, в который она вмонтирована. Так, используя достижения новейших технологий в области искусственного интеллекта и машиностроения, российская команда инженеров, которую возглавляет Константин Костенюк, отец экс-чемпионки мира Александры Костенюк, создала

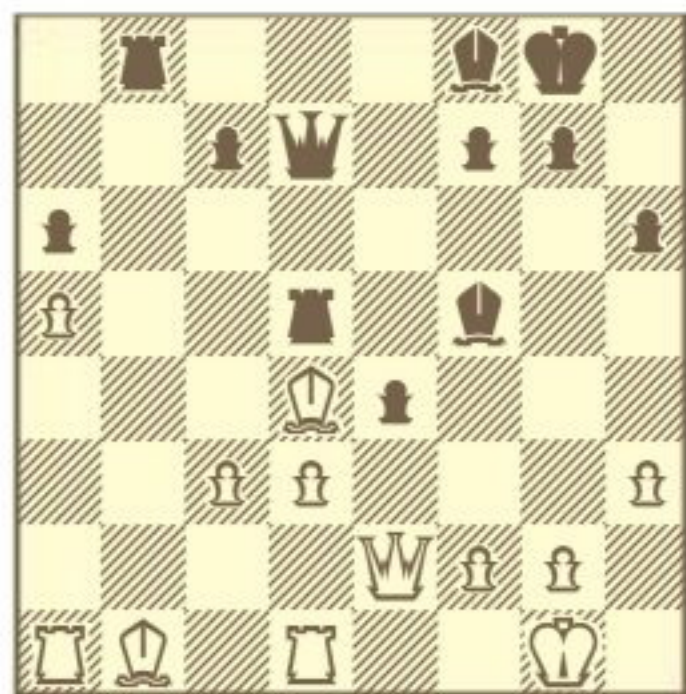
механического игрока, способного сражаться за доской без помощи человека и при этом побеждать сильнейших шахматистов. На одной из выставок робот разгромил в блиц-матче супергроссмейстера Александра Грищука. Железный гигант самостоятельно выполнял все необходимые манипуляции, в том числе передвигал фигуры и нажимал на часы. Сильное впечатление производило, когда машина протягивала свои щупальца к неприятельскому ферзю и снимала его с доски...

КОМПЬЮТЕРЫ И ПРЕТЕНДЕНТЫ

Самое популярное в наши дни использование компьютеров шахматистами — и любителями и профессионалами — это «участие» в крупных турнирах даже тех, кто сам не играет в турнирах. Тысячи шахматистов с интересом следят за партиями гроссмейстеров в режиме он-лайн — увлекательное занятие, особенно если «Гудини» после каждого хода даёт оценку позиции и предлагает сильнейшие продолжения за обе стороны (как говорят, первая линия «движка»). При этом компьютер часто приводит красивые и важные варианты, которые остаются незамеченными партнёрами. Таких примеров множество, ограничимся двумя — из соревнований, имеющих прямое отношение к борьбе за корону.

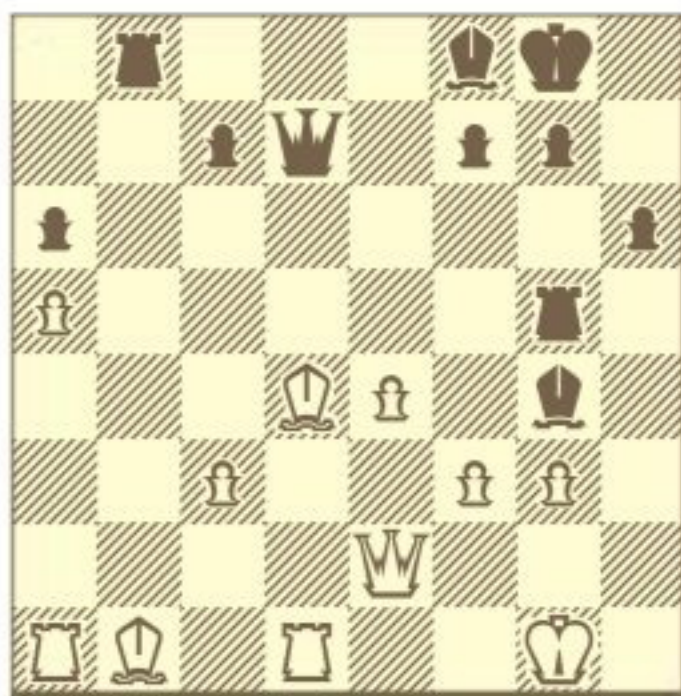
В марте 2013 года турнир претендентов выиграл норвежский экс-вундеркинд Магнус Карлсен.

П. СВИДЛЕР — М. КАРЛСЕН Лондон, 2013



Учёрных перевес, и партия продолжалась следующим образом: 26...ed 26. С:d3 С:d3 27. Л:d3 с5 28. Се5 Л:d3 29. С:b8 с4 30. Се5 (упорнее 30. Фе1) 30...Cc5 31. Лb1 Фd5 32. Лb8 + Кph7 33. Фh5 (последняя ошибка, сопротивляться можно было посредством 33. Ле8) 33...Фe4 34. Лb2 Лd5 35. Ле2 Фb1 + 36. Кph2 f6. Белые сдались.

Однако в позиции на диаграмме Карлсен, как обнаружила «Гудини», упустил возможность завершить борьбу красиво и без всяких хлопот: 25...С:h3! 26. de (26. gh Ф:h3 27. Се3 Cd6 вело к быстрому мату) 26...Лg5 27. g3 Сg4 28. f3.



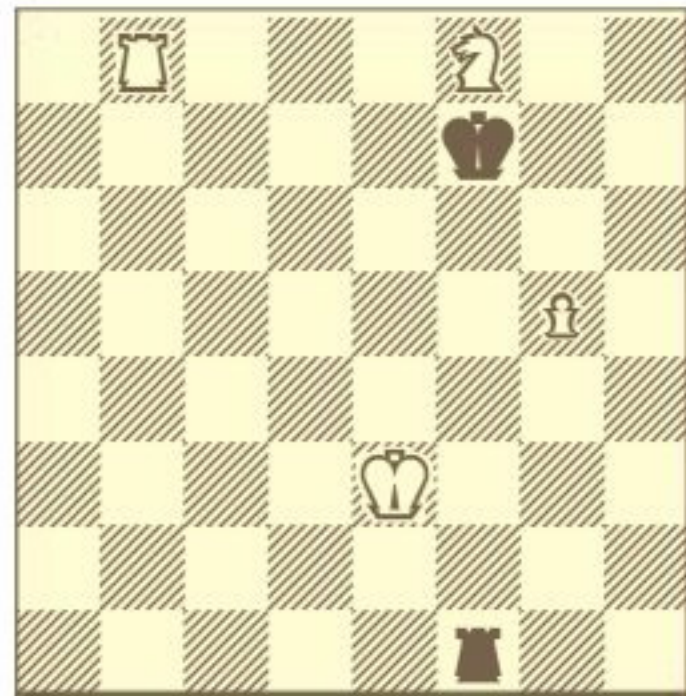
На доске материальное равенство, но здесь следовало эффектное 28...Лb2!! — именно этот удар надо было иметь в виду прежде, чем ударить слоном на h3. После 29. Ф:b2 С:f3 30. Фf2 С:d1 31. Ca2 Ch5 у чёрных лишняя пешка и решающий перевес в окончании.

Победа в турнире позволила Карлсену бросить перчатку чемпиону мира Виши Ананду. А ведь «Гудини», как мы видим, могла справиться с этой задачей ещё успешнее...

Спустя полгода в норвежском городе Тромсё завершился Кубок мира, второй по престижности турнир после матча за шахматный трон. Кубок проходил по нокаут-системе, в каждом круге игрался матч из двух партий с полноценным, классическим контролем, а при равном счёте соперники играли тай-брейк в быстрые шахматы и блиц. Два финалиста Кубка,

будущий победитель Владимир Крамник и его соперник Дмитрий Андрейкин, завоевали путёвки в очередной турнир претендентов. А до этого в одном из полуфиналов столкнулись Крамник и французский гроссмейстер Вашье-Лаграв. Обе классические партии закончились вничью, и всё решала быстрая игра, где элемент случайности выше. Рапид сложился благополучно для Крамника, но он, как установила «Гудини», мог обойтись и без тай-брейка...

В. КРАМНИК — М. ВАШЬЕ-ЛАГРАВ Тромсё, 2013



Это положение из второй партии. У белых большой материальный перевес, но пешка в опасности, а в случае её потери выиграть практически невозможно. Здесь последовало 62. Кре4? Ле1 + 63. Kpf3 Лf1 + 64. Kpg3 Лg1 + 65. Kpf4 Лf1 + 66. Кре3 Ле1 + 67. Kpf3 Лf1 + 68. Kpg2 Лf5 69. Kh7 Kpg6 70. Лb7 Лf4 71. Kpg3 Ла4 72. Ле7 Лg4 + 73. Kpf3 Ла4 74. Лb7 Лh4 75. Kf6 Кр:g5, и на доске возник ничейный эндшпиль «ладья и конь против ладьи». Мир был заключён на 125-м ходу по правилу 50 ходов.

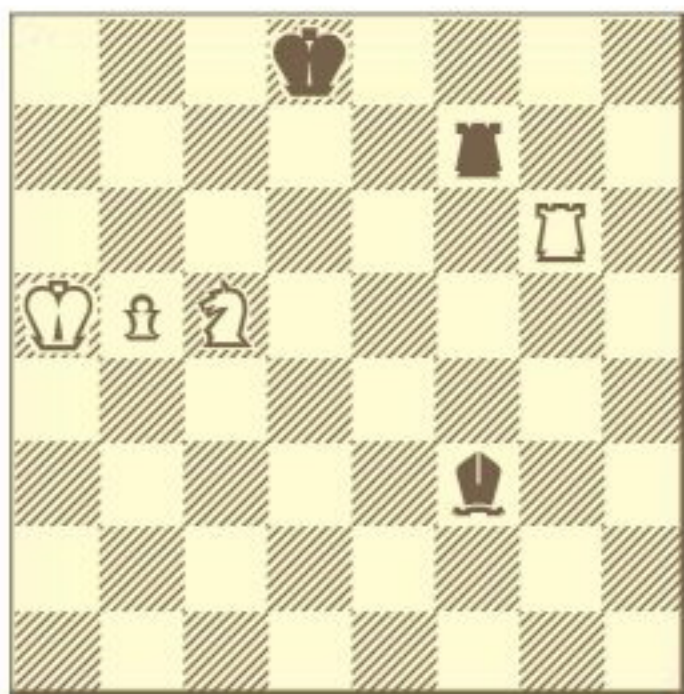
И всё же у белых был путь к победе, причём единственный: 62. Кd7! Лf5 63. Лf8+ Кpg6 (63...Кре6 64. Лf6 +) 64. Лg8+ Kpf7 (или 64...Кph7) 65. Кре4! Именно этот промежуточный ход не заметил Крамник. Белые отгоняют ладью с линии «f» (на 65. Kf6 ничью форсировало 65...Л:f6), и после 65...Ла5 66. Kf6! чёрные беззащитны (66...Лa6

67. Kpf5 Л:f6 + 68. gf Кр:g8 69. Кре6 Крf8 70. f7). Маленький этюд компьютера!

Да, если бы француз играл с «Гудини», ему бы не удалось дойти даже до тай-брейка...

И в заключение ещё один пример вмешательства компьютеров в дела гроссмейстеров. Здесь, правда, речь идёт не об игровой программе, а о специальной, созданной для анализа эндшпиля. В поединке на первенство мира Ананд — Гельфанд в Третьяковской галерее единственная результативная партия тай-брейка после 56 ходов пришла к окончанию «ладья, конь и пешка против ладьи и слона», досконально изученному машиной.

В. АНАНД — Б. ГЕЛЬФАНД
Москва, 2012



Здесь 71...Ch1(h5, e2), 71...Кре7(e8, c8) или перемещение ладьи по седьмой горизонтали — 71...Ла7 + (e7, h7), как указал компьютер, давало ничью, а последовавший ответ 71...Лf5?? привёл к катастрофе. Программа сообщила, что при оптимальной игре обеих сторон белые выигрывают в 36 ходов. Впрочем, партия закончилась быстрее: 72. Ке6+ Крс8 73. Кd4 Лf8 74. К:f3 Л:f3 75. Крb6 Лb3 76. Лg8+ Крd7 77. Лb8. Чёрные сдались.

Эта победа позволила Ананду сохранить шахматную корону. Что же получается? Если бы компьютер играл матч с индийским гроссмейстером, то он бы имел все шансы стать чемпионом мира среди людей!

ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ (№ 10, 2013 г.)

По горизонтали. 5. Гипатия (ок. 370—415, античный математик, астроном и философ; приведён фрагмент фрески Рафаэля «Афинская школа»). **6.** Сямисэн (японская трёхструнная лютня). **8.** Докембрий. **11.** Полип (коралловый полип, представитель класса беспозвоночных типа кишечнополостных). **14.** Шатун. **15.** Мунтжак (парнокопытное животное семейства оленей, обитающее в лесах Юго-Восточной Азии). **16.** Микроб. **17.** Терция (боевое построение, использовавшееся испанской армией в XVI—XVII веках). **20.** Циркуль (созвездие Южного полушария неба к западу от Наугольника и Южного Треугольника, рядом с α Центавра). **22.** Марпл (героиня рассказов и романов А. Кристи; приведён отрывок из рассказа «Зеркало треснуло»). **23.** Серов (Валентин Александрович, 1865—1911, русский живописец; приведён портрет «Мика Морозов»). **26.** Светодиод. **27.** Береста. **28.** Лессинг (Готхольд Эфраим, 1729—1781, немецкий драматург, теоретик искусства и литературный критик; приведена басня в прозе «Терновый куст»).

По вертикали. 1. Цицерон (Марк Туллий, 106—43 гг. до н.э., римский политический деятель, оратор и писа-

тель). **2.** Митоз (способ деления ядер клеток; приведены стадии митоза). **3.** Ляпис (нитрат серебра). **4.** Уэдждуд (Джозайя, 1730—1795, английский художник-керамист и предприниматель, один из крупнейших представителей декоративно-прикладного искусства классицизма; на иллюстрации: марка, выпущенная в его честь). **7.** Амрита (в древнеиндийской мифологии — божественный напиток бессмертия, то же, что у эллинов амброзия; приведён отрывок из эпоса «Риг-веда»). **9.** Кингисепп (город в Ленинградской области). **10.** Фасбиндер (Райнер Вернер, 1945—1982, немецкий драматург, актёр, режиссёр, продюсер). **12.** Куроисио (тёплое течение Тихого океана). **13.** Капелла (католическая или англиканская часовня: небольшое отдельное сооружение либо помещение в храме). **18.** «Скупой» (комедия Ж. Б. Мольера). **19.** Фальцет. **21.** Монтень (Мишель де, 1533—1592, французский философ и писатель; приведён отрывок из его книги «Опыты»). **24.** Свита (верхняя народная мужская и женская одежда украинцев, русских и белорусов). **25.** Сонет (форма стиха из 14 строк; приведён отрывок из Сонета 59 Уильяма Шекспира в переводе С. Я. Маршака).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОСУГИ (См. с. 120.)

ПО ЗАКОНУ ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ?

Золотое сечение — это отношение большей части пропорции к меньшей, как суммы их величин к большей. Это число составляет $\Phi \approx 1,618$, например деление отрезка на соответствующие части или отношение длины прямоугольника к ширине. Даже если взять в этом качестве отношение толщины дна сковороды к толщине стенок, получится число 1,575, а вовсе не Φ . Возможно, найденная пропорция и «обеспечивает термоаккумуля-

лирующие свойства посуды», но с золотым сечением она не связана. Нахваливая свой товар, производитель слишком увлёкся раскрученной идеей и красивыми словами.

БЕСПОЛЕЗНАЯ РЕКЛАМА

Кпд спамовой рассылки составляет всего $(28 : 350\,000\,000) \cdot 100\% = 0,000008\%$.

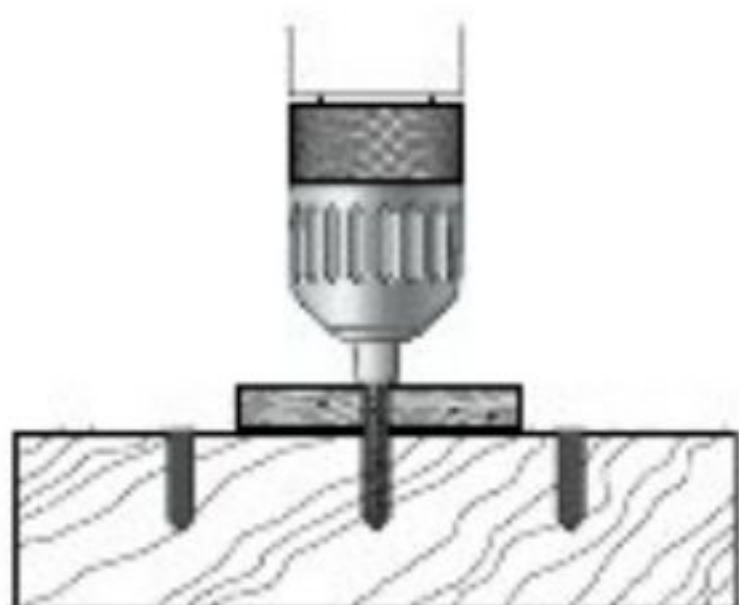
Это почти в 270 000 раз меньше кпд обычной рекламной кампании. Это ли не показатель неэффективности спама?!

● ДОМАШНЕМУ МАСТЕРУ МАЛЕНЬКИЕ ХИТРОСТИ

Чтобы растянуть обувь, поместите внутрь полиэтиленовый пакет и налейте в него воды, после чего положите обувь в морозильник. При замерзании вода расширяется, образовавшийся лёд растянёт туфлю равномерно во всех направлениях.



Марлю для процеживания можно закрепить на банке с помощью полиэтиленовой крышки, у которой вырезана середина.

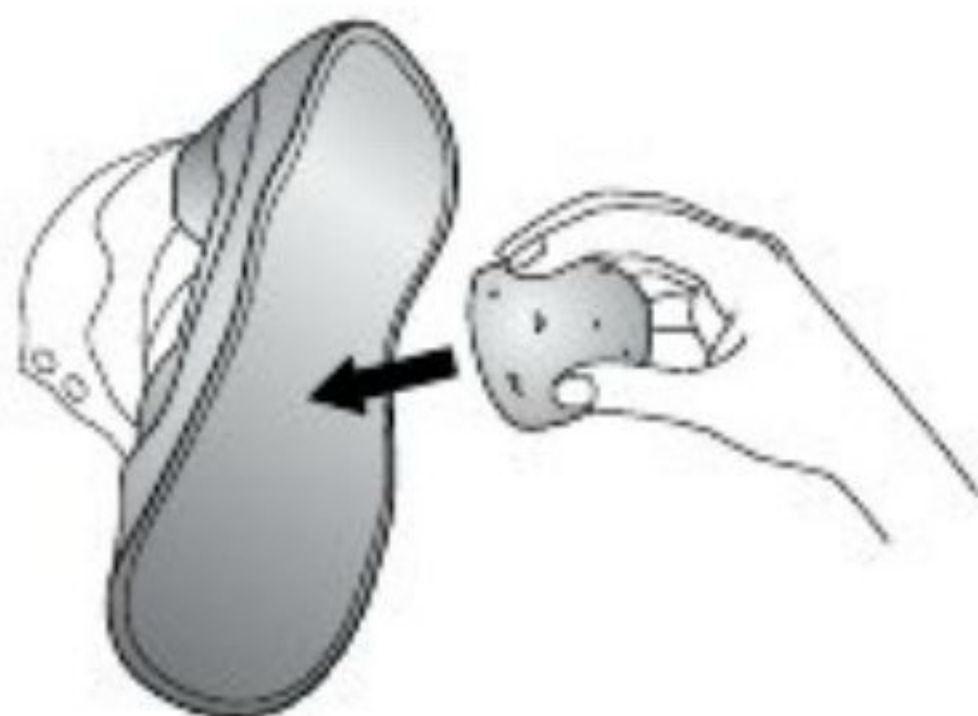


При необходимости просверлить дрелью несколько одинаковых отверстий строго определённой глубины используйте в качестве ограничителя деревянный брусок соответствующей толщины.

Рис плохо разваривается в молоке. Поэтому перед приготовлением рисовой молочной каши его вначале варят в воде, доводя до полуготовности, и лишь затем, слив воду, доваривают в молоке.



Если приходится спаивать провода в неудобном положении (на весу) или их длина недостаточна для скрутки, соедините их перед пайкой медной жилкой от многожильного провода.



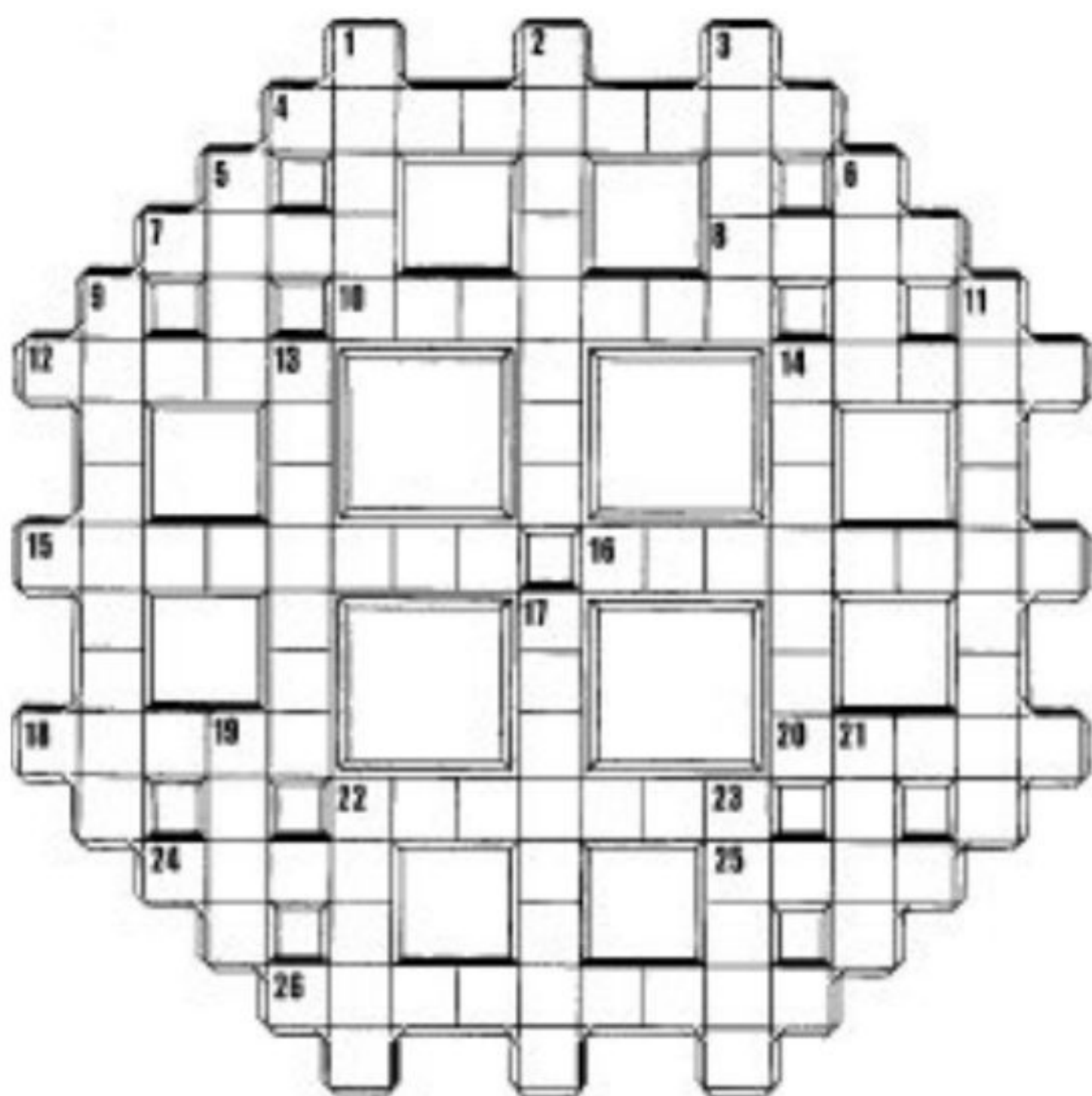
Чтобы кожаная подошва обуви меньше скользила, её следует натереть сырым картофелем.

Советами поделились:
Б. АРИСТАРХОВ, В. ИВАНОВ (Москва), Н. НОВИКОВА (г. Тверь).

НАУКА И ЖИЗНЬ

ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ



ПО ГОРИЗОНТАЛИ

4. В.-А. Моцарт — «Похищение из сераля», И. Штандфус — «Чёрт на свободе», А. Сальери — «Негры»
(жанр).

7. «Сомс провёл языком по пересохшим губам.

— Ты, верно, думаешь, что я мог бы уладить для тебя это дело? Ты ошибаешься. Я... я тут бессилён.

<?> молчала.

— Независимо от моих личных чувств, — продолжал Сомс более решительно, — есть ещё твое, и они не пойдут мне навстречу, что бы я им ни говорил. Они... они меня ненавидят, как люди всегда ненавидят тех, кому нанесли обиду.

— Но он? Но Джон?

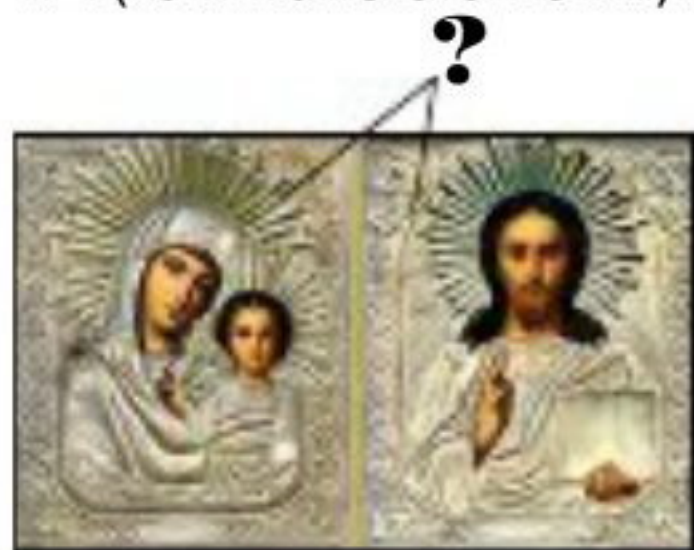
— Он их плоть и кровь, единственный сын у своей матери. Вероятно, он для неё то же, что ты для меня. Это — мёртвый узел».

8. Был у крестьянина осёл,
И так себя, казалось,
смирно вёл,
Что мужику нельзя им
было нахвалиться;
А чтобы он в лесу
пропасть не мог —
На шею прицепил мужик
ему звонок
(стихотворение).

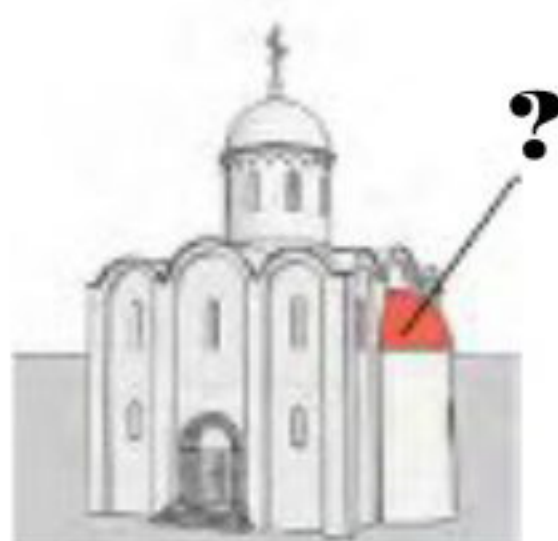
10. (название книги).



12. (техника изготовления).



14. (архитектурный элемент).



15. (сооружение).



16.



О счастливцу, о кузнечик,
На деревьях на высоких
Каплю росы напьёшься,
И как царь ты распеваешь.
Всё твоё, на что
ни взглянешь,
Что в полях цветёт
широких,
Что в лесах растёт
зелёных
(поэт).

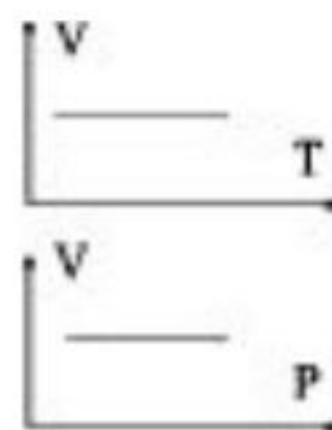
18. (ткань).



20. (штат).



22.



24. Нибоси — 2—3 штуки, тофу — 100 г, вода — 4 стакана, морская капуста (маринованная) — 1 горсть, белое <?> — по вкусу, немного зелёного лука. Приготовление: опустить в воду

нибоси и поставить на огонь. Довести до кипения, вытащить нибоси и добавить 1 столовую ложку белого <?>. Добавить нарезанную морскую капусту и маленькие кубики тофу. Когда гуща всплывёт, выключить огонь, так как <?> при кипячении теряет аромат. Подавать, посыпав мелко нарезанным зелёным луком.

25. (город).



26.



ПО ВЕРТИКАЛИ

1.



2.

«Кто наблюдал над детьми и особенно учил их по наглядной методике, тот, без сомнения, заметил разную степень впечатлительности в разных детях. Одно дитя или вообще заметно впечатлительнее другого, или выказывает заметно большую впечатлительность в сфере одного органа чувств сравнительно с другим. Здесь, конечно, не всё принадлежит врождённой особенности, и многое обуславливается прежними душевными работами дитяти; но есть, кажется, и какая-то природная грань,

которой уже перейти нельзя и которой нельзя объяснить психически» (автор).

3. (язык).

BEGIN

DISPLAY ("Hello, World!");

END.

5. (город).



6.



9. Gasaustausch.

11.



13. Правда — ложь, добрый — злой, большой — маленький, вбегать — выбегать, говорить — молчать.

14.



17. (персонаж).



19. שָׁמַיִם, אֶרֶץ (язык).

21. «С самого раннего детства я больше всего на свете любил море. Я завидовал каждому матросу, отправлявшемуся в дальнее плавание. По целым часам я простаивал на морском берегу и не отрывая глаз рассматривал корабли, проходившие мимо.

Моим родителям это очень не нравилось. Отец, старый, больной человек, хотел, чтобы я сделался важным чиновником, служил в королевском суде и получал большое жалованье. Но я мечтал о морских путешествиях. Мне казалось величайшим счастьем скитаться по морям и океанам»

(родной город героя).

22.

25. «И сказал <?> фараону: сон фараонов один: что Бог сделает, то Он возвестил фараону.

26. Семь коров хороших, это семь лет; и семь колосьев хороших, это семь лет: сон один;

27. и семь коров тощих и худых, вышедших после тех, это семь лет, также и семь колосьев тощих и иссушённых восточным ветром, это семь лет голода.

28. Вот почему сказал я фараону: что Бог сделает, то Он показал фараону.

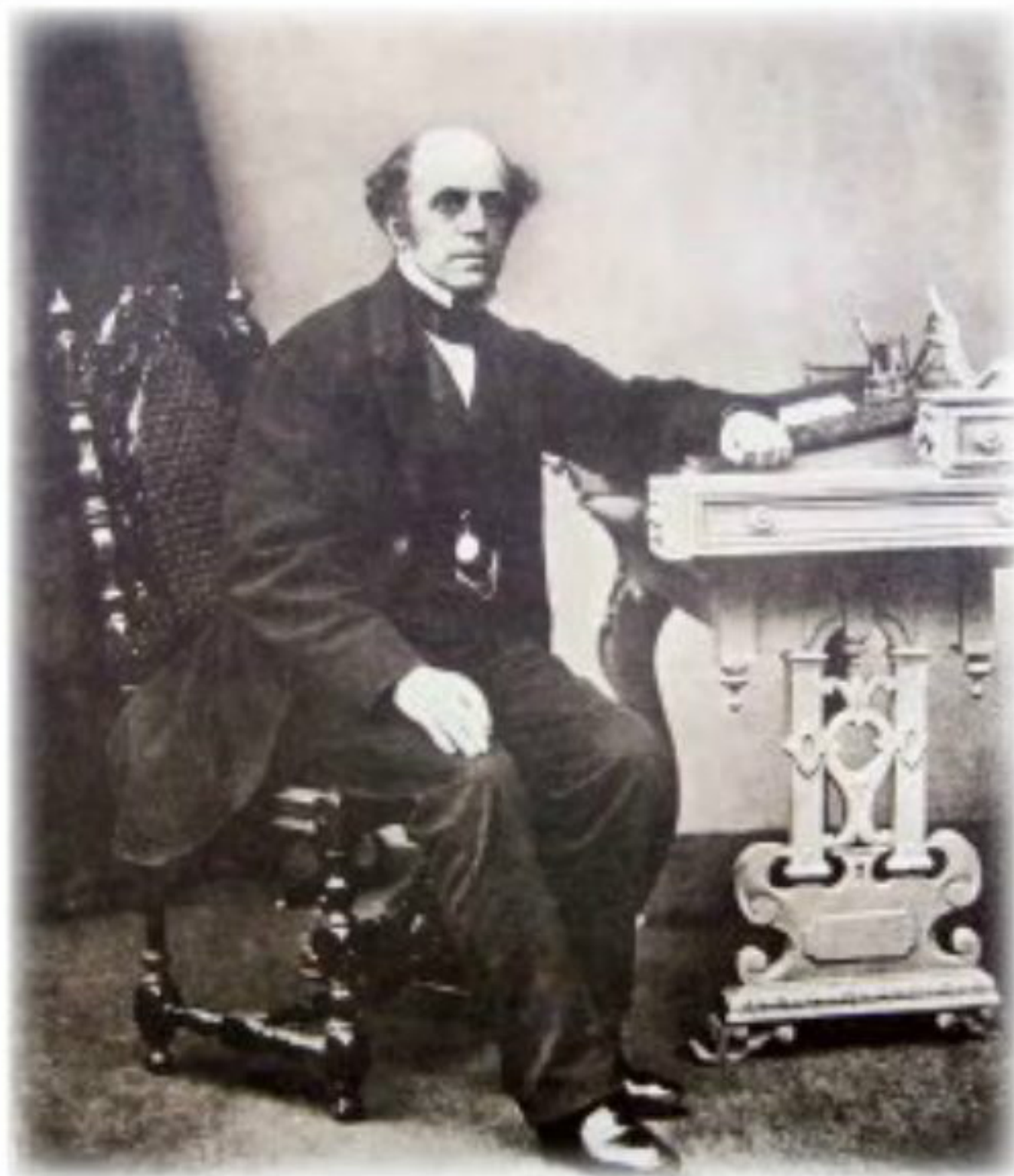
29. Вот наступает семь лет великого изобилия во всей земле Египетской;

30. после них настанут семь лет голода, и забудется всё то изобилие в земле Египетской, и истощит голод землю».

23. (архитектор).



Кроссворд составила
Наталья ПУХНАЧЁВА.



Томас Кук, фото 1853 года. Большую часть прибыли от организации туризма он до конца жизни отдавал на борьбу с пьянством.

«ЕСТЬ ЗА ГРАНИЦЕЙ КОНТОРА КУКА...»

Эти строки Маршака знал каждый советский ребёнок: «Если вас одолеет скука и вы захотите увидеть мир, остров Таити, Париж и Памир...»

А откуда взялся этот самый Кук с его конторой?

Мало кому известно, что основатель работающей до сих пор туристической компании, да и всего современного турбизнеса, вообще-то был борцом за трезвый образ жизни, а организацией туризма занялся чисто случайно.

Томас Кук родился в Дербишире (Англия) в 1808 году, за четыре года до того, как первый в мире паровоз побежал по рельсам. Сын бедных родителей был

вынужден бросить школу в десятилетнем возрасте и работать помощником садовника за пенни в день. В 14 лет он стал учеником столяра, своего дяди, который проводил больше времени в кабаках, чем за верстаком. Дядя вечно был «под мухой», что навсегда породило у Тома отвращение к алкоголю.

В двадцатилетнем возрасте Томас Кук возглавил в своём округе борьбу с пьянством. За год он проходил по окрестным городкам и сёлам две-три тысячи миль, раздавая листовки, брошюры и организуя митинги о здоровом образе жизни. Нередко в походе к нему присоединялись такие же защитники трезвости. Однажды, планируя со своими сторонниками пропагандистский марш длиной 24 мили с митингом против пьянства в конце маршрута, Кук про-

читал в газете, что в их краях открылась железная дорога. Сразу же родилась идея: возможно, если собрать много людей, едущих в одном направлении, удастся договориться с хозяевами железной дороги о скидках на билеты? Ведь оптовые закупки всегда дешевле розничных.

Действительно, ему удалось организовать мероприятие, которое мы сейчас назвали бы чартерным рейсом. Билет в оба конца стоил вдвое дешевле обычного. И 5 июля 1841 года более пяти сот прирождённых и свежее испечённых трезвенников погрузились со своими листовками и плакатами в арендованный поезд и отправились в путь. На месте прибытия они выслушали пламенные речи самого Кука и его сторонников, поиграли в крикет и попили чаю с печеньем. Поездка прошла без приключений, и вскоре к Томасу Куку начали обращаться другие организации и частные лица с просьбой устроить массовую экскурсию. Он стал договариваться о скидках с гостиницами, ресторанами, паровозными линиями, нанял знающих людей в качестве гидов. И в последующие полвека Кук не имел конкурентов в новом виде бизнеса.

Конечно, в Советском Союзе скука мало кого одолевала настолько сильно, чтобы поехать на Таити или в Париж, но сейчас по числу турфирм мы впереди планеты всей.

Юрий ФРОЛОВ.



В перекрёстный год Россия — Голландия вспомним о некоторых произведениях голландских художников, хранящихся в России. Отправимся для этого в Эрмитаж.

«ЗАШИФРОВАННЫЕ» ПОРТРЕТЫ

Кандидат искусствоведения Максим КОСТЫРЯ.

В одном из залов богатейшего эрмитажного собрания голландской живописи среди прочих картин висит несколько больших портретов. Посетители музея, толпящиеся в соседнем зале Рембрандта, редко заходят сюда. Если же это случается, то, мельком взглянув на холсты и пояснительные таблички под ними, они быстро покидают помещение, оставляя полотна наедине со зрителем и друг с другом. Жаль, эти картины стоят того, чтобы взглянуть в них попристальней.

«Аллегорический семейный портрет» Яна де Брая (ок. 1626/27—1697), написанный в конце 1660-х годов, в духе античности прославляет подвиги некоего голландского военачальника. Действие происходит у подножия здания, похожего на храм. Неизвестный нам триумфатор облачён в блестящие доспехи и бархатный красный плащ, его рука покоится на шлеме с роскошным плюмажем из страусиных перьев. Супруга в венке из лавра, являющаяся персонификацией Славы, вручает мужу лавровую ветвь — символ мира. Их маленький ребёнок воплощает изобилие, держа в руках рог, полный спелых фруктов. Полководец уподобляется знаменитым античным героям, принёсшим своей стране славу, покой и процветание. Можно предположить, что военачальник отличился в англо-голландских войнах, вероятнее всего во второй из них (1665—1667), победоносной для Голландии.

Сюжет полотна Гербранда ван ден Экхаута (1621—1674) «Мать и жена Кориолана умоляют о пощаде Рима» основан на событиях, изложенных в «Истории Рима от основания города» Тита Ливия (59 г. до н.э. — 17 г. н.э.). В 488 году до н.э. изгнанный из Рима патриций Гней Марций Кориолан пошёл войной на родной город, возглавив войско вольсков — давних соперников римлян. Горожане готовились к самому худшему, но посольство римских женщин, в числе которых были мать Кориолана Ветурия, его жена Волумния и два сына, сумело смягчить сердце полководца.

Дав войску приказ отойти, Кориолан спас Рим, хотя за это впоследствии был убит разгневанными вольсками.

Нетрудно заметить, что образы героев картины портретны и древних римлян здесь «играют» голландцы. Очевидно, глава семейства выступает воплощением благородства и великодушия, а женщины — верными хранительницами семейного очага и домашних устоев. Одежды героев совершенно фантастичны и не имеют отношения к реальному Древнему Риму. Единственный намёк на место действия — видимый в глубине римский замок Святого Ангела, бывший мавзолей императора Адриана. Одной такой детали достаточно для «узнавания», ведь история Кориолана была широко известна. Художник и его зрители могли опираться не только на труд Ливия, но и на «Сравнительные жизнеописания» Плутарха (ок. 45—ок. 120), а также на трагедию «Кориолан» Уильяма Шекспира, впервые напечатанную в 1623 году.

Ещё одно полотно Экхаута, «Дети в парке», датировано 1671 годом. Внимательный взгляд отметит в картине несколько странных деталей. Например, откуда в парке взялись овцы и козы, а также шалаш? Почему такие необычные наряды на детях? Что значат предметы у них в руках? Попробуем разобраться. Животные, шалаш, фляга для воды на поясе старшего мальчика и посох в руке старшей девочки говорят о том, что они пастушки. Одежды и обувь, особенно женские, очевидно, вновь представляют собой фантазию на тему античности (за исключением «восточного» тюрбана на младшей героине). Убор старшей девочки особенно богат аллюзиями: цветы в венке, корзине и на посохе — атрибуты богини растительности и плодородия Флоры, а жемчужные украшения связаны с богиней любви и красоты Венерой. Венок из виноградных листьев на младшем мальчике может указывать на то, что перед нами бог

● Б Е С Е Д Ы
ОБ ИСКУССТВЕ

виноделия Вакх. Яблоко же — ещё один атрибут Венеры, — которое он предлагает своей спутнице, заставляет соотнести её с возлюбленной Вакха Ариадной. Фонтан с амурами и дельфинами — спутниками всё той же Венеры — намекает на источник любви. Таким образом, изощрённый язык символов переносит нас в золотой век античности, где реальные дети играют роли идеальных влюблённых — как людей, так и богов. Буколическая поэзия, от «Буколик» Вергилия (70—19 гг. до н.э.)

пара тоже представлена в образах Вакха и Ариадны. В мужчине учёные видели сначала адмирала, затем виноторговца, в женщине — его супругу. Имена их оставались неизвестны. Однако в 2009 году нидерландскому исследователю Франсу Грейзенхауту удалось не только установить имена и род занятий изображённых, но и дать новую интерпретацию сюжетной канве картины. Мужской персонаж портрета — Леонард Виннинкс (1616—1691), занимавший руководящие посты в голландской Ост-Инд-



*Гербрандт
ван ден Экхаут.
Дети в парке.
1671.
Государствен-
ный Эрмитаж.*

ской компании. Эта знаменитая фирма, торговавшая пряностями, чаем, металлами, тканями, керамикой, была настоящей торговой империей с десятками тысяч служащих, военным флотом и собственной армией. В течение двадцатилетней службы Виннинксу довелось жить и работать в Индонезии, Японии, Индии, Иране и Ираке. В 1663 году он вернулся в Амстердам, купил дом на канале

до «Граниды» Питера Корнелиса Хофта (1581—1647), была чрезвычайно популярна в Голландии. Как в стихах, так и в картине господствует тема любви, но в нашем случае любовь неразрывно связана с браком, ибо вьющиеся растения — символы именно супружеской привязанности. То, что представлены детские, а не взрослые пары, относит воплощение этих мечтаний в грядущие времена.

Считалось, что на «Аллегорическом портрете» Фердинанда Бола (1616—1680)

Сингел и женился вторым браком на Елене ван Хейвел (1638—1698). По случаю свадьбы и был заказан этот портрет.

Молодожёны (в действительности не столь уж и молодые) изображены в виде Ясона и Медеи. Основой сюжетной линии стал, по-видимому, эпизод из поэмы «Метаморфозы» Публия Овидия Назона (43 г. до н.э. — 17 г. или 18 г. н.э.). В XVII веке это знаменитое произведение за популярность среди художников называли «Библией живописцев». В седьмой книге



«Метаморфоз» рассказывается, как Ясон, придя в святилище богини Гекаты — покровительницы колдуний, просит Медею о помощи и клянётся взять её в жёны. Жезл в правой руке Елены-Медее служит «волшебной палочкой» колхидской принцессы, а оплетающий его плющ — символом крепости брачных уз. Подорожник и лютик, помещённые на первом плане картины, широко использовали как в медицине, так и в колдовской практике. Они указывают на искусство Медее — врачевательницы и чародейки. Впрочем, и сам Ясон был сведущ во врачебном мастерстве, его имя означает «целитель». Жемчуга, украшающие женщину, и её обнажённая грудь заставляют вспомнить о Венере, богине любви, соединившей сердца новобрачных. В кораблях, возможно написанных рукой известного мариниста Виллема ван де Велде Младшего (1633—1707), можно увидеть как знаменитый «Арго», так и отзвук заморских странствий Леонарда.

Этот великолепный портрет висел над камином в салоне амстердамского дома Виннинкса. Открытая грудь супруги хозяина дома, по-видимому, никого не смущала, ибо приравнивалась к «героической» нагоде античных богов. То же можно сказать и о ещё одном семейном портрете Бола

Гербрандт ван ден Экхаут. Мать и жена Кориолана умоляют о пощаде Рима. 1662. Государственный Эрмитаж.

(1656, Дордрехт, городской музей), на котором Вигболд Слихер и Элизабет Спигел представлены в виде Париса и Венеры. В образе Амура, вероятно, запечатлён кто-то из их детей.

Современному зрителю, привыкшему к скромному облику голландских бюргеров в чёрных кружевных костюмах, подобные картины кажутся по меньшей мере необычными. Между тем жанр «историзованного» портрета был широко распространён в голландской живописи и составил одну из интереснейших её страниц. Родился этот жанр в Италии в эпоху Возрождения. Интерес к античности вызвал к жизни такие работы, как «Портрет адмирала Андреа Дориа в образе Нептуна» флорентийца Аньоло Бронзино (1503—1572) или мраморный рельеф «Юная пара в виде Вакха и Ариадны» (1505—1510, Вена, Музей истории искусства) венецианского скульптора Туллио Ломбардо (1455—1532). В качестве наследия Ренессанса «историзованный» портрет перешёл в европейское искусство XVII века. Встречающийся в творчестве



*Фердинанд Бол. Аллегорический портрет. 1664.
Государственный Эрмитаж.*



*Фердинанд Бол. Вигболд Сликер и Элизабет Спигел как Парис и Венера. 1656.
Дордрехт, городской музей.*

мастеров разных национальных школ, он стал особенно популярен именно в Голландии. Тому, на наш взгляд, есть несколько причин.

Нидерланды всегда отличались высоким уровнем грамотности. «Книга в этой стране была предметом широкого потребления, в отличие от большей части Европы, где чтению предавалась лишь элита общества» (Поль Зюмтор). Гуманисты всемерно прививали любовь к античной литературе и искусству. Художники часто имели хоро-

Классическое образование, если оно было, не знало даже незначительных сословных различий между высокопоставленными, знатными и достойными. Оно усвоило благородство манер из римской и греческой традиции и позволяло следовать им в равной мере как простому человеку, так и знатному господину. Что касалось поэзии, то между собой здесь все были греки и римляне».

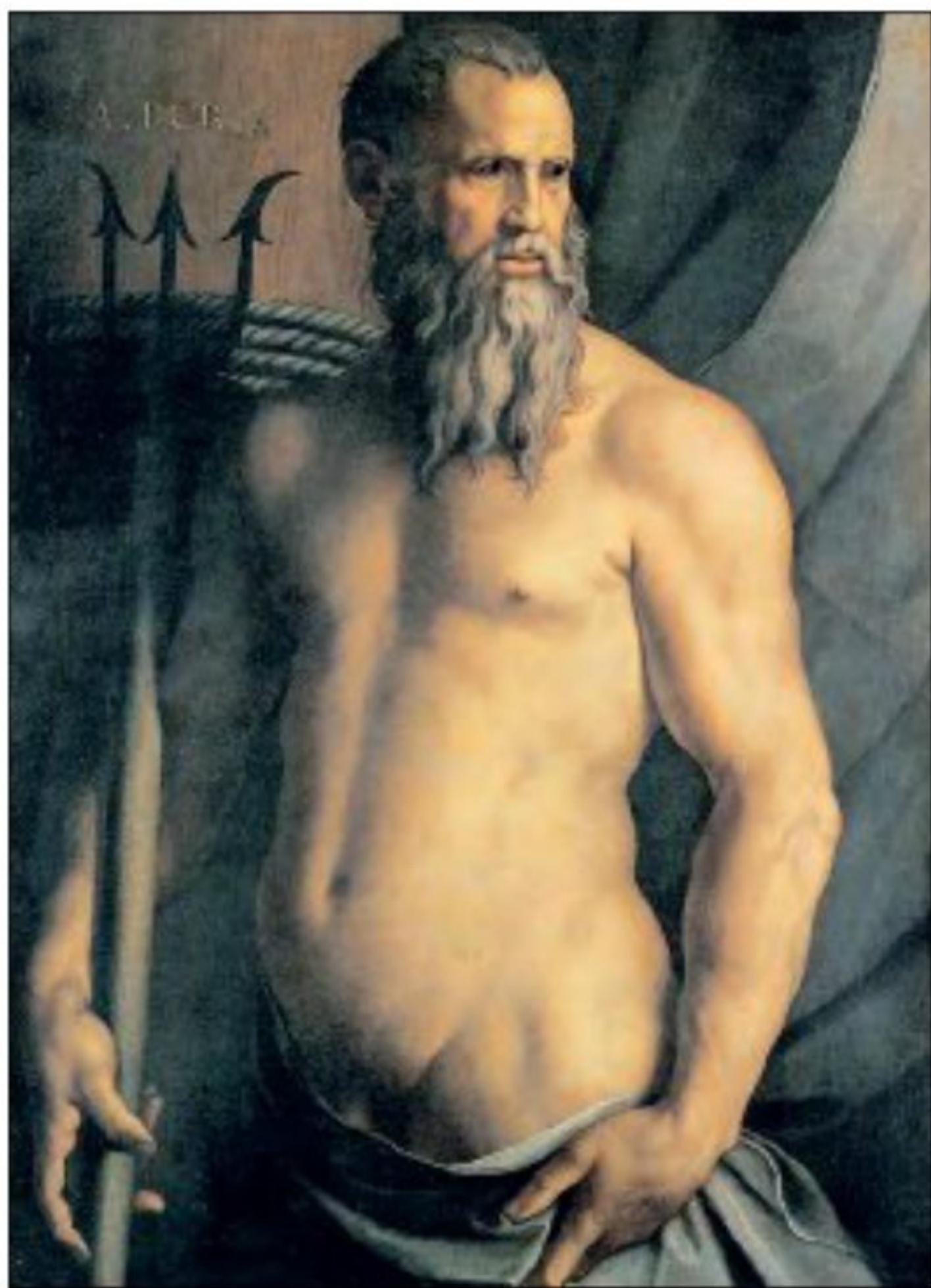
Голландцы, независимо от социального положения, определённо любили видеть

Аньоло Бронзино. Портрет адмирала Андреа Дориа в образе Нептуна. 1545—1548.

Милан. Пинакотека Брера.

шее образование, знали латынь, многие из них ездили в Италию. Прекрасным примером может служить голландский живописец, поэт, теоретик и историограф искусства Карел ван Мандер (1548—1606). Для главного труда своей жизни — «Книги о художниках» (1604) — он перевёл на голландский язык и прокомментировал поэму «Метаморфозы» Овидия.

Любовь голландцев к литературе и театру была, что называется, у них «в крови». Изначально она воплотилась в таком оригинальном явлении, как камеры риториков. Возникшие ещё в XV столетии, они представляли собой общества любителей литературного творчества. Риторы сами сочиняли и исполняли стихотворные произведения разных жанров, ставили пьесы. С начала XVII века ведущую роль в культурном процессе стали играть «гостеприимные дома» — своеобразные литературные салоны, собиравшиеся в доме известного поэта, учёного или живописца (Карел ван Мандер, например, был хозяином такого салона в Харлеме). В отличие от любительства и определённого консерватизма камер риториков, «гостеприимные дома» стремились к высокому уровню литературной жизни, были в курсе последних европейских веяний и широко обращались к классическому наследию. Выдающийся голландский историк культуры Йохан Хейзинга (1872—1945) в эссе «Культура Нидерландов в XVII веке» (1941) писал: «...альфа и омега всех культурных устремлений состояла в усердном обращении к классическому образованию.



себя в образах античных богов и героев, пастухов и пастушек. Им нравилась эта несколько тщеславная игра в идеальный мир красоты и доблести. Но важно отметить ещё и то, что подобным образом поднимался «престиж» произведения, ибо жанр портрета в художественной теории того времени имел довольно низкий статус. Облачённый же в одеяния золотого века портрет приближался к исторической картине — вершине искусства живописи.

Подводя итог, следует сказать, что образ скромного голландского бюрге-



*Туллио Ломбардо. Юная пара в виде Вакха и Ариадны. 1505—1510.
Вена, Музей истории искусства.*

ра-трудоголика, ревностного служителя суровой кальвинистской морали, должен быть если и не отброшен, то значительно скорректирован. Проницательно написал об этом в своей книге «История Европы» (1996) британский историк Норман Дэвис: «Основной парадокс голландской культуры состоит в странном противоречии

этики скромности, бережливости, трудолюбия и богобоязненности — и потрясающей сокровищницы её богатства. Голландские бюргеры обожали праздники, табак, роскошные дома, собирали живопись, давали волю своему тщеславию в портретах...» Картины, которым посвящена эта статья, лишнее тому доказательство.

Главный редактор Е. А. ЛОЗОВСКАЯ.

Редколлегия: А. М. БЕЛЮСЕВА (отв. секретарь), Н. К. ГЕЛЬМИЗА, Н. А. ДОМРИНА (зам. главного редактора), Д. К. ЗЫКОВ (зам. главного редактора), Е. В. ОСТРОУМОВА, С. Д. ТРАНКОВСКИЙ, Ю. М. ФРОЛОВ.

Редакционный совет: А. Г. АГАНБЕГЯН, Р. Н. АДЖУБЕЙ, Ж. И. АЛФЁРОВ, В. Д. БЛАГОВ, В. С. ГУБАРЕВ, Б. Г. ДАШКОВ, Е. Н. КАБЛОВ, И. К. ЛАГОВСКИЙ, Б. Е. ПАТОН, Г. Х. ПОПОВ, Р. А. СВОРЕНЬ, В. Н. СМИРНОВ, А. А. СОЗИНОВ, А. К. ТИХОНОВ, В. Е. ФОРТОВ.

Редакторы: А. В. БЕРСЕНЕВА, Н. К. ГЕЛЬМИЗА, Т. Ю. ЗИМИНА, З. М. КОРОТКОВА, Е. В. КУДРЯВЦЕВА, Е. В. ОСТРОУМОВА, Л. А. СИНИЦЫНА, С. Д. ТРАНКОВСКИЙ, Ю. М. ФРОЛОВ.
Обозреватели: Е. И. КОНСТАНТИНОВ, Б. А. РУДЕНКО, Е. М. ФОТЬЯНОВА.
Фотокорреспондент И. И. КОНСТАНТИНОВ.

Дизайн и вёрстка: М. Н. МИХАЙЛОВА, З. А. ФЛОРИНСКАЯ, Т. М. ЧЕРНИКОВА.
Корректоры: Ж. К. БОРИСОВА, В. П. КАНАЕВА, Т. Д. САДИКОВА.

Служба распространения: И. А. КОРОЛЁВ, тел. (495) 621-92-55. Служба рекламы: (495) 621-92-55.

Адрес редакции: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 24/7, стр. 1. Телефон для справок: (495) 624-18-35.
Электронная почта: mail@nkj.ru. Электронная версия журнала: www.nkj.ru

-
- Материалы, отмеченные знаком □, публикуются на правах рекламы
 - Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели
 - Перепечатка материалов — только с разрешения редакции
 - Рукописи не рецензируются и не возвращаются
 - Выпуск издания осуществлён при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям

© «Наука и жизнь». 2013.

Учредитель: Автономная некоммерческая организация
«Редакция журнала «Наука и жизнь».

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации
по печати 26 февраля 1999 г. Регистрационный № 01774.

Подписано к печати 25.10.13. Печать офсетная. Тираж 40020 экз. Заказ № 132374
Цена договорная. Отпечатано в ООО «Первый полиграфический комбинат».
Адрес: 143405, Московская область, Красногорский район, п/о «Красногорск-5», Ильинское шоссе, 4-й км.



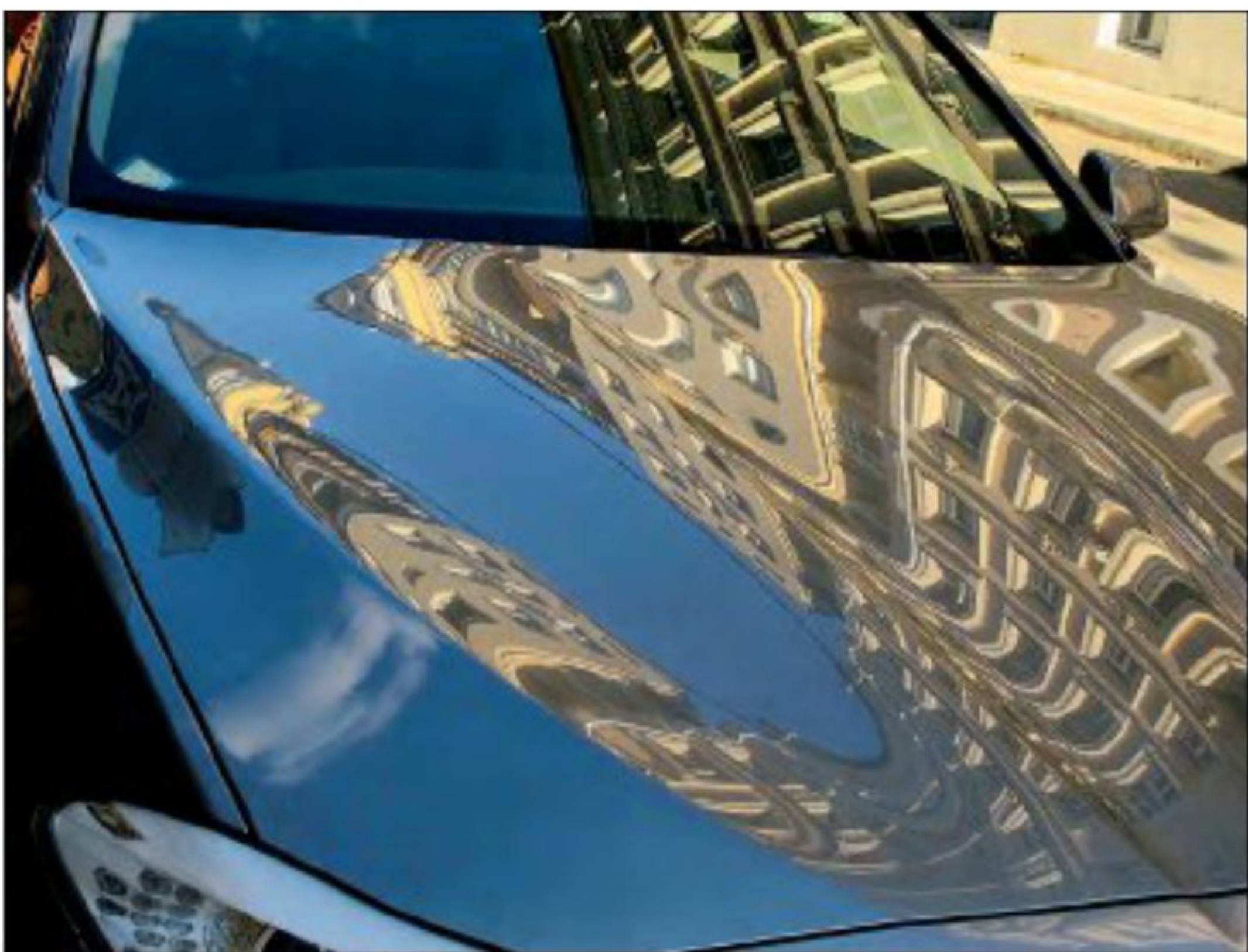
*Ян де Брай. Аллегорический семейный портрет. Конец 1660-х годов.
Государственный Эрмитаж.*

НАУКА И ЖИЗНЬ

II

2013

● ЧЕЛОВЕК С ФОТОАППАРАТОМ **ВНИМАНИЕ: ФОТОКОНКУРС «ОТРАЖЕНИЯ»** (См. стр. 112.)



Замечали ли вы, что отражённый в зеркале, воде или стекле привычный мир обретает некую условность?



Подписные индексы: 70601, 79179, 99349, 99469, 34174.