



₹

10
2006

10
2006
ИЗМЕНЕНИЯ И
ДОПОЛНЕНИЯ







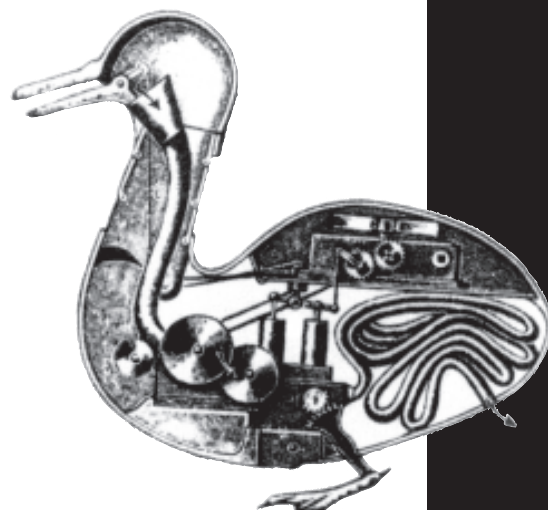
*В преподавании
хорошее определение то,
которое понятно ученикам.*

А. Пуанкаре.



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье И. А. Сокальского «Актеры, занятые в эпизодах»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Мэтью Хамакера «Невозможная возможность». Человек —
существо консервативное и сложившуюся у него в голове
картину мира тщательно оберегает. Особенно жестко
это проявляется в науке. Однако чаще всего именно наука
трансформирует сложившиеся представления. К чему это
приводит, читайте в статье Л. Стрельниковой
«Миллион за синий свет»*





Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Ответственный секретарь
М.Б.Литвинов
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альшулер,
В.С.Артамонова,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
О.В.Рындина

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко,
Н.В.Маркина,
О.Б.Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 29.09.2006

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

<http://www.hij.ru>;

<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь» обязательна.

На журнал можно подписаться

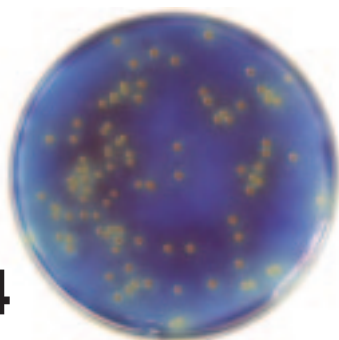
на сайтах:

<http://www.hij.ru>

<http://esmi.subscribe.ru>

<http://www.new-press.ru>

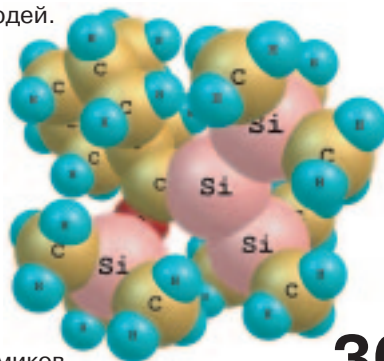
© АНО Центр «НаукаПресс»



4

Химия и жизнь

Уже десять лет в лабораториях
«Биоамида» микроорганизмы работают
на благо людей.



24

Долгое
время
никто из химиков
не верил, что они
существуют — соединения,
в которых кремний образует
кратные связи с углеродом
и другими элементами...

30



Это не «Звездные войны».
Это синий лазер — взаправдашнее
будущее, которое вплотную
подошло к настоящему.

ИСТОРИЯ УСПЕХА

Л.Стрельникова
ЖИВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 4

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.Н.Ениколопов
АГРЕССИЯ—ОДНА ИЗ ФОРМ ЗАЩИТЫ «Я» 12

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Готфрид Шац
ШОВИНИЗМ В НАУКЕ 16

ИНФОРМНАУКА

ФОНД «ДИНАСТИЯ» НАГРАДИЛ ЛУЧШИХ ПЕДАГОГОВ РОССИИ 18
ЗАКРЫТИЕ ТИХОГО ОКЕАНА 18
ХРОМОСОМЫ ДВИЖУТСЯ СИЛОЙ РАСПАДА 19

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

И.А.Сокальский
АКТЕРЫ, ЗАНЯТЫЕ В ЭПИЗОДАХ 20

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

В.Г.Авакян
СИЛЕНЫ 24

СОБЫТИЕ

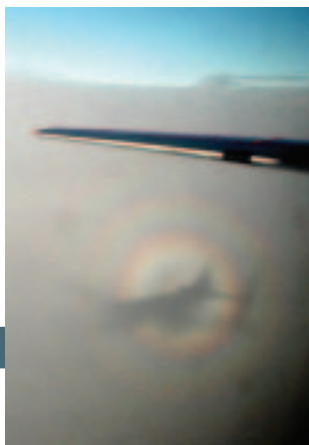
Л.Стрельникова
МИЛЛИОН ЗА СИНИЙ СВЕТ 30

ИНТЕРВЬЮ

Сюдзи Накамура
«Я ЛИШЬ ХОТЕЛ ПОЛУЧИТЬ КАНДИДАТСКУЮ СТЕПЕНЬ» 32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.Б.Прозоровский
ВОЗБУЖДАЮЩИЕ АМИНОКИСЛОТЫ 34



41

Подлинной причиной этого таинственного явления — глории, или брокенского призрака, — могут быть необычные физические свойства воды в холодном облаке.

Доброта в нем сочеталась с нонконформизмом, умение воплотить дерзкие научные замыслы — с верой в Бога... Леонида Корочкина — ученого, философа, художника — больше с нами нет.

60



В номере

18, 58

ИНФОРМНАУКА

О перемещениях континентов и движениях хромосом, о том, как вырастить протезный сосуд на собственном теле пациента, и о том, зачем перелетным птицам не только надевают кольца на лапки, но и крепят радиопередатчики на спинки.

12

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Старые фильмы, в которых враги — фашисты, белогвардейцы, нарушители закона — всегда изображались отвратительными, по мнению психологов, не так уж наивны. Четкое разграничение добра и зла (хотя бы на экране) помогает человеку научиться различать, в каких ситуациях насилие бывает необходимо и в каких оно недопустимо.

34

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

У человека и насекомых много общего, в частности, и на биохимическом уровне. Некоторые медиаторы — вещества, передающие нервные импульсы, — у них одни и те же. Только вот, например, глутаминовая кислота у таракана передает сигналы в мышцах лапок, а у человека — в мозг.

48

ТЕХНОЛОГИИ

Когда появились полупроводниковые приборы, многим показалось, что эпоха электронно-вакуумных приборов навсегда закончилась. Не тут-то было: в запаянных стеклянных колбах прячется еще много тайн и сюрпризов.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Н.Нетреба

ОБЛАКА НА ВЕРШИНАХ МИРА 40

РАССЛЕДОВАНИЕ

А.Н.Невзоров

ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ ОБЛАКА 41

ТЕХНОЛОГИИ

Л.А.Ашкинази

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ: ЗАРЯ ВТОРОЙ ЭПОХИ 48

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Л.Хатуль

НАНО И САМО 52

АРХИВ

Анна Комнина

ЭТОТ ИТАЛ..... 56

ИНФОРМНАУКА

ОБЛАКА: КРУГЛОСУТОЧНЫЙ ДИАГНОЗ 58

ПРОТЕЗ СОЗРЕЛ 58

МУХОЛОВКИ-НАВИГАТОРЫ 59

ПАМЯТЬ

Н.Маркина

РЫЦАРЬ ВЕРЫ, РАЗУМА И ЛЮБВИ 60

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Борис Хазанов

ПОЛНОЕ СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ ТУЧИНА 64

КСТАТИ О ПТИЧКАХ

О.Волошина

ГОЛУБОЙ МНОГОЖЕНЕЦ 72

ИНФОРМАЦИЯ 69

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 38

ПИШУТ, ЧТО... 70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 46

ПЕРЕПИСКА 72

Л. Стрельникова

Живые технологии



Вряд ли кто-то сомневается, что за биотехнологиями – будущее. Сегодня они работают в медицине и сельском хозяйстве, в пищевой и химической промышленности, в охране окружающей среды и транспорте. По прогнозам специалистов, рынок биотехнологической продукции к 2010 году составит 100 млрд. евро. Правда, российская доля в этом огромном пироге предполагается более чем скромной – всего четверть процента. Хотя в России в этой области и работают 57 научных центров, но у всех у них общая проблема – нехватка финансирования. В Китае на биотехнологические исследования ежегодно расходуется более одного миллиарда долларов, в США и Евросоюзе – десятки миллиардов. А в России – десятки миллионов.

Значит ли это, что не видать нам российских разработок на мировом рынке как своих ушей? Нет, не значит. Потому что такие разработки, причем выполненные в последние годы, а не взятые с пыльных полок 70-х, в России есть. ЗАО «Биоамид» в Саратове – по сути, частный исследовательский центр. Это одна из немногих компаний в России, которая разрабатывает новые промышленные биотехнологии, патентует, быстро внедряет их на предприятиях России и успешно продает лицензии в Германии, Южной Корее и Белоруссии. В «Биоамиде» не занимаются фундаментальными исследованиями. Здесь все подчинено потребностям общества и промышленности. Поэтому в «Биоамиде» сумели превратить науку во вполне успешный бизнес.

Десять лет неуклонного роста

Двенадцать лет назад Сергей Петрович Воронин, нынешний директор «Биоамид», сидел у разбитого корыта и размышлял, что делать. Разбитым корытом был его Институт биокатализа в Саратове – филиал ВНИИ генетики и селекции микроорганизмов. Его открыли по постановлению правительства в 1986 году. А в 1994 году государство взяло свои слова обратно – отказало своему институту в финансировании. Под это госфинансирование, запланированное на несколько лет вперед, институт строил себя и закупал оборудование. Но без денег ничего не построишь. Институт успел освоить лишь 17% сметной стоимости. И задолжал строителям немалую сумму: ведь тогда, как, впрочем, и сейчас, бюджетные деньги приходили с сильной задержкой. Зарплату платить нечем, долги покрывать нечем – обычная история девяностых. А долги тем временем «пенились», то есть росли за счет пени как на дрожжах.

Самое досадное, что как раз в это время к сотрудникам института пришли научный успех и признание. В 1995 году саратовский Институт биокатализа был отмечен впервые учрежденной премией правительства России в области науки и техники за биотехнологический способ получения акриламида. И тогда С.П.Воронин решил попытаться счастья в своем регионе. Ведь правительственная награда саратовским ученым – это награда и всему региону. На вручении премии он передал губернатору Д.Ф.Аяцкову свои предложения о развитии института, подкрепленные парой статей в местной печати. Но сдаётся мне, что господину губернатору такое слово, как «биотехнология», было неведомо. Это сейчас в нашем правительстве усвоили, наконец, что такое хайтек и почему этим надо заниматься, и слава Богу. А тогда это был пустой звук. Губернатор вручил награду, похлопал по плечу, бумаги взял, а денег не дал.

И вот тогда Воронин с коллегами решили: раз мы никому не нужны, будем создавать частную компанию, и в 1996



В лабораториях «Биоамид», который возглавляет С.П.Воронин (слева), разрабатывают самые разные биотехнологии. Здесь наряду с опытными исследователями работают и совсем молодые – химик Маргарита Бобкова и микробиолог Сергей Глинский



году было учреждено ЗАО «Биоамид». Благо к тому времени биотехнологией изготовления акриламида заинтересовалась немецкая компания «Штокхаузен» и через два года непростых переговоров купила лицензию на эту технологию. И к разработчикам потекли первые деньги. На эти деньги «Биоамид» выкупил у своего разрушенного института, отданного за долги, оборудование по остаточной стоимости, взял на работу бывших сотрудников Института биокатализа и начал все заново – принялся строить свой новый дом. Сегодня «Биоамид» располагается в небольшом собственном четырехэтажном здании – бывшей недостроенной поликлинике, которое компания сама превратила в лаборатории, технологический участок и офисные помещения. Территория обнесена изящной кованой решеткой, а на газонах пестреют петунии и незабудки.

В компании работает 30 человек, половина из них – «мозги», то есть исследователи – химики, микробиологи, биологи. Каждый второй – оспененный. Средний возраст – 35–40 лет. За это время Светлана Полтавская защитила кандидатскую диссертацию, а на подходе еще три кандидатских и одна докторская. Оборудование – микробиологическое, аналитическое и прочее – не новейшее, но и на нем биотехнологам удается получать отличные результаты. Однако у работы на таком оборудовании есть свои плюсы. Ведь из лабораторий «Биоамид» технологии переходят сразу в промышленные реакторы. Вместе с технологиями разработчики передают проверенные и отлаженные методики контроля качества продукции для центральных заводских лабораторий. А нынешние ЦЗЛ, как всем известно, работают на старых спектрофотометрах. Впрочем, новейшие приборы, о которых так мечтают саратовские исследователи и без которых сегодня трудно двигаться вперед, скоро появятся в «Биоамиде».

Итак, история успеха началась десять лет назад, с момента образования ЗАО «Биоамид». Сегодня компания каждый год увеличивает оборот в полтора-два раза и по-

вышает на 20–25% зарплату персоналу, которая и без того в несколько раз выше, чем в саратовской государственной науке. Для сотрудников «Биоамид» – родной дом, в котором можно спокойно и сосредоточенно заниматься любимым делом, где с каждым можно обсудить свою идею и свои проблемы. За эти годы «Биоамид» получил семь патентов на технологии и штаммы микроорганизмов для медицины, сельского хозяйства, большой химии и охраны окружающей среды. О них и поговорим.

Краски, нефть и памперсы

В «Биоамиде» любят, холят и лелеют микробов. Ведь никто не может выполнить работу по синтезу веществ быстрее и чище, чем эти крошечные организмы. Благодаря своим ферментным системам они умеют безошибочно превращать одно вещество в другое. Главное – правильно подобрать нужный штамм и условия для его работы. По существу, микробы выступают в роли биокатализаторов, направляя химический синтез в нужное русло. «Особенность биокатализа заключается в том, что при переходе от лабораторного литрового реактора к промышленному двадцатитонному полностью сохраняется кинетика процесса, – рассказывает С.П.Воронин. – Что в литре, что в кубометре процесс пройдет одинаково – за одно и то же время, с той же селективностью и степенью конверсии. А селективность и степень конверсии в ферментном катализе близки к 100%. Если добавить, что такие процессы безотходны, идут в водной среде, при комнатной температуре и требуют энергию только для того, чтобы мешалка крутилась, то станет ясно, что цены таким технологиям просто нет».

Первым достижением, на котором поднялся «Биоамид» и которое продолжает приносить компании доход в виде регулярных роялти, была биотехнология получения акриламида. Мы дважды писали об этой уникальной раз-



Так выглядит лабораторный ферментер, в котором выращивают микробов – будущие биокатализаторы

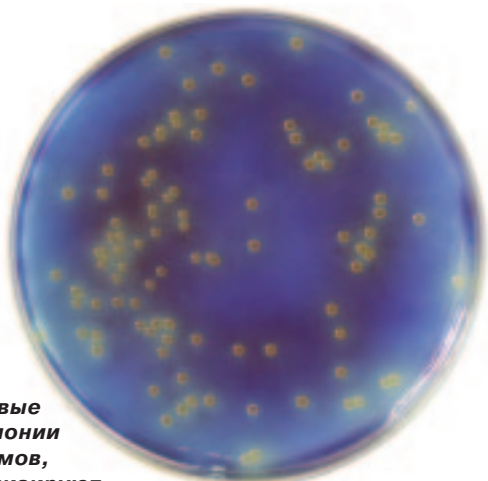


А так выглядит промышленный реактор, в котором на химическом заводе в Перми получают акриламид с помощью микробов по технологии, разработанной в «Биоамиде»

работке (см. «Химию и жизнь», 1992, № 8; 1995, № 1). Коротко напомним, что речь идет о промышленном синтезе вещества, из которого получают важнейший полимер – полиакриламид. Его используют и на станциях водоподготовки для очистки воды, и как флокулянты – в горнорудной, калийной, угольной и нефтедобывающей отраслях промышленности, и для изготовления суперсорбентов, из которых делают памперсы, и для производства мелованной бумаги, и для извлечения нефти, и для много чего еще. Прежде, да кое-где и сейчас, акриламид изготавливали классическим методом промышленной химии – гидратацией ядовитого акрилонитрила в присутствии концентрированной серной кислоты и при нагревании:



Технология настолько грязная и опасная, что желающих работать в таких цехах практически нет. Саратовские биотехнологии сумели превратить эту опасную процедуру в почти что кулинарные забавы. Правда, прежде



Вот они, маленькие живые фабрики – колонии микроорганизмов, которые катализируют синтез акриловой кислоты

пришлось вывести специальный штамм микроорганизмов, которые без всякой кислоты и нагрева превращали исходное вещество в желаемое. В водный раствор этого биокатализатора, который непрерывно перемешивается мешалкой, достаточно прикапывать акрилонитрил, чтобы превратить его в акриламид. В общем – настоящая революция в химической отрасли. Понятно, почему за эту технологию так ухватились в Германии. Признание этой страны – мирового лидера в области классической химии – значит многое.

Сегодня таким способом получают акриламид и полимеры из него в Перми и Саратове. Но разумеется, биотехнологический акриламид был только началом. Эта разработка, как плодотворная мать, принесла добротное потомство в виде еще двух биотехнологий, одна из которых – получение акриловой кислоты.

На химических заводах акриловую кислоту получают каталитическим окислением пропилена, то есть из нефти. Каждый год десятки тысяч тонн этого вещества расходуются по миру. Но года три назад мировой рынок акриловой кислоты стало лихорадить. То ли крупный завод в США закрыли на реконструкцию, то ли спрос сильно превысил предложение... Теперь это и не важно. Главное, что рынок потребовал надежной альтернативы. Эту альтернативу и предложил «Биоамид». Группа исследователей под руководством Сергея Владимировича Козулина занималась этой проблемой лет восемь и решила ее.

Акриловую кислоту можно получить по аналогии с акриламидом – из акрилонитрила. Исследователи нашли штамм микроорганизмов, который выполняет эту работу. В одну стадию при температуре 36° из акрилонитрила получается акрилат аммония. Если теперь в реактор добавить натриевую щелочь и отогнать образующийся аммиак, то получится акрилат натрия. Он-то и идет на изготовление полимеров.

Над этой задачей ломали голову технологи всего мира, за рубежом опубликовано множество статей с описанием различных штаммов, которые можно использовать в



М.К.Синолицкий держит колонку, заполненную полиакриламидным гелем с зашитыми в него микробами. Если через колонку пропускать фумарат аммония, то из колонки будет вытекать чистейшая L-аспарагиновая кислота

качестве биокатализатора этого процесса. Однако ни одной промышленной технологии на Западе так и не сделали. А вот саратовские ученые добились своего. «Биоамид» запатентовал штамм, «обладающий нитрилазной активностью», и его немедленно купила немецкая компания «Дегусса-Евразия». Теперь биокатализатор С-32, самый эффективный из всех известных в мире, работает в цехе пермского совместного российско-американского предприятия «Ашленд МСП». И в этом велика заслуга группы талантливых инженеров из Перми под руководством С.Г.Сесюнина и А.Л.Каменщикова, которые работали с исследователями «Биоамида» рука об руку. От принятия решения об организации производства до выпуска продукции прошло всего девять месяцев. Пока что здесь производят только несколько сот тонн акрилата натрия в год – исключительно для своих нужд, для изготовления полимеров. Эту исследовательскую работу «Биоамид» выполнял на собственные деньги. Зато теперь, когда лицензия продана, деньги вернутся с лихвой.

Но на этом работа исследователей не остановилась. Сейчас коллеги из НИИ генетики и селекции микроорганизмов в Москве в лаборатории доктора биологических наук А.С.Яненко копаются в геноме этого штамма, чтобы генетически усовершенствовать его, сделать еще более эффективным и устойчивым. Этот проект выполнен на средства (и немалые) Фонда содействия малому предпринимательству в научно-технической сфере.

«Левая» кислота

Итак, первое дитя биотехнологического акриламида – это акриловая кислота. Но мы говорили о двух отпрысках. Кто же второй? Тоже кислота, только аспарагиновая. Она входит в двадцатку аминокислот, из которых строятся белки всего живого. Вот почему она включена в состав питательных растворов, которые вводят больным через капельницу. На ее основе изготавливают известный кардиопрепарат аспаркам, а также знаменитый заменитель сахара аспартам.

Но зачем делать биотехнологическую аспарагиновую кислоту, если ее выпускают тоннами на химических заводах в разных странах, где синтез этого вещества отлаживали годами? А дело в том, что такие сложные органические молекулы (в которых есть асимметрический атом углерода, добавляют химики) существуют в виде двух зеркальных стереоизомеров – L и D, правых и левых. Это как две руки – правая и левая. Вроде бы все одинаково. Но попробуйте положить ладонь правой руки поверх левой. Вы убедитесь, что совместить их не удастся – большие пальцы обеих рук торчат в разные стороны. Так и стереоизомеры невозможно совместить в пространстве. При абсолютном структурном сходстве эти изомеры различаются тем, что по-разному вращают плоскость поляризованного света – вправо или влево. Отсюда и сложившееся название – L (levo) и D (dextro). А в живой природе, где катализаторы-ферменты распознают молекулы по форме, это играет решающую роль.

При обычном «неодушевленном» химическом синтезе всегда получается так называемая рацемическая смесь двух оптических изомеров, которую обычно не разделяют. Структура-то у этих изомеров одинаковая. Эта смесь и идет на изготовление того же аспаркама, который представляет собой калий-магниевые соли аспарагиновой кислоты. Но самое интересное заключается в том, что весь живой мир построен только из «левых» изомеров. Для ферментов-катализаторов, которые обеспечивают метаболизм живого организма, пространственное строение органической молекулы принципиально важно – они распознают только левые изомеры, то есть «заточены» под них. Если бы об этом знал математик Льюис Кэрролл, то, возможно, в его романе «Алиса в Зазеркалье» действие разворачивалось бы иначе. С точки зрения стереоизомерии живое существо в привычном земном понимании не может жить в зазеркальном мире, потому

Медицинский препарат «Аспаркам-L», промышленное производство которого по технологии «Биоамида» скоро начнется в Пензе, сделан на основе чистой L-аспарагиновой кислоты, в отличие от западных аналогов – панангина и аспаркама



что не усваивает D-изомеры органических веществ. Хорошо, что Алисе не достался пудинг на обеде с шахматными королевами...

Очевидно, что если живые существа потребляют только «левые» изомеры, то и производят они такие же. Вот почему биотехнологии решили заставить микроорганизмы производить аспарагиновую кислоту. При таком подходе они должны были бы получать чистейшую «левую» кислоту.

Вообще, эта история началась еще в 80-х годах. Тогда правительство задумало осчастливить народ отечественным заменителем сахара «Аспартам». В то время в России аспарагиновую кислоту не производили (как, впрочем, не производят и сейчас), а привозили из-за границы. Тогда-то перед наукой и была поставлена задача сделать биотехнологию производства аспарагиновой кислоты. В рамках государственной программы в НИИ генетики и селекции микроорганизмов под руководством члена-корреспондента РАН Владимира Георгиевича Дебабова был создан штамм микробов, которые превращали fumarовую кислоту, производимую тысячами тонн, в том числе и в нашей стране, в аспарагиновую кислоту. Ученые работали в рамках государственной программы. Но в начале 90-х программа была закрыта, и штаммы легли на полку. Лишь в 1999 году В.Г.Дебабов передал штамм в умелые руки – Сергею Воронину в «Биоамид». Уже тогда было ясно, что там знают, как вывести полезный штамм в люди. Оставалось только придумать саму технологию.

Технология, которую разработал Максим Константинович Синолицкий вместе с коллегами, получилась простой и симпатичной. Исследователи «зашили» микробы в полиакриламидный гель. Этим гелем заполнили пластиковую трубу-колонку. Если через эту колонку прокачивать исходное вещество – 20%-ный раствор fumarата аммония, то на выходе из нее течет чистейшая L-аспа-

рагиновая кислота со скоростью три литра в час. Все происходит при комнатной температуре, практически без отходов. Содержимое колонки может непрерывно работать в течение трех месяцев. За это время из одного килограмма биокатализатора можно получить до 150 кг ценнейшего и чистейшего продукта. А затем содержимое надо обновить.

Из «левой» кислоты в «Биоамиде» совместно с коллегами из Волгоградского медицинского университета под руководством академика РАН В.И.Петрова и члена-корреспондента РАН А.А.Спасова сделали медицинский препарат «Аспаркам-L» – калий-магниевою соль аспарагиновой кислоты. Его известные аналоги, панангин и аспаркам, назначают при аритмии, для профилактики инфаркта миокарда и терапии после него, поскольку он корректирует электролитный баланс в организме, к которому чувствительно сердце. В общем, препараты известные и давние. Но, в отличие от традиционного венгерского панангина или немецкого аспаркама, которые состоят из D- и L-аспарагинатов, саратовский «Аспаркам-L» на 100% состоит из солей L-аспарагиновой кислоты, то есть в нем нет никакого балласта. Российский биотехнологический аспаркам успешно прошел клинические испытания, получил необходимые разрешения в Минздраве, и в конце этого года планируется его промышленное производство на предприятии «Биосинтез» в Пензе. Кстати, саратовцы бесплатно передали этому предприятию лицензию на технологию. Но вложенные в исследование и

Обычный рабочий стол в одной из лабораторий «Биоамида». Здесь все под рукой





ИСТОРИЯ УСПЕХА

А теперь о том, как сотрудники «Биоамида» усовершенствовали технологию. На самой первой стадии в систему стали добавлять перекись водорода, которая дезактивирует ферменты, разрушающие РНК. В результате выход РНК резко увеличился. А для высаживания технологичной формы РНК стали добавлять хлорид кальция и ацетон, в присутствии которых РНК и не думает «плаваться», а выдает нормальные кристаллы. Итоговая система представляет собой устойчивую водную суспензию, из которой без дополнительных технологических проблем получается качественный продукт. Поскольку это вещество предназначено для фармацевтического препарата, то степень его очистки должна быть максимальной. На это и были брошены все силы технологов. В результате появился патент на технологию производства чистого нуклеината натрия из дрожжей, среди авторов которого не только сотрудники «Биоамида», но также их белорусские коллеги и сотрудники «Биосинтеза». Сейчас на этом предприятии по новой технологии каждый месяц выпускают 25 тысяч флаконов с нуклеинатом, которые расходуются в 25 регионах России.

Специалисты, в том числе из Института иммунологии РАМН, признают, что нуклеинат натрия – мягкий, эффективный и безвредный иммуномодулятор. Он подправит иммунитет в ту или иную сторону, а если в этом нет необходимости, то и вреда никакого организму не причинит. С давних пор в народе лечили фурункулы дрожжевым питьем. Нуклеинат также назначают при фурункулезе, герпесе и прочих заболеваниях, зависящих от иммунитета. А их с каждым годом становится все больше. Сегодня в Саратове все курсы химио- и радиотерапии, назначаемые онкологическим больным, обязательно сопровождаются нуклеинатом натрия.

Сейчас в «Биоамиде» работают над созданием инъекционной формы этого препарата для ветеринарии. Коровы ведь тоже болеют, но пить таблетки их не заставишь. Да и какого размера должна быть таблетка для коровы?

«Йогурт» для коров

Раз уж мы заговорили о коровах и их проблемах, то главная из них связана с питанием, особенно зимой. Коровы едят траву, а где ее взять, когда кругом снега? Поэтому фермеры по осени заготавливают силос – скашивают комбайнами травы и закладывают их на хранение в траншеи с бетонными или земляными стенками. А дальше события будут разворачиваться по следующему сценарию. Здесь главные действующие лица – молочнокислые бактерии. Их в природе сколько угодно. Оказавшись в траншее вместе с нарезанной травой, сочащейся сладким соком, эти бактерии начинают работать – сбраживают сахара, выделяя молочную кислоту, которая служит консервантом. Если все идет по этому сценарию, то силос самоконсервируется, долго хранится и остается вкусным и ароматным.

разработку деньги вернутся вместе с роялти, как только начнется промышленный выпуск препарата.

У этой разработки тоже будет продолжение. Сейчас группа М.Синолицкого колдует над еще одним препаратом на основе аспарагиновой кислоты – магний-аспарагинат-В₆. Благодаря сочетанию L-аспарагиновой кислоты и витамина В₆ ионы магния в несколько раз быстрее переносятся и усваиваются организмом, если сравнивать с другими препаратами магния. И это очень важно, ведь магний определяет активность более 300 ферментов в нашем организме. L-аспарагиновая кислота как локомотив тащит магниевый паровозик в обход всех светофоров, а витамин В₆ помогает быстрому его усвоению в тканях организма. Осталось лишь довести исследования препарата до конца.

Иммунитет на дрожжах

Медицина – едва ли не самая благодатная и благодарная отрасль для биотехнологий. Витамины и антибиотики уже давно делают с помощью микроорганизмов. Сегодня этот список пополнил иммуномодулятор – нуклеинат натрия, то есть натриевая соль РНК дрожжей.

Идея заняться этой проблемой пришла с Саратовского биохимического завода. В конце восьмидесятых, как раз когда был основан Институт биокатализа, ныне покойный, завод производил 700 тонн дрожжей в год, а покупали у него ровно половину. Что делать с оставшейся? Заводчане предложили С.П.Воронину наладить какую-нибудь переработку дрожжей «в мирных целях». К тому времени такая технология была разработана совместно с белорусскими коллегами во главе с Т.В.Трухачевой. Из полутонны дрожжей она позволяла получить 1,6 кг ценнейшего нуклеината натрия. Маловато, конечно. «Биоамид» взялся усовершенствовать процесс. И улучшил результат более чем вдвое – до 3 кг. Этой разработкой в «Биоамиде» занимается группа Анатолия Петровича Гуменюка вместе с коллегами из «Биосинтеза» под руководством Е.Е.Полуниной.

РНК – кислота, хотя и слабенькая. Тем не менее она реагирует со щелочью, образуя соответствующие соли. Поэтому в слабощелочном растворе из дрожжей экстрагируется нуклеинат натрия. Правда, попутно экстрагируется белок, загрязняющий препарат. Этот белок надо разрушать, для чего в систему вводят ферменты – протеиназы. Затем кислотой осаждают РНК. Получается нечто вроде тягучей резины – нерастворимого в воде полимера РНК. С таким нетехнологичным продуктом на производство нечего и соваться. Его растворяют в буферной смеси, осаждают примеси, очищают... Одним словом, пока получишь порошок нуклеината натрия, семь потов сойдет.



Силос, законсервированный с помощью молочнокислых бактерий, иммобилизованных на хлопьях сухого молока, остается вкусным и съедобным в течение двух лет



Однако вероятность того, что все произойдет именно так, не столь уж и высока. Потому что в природе, наряду с «хорошими» молочнокислыми бактериями, существуют «не очень хорошие» – маслянокислые. Они тоже перерабатывают сахара, только выделяют дурно пахнущую масляную кислоту. От такого вонючего силоса с души воротит даже коров. А кроме того, в верхних слоях силоса, куда пробирается кислород воздуха, развиваются аэробные процессы, то есть попросту происходит гниение. Качество силоса, который предлагают зимой коровам на обед, зависит от равновесия между этими процессами. А оно часто бывает вовсе не в пользу буренок.

Решение напрашивается само собой – надо добавить в силос молочнокислых бактерий, чтобы они своей массой задавили прочих. Но как их равномерно распределить в силосной траншее и в виде чего? Лучше всего работать с легким сыпучим продуктом. Значит, бактерии надо прицепить на какую-то сыпучую основу. В лабораториях «Биоамида» группа С.В.Козулина испробовала на эту роль и крахмал, и муку, пока не остановилась на сухом молоке. Биотехнологи сумели иммобилизовать молочнокислые бактерии на поверхности частиц сухого молока — их надежно удерживает казеин молока, выступающий в роли клея. Получается хороший сыпучий продукт. На тонну зеленой массы достаточно 1,5 г такого порошка. А полуторакилограммового ведерка, в которое фасуют этот биоконсервант, хватит на консервацию тысячи тонн. Среднее фермерское хозяйство заготавливает 3–4 тысячи тонн силоса в год, крупное – 20 тысяч. Так что ведерок им нужно совсем немного. Работать с биоконсервантом просто. Порошок разбалтывают в воде и из лейки этим раствором орошают силос, уложенный в траншеи, а затем накрывают его сверху, чтобы уменьшить поступление кислорода.

Если бы коровы умели говорить, то по поводу биоконсерванта они сказали бы много восторженных слов. Но нам хватит и того радостного мычания, которым зимой коровы встречают ароматный, сочный корм, пахнущий фруктами, как йогурт. От этого биоконсерванта коровам только лучше во всех отношениях. Во-первых, молочнокислые бактерии благотворно влияют на их пищеварение. А когда желудочно-кишечный тракт работает хорошо, то коровы лучше набирают вес и дают больше моло-

ка. Во-вторых, молочнокислые бактерии на молочных хлопьях – это все-таки белок, причем в натуральном виде, который коровам тоже полезен. И наконец, молочнокислые бактерии увеличивают сохранность так называемых кормовых единиц. Саратовцы подсчитали, что хозяйства, использующие биоконсервант, на рубль вложений получают 30 рублей дохода. А биоконсервант этот совсем не дорогой. Правда, хранится только два месяца. В течение этого срока его обязательно надо использовать, иначе число живых клеток заметно уменьшится. Впрочем, это обстоятельство не доставляет хлопот фермерам. Биоконсервант закупают накануне заготовки силоса, а длится она месяц-полтора. Но уж если его пустили в дело, то силос сохранит свой аромат и вкус в течение двух лет без изменения.

А почему бы не добавлять в силос сами консервирующие кислоты? Можно и кислоты: молочную, пропионовую, муравьиную. Их производят на предприятиях большой химии классическими методами синтеза, то есть из нефти. Но есть два обстоятельства, которые фермерам совсем не нравятся. Во-первых, биоконсервант обойдется хозяйству в 4 рубля на тонну силоса, а кислота – в 100–150 рублей. Почувствуйте разницу. А во-вторых, с едкими кислотами, которые разъедают оборудование (и не только его), никто работать не хочет. Так что и здесь биотехнология теснит большую химию.

Селеновая инъекция

Но от химии все равно не уйти. Особенно – директору «Биоамида», выпускнику Саратовского университета, кандидату химических наук. Его кандидатская диссертация, которую он выполнил под руководством Валентины Григорьевны Харченко, умнейшей женщины и талантливого химика, была посвящена селеноорганике. Валентина Григорьевна сумела создать научную школу по селеноорганической химии, где виртуозно работали с селеноводородом, который в разы ядовитее синильной кислоты и фосгена. Среди учеников Валентины Григорьевны – директор «Биоамида» Сергей Петрович Воронин, безвременно ушедший из жизни доктор химических наук Александр Федорович Блинохватов, бывший ректор Пензенского университета, и доктор химических наук Борис Иванович Древяко. Все вместе они начали работать над селеновой проблемой еще двадцать пять лет назад. И достигли цели. Препарат «Селенолин», к выпуску которого приступает «Биоамид», – это дань памяти В.Г.Харченко и А.Ф.Блинохвату.

О селене сегодня много говорят и пишут. Внимание к этому микроэлементу оправданно – без него не может обойтись ни одно животное, включая человека. Селен находят практически во всех органах и тканях, которые работают без устали, – в селезенке, печени, почках, сердце, мышцах, сетчатке глаза. Селеном богаты иммунные клетки, он содержится в десятке ферментов, главный из которых – глутатионпероксидаза. Каждая из четырех субъединиц этого фермента содержит по одному атому селена. Глутатионпероксидаза в союзе с витамином Е защищает мембраны клеток от разрушения свободными радикалами, то есть работает эффективным антиоксидантом. Если селена в организме не хватает, то жди серьезных неприятностей в виде сердечно-сосудистых заболеваний, рака, катаракты, снижения иммунитета и преждевременного старения.

Селена человеку надо совсем немного. В нашем теле в среднем содержится всего 14–15 мг этого микроэлемента. В принципе такие крохи можно компенсировать нормальным питанием, особенно если в рацион включены

грибы, лосось, чеснок и турнепс. Это самые лучшие аккумуляторы селена. Кстати, чеснок пахнет именно диметилселенидом. Однако здесь есть два больших «но». Во-первых, из-за разного рода стрессов, которыми так богата нынешняя жизнь, а также загрязнения воды и воздуха селен расходуется более интенсивно. Поэтому и потребность в нем возрастает. Во-вторых, природный селен, содержащийся в гумусе, становится менее доступным. Закисление почв, загрязнение их тяжелыми металлами — все это связывает селен и делает его недоступным для растений, которыми питаются травоядные. А ведь именно они приносят нам селен на обеденный стол. К тому же из-за эрозии почв, прогрессирующей во всем мире, сам гумус постепенно уничтожается. А вместе с ним и селен.

Подробнее о селеновой проблеме вы можете прочитать в статье А.Ф.Блинохватова «О селене, которого не хватает» (см. «Химия и жизнь», 1995, № 4). Мы же поговорим о том, как эту проблему можно решить. Во всем мире уже давно производят препараты, в том числе и витамины, с добавкой селената или селенита натрия. Но эти неорганические соли не очень-то хороши — они ядовиты и плохо усваиваются организмом. Человеку и животным нужен «удобоваримый» селен, то есть встроенный в органическое соединение. Уникальное селеносодержащее вещество диацетофенонилселенид (ДАФС) синтезировал Б.И.Древо в начале девяностых годов. Причем умудрился обойтись без ядовитого селеноводорода. Получился вполне мягкий аккуратный синтез, который не требует каких-то особых условий. К слову сказать, никто в мире еще не сделал промышленный синтез селеноорганического вещества — только в Саратове. После испытаний ДАФС оказалось, что он на два порядка менее токсичен, чем селенит натрия, и хорошо усваивается организмом животных. О должном терапевтическом эффекте и говорить не стоит — само собой, он был.

За ДАФС тут же ухватились животноводы и стали добавлять его в корма — 1,6 грамма вещества на тонну. Но поди размешай равномерно такие крохи в огромном объеме комбикорма. Вот почему в «Биоамиде» сделали инъекционную форму препарата — раствор ДАФС в подсолнечном масле, который можно колоть под кожу. Но поскольку речь идет об инъекционном препарате, то его действующее начало должно быть чистейшим.

Сотрудники «Биоамид» создали технологию очистки ДАФС, позволяющую получать вещество с чистотой 99,8%. А в содружестве с белорусским «Белмедпрепаратом», у которого есть опыт и навыки работы с масляными инъекционными растворами, в стерильных условиях приготовили первую партию 2%-ного раствора ДАФС, названного «Селенолином». Дальше надо было проводить испытания, то есть найти дорогу к сердцам животноводов и ветеринаров. И здесь очень помог академик Лев Константинович Эрнст, вице-президент Российской академии сельскохозяйственных наук. Он оценил препарат, признав его важность для сельского хозяйства, и подсказал разработчикам кратчайшие пути к цели.

Вот что показали испытания. Трех инъекций, сделанных в течение двух месяцев, было достаточно, чтобы коровы стали чаще подходить к кормушкам и набирать вес, чтобы в 1,5–3 раза снизились послеродовые осложнения, а удои увеличились в среднем на 1,5–2 л. Вроде бы немного, но если принять во внимание, что в крупных и средних хозяйствах Саратовской области более 30 000 дойных коров... Одним словом, бухгалтерия получается такая. Курс оздоровления селенолином для одной коровы стоит 100 рублей. На 30 тысяч коров придется потратить три миллиона. Но эти деньги не будут выброшены на ветер, потому что за



ИСТОРИЯ УСПЕХА

счет увеличения надоев хозяйства суммарно получают дополнительную продукцию на 85 миллионов.

Эти цифры убеждают. Вот почему прошедшим летом «Биоамид» выиграл региональный конкурс на финансирование инвестиционных проектов в Саратовской области. Компания получит три миллиона рублей из бюджетных средств, на которые в своем здании уже до конца этого года оборудует участок по производству и расфасовке селенолина мощностью полмиллиона флаконов в год. Производимый селенолин пойдет прежде всего в животноводческие хозяйства Саратовской губернии.

Демонстрация силы

За десять лет работы «Биоамид» это будут первые бюджетные деньги, выделенные компании в рамках государственных программ. И произошло это совсем не случайно. Этой весной в Москве, в Меркурий-клубе, организованном Торгово-промышленной палатой под руководством Е.Примакова, Саратовская область представляла свой инновационный потенциал. Возле стенда компании «Биоамид» постоянно толпился народ, а на заседании вслед за саратовским губернатором П.Л.Ипатовым выступил Сергей Воронин. Успех был закреплен в июле на X Международном экономическом форуме в Санкт-Петербурге. Демонстрация силы «Биоамид» состоялась. А дальше — прямо по Булгакову: сами пришли и предложили. Власть у нас любит сильные и эффективные команды, если только они в политику не лезут.

В чем причина успеха «Биоамид»? В энтузиазме, бесстрашии и вере в свои силы, которые позволили начать дело с нуля. В научном и творческом потенциале исследовательского коллектива компании, который умеет работать и доводить дело до конца. И конечно же, в умелом управлении компанией, которую создал и продолжает вести вперед С.П.Воронин. Благодаря его таланту убеждать и строить человеческие и деловые отношения сегодня у «Биоамид» много партнеров и друзей — Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, ВНИИ генетики и селекции микроорганизмов в Москве, Россельхозакадемия, Институт иммунологии, пензенский комбинат «Биосинтез», Волгоградский медицинский университет, Институт биохимии им. А.Н.Баха, «Белмедпрепарат»... Всех не перечислить. В ноябре этого года они будут поздравлять «Биоамид» с десятилетием. Вы тоже можете присоединиться к поздравлениям по адресу: 410033 Саратов, ул. Международная, 27, bioamid@mail.saratov.ru, www.bioamid.ru. А если у вас есть биотехнологические идеи, то идите в «Биоамид». Здесь знают, как превратить их в живые технологии.





Художник Н. Крацин

Агрессия — одна из форм защиты «Я»

Возможно, это единственный ученый в России, родные и близкие которого не радуются, а огорчаются, когда его показывают по телевизору. Ведь журналисты обычно вспоминают о нем, если происходит что-нибудь ужасное: совершается теракт, народное гуляние кончается дракой, всплывает очередной случай дедовщины... Заведующий отделом клинической психологии Научного центра психологического здоровья РАМН **С.Н. Ениколопов** — агрессиволог, специалист по агрессии у человека. Примечательно, что за исследованиями Сергея Николаевича с интересом следят не только психологи и педагоги, но и сами агрессивные субъекты. Одно из его выступлений пересылали друг другу и комментировали футбольные фанаты — хоть и не вполне цензурно, но в целом соглашаясь с выводами ученого. Однако российское общество

не всегда интересовалось агрессией. Более того, еще не так давно это слово в применении к человеку было запретным.

Исследования в этой области тесно связаны с именем лауреата Нобелевской премии, основателя этологии Конрада Лоренца. Он показал, что жизнь животных немыслима без агрессии, направленной против особей своего вида. И как раз потому, что агрессия необходима, она включена в число важнейших поведенческих инстинктов, причем проявляется в форме сложных и подчас очень красивых ритуалов — достаточно вспомнить «турнирные бои» у самых разных видов позвоночных, от аквариумных рыбок до оленей. А цель у всех этих ритуалов, как правило, одна и та же: минимизировать вред, наносимый собрату по виду. Раз уж без соперничества прожить нельзя, пусть оно будет бескровным.

В Советском Союзе этология считалась крамоллой, и не в последнюю очередь из-за лоренцовского понятия об агрессии. Если это инстинктивная, врожденная форма поведения млекопитающих, то она присуща и людям, в том числе самой прогрессивной части человечества, которая строит коммунизм и борется за мир! После такого кощунственного вывода никто уже не желал слушать, что агрессия — это не только оскаленные зубы или топор в руке, что она бывает полезна как группе, так и индивиду, что лишь понимание природы агрессии поможет уменьшить опасность...

Сергей Николаевич, а психологам в то время разрешалось изучать агрессию?

Запреты были. Я занимался этой тематикой только потому, что работал во Всесоюзном институте по изучению причин и разработке мер предупреждения преступности. Директор института Владимир Николаевич Кудрявцев, впоследствии вице-президент Академии наук, создал атмосферу, в которой можно было работать. Он был известным юристом и криминологом, и при нем институт стал одним из лучших в стране, вышел на мировой уровень. Именно здесь начали развиваться криминальная, юридическая психология, в том числе исследования агрессии.

То есть государство понимало, что такие исследования необходимы?

Государство — это люди, и разрешить исследования или запретить — зависело от начальника. На факультете психологии МГУ и в академии МВД слово «агрессия» было под запретом. Впрочем, те, кто боролись с вредным учением Лоренца, явно не читали его книг в подлинниках и попросту не знали, что именно он писал о роли агрессивного инстинкта.

А разве агрессию у человека можно считать инстинктом? Допустим, сознательное, обдуманное проявление агрессии?

Агрессия у человека — это не только агрессия в понимании Лоренца.

Современным специалистам по социальной биологии хорошо известно, что у животных есть программы агрессивного поведения и такое поведение может быть выгодным, в частности и агрессия против особи своего вида. Однако человек не только следует инстинктивным программам, но еще и многому обучается, и обучением преобразовывает инстинкт. В этой «школе» одни оказываются двоечниками, другие отличниками, но, так или иначе, ее проходит каждый из нас. Лоренц недаром подчеркивал, что к человеку и одомашненным животным неприменимы экстраполяции, к которым он прибегает во всех остальных случаях.

В дикой природе все продумано, продуман и контроль над агрессией. Во многих случаях она имеет ритуальный характер, например бои самцов, территориальные споры. Противники состязаются, не причиняя друг другу серьезного вреда. Агрессия ограничена в пространстве и во времени: если враг покинул охраняемую территорию, его не преследуют, а бои за самку ведутся лишь в определенный сезон. У человека этот контроль нарушился. Можно даже сказать, в каком из наших знаменитых мифов это отражено.

Каин и Авель?

Нет, Давид и Голиаф. Как только Давид додумался до инструментального подхода к агрессии: можно раскрутить камень на веревке и метнуть во врага, не подвергая себя риску,



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

и если даже промахнешься, успеешь убежать, — тут все и началось. За пращой появился лук, потом пистолет, пушка и, наконец, пульт управления с красной кнопкой. В инстинктивных программах приматов заложены механизмы торможения агрессии, например в тех случаях, когда противник испытывает сильную боль, признает себя побежденным и более слабым. Но если противник далеко или вообще не виден, то законы, открытые Лоренцом, не работают. Поэтому человеку приходится учиться управлять своей агрессией. Проблема лишь в том, что всему плохому мы учимся легче и быстрее, чем хорошему.

Есть работы и наши, и американские, которые достоверно показывают, как влияет агрессия в массмедиа на уровень насилия в повседневной жизни. Конечно, речь идет не о прямом сиюминутном влиянии: человек посмотрел фильм и тут же подрался с соседом. Взрослые люди в разной степени восприимчивы к агрессии в кино. Но известен чувствительный возраст, от семи до тринадцати лет, в котором человек обучается стилю решения проблем. Заучивается схема поведения: в этой ситуации надо проявлять агрессию, в этой — не надо.

Не секрет, что в современных фильмах способы мирного разрешения конфликтов представлены очень скупо. В них часто отсутствует разница между «хорошими» и «плохими» героями: и те, и другие по любому поводу хватаются за оружие. Помните, в советское время враг в кино — фашист, белогвардеец — всегда выглядел и вел себя отвратительно? Преступники в детективах были такими, что зритель удивлялся, как милиционер не видит, что они бандиты. А сам милиционер всегда был с благородным лицом. В жизни все не так, хорошие люди не всегда симпатичны, плохие — не всегда омерзительны. Но наивное разграничение добра и зла фактически говорило ребенку: бывают особые обстоятельства, когда насилие дозволено

и даже необходимо, например если надо защищать Родину. Критерии могут быть какими угодно, но для нас в данном случае главное — их четкость: ясное понимание того, что во всех других случаях, когда мы имеем дело не с врагами, насилие не позволительно.

Как выйти из этой ситуации? Не так давно в США насилие на экране тоже занимало до 70% времени. Когда стало ясно, какими могут быть последствия, этот вопрос рассмотрели очень внимательно, вплоть до слушаний в конгрессе, и приняли меры. Кстати говоря, большая часть телемагнатов отнеслась к проблеме с пониманием. И сегодня американцы, желающие смотреть агрессивные фильмы, могут найти их на платном канале.

Было показано, что с помощью телевидения можно предлагать ребенку и пацифистские идеи — но они воспринимаются хуже, медленнее! Та же ситуация, что с плохими и хорошими словами: все непечатные слова запоминаются сразу, с первого предъявления, все хорошие слова нужно учить. Тем не менее имеет смысл чаще демонстрировать подросткам модели миролюбивого поведения.

Пацифизм — это замечательно, но, наверное, даже в идеальном обществе агрессия будет существовать, коль скоро это инстинкт?

Да, конечно. Но, говоря об агрессии, мы обычно отбрасываем ее позитивную составляющую. Ведь и большинство ученых — немного агрессоры, другое дело, что намерения у них самые добрые. Всякое проявление любопытства, подход к изучению — это, по сути, вопрос: «Можно я вас разберу, а потом соберу?» Большая часть проблем непонимания связана с тем, что агрессией называют все, что угодно, любое напористое, доминирующее, властное поведение. Хотя мы понимаем, что, к примеру, агрессивная манера игры на саксофоне не означает, что саксофон ломают, а гроссмейстер, применяющий агрессивную манеру игры в шахматы, не бьет противника доской.

А что на самом деле следует называть агрессией?

Агрессия — это целенаправленное нанесение вреда объекту или субъекту. Словом или делом, молчанием или бездействием. Тут важен мотив: вы можете рвануться помогать человеку перейти дорогу по гололеду и сбить его с ног, но никто не примет это за агрессию. Вы можете стрелять и промахнуться, то есть не нанести

вреда, — но это не значит, что агрессии не было. Или другой пример: человек знает, что начальник встал не с той ноги, но специально не предупреждает об этом сослуживца, потому что хочет, чтобы тому как следует досталось. Это агрессия без действия. Бывает, кроме того, агрессия косвенная — доносы, злые шутки, сплетни. Многие специалисты по косвенной агрессии описаны в литературе: от шекспировского Яго до злой Бабы Бабарихи.

В самом начале жизни человек проявляет прямую физическую агрессию: ударившись о стул, ребенок ударяет его в ответ. Потом, постепенно, человек начинает понимать, что агрессивными могут быть только живые существа, обучается выбирать способы ответной агрессии. Подрастая, ребенок переходит от прямой физической агрессии к косвенной и вербальной. Это не значит, что он «злой», «агрессивный»: просто ситуация может потребовать отстаивать свое достоинство. Дети вместо того, чтобы драться, ругают обидчика. Становясь старше, обучаются язвить и ябедничать. Трудно сказать, меньшее это или большее из зол, но, так или иначе, на другом конце шкалы — прямая физическая агрессия. Таким образом, агрессия проявляется себя в различных формах.

В одном из ваших интервью встречается термин «агрро» — внешне агрессивное, пугающее поведение и манера одеваться, которые на самом деле представляют собой игру в агрессию, например, у панков или байкеров...

Да, и такая ритуальная агрессия больше всего напоминает лоренцовские теории. «Я могучий и очень страшный, нас много, бойтесь нас...» У подростков порой появляются банды, группы, каждая из которых защищает свою территорию — улицу, квартал, район. Если такие группы сойдутся, дело может кончиться очень плохо, но может и не дойти до стычки — совсем как у животных при территориальных спорах, обе стороны ограничатся демонстрациями и угрозами.

Подобные формы поведения можно наблюдать не только у байкеров или панков. Интервью, которые дают перед матчем профессиональные боксеры, зачастую балансируют на грани уголовного, противники высказывают в адрес друг друга грубейшие угрозы — но при этом остается ощущение, что мы присутствуем при театральном действе. Совершается ритуал: боец демонстрирует

свое бесстрашие. Более того, грубость тут не обязательна: ту же сущность, хотя в совсем иной форме, имеют и всевозможные ритуальные действия на защите или предзащите диссертации. Каждая из противоположных сторон стремится показать себя могучей, а противника — ничтожным, и таких примеров в разных областях нашей жизни можно привести множество.

Так все же, агрессия может быть полезной?

Агрессия может быть необходимой, а может быть и вредной. Плохи крайности: точно так же, как, например, еда необходима для жизни, но и обжорство, и анорексия опасны. Агрессия позволяет человеку защищать себя, свою территориальную целостность, свое «я». Собственно, в первую очередь агрессия — одна из форм защиты «я», нашего представления о самом себе. Вы и не замечаете человека за соседним столиком в кафе, но если что-то в его поведении вызывает ощущение, что границы вашей личной территории нарушены — допустим, он слишком далеко выдвинул стул, загородив проход, — вы неосознанно воспринимаете это как угрозу и чувствуете раздражение.

Особенно бдительно мы охраняем свои границы и особенно остро реагируем на посягательства посторонних, когда в нас что-то изменилось. Даже такая мелочь, как новая прическа, платье, очки или ботинки, повышает нашу готовность дать отпор. Человеку все равно, как оценивается окружающими привычная деталь его облика, но трогать новое — лучше не надо.

Недаром агрессия оказалась хорошим индикатором для инициальных стадий соматических и психических заболеваний. Именно в тот момент, когда начинается заболевание, уровень агрессии возрастает: человек чувствует, что в нем что-то меняется. Всем знакомо раздражение в начальной стадии простуды. Вы еще не знаете, что больны, и температуру не мерили, да, возможно, она и не начала подниматься. Но свет горит слишком ярко, люди говорят громче, чем нужно, и все это ужасно раздражает. Человек и не думает о том, что лампочку покупал сам и всех этих людей завел у себя в квартире тоже сам. А на третий или четвертый день, как только температура снижается, — и свет нормальный, и люди кругом хорошие... Таким образом, агрессия — это еще и реакция на какие-либо изменения нашего «я». Психологические, физические или же социальные.



Именно поэтому не так опасен бедный или богатый человек, как опасен тот, чье материальное положение резко изменилось. Всем очевидно, что потери или страх новых потерь могут вызывать агрессивность. Но агрессивным может стать и тот, кто внезапно разбогател! Был хороший человек, а дорвался до власти или денег — и начал вести себя безобразно.

Но от каких-то перемен застраховаться невозможно, скажем, при взрослении?

Нет, если эти изменения запланированы, то они входят в «я»-концепцию. Человек учится в школе, но при этом уже думает о вузе, готовится к поступлению (я говорю о хорошем школьнике). Он видит себя в своей будущей профессии, понимает, кем станет и чем будет заниматься. Если его родители работают в этой же области, то вообще проблем нет. Другое дело — подростковый возраст: все вроде бы знают, что он настанет, но мало кто бывает к нему готов. Родители относятся к подростку как к маленькому, другие взрослые — уже как к большому, сам он чувствует, что голос у него ломается и усы пробилсь... Предвидеть все эти перемены, заранее включить их в свое представление о себе ребенку очень трудно.

А когда вчерашний студент становится аспирантом, его жизнь, по сути, не меняется: все идет в соответствии с планом. Вот если человек шел в аспирантуру и провалился, тогда возможны срывы, агрессивные или аутоагрессивные — направленные против себя самого.

Или если человек плохо представлял себе, чего он хочет добиться, и на самом деле все оказалось не так, как он думал?

Конечно. Именно поэтому хорошо, когда родители работают в близкой области. Ко многим изменениям мы бываем готовы. Но если не готовы, то реагируем очень болезненно. Как правило, человек не планирует пищевого отравления, не думает: выпью или съем это, потом поболею. (Хотя с учеными бывает и такое: австралийский врач, который выпил культуру возбудителя язвы, вероятно, был рад ощутить симптомы гастрита.) Но если человек построил себе множество планов и вдруг все они рухнули, — очевидно, он будет сильно раздражен. С психическими заболеваниями еще сложнее, потому что человек не может понять, что с ним происходит. Но организм ощущает

перемены, интуитивно реагируя повышенной раздражительностью, агрессивностью, и мы видим, что человек не в себе.

Но тогда получается, что религиозные люди, которые глубоко убеждены, что на все воля Божья, лучше готовы к переменам и менее агрессивны?

Да, мы делали исследование, в котором сравнивали агрессивность у неофитов и воцерковленных людей — мусульман, жителей татарских сел, и московских христиан. Все воцерковленные, независимо от конфессии, менее авторитарны и менее агрессивны. Все неофиты крайне агрессивны и авторитарны.

А верующих со скептиками вы не сравнивали?

Со скептиками сравнивать трудно, потому что трудно определить, кто скептик, а кто нет. Ясно, что большая часть скептиков неавторитарна, это входит в их комплекс верований. Они не могут быть очень уж агрессивными, поскольку готовы и к тому, что существуют другие взгляды, и к неожиданным переменам. Скептики не только слушают прогноз погоды, но и глядят в окно, поэтому им реже приходится злиться из-за дождика, нарушившего планы.

Значит, противоядие от агрессии в разумном, осознанном отношении к миру?

Да, конечно. Если мир контролируем — значит, мир доброжелателен и я хороший. Для человека это самое главное, ему важно поддерживать в себе убеждение, что дела обстоят именно так. Но некоторые идут другим путем. Говорят себе: мир злобный, люди все злые. Тогда для них мир становится предсказуемым в своей непредсказуемости, и каждая новая неприязнь подтверждает это. Подобные убеждения демонстрируют люди при посттравматических состояниях: мир, во-первых, непредсказуем, во-вторых, не вознаграждает за то, что вы хороший. И отсюда вывод: мир злой,

недоброжелательный. Причем это работает даже при случайностях: сколько на свете плохих людей, на которых должна бы упасть сосулька, но падает-то на меня... Поэтому очень часто, как ни парадоксально, жертва сама начинает проявлять агрессию.

Сейчас я разрабатываю и пытаюсь опубликовать синтетическую концепцию агрессии, в которой есть место и инстинктам, и обучению, и факторам, определяющим наше существование в реальном мире. Очень важно, что в реальности играет роль не только «я» человека, но и ситуация, в которой он оказывается. Скажем, кто-то во время застолья отодвинул стул у меня за спиной и я сел мимо него, — я знаю, что эти люди доброжелательны, что это шутка, пускай дурацкая и агрессивная, и я сам смеюсь. Но если то же проделает малознакомый человек или в компании будет дама, которая мне нравится, — реакция будет иной. Есть множество ситуативных факторов, которые не являются производными от инстинкта или обучения, и подобную ситуацию никто не может предсказать.

А не существует ли такого обучения, которое пригодились бы в любой ситуации?

Чтобы нивелировать агрессию, полезно, во-первых, представлять себе как можно больше вариантов развития ситуаций, а во-вторых, постараться как можно больше узнать о самом себе, лучше понять свои возможности. Огромную роль играют навыки общения. Если я могу вас уговорить, мне не нужно ни кричать на вас, ни заставлять силой. Но всему этому нужно учиться.

С доктором психологических наук
С.Н.Ениколоповым беседовала
Е.Клещенко



Шовинизм в науке

Готфрид Шац
Базельский университет,
Швейцария

gottfried.schatz@unibas.ch

Художник С.Дергачев



В последнее время многие знакомые из разных стран говорят мне, что сейчас все телефонные разговоры контролируются. В это трудно поверить, но осведомленные люди утверждают, что компьютеры способны отслеживать всю мировую болтовню, находить в ней ключевые слова, указывающие на какие-либо злые умыслы, и выявлять тех, кто их произнес.

Наш мозг не настолько могуч, но он тоже воспринимает разговоры, ведущиеся вокруг. Некоторые слова или тон, которым они сказаны, могут побудить нас к более внимательному вслушиванию. В души людей как бы впечатаны схемы улавливания определенных сигналов, вызывающих у них тревогу. Лично у меня одна из самых чувствительных таких схем настроена на проявления шовинизма.

Некоторые думают, что шовинизм есть некая форма патриотизма, но между ними огромная разница: патриот любит свою страну, а шовинист ненавидит все другие. И где присутствует шовинизм, там неподалеку ищите и расизм — они братья по духу. Шовинизм — это расизм в смокинге.

Ребенком я посещал школу в нацистской Австрии. Там мне вдалбливали в

голову, что британцы чванливы, американцы тупы, французы трусливы, цыгане вонючи, ну а евреи, конечно, все это, вместе взятое, и еще кое-что. Такой обработке я подвергался бесплатно, шесть дней в неделю, независимо от погоды. Но видимо, провода во мне были соединены как-то не так, и результат воспитания получился обратным задуманному. У меня на всю жизнь осталось отвращение к фразеологии нацистов, пафосу их речи, даже мимике. И сегодня, спустя более чем полвека, я все еще могу учуять нациста метров за 50 против ветра.

Когда Тысячелетняя империя рухнула, мне было только девять лет, и прошли годы, прежде чем до меня начал доходить смысл происшедшего. Мне нужно было чем-то омыть мой разум, но чистую воду трудно было найти, поскольку большинство интеллектуальных колодцев в моей стране оставались отравленными — гуманитарные науки, литература, визуальные искусства, даже музыка несли на себе печать Третьего рейха.

Однако естественные науки казались мне исключением. Их объективный характер давал надежду, что именно там

я смогу найти убежище от прогнившей атмосферы послевоенной Австрии. В своем юношеском идеализме я мечтал, что через них я стану частью сообщества неординарных людей, посвятивших жизнь раскрытию тайн природы, — чистой сферы духа, простирающейся над хаосом языков и наций. Я буду работать вместе с представителями разных культур, и жизнь в науке оградит меня от возможных новых столкновений с шовинизмом. Так я выбрал свой путь.

Мои странствия по химии и молекулярной биологии пролегли через многие города и веси, а в моей семье накопилась целая коллекция паспортов: моя жена датчанка, сын американец, одна дочь швейцарка, другая австрийка, а ее муж русский. В своей лаборатории я всегда старался поддерживать интернациональный дух, от которого мои школьные наставники, наверно, перевернулись бы в гробах. Так, я настаивал, чтобы мои студенты и сотрудники говорили по-английски; один из них полагал, что я несколько переборщил, и повесил на стене плакат с надписью: «Здесь разрешен только плохой английский».

С глубоким огорчением я обнаружил,

что шовинизм проникает и в мою любимую науку. Я изредка сталкивался с ним, будучи аспирантом или постдоком: оказалось, что при получении места или гранта национальный фактор мог играть некоторую роль. Но когда я начал участвовать в работе международных научных фондов, комитетов по премиям и других подобных организаций, мой внутренний тревожный звоночек начал звенеть регулярно.

Шовинизм в нашей профессии является себя во многих видах и оттенках. Если он провозглашает свои идеи четко и открыто, большинство решительно отвергает его. Но когда он скрыт под другими личинами, прибегает к мимикрии, он может остаться незамеченным и причинить много вреда. Давайте пройдем по шкале разных степеней научного шовинизма, начиная от самых громких его проявлений и кончая едва различимыми. Такое *decrescendo* поможет увидеть весь диапазон явления.

Вот пример *fortissimo*, который не требует комментариев. Место действия — офис солидного европейского фонда, привлечшего меня и еще нескольких биохимиков из разных стран в качестве консультантов: нужно было распределить куски финансового пирога.

Обсуждение шло долго, наконец мы решили немного подрепиться. Сидевший рядом за столом председатель фонда оказал мне особое доверие, поделившись соображением: разве эти бестолковые итальянцы могут что-нибудь правильно сделать? Когда я сказал, что они делали, кажется, неплохие скрипки, а также создали заслуживающие одобрения произведения живописи, он сразу потерял ко мне всякий интерес.

Теперь мы перейдем к *mezzo piano*. Сцена — семинар в одном швейцарском университете. Докладчик, заканчивая выступление, говорит: «Аналогичные результаты получили А и Б в Йеле, затем М и Н в Гейдельберге, а также японцы». Подразумевается, что японцы — люди без фамилий, живущие и работающие в клетках для кроликов. Аудитория выслушала вежливо, не моргнув глазом, что и неудивительно: она уже привыкла к таким речевым оборотам.

Спускаясь в область *piano*, мы попадаем в англоязычную среду. Творческие достижения трудно уложить в простую статистику, но я подозреваю, что по меньшей мере две трети важных открытий в науках о живом сейчас делают в США и Великобритании; они полностью доминируют в молекулярной биологии. Почему так получилось — отдельный вопрос. Замечу только, что многие любят жаловаться на американскую научную «мафию», однако надо признать, что в целом наши заокеанские коллеги трудятся более напряженно, чем мы.

Некоторые государства Старого Света допущены в этот элитный клуб в качестве почетных членов (если они не латиноязычные и соблюдают принятые там правила). Израильтяне входят в него, арабы нет; индийцы, южнокорейцы и китайцы, чья наука сейчас на подъеме, вскоре могут быть приняты.

В общем, если вы хотите заниматься биомедицинскими исследованиями, вам необходимо говорить на приличном английском, одеваться по-западному, вести себя сдержанно и выбирать литературные цитаты и шутки из англосаксонского репертуара. (Помните, в «Маленьком принце» Сент-Экзюпери описал турецкого астронома, который докладывал о своем открытии нового астероида? Никто не поверил ему, и всё из-за того, что он был одет по-турецки. Но когда он сменил одежду на европейскую и снова рассказал те же вещи, с ним все согласились. «Уж такой народ эти взрослые!» — заключил Маленький принц.)

Чувство превосходства — прямой путь к шовинизму. Тот факт, что оно бывает неосознанным, ничего принципиально не меняет. Вот два примера.

Несколько лет назад предварительная программа одного всемирного конгресса вызвала скандал, поскольку более 90% включенных докладов были американскими и британскими. Проект программы составляли компетентные и добросовестные ученые, но его пришлось срочно переделывать, чтобы исключить бойкот конгресса многими странами.

В том же году известный британский журнал, который считает себя международным, опубликовал письмо ученого из Азии, поднявшего вопрос о том, почему подавляющее большинство авторов комментариев и обзорных статей представляют Штаты и Британию. Мне казалось, что тут есть повод задумать о расширении круга привлекаемых экспертов, но ответ редакции выражал только оскорбленную невинность.

Да, наши североатлантические коллеги редко признают свои шовинистические наклонности и стремятся с порога отвергать всякие обвинения. Но разумеется, область шовинизма не ограничена этими двумя странами — континентальная Европа тоже заражена им.

Кстати, «шовинизм» — французское слово (по имени капрала Н.Шовена из городка Рошфор, восторгавшегося завоевательной политикой Наполеона), и тут я не могу не отдать должное галльскому юмору. Несколько десятилетий назад мои французские друзья были ошарашены, когда их правительство предписало им выступать на международных форумах на родном языке. Приказ был строг: нет французского языка — нет денег на поездку.

Необъективное цитирование, нежелание ссылаться на работы, сделанные вне



РАЗМЫШЛЕНИЯ

элитного клуба, — особо коварная разновидность научного шовинизма, поскольку подобные факты трудно доказать (здесь мы достигли *pianissimo* по нашей шкале). Мои наблюдения подтверждают, что новое открытие будет должным образом оценено другими, только если оно появилось на свет в престижном учреждении или в стране с высокой научной репутацией.

Ясно, что такая политика больно бьет по талантливым людям, которые и без того находятся в затруднительном положении, работая вдали от крупных центров, обычно в менее благоприятных условиях. Не говоря уже о том, что она тормозит научный прогресс.

Наша профессия сама по себе не иммунизирует от шовинизма, так как занятия наукой недостаточно, чтобы сделать из нас настоящих ученых. Если мы хотим действительно быть ими, наука должна стать более чем просто ремеслом: мы обязаны применять ее методы не только к своему объекту исследования в лаборатории, но и к самим себе, и к миру вокруг нас.

Мой идеал научной среды — община, в которой нет интеллектуальных табу, где все открыто для свободного и беспристрастного обсуждения. Но реальность не такова: я сбился со счета, сколько раз я вызывал острое недовольство коллег, с которыми пытался говорить о научной этике вообще и шовинизме в частности. Многие из них считают меня едва ли не параноиком.

Мироощущение этих людей основано на убеждении, что нечто не существует, если не предполагать обратное. Но наука настаивает, чтобы мы видели вещи такими, какие они есть, — без предрассудков, влияния официальных догм или, как теперь выражаются, политкорректности. Самая ошибочная позиция — не замечать, отрицать наличие какого-либо позорного явления.

Наука приучила нас к тому, что мы можем решить проблему, только глядя ей прямо в лицо. Давайте так же поступим с научным шовинизмом — и тогда он отступит.

Сокращенный перевод с английского из журнала «FEBS Letters» (2005, т.579, с.1321) Л.Каховского





ОБРАЗОВАНИЕ

Фонд «Династия» награждает лучших педагогов России

Денежные гранты на девять миллионов рублей и памятные призы получили лучшие российские преподаватели точных наук. Награждение состоялось во время конференции лауреатов Всероссийского конкурса учителей физики и математики, организованной Фондом Дмитрия Зимина «Династия» при содействии Международной программы образования в области точных наук и Клуба учителей «Доживем до понедельника».

Фонд Дмитрия Зимина «Династия» проводит конкурс среди школьных преподавателей физики и математики по трем номинациям: «Молодой учитель», «Учитель, воспитавший ученика» и «Наставник будущих ученых». «У нас самая демократичная в стране процедура выбора победителей, — рассказывает исполнительный директор фонда Елена Чернышкова. — Лучшего молодого учителя выбирает экспертный совет по работам, присланным на конкурс, а за «Наставника будущих ученых» и «Учителя, воспитавшего ученика» голосуют студенты ведущих российских вузов во время опросов. Всего в ходе конкурса было опрошено 40 тысяч студентов. Так что для многих наших лауреатов гранты оказались достойной, но неожиданной наградой».



По итогам конкурса 300 преподавателей физики и математики получат по 30 тысяч рублей. На церемонии награждения победителей приветствовал основатель и президент фонда Дмитрий Борисович Зимин. «Трудно переоценить важность вашей работы, уважаемые учителя, — сказал он в своей поздравительной речи. — Каждый день вы занимаетесь воспитанием нового поколения образованных людей — это трудная и ответственная задача».

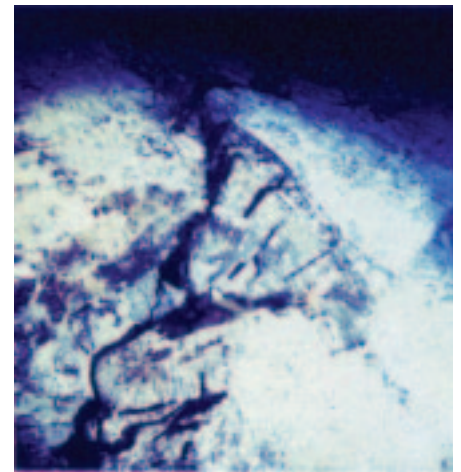
Встретившись в Подмоскowie в начале июля, лауреаты конкурса в полной мере воспользовались всеми возможностями, предоставленными конференцией. В рамках научной части программы перед преподавателями выступили с лекциями на актуальные темы известные ученые и педагоги страны: Владимир Успенский (МГУ), Сергей Гордюнин (МФТИ), Сергей Коновалов (соросовский учитель), Александр Зильберман (соросовский учитель), Алексей Селиверстов (МГУ), Николай Янковский (МГУ и МФТИ) и другие ведущие деятели науки и образования. Практическая часть конференции проходила в новой для подобных мероприятий форме «Открытого пространства». Тема «Открытого пространства» звучала так: «Традиции и инновации в методике преподавания математики и физики в российской средней школе». По этой теме участники конференции сами сформулировали 17 наиболее важных вопросов и, разделившись на 17 групп, обсудили их. «Для меня это одно из немногих мест, где можно встретить знающих и грамотных преподавателей и где можно обсудить с ними

те проблемы, которые сегодня актуальны в нашей среде, — рассказал о своих впечатлениях преподаватель математики Петергофской гимназии Дмитрий Гуцин. — В своем городе мы ограничены рамками школьного методического объединения, и у нас нет возможности обмениваться мнениями с коллегами».

Конкурс учителей точных наук продолжается, и в следующем году российским студентам вновь будет предоставлена возможность выбрать лучших педагогов страны, которые войдут в сообщество лидеров, объединенное Фондом Дмитрия Зимина «Династия».

ГЕОФИЗИКА

Заккрытие Тихого океана



Тихий океан сжимается. Кроме того, он несимметричен. Его срединно-океанический хребет проходит не посередине, а приближен к Южной Америке и касается Северной. К такому выводу пришли ученые из Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН (trub@ifz.ru).

Подробности закрытия Тихого океана, которое началось около 170 млн. лет назад после распада суперконтинента Пангеи, объясняет теория тектоники плавающих континентов. Ее разработал заведующий лабораторией Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта,





член-корреспондент РАН Валерий Петрович Трубицын. Эта теория позволяет представить себе весь процесс эволюции океанов, континентов и внутренних морей.

Согласно распространенной гипотезе тектоники плит, поверхность Земли покрывают литосферные плиты. Под ними находится мантия, ее горячие потоки поднимаются, остывают на поверхности и опускаются в глубину (место опускания называют зоной субдукции). Между местами подъема и опускания возникают горизонтальные мантийные течения, вместе с которыми перемещаются и литосферные плиты. Океаническая литосфера — порождение мантии. Она образуется при застывании поднимающейся магмы: ее восходящий поток образует срединно-океанический хребет. Последующие порции магмы привариваются на уже застывшие, и в результате возникают ползущие от хребта океанические утолщающиеся литосферные плиты. Со временем, примерно через 20 млн. лет, литосферные плиты становятся тяжелее мантии, и их затягивает в зону субдукции. Если восходящий мантийный поток возникает под континентом, он его раскалывает. Куски континента привариваются к расходящимся океаническим литосферным плитам и движутся вместе с ними, причем с разной скоростью из-за различных мантийных течений под ними.

Именно такие драматические события произошли около 170 млн. лет назад под суперконтинентом Пангеей. Сначала от него откололась Северная Америка, а затем Южная. Потом разъехались Африка и Евразия. В результате расползания континентов возник и стал расширяться Атлантический океан, но, поскольку Земля круглая, континенты сближаются с другой стороны планеты, в Тихом океане, и сжимают его. По краям Тихого океана возникли зоны субдукции.

Согласно теории В.П.Трубицына, движение континента к нисходящему мантийному потоку происходит в три этапа. В первые 30–35 млн. лет континент движется медленнее, чем поток мантии под ним. Это напряжение отрывает кусок от «передней» части континента и уносит вперед. Между оторвавшимся фрагментом и основной частью образуется внутреннее море. Такая структура очень похожа на современную тихоокеанскую окраину Евразии. На втором этапе континент все же достигает зоны субдукции, где догоняет

свой «убежавший» фрагмент. На месте столкновения возникают складчатые горы, а внутренние моря, естественно, закрываются. К такому виду, как, например, нынешняя Южная Америка, континент приходит примерно через 48 млн. лет после начала движения. Однако он продолжает двигаться, частично накрывает зону субдукции и вместе с ней доползает до следующего восходящего потока. Поток ослабевает, а примыкающий к нему край континента медленно плавится. Это похоже на Северную Америку, почти наехавшую на срединный хребет Тихого океана.

Модель движения континентов хорошо совпадает с реальностью. По данным палеорекострукции, первой откололась от Пангеи и стала быстро двигаться Северная Америка, затем Южная, а Евразия двигалась очень медленно. Таким образом, Евразия все еще остается на первой стадии эволюции, Южная Америка уже находится на второй, а Северная Америка достигла третьей и вместе со своей зоной субдукции почти прижалась к срединному тихоокеанскому хребту. Именно поэтому Тихий океан резко несимметричен. Теория также позволяет предсказать судьбу внутренних морей: все они со временем исчезнут, а на их месте поднимутся горы.

цитология

Хромосомы движутся силой распада

Механизмы расхождения хромосом при делении клетки удалось уточнить российским ученым из Института общей патологии и патофизиологии РАМН, Центра гематологии и Физического факультета МГУ в сотрудничестве с американскими коллегами из Колорадского университета. Оказалось, что основная энергия для этого процесса поступает от распада микротрубочек, образующих клеточный скелет. Работа ученых получила высокую оценку мирового научного сообщества и была опубликована в престижнейшем научном журнале «Nature» (richard.mcintosh@colorado.edu).

Микротрубочки состоят из белка тубулина. В клетке они играют роль скелета — поддерживают форму, но, кроме того,

могут за счет сборки либо распада производить механическую работу. По микротрубочкам, как по направляющим магистралям, движутся белковые комплексы — так называемые белковые молекулярные моторы, которые тоже производят работу внутри клетки. Ученые давно открыли, что микротрубочки играют решающую роль в делении клеток: они прикрепляются к хромосомам и растаскивают хромосомы из каждой пары по дочерним клеткам. Однако до сих пор было неясно, каков молекулярный механизм сил движения хромосом. Играет ли распад микротрубочек ведущую роль в этом процессе, или микротрубочки служат лишь направляющими, а необходимая механическая работа совершается белковыми комплексами?



Чтобы ответить на этот вопрос, биологи провели тонкий эксперимент. Они выделили микротрубочки, при помощи химической реакции один конец каждой закрепили к стеклу, а к другому прикрепили небольшие стеклянные шарики. Облучение лазером определенной длины волны провоцировало распад микротрубочек. При этом стеклянные шарики начинали двигаться, и по изменению положения шарика можно было измерить силу распада микротрубочки.

Проведя более сотни экспериментов и проанализировав полученные данные, исследователи пришли к выводу, что сила распада микротрубочки составляет примерно четверть пиконьютона, что в десять раз превышает силу, производимую связанными с микротрубочкой белковыми молекулярными моторами. Ученые считают, что именно распад микротрубочек, а не работа белковых молекулярных моторов играет решающую роль в движении хромосом в ходе клеточного деления.





Актеры, занятые

В ЭПИЗОДАХ.

Нейтрино, фотоны, мюоны, мезоны, резонансы

Главную роль в жизни видимой части Вселенной играют протоны и нейтроны, составляющие так называемую барионную материю. Из барионной материи состоят все наблюдаемые нами объекты – от мельчайших бактерий до галактик. Об истории барионов речь шла в предыдущей статье цикла «Вселенная: материя, пространство, время». В этой статье мы поговорим об исполнителях эпизодических ролей.

Вещи бывают великими и малыми не только по воле судьбы и обстоятельств, но также по понятиям каждого.

Козьма Прутков

Помимо протонов и нейтронов, образующих атомные ядра, из которых состоит видимый нами мир, есть еще три стабильные частицы: электрон, квант электромагнитного излучения и нейтрино. Все они, родившись в тех или иных процессах, существуют бесконечно долго. Во всяком случае, ни в одном эксперименте не удалось пока обнаружить их самопроизвольного распада. Остальные элементарные частицы нестабильны и распадаются. Дольше всех живут мюоны — две миллионные доли секунды. Срок жизни других частиц (общее число их разновидностей достигает нескольких тысяч) как минимум в 100 раз меньше, чем у мюонов (это π - и K -мезоны), а у

Продолжение. Начало см. в № 6—9, 2006



подавляющего большинства он еще короче. Типичное время жизни так называемых частиц-резонансов — 10^{-22} секунды. Это во столько же раз короче жизни мюона, во сколько один час меньше возраста Вселенной. Поэтому мюоны в ядерной физике считаются частицами почти стабильными. Помимо уже известных частиц, предполагается существование других, еще не открытых, например магнитных монополей, гравитонов и бозонов Хиггса.

Электроны

Электроны образуют оболочку атомов, определяя их химические свойства. Электрический заряд электронов отрицателен, и их кулоновское взаимодействие с положительными ядрами придает атомам стабильность, удерживая их от распада. Число электронов в атомной оболочке всегда равно числу протонов в ядре, что делает атом электрически нейтральным. Масса электрона примерно в 2000 раз меньше массы нуклона (протона или нейтрона), поэтому электроны не вносят заметного вклада в массу наблюдаемого нами вещества. Последняя почти целиком определяется количеством составляющих его нуклонов.

Идея атомов — мельчайших кирпичиков материи — одна из самых старых физических идей. Она была сформулирована греческим философом Демокритом двадцать пять столетий назад. Несмотря на наивность взглядов Демокрита (учил, например, что огонь обжигает потому, что его атомы острые, а вода способна течь, поскольку атомы у нее гладкие), он правильно понял основное: разные вещества состоят из разных атомов и особенности атомов формируют свойства тех или иных веществ.

Первым существование электрона как отдельной частицы зафиксировал в 1897 году английский физик, руководитель Кавендишской лаборатории Джозеф Джон Томсон. Он исследовал катодные лучи, отклоняющиеся в магнитном и электрическом полях, и доказал, что они представляют собой поток отрицательно заряженных частиц — электронов. Его сын Джордж Томсон в 1926—1927 годах обнаружил, что пу-

чок электронов, рассеиваясь на тонкой пленке, дает дифракционную картину. То есть частица — электрон — ведет себя так же, как электромагнитная волна. Это было совершенно неожиданно с точки зрения классической физики. Эксперименты Томсонов с электронами сыграли важную роль в становлении квантовой механики.

Значение этих элементарных частиц в жизни людей трудно переоценить не только потому, что они определяют ход химических реакций, без которых жизнь была бы невозможна. Движение электронов в проводящих веществах под воздействием разницы потенциалов — электрический ток — технологическая основа современной цивилизации.

Эти же элементарные частицы способны донести до нас вести из глубин Вселенной: электромагнитное излучение, рождаемое при движении электронов в магнитном поле, называется синхротронным. Синхротронное излучение, приходящее от остатков сверхновых, пульсаров, активных ядер галактик или квазаров, несет информацию о процессах, протекающих в этих объектах.

Фотоны

Фотон — элементарная частица, переносящая электромагнитное взаимодействие, квант электромагнитного поля. Чаще всего фотонами называют частицы света, видимого человеческим глазом (длины волн от 3,5 до 6,5 микрон). Для обозначения переносчиков коротковолнового излучения (фотонов более высоких энергий) часто используют понятие «гамма-квант». В действительности термины «гамма-квант» и «фотон» — синонимы, их можно использовать применительно к кванту электромагнитного излучения с любой длиной волны. Макс Планк в 1900 году для объяснения свойств теплового излучения постулировал, что энергия электромагнитного поля излучается и поглощается отдельными порциями, квантами, а сам термин «фотон» предложил Гилберт Льюис в 1926 году. Свет состоит из фотонов. Электрическая лампочка мощностью в 100 Вт излучает примерно сто миллиардов миллиардов (10^{20}) фотонов в секунду.

Основная функция фотонов в современной Вселенной — переносить энер-

гию, которая выделяется в процессах, происходящих в звездах, активных ядрах галактик, квазарах и других «активных» объектах. Например, энергию, образующуюся в результате термоядерного синтеза в ядрах звезд, уносят фотоны и нейтрино, о которых будет рассказано чуть ниже. Эта энергия рассеивается в межзвездном и межгалактическом пространстве. Часть ее идет (за счет поглощения фотонов атомами) на нагрев планет у звезд с планетными системами, благодаря чему на некоторых из них могут (по крайней мере в теории) возникнуть условия для зарождения жизни. Единственная известная нам сейчас планета, на которой жизнь действительно возникла, — это наша Земля. Все попытки обнаружить внеземную жизнь, хотя бы и неразумную, пока ни к чему не привели — может быть, к сожалению, а может быть, к счастью.

Для нас, людей, фотоны служат одним из самых мощных инструментов познания окружающего мира: 90% информации, получаемой нами, поступает через органы зрения — глаза. Наши представления о Вселенной почти полностью сформированы наблюдением и исследованием электромагнитного излучения, поступающего из космоса. До середины XVII века, когда Галилео Галилей первым догадался направить на небо подзорную трубу, небесные объекты изучали с помощью глаз. Но и этот простой способ позволил прийти к гелиоцентрической модели мира. Наблюдение неба с помощью фотонов, регистрируемых оптическими телескопами, привело к настоящей революции: к середине XX века стала известна крупномасштабная структура Вселенной, а также природа планет и звезд. Сейчас астрономы изучают космос практически во всех диапазонах длин электромагнитных волн, от радиоволн до гамма-излучения. Вместе с тем бурно развиваются и «нефотонные» методы — регистрация протонов и легких ядер, входящих в состав космических лучей, а также нейтрино.

Нейтрино

История этой частицы началась 4 декабря 1930 года, когда великий Вольфганг Паули в письме участни-

кам физического семинара в немецком городе Тюбингене с горечью написал: «Я сделал сегодня что-то ужасное. Физику-теоретика никогда не следует делать ничего подобного. Я ввел в теорию нечто, что никогда не сможет быть проверено экспериментально». Речь шла о гипотетической в то время частице, название для которой появилось только спустя два года. Крестным отцом стал итальянский физик Энрико Ферми. Он предложил назвать электрически нейтральную безмассовую частицу «маленькое нейтральное», или, по-итальянски, «neutrino». Паули же сокрушался потому, что в отчаянной попытке спасти закон сохранения энергии он был вынужден нарушить основополагающий научный принцип, предложенный в XIV веке Уильямом Оккамом: «Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem» («Сущности не следует умножать без необходимости»). Но у Паули не было другого выхода. Впрочем, давайте по порядку.

В 1914 году английский физик Джеймс Чедвик обнаружил, что электроны, испускаемые при β -распаде атомных ядер, имеют непрерывный энергетический спектр. Другими словами, при измерении энергии электронов, родившихся в разных распадах, каждый раз получался разный результат. Суть β -распада состоит в том, что атомные ядра самопроизвольно испускают отрицательные электроны (e^-), при этом нейтрон превращается в протон и заряд ядра увеличивается на единицу: $Z \rightarrow (Z+1) + e^-$.

Предполагая, что распадающееся ядро находится в покое (то есть имеет нулевой импульс), и исходя из законов сохранения импульса и энергии, можно было ожидать, что образовавшееся при распаде ядро и электрон всегда вылетают в диаметрально противоположных направлениях с равным абсолютным значением импульса. Следовательно, энергия электрона всегда одна и та же. Эксперимент же показывал другое. Ситуация усугублялась тем, что в известных уже к тому времени α - и γ -распадах ($Z \rightarrow (Z-2) + {}^4\text{He}$ и $Z \rightarrow Z + \gamma$ соответственно) энергия вылетающих ядер гелия (α -частицы) и γ -кванта была фиксированной. Неожиданный разброс в энергиях вылетающей частицы наблюдался только в β -распаде. Радикально мыслящий Нильс Бор предположил, что в β -распаде не соблюдается закон сохранения энергии. Более осторожный Паули предложил гипотезу, в соответствии с которой вместе с электроном из ядра вылетает еще одна частица, уносящая часть энергии. Экспериментаторы не видят ее, поскольку она электрически нейтральна и очень слабо взаимодействует с веществом. Ее-то и окрестили нейтрино ν . По версии Паули

β -распад выглядел следующим образом: $Z \rightarrow (Z+1) + e^- + \nu$.

Закон сохранения энергии оказался спасенным, но взамен пришлось мириться с существованием гипотетической слабо взаимодействующей частицы, которую никто не надеялся обнаружить экспериментально. Однако уже через 26 лет предположение Паули подтвердилось. В экспериментах на атомных реакторах, проведенных в 1953—1956 годах, группа американского физика Фредерика Рейнеса надежно зарегистрировала нейтрино.

Вселенная наполнена нейтрино. На каждый нуклон их приходится около миллиарда. Вероятность взаимодействия с веществом для них чрезвычайно мала — почти все нейтрино, рожденные в центре Солнца, проходят до его поверхности и затем сквозь Землю, не испытывая взаимодействия. Поэтому эксперименты по обнаружению нейтрино очень сложны.

С одной стороны, нейтрино почти не определяют свойств нашего мира. С другой стороны, именно эти частицы несут информацию, которую другим путем получить невозможно. Протоны электрически заряжены, траекторию их полета искривляют галактические и межгалактические магнитные поля; в результате невозможно определить объект, в котором они были ускорены. Нейтроны в сво-

$$\begin{aligned} \text{rot } \vec{H} &= \frac{4\pi}{c} \cdot \vec{j} \\ \text{rot } \vec{E} &= -\frac{1}{c} \text{grad } B \\ \text{div } \vec{D} &= 4\pi\rho \\ \text{div } \vec{B} &= 0 \end{aligned}$$

бодном состоянии подвержены распаду и «не доживают» до Земли, если рождены в удаленных объектах. Хотя γ -кванты стабильны и нейтральны, их поглощает межзвездная среда. Только стабильные, электрически нейтральные и слабо взаимодействующие нейтрино проходят расстояния в миллиарды световых лет или пробиваются из ядра Солнца, не изменяя своих свойств и храня информацию о физических условиях, в которых они образовались. Загадка происхождения космических лучей сверхвысоких энергий, подтверждение модели взрыва сверхновых звезд, изучение механизма термоядерного горения в ядре Солнца — эти и многие другие физические проблемы решены или решаются именно посредством детектирования нейтрино в сложнейших экспериментах. Рас-

сказ об этих экспериментах и о том, что физики узнали и еще надеются узнать с их помощью — в следующих статьях нашего цикла.

Другие известные частицы

Как мы уже говорили, помимо стабильных частиц есть короткоживущие, время жизни которых — от 10^{-22} до 10^{-6} секунды: мюоны, t -лептоны, π -мезоны, K -мезоны, Ω - и ρ -гипероны и многие другие. Они рождаются в столкновениях стабильных частиц — например, в столкновениях протонов космических лучей с атомами земной атмосферы — и распадаются на другие стабильные частицы. Изучение короткоживущих частиц привело ко многим серьезным открытиям, но существенной роли в жизни нашего мира они не играют именно в силу своей нестабильности.

На самом деле далеко не все элементарные частицы действительно элементарны. Есть элементарные лептоны (электрон e , электронное нейтрино ν_e , мюон μ , мюонное нейтрино ν_μ , t -лептон t и t -нейтрино ν_t со своими античастицами) и шесть элементарных кварков (плюс шесть антикварков): верхний u , нижний d , странный s , очарованный c , прекрасный b и правдивый t . Кварки, соединяясь по два или по три, образуют все остальные частицы, кроме лептонов, переносчиков взаимодействий — фотонов, W - и Z -бозонов (ответственных за слабое взаимодействие, которое приводит, например, к обсуждаемому уже здесь β -распаду ядер), глюонов (соединяющих кварки за счет сильного взаимодействия) и гравитонов (не открытых пока экспериментально частиц, ответственных за гравитацию) — и некоторых других частиц (о них чуть ниже). Например, комбинация uud соответствует протону, а ddu — нейтрону. Кварки, естественно, никто не видел в свободном состоянии из-за конфайнмента, то есть удержания (считается, что по мере удаления кварков друг от друга связывающая их сила не убывает, а возрастает, и поэтому их невозможно оторвать друг от друга). Но эксперименты по рассеянию электронов на нуклонах ясно показывают наличие трех рассеивающих центров — партонов, которые и есть кварки.

Основная задача современной физики — поиск простых законов, способных объединить все четыре известных взаимодействия в одно-единственное, проявляющееся в разных формах. При этом лептоны, кварки и переносчики взаимодействий описывались бы теорией как разные состояния одних и тех же частиц. Фундаментальным понятием в таких теориях объединения выступают различные формы симметрии. Этот путь, начатый в середине XIX века Джеймсом Максвеллом, который объе-

динил магнитное и электрическое взаимодействия, пока далеко не пройден и требует еще многих усилий как теоретиков, так и экспериментаторов.

Симметрия в самом общем виде — это неизменность свойств системы при каком-либо ее преобразовании. Простейшая геометрическая симметрия известна из школьного курса. Например, круг не меняется как при зеркальном отражении относительно оси, проходящей по его диаметру (зеркальная симметрия) или при повороте вокруг центра на любой угол (поворотная симметрия). Пример более сложной симметрии — почти полная независимость уравнений электродинамики относительно замены электрического поля на магнитное, и наоборот. Поиском таких (и еще более сложных) симметрий и занята современная физика в попытках построить единую теорию взаимодействий.

Неоткрытые частицы: магнитные монополи и бозоны Хиггса

Физическая теория предсказывает несколько частиц, которые до сих пор не открыты, но физики продолжают верить в их существование, поскольку оно следует из теорий, более или менее точно предсказывающих наблюдаемые факты. W- и Z-бозоны — переносчики слабого взаимодействия, — долгое время также были гипотетическими частицами, но в 1983 году их экспериментально обнаружила группа Карло Руббиана на ускорителе в Европейском центре ядерных исследований. Причем с теми в точности свойствами (включая массу), какие предсказывала теория! Здесь мы расскажем о двух частицах: магнитном монополе и бозоне Хиггса, хотя на самом деле гипотетических частиц, предсказанных «на кончике пера», но пока не открытых, гораздо больше.

Итак, магнитный монополь. Электрические и магнитные силы известны с глубокой древности. В начале XIX века между ними была обнаружена глубокая связь. Ханс Кристиан Эрстед открыл, что электрический ток создает вокруг себя магнитное поле, а Майкл Фарадей показал, что переменное магнитное поле индуцирует в проводнике электрический ток. В 60-х годах XIX века Джеймс Клерк Максвелл построил первую теорию, объединяющую два взаимодействия, которые до тех пор рассматривались как две совершенно независимые силы. На основе этих уравнений были предсказаны электромагнитные волны. Уравнения Максвелла почти симметричны — замена в них электрического поля (E или D) на магнитное поле (H или B) почти не изменяет систему. Именно это придает им ту красоту и элегантность, которая вот

уже полтора столетия восхищает физиков.

Мудрость, заключенная в уравнениях, вполне поддается переводу на общечеловеческий язык. Первые два гласят, что вихрь магнитного поля порождается электрическим током, а вихрь электрического — изменением магнитного поля. Третье — что источником электрического поля служит заряд, а четвертое — что у магнитного поля источника нет.

Теория Максвелла демонстрирует колоссальные возможности математики в описании мира, а также роль симметрии как путевого научного принципа. Почему уравнения «почти» не полностью симметричны? Потому, что частицы с электрическими зарядами (положительными и отрицательными) существуют, тогда как магнитные заряды никогда не наблюдаются по отдельности. У магнита всегда два полюса на двух его концах — положительный и отрицательный, и магнитное поле вокруг него есть результирующее поле обоих полюсов. Невозможно отделить от магнита один полюс: любой магнит, разделенный на две части, становится не двумя магнитными полюсами, а двумя новыми магнитами. Эта асимметрия уравнений Максвелла отражает результаты наблюдений.

В 1931 году английский физик Поль Дирак обратил внимание, что уравнения Максвелла обладали бы абсолютной симметрией, если предположить существование магнитного заряда, который создавал бы радиальное магнитное поле, аналогично тому, как электрический заряд создает электрическое поле. Дирак показал также, что существование хотя бы одного магнитного заряда во Вселенной автоматически ведет к требованию квантования электрического заряда — это естественным образом объяснило бы, почему все наблюдаемые электрические заряды кратны элементарному заряду, равному заряду электрона. Итак, Дирак постулировал существование частицы с магнитным зарядом, которая получила название «магнитный монополь», а ее поисками физики заняты уже 75 лет. Важно, что предсказание Дирака не опиралось на результаты наблюдений, а было продиктовано исключительно эстетическими соображениями. Природа, по убеждению Дирака, должна быть устроена красиво, а основа любой красоты — симметрия.

Из теории Дирака отнюдь не следует, что магнитные монополи непременно существуют. Она просто показывает, как красиво был бы устроен мир, будь в нем хоть один монополь. И вот в середине 70-х годов XX века идеи Дирака получили второе дыхание. Голландец Герард 'т Хоофт и советский физик Александр Поляков независимо друг от друга показали, что магнитные монополи должны существовать в природе, они возникают как естественное решение в



КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

уравнениях теории объединения взаимодействий. Монополь 'т Хоофта—Полякова должен быть очень массивным (около 10^{16} масс протона, то есть достигать массы амебы!) и обладать сложной внутренней структурой.

За 75 лет, прошедших с опубликования работы Дирака, были поставлены сотни сложнейших экспериментов по поиску монополей, однако ни один из них пока не привел к успеху. Монополи искали в экспериментах на ускорителях, в космических лучах, в лунном грунте, в океанических донных отложениях, в древних образцах слюды, но, увы, без успеха. Тем не менее физики не теряют надежды обнаружить эту частицу.

Одна из сложностей современной теории элементарных частиц в том, что до сих пор не объяснено, откуда у частиц берется масса. В 1964 году Питер Хиггс предложил механизм, в котором масса материи формируется так называемыми бозонами Хиггса. Есть неплохое шуточное объяснение этого механизма, которое предложил Дэвид Миллер. Вот оно: «Представьте коктейльную вечеринку, на которой гости равномерно заполнили зал... Входит Маргарет Тэтчер. Все хотят приблизиться к ней. При дальнейшем своем движении она притягивает стоящих перед ней. Те, кто остался позади, снова равномерно заполняют зал. Группа вокруг нее имеет большую массу, чем обычно». Бозоны Хиггса до сих пор не обнаружены в экспериментах. Физики надеются, что это будет сделано в ближайшие годы на LHC — громадном ускорителе элементарных частиц в Женеве, который вступит в строй в 2007 году.

Вызывает восхищение изощренность природы, которая умудрилась из относительно небольшого количества элементарных сущностей (кварки, лептоны, переносчики взаимодействий и некоторые другие) построить все наблюдаемое многообразие Вселенной, включающее и мир небесных тел, и мир человеческих чувств и эмоций. Поиск законов, по которым происходит это строительство, — увлекательное творческое занятие, дающее физикам ни с чем не сравнимое ощущение красоты и гармонии окружающего нас мира.



Кандидат
химических наук
В.Г.Авакян

Силены

К сорокалетию открытия

Немногие ученые могут сказать, что их работы были «точкой роста», с которой началось развитие новой области науки. Сорок лет назад именно такое эпохальное открытие сделал Леонид Евгеньевич Гусельников — он показал, что кремний может образовывать кратные связи с углеродом и другими элементами. Сегодня он профессор, заведующий лабораторией кремнийорганической химии Института нефтехимического синтеза РАН (ИНХС). С Леонидом Евгеньевичем беседует кандидат химических наук В.Г.Авакян.



Аспиранты и молодые сотрудники Саутгемптонского университета, которые жили в университетском общежитии в 1966–1968 гг. Леонид Евгеньевич Гусельников — крайний справа в нижнем ряду.

Казалось бы, что необычного в соединениях с кратными связями? Еще в школьном курсе химии учат, что в молекулах органических соединений бывают простые, двойные и тройные связи. Но это верно только для соединений углерода. А вопрос, возможны ли подобные соединения у других элементов, оказался не таким простым.

К середине 60-х годов все были совершенно уверены, что элементы третьего и следующих периодов Периодической системы не могут образовывать соединения с кратными связями. В частности, монография В.Е.Десента (W. E. Dasent, 1965, Marcel Dekker, New York), в которой рассматривался этот вопрос, так и называлась: «Несуществующие соединения» (Nonexistent Compounds). И в этой, и в других более известных у нас монографиях Бажанта (1954), Иборна (1960), Петрова (1961), Андрианова (1962), Соммера (1966) авторы отмечали неспособность кремния образовывать двойные связи. В учебнике по органической химии Робертса и Кассерио (1964) прямо говорится, что «не существует кремнийорганических соединений, по своей структуре аналогичных алкенам, алкинам, аренам, альдегидам, кетонам, карбоновым кислотам, сложным эфирам и иминам». Такой вывод ученые сделали после многочисленных и безуспешных попыток синтезировать кремниевые аналоги непредельных соединений, предпринимавшихся с начала XX века Ф.С.Киппингом и другими учеными. Да и теоретики подвели под это вполне складные объяснения. Даже появилось так называемое классическое правило двойных связей, согласно которому элементы с главным квантовым числом больше двух не могут образовывать π-связи между собой или с другими элементами.

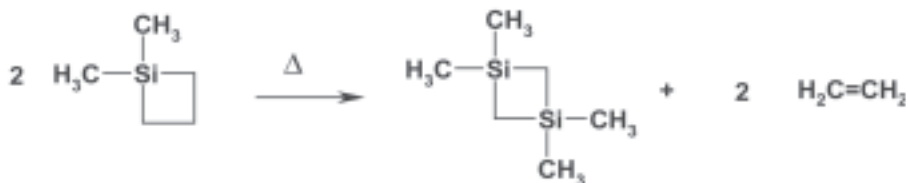
Опровергнуть эти устоявшиеся представления было весьма непросто. В середине 60-х годов я защитил кандидатскую диссертацию в Институте нефтехимического синтеза АН СССР по радиационной полимеризации кремнийорганических мономеров и получил возможность работать самостоятельно в лаборатории, которой руководил директор института Н.С.Наметкин. В ИНХС тогда много занимались изучением пиролиза углеводородов, основные продукты которого, как известно, олефины. Мне показалось интересным попытаться получить их кремниевые аналоги пиролизом кремнийуглеводородов. Задача была непростой, поскольку уже было известно, что, например, тетраметилсилан дает несколько десятков продуктов.

Поэтому прежде всего надо было найти такие кремнийорганические соединения, термический распад которых протекал бы селективно. Мне повезло: в моем распоряжении оказался высокотемпературный хроматограф (в то время газожидкостная хроматография только начинала входить в практику научных исследований в СССР), на котором после его переоборудования стало возможно исследовать термический распад различных соединений в газовой фазе. После некоторого отбора оказалось, что наиболее перспективные для нас — силациклубутаны, особенно 1,1-диметил-1-силациклубутан (ДМСЦБ).

Его термический распад отличался от других кремнийсодержащих веществ. Прежде всего своей исключи-

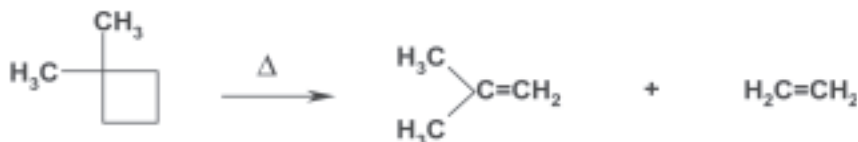


тельно высокой селективностью, то есть образованием только двух продуктов: газообразного этилена и жидкого 1,1,3,3-тетраметил-1,3-дисилациклобутана (ТМДСЦБ), в котором и сосредоточен весь кремний.

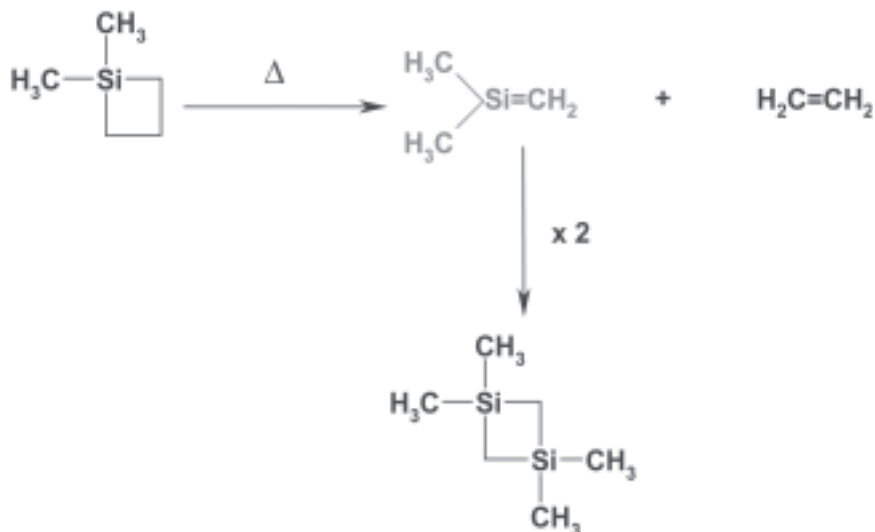


Кроме того, удивительным было то, что при достаточно высокой температуре ($> 600\text{ }^{\circ}\text{C}$) каким-то чудесным образом из одного напряженного цикла образуется другой. И это при том, что различия в энергиях напряжения обоих четырехчленных колец и в энергиях Si—C и C—C связей сравнительно невелики. Новая реакция открывала путь к синтезу различных дисилациклобутанов и была интересна синтетикам. Мы опубликовали этот результат в 1966 году в журнале «Известия АН СССР, серия химическая».

Эти необычные для того времени превращения заставили нас задуматься о механизме реакции, и мы начали изучать, как протекает термический распад в газовой фазе углеродных аналогов – циклобутана и его производных. Оказалось, что так же селективно, но с образованием двух молекул олефина. В частности, 1,1-диметилциклобутан дает этилен и изобутен.

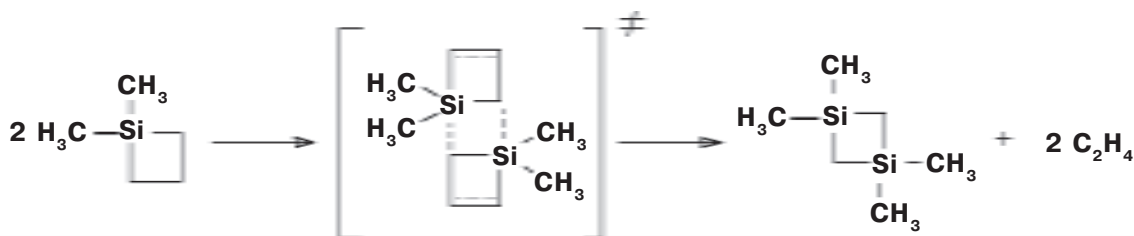


Тогда и возникла идея, что образование четырехчленного кремнийсодержащего цикла в предыдущей реакции — это двухстадийный процесс, в котором ДМСЦБ сначала дает этилен и 1,1-диметилсилаэтилен (тогда еще не было слова «силен»), а последний, короткоживущий, быстро димеризуется и превращается в четырехчленный цикл с двумя атомами кремния (ТМДСЦБ).



В 1967 году мы опубликовали статью с нашими предположениями в журнале «Доклады АН СССР», где впервые высказали гипотезу о возможности образования силэтиленов (силенов) в качестве короткоживущих промежуточных соединений.

Это было весьма смелое заявление, которое еще надо было доказать. Ведь существовала альтернатива новому механизму с образованием никому не известного силена. Учитывая высокую полярность Si—C связи, нельзя было исключить бимолекулярный механизм реакции, согласно которому образование ТМДСЦБ происходит без участия диметилсилена.



Чтобы доказать, что реакция протекает именно по предложенному нами механизму, причем образуется такое соединение, о котором во всех учебниках написано, что оно не может существовать, надо было провести кинетические исследования. Их цель — показать, что эта реакция имеет первый порядок. Немного поясню.

В газовой фазе при высокой температуре молекулы сталкиваются между собой, после чего они переходят в возбужденное состояние. Если приобретенная ими энергия достаточна, свободная молекула распадается на осколки, и скорость этого процесса описывается уравнением первого порядка. Но можно представить себе другой случай, когда распад происходит в момент столкновения двух молекул через переходное состояние. В этом случае — это реакция второго порядка, а ее скорость пропорциональна квадрату концентрации.

Поскольку в нашей лаборатории не было оборудования и опыта изучения кинетики высокотемпературных газофазных реакций, нужно было найти место, где это сделать. По воле случая оно скоро нашлось — в начале 1967 года Н.С.Наметкин предложил мне поехать для научной работы в Англию в рамках соглашения между Академией наук СССР и Королевским обществом. Более того, я даже сам выбирал, к кому поехать! В Англии в то время кинетику газовых реакций активно изучали в Саутгемптонском университете, поэтому в заявке я указал руководителя этих исследований профессора Г.М.Фрэй. Правда, по приезду в Лондон выяснилось, что Фрэй недавно перешел в университет Рединга, а в Саутгемптоне эти работы продолжает М.К.Флауэрс. Поскольку для меня было важно провести именно те исследования, которые были задуманы в Москве, я согласился работать с Флауэрсом.

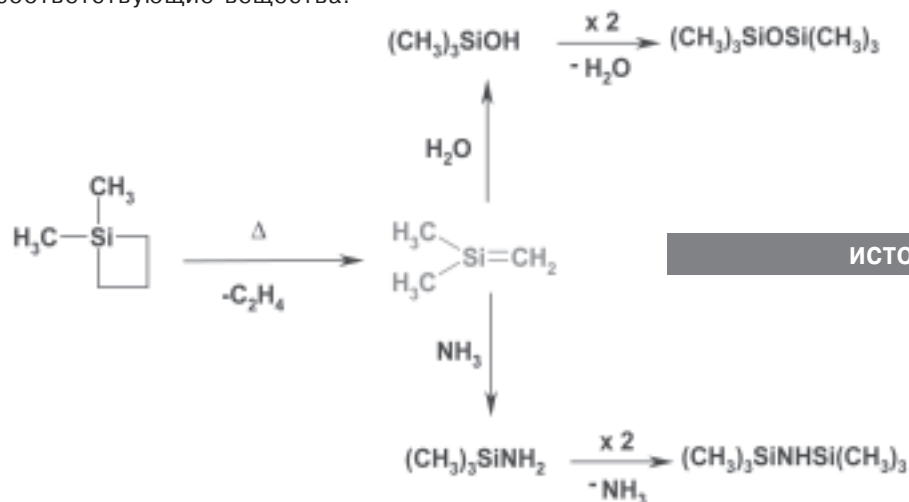
Тогда для советского человека поездка в капиталистическую страну была целым событием. Никогда не забуду это ощущение: я выезжал 20 марта, в Москве стояли морозы, вокруг дома намело огромные сугробы, было пасмурно и темно. А в Лондоне — весна была в полном разгаре, солнце, трава, фонтаны. Жену, конечно, мне по статусу не полагалось брать с собой, да и средства бы не позволили. Из зарплат, которую платило Королевское общество (150 фунтов стерлингов), Академия наук СССР разрешила использовать 60, а остальное было предписано сдать по возвращении на нужды Президиума АН СССР.

Для Флауэrsa оказалось неожиданным мое предложение работать с веществом ДМСЦБ (я привез его с собой из Москвы) и решить нашу научную задачу. Но он сразу понял, что исследование оригинальное, и без колебаний согласился. Буквально в течение нескольких дней спаяли установку для изучения кинетики термического распада ДМСЦБ, оснастили ее терморегулятором, датчиком давления, ртутным манометром, хроматографом, и работа началась. Кстати, интересно отметить, что в Англии при работе с детекторами по теплопроводности в качестве газа-носителя вместо дорогостоящего гелия, как практиковалось в СССР, широко использовали водород, который хотя и горюч, но значительно более дешевый.

Работать там было замечательно. Никто не обращал внимания на время. У каждого сотрудника и аспиранта был свой ключ от здания химического факультета, вход в который был разрешен 24 часа в сутки. Никаких вахтеров, никаких сотрудников охраны. Техника безопасности, так досаждавшая нам дома, там не доводилась до абсурда. На жидкую ртуть, которая иногда разливалась лужами в поддонах, стоявших под каждой установкой, никто не обращал внимания. В общем, за первые три с половиной месяца мы получили наиболее важные результаты, которые более детально проработали к концу моего восьмимесячного пребывания в Саутгемптоне.

Нам удалось подтвердить, что образование ТМДСЦБ — это действительно реакция первого порядка, происходящая в соответствии с нашим изначальным предположением. Но работа проходила совсем не так гладко, как может показаться. При исследовании того, как влияет этилен на скорость термического распада ДМСЦБ, на хроматограмме появился небольшой новый пик неизвестного продукта. Выяснилось, что это триметилсиланол. Мы предположили, что он мог образоваться при присоединении воды (которая присутствовала в следовых количествах в этилене), и решили специально провести пиролиз ДМСЦБ в присутствии паров воды и аммиака — веществ, которые могли бы сыграть для диметилсила-

этилена роль химических ловушек. Так и случилось, ловушки перехватили диметилсилаэтилен, образовав с ним соответствующие вещества.



Этим опытам с химическими ловушками и первым результатам исследования кинетики было посвящено наше сообщение в «Chemical Communications» (1967). В полном виде мы опубликовали работу в 1968 году в «Journal of Chemical Society, «B»». Так гипотеза получила экспериментальное подтверждение и стала открытием.

Флауэрс, у которого я работал, также сыграл немаловажную роль. Прежде всего, он во всем содействовал успешному продвижению работы. Но и сам он внес большой вклад, когда обнаружилось, что добавки этилена замедляют распад ДМСЦБ. Мы предположили, что это происходит из-за того, что равновесие смещается влево, чему причиной обратная реакция 2+2 циклоприсоединения этилена к диметилсилу. Тогда Флауэрс вывел сложное кинетическое уравнение, которое блестяще описывало наш эксперимент, и по нему удалось определить соотношение констант скорости циклоприсоединения и циклодимеризации.

Надо сказать, что международное кремнийорганическое сообщество встретило наши работы с энтузиазмом. Первой реакцией было письмо С.Иборна из Сассекского университета (Брайтон) к Флауэрсу. Еще до публикации статей он, как рецензент, предрек этой работе широкий отклик. Так и случилось. Вскоре последовали новые химические, кинетические, термодинамические, спектроскопические, квантово-химические и другие исследования, подтверждающие наше открытие. Когда в 1980 году я написал докторскую диссертацию по соединениям двоевязанного кремния, эти работы цитировались уже более 150 раз. Новая область развивалась так быстро, что мы едва успевали публиковать обзоры: «Accounts of Chemical Research» (1974), «Успехи химии» (1975), «Chemical Reviews» (1979). К настоящему времени мы опубликовали шесть обзоров, посвященных соединениям кремния с кратными связями. Последний из них написан мной по заказу журнала «Coordination Chemistry Review» (2003). Всего же опубликовано несколько десятков обзоров по этой проблеме.

В СССР реакция на наши работы была совсем не такая быстрая. До 1976 года в СССР других публикаций по химии двоевязанного кремния, кроме наших, вообще не было. Вспоминаю перипетии, связанные с моим докладом на Третьем международном симпозиуме по кремнийорганической химии в Мэдисоне (1972, США). В те годы наши ученые без высоких званий практически не имели возможности ездить на конференции за рубеж. Я попал туда совершенно случайно, поскольку на этот симпозиум ехал академик К.А.Андрианов (ИНЭОС АН СССР) и ему был нужен спутник, владеющий английским. Трудно сказать, почему Андрианов не подыскал кого-либо в ИНЭОС, а обратился к Наметкину, который предложил меня.

Я согласился, надеясь, что мне удастся сделать там доклад по своим работам о двоевязанном кремнии. Сам Андрианов ехал на симпозиум без доклада, но мне сказал, что он отвечает за все исследования в области химии кремнийорганических соединений в СССР и я должен заранее показать ему текст своего выступления. Прилетаем в Нью-Йорк и вынуждены остаться там на ночь, потому что бастует авиакомпания, самолетом которой мы должны лететь в Мэдисон. Останавливаемся на ночь в гостинице. Утром просыпаюсь – Андрианов прочитал мой доклад и в ярости. Что это еще за силаэтилен! Все знают, что кремний никаких кратных связей не образует. В Мэдисон мы все же вылетаем. В полупустом самолете он продолжает неистовствовать, угрожая закрыть мои работы по возвращении в Москву.

В аэропорту Мэдисона меня встречают мой английский друг Дэвид Уолтон и американский химик Том Бартон, который тогда только начинал работать в области двоевязанного кремния, и оба спрашивают, буду ли я делать доклад. Даю уклончивый ответ: мол, решу завтра или послезавтра. Андрианов это слышит и в конце концов соглашается, добавляя, что вряд ли мой материал вызовет особый интерес. Сам на доклад не пришел.

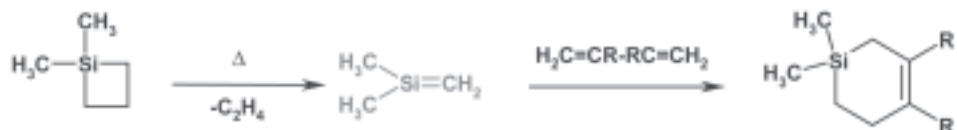
Тридцатиминутный доклад, для которого председатель оргкомитета Р.Вест сумел найти место в программе, оказался, по общему мнению, одним из самых интересных на симпозиуме. Стало очевидным, насколько мы ушли вперед в исследованиях двойных связей кремния.

К чести Андрианова надо сказать, что он был вспыльчив, но отходчив. По возвращении в Москву о закрытии моих работ уже не было речи. Наоборот, он много раз приглашал меня присутствовать при визитах иностранцев. В частности, даже пришлось съездить в Иркутск и Ригу с делегацией американской химической компании «Dow Corning». Это был ответный визит: после симпозиума в Мэдисоне нас пригласили посетить «Dow Corning», куда и доставили на небольшом самолете фирмы. Кроме исследовательского центра и

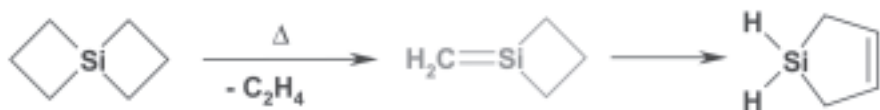
завода, меня там поразила база данных по статьям в области кремнийорганической химии, из которой они на наших глазах извлекли более трех тысяч работ Андрианова. У них такое обилие публикаций вызвало некоторое удивление.

Дальше началось бурное развитие химии силенов. С этого времени, наряду с нами, значительный вклад в новую область внесли ученые США, Канады, Англии, Германии, Японии. При этом для синтеза силенов (точнее было бы сказать, для генерирования, поскольку это очень короткоживущие вещества) и его производных широко использовали путь Гусельникова—Флауэра, по определению профессора Э.Брука. Это позволило ученым определить реакционную способность силенов, условия их низкотемпературной стабилизации, уточнить энергетические характеристики диметилсилена и многое другое.

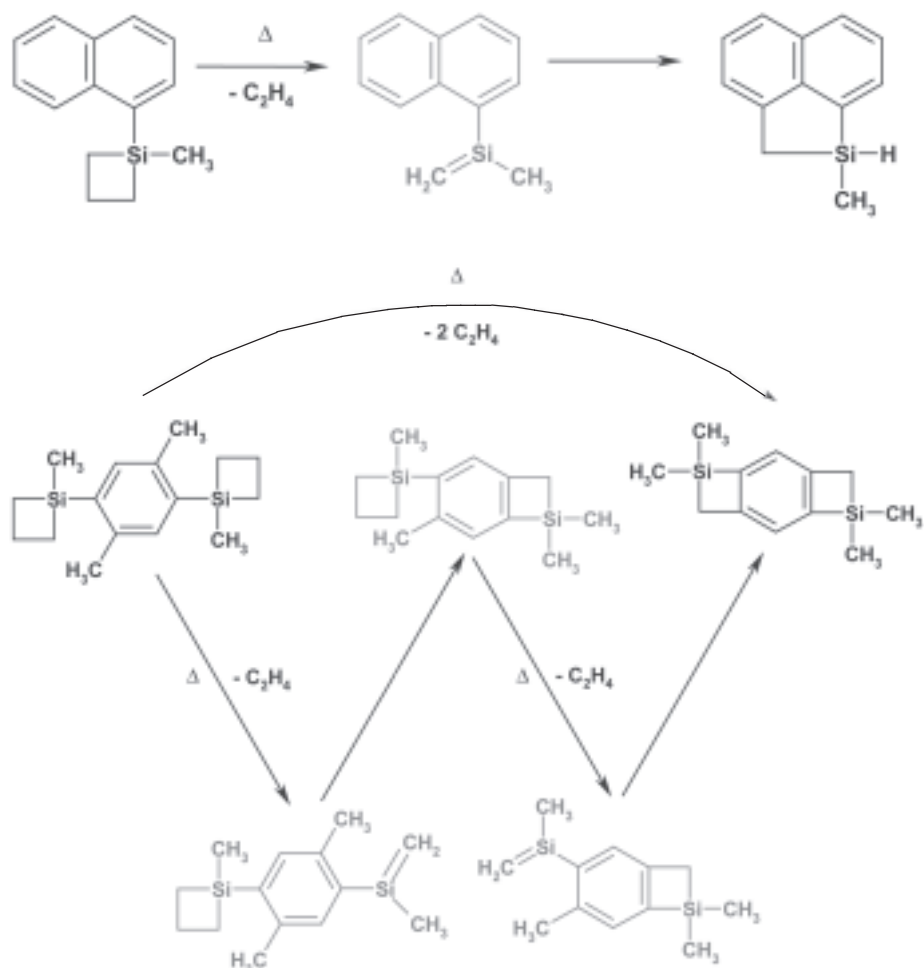
Кроме реакций присоединения молекул с подвижным водородом (спиртов, аминов, гидрогалогенидов и др.), очень важной оказалась реакция 2+4 циклоприсоединения силенов к сопряженным диенам (псевдореакция Дильса—Альдера). Реакции такого типа очень распространены в химии олефинов и служат тестом на наличие изолированной и сопряженной двойной связи.



Силены — очень интересные соединения. Они, например, богаты перегруппировками, которые не свойственны их углеродным аналогам.



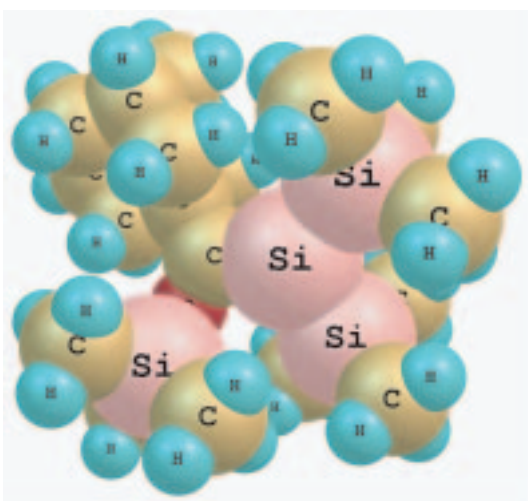
В частности, необыкновенные перегруппировки мы обнаружили у арилсиленов.





Вообще силены изучать непросто — эта область химии требует специального навыка и оборудования. Ведь они образуются при высокотемпературном пиролизе (фотолизе или под действием лазера) и живут мгновения. Не важно, где это происходит — в газовой или жидкой фазе, в любом случае силены с простыми заместителями — очень короткоживущие соединения. Например, чтобы получить их ИК-спектры, комбинируют три метода: пиролиз летучих органических соединений при очень низких давлениях, низкотемпературную матричную изоляцию продуктов пиролиза и ИК-спектроскопию.

Следующим шагом был синтез стабильных силенов. В 1981 году Эдриану Бруку (Торонтский университет) удалось получить силен, стабилизированный объемными заместителями. Они, с одной стороны, способствовали кристаллизации силена, а с другой — экранировали двойную связь Si=C от реакции с другой такой же молекулой, то есть от димеризации, которая неминуемо происходит с простыми силенами.



*Полусферическая модель силена Брука:
[(CH₃)₃Si]₂Si=C(1-adamantyl)[OSi(CH₃)₃].
Связанные двойной связью атомы кремния и углерода
находятся в центре. Атом кислорода обозначен красным
цветом*

На Шестом международном симпозиуме по кремнийорганической химии в Будапеште (1981 год) Брук после выступления вынул из кармана ампулу с веществом желтого цвета и отломил у нее кончик. Раздалось громкое шипение, сопровождавшееся белым дымом. Это силен мгновенно прореагировал с влагой и кислородом воздуха. Зал зааплодировал. Дело в том, что даже кристаллические силены стабильны только в инертной атмосфере, поскольку кратная связь кремний—углерод очень реакционноспособна. Но симпозиум в Будапеште запомнился не только выступлением Брука. Там Р.Вест сделал сообщение о синтезе стабильного соединения с двойной связью кремний—кремний, которое назвали дисиленом. В нем двойная связь Si=Si также была защищена объемными заместителями.

За годы бурного развития этой области ученые сделали очень много. Они разработали новые методы получения этих соединений, синтезировали новые стабильные их представители с двойными связями кремний—азот, кремний—сера, кремний—фосфор и другие. Получены первые представители соединений с тройными связями кремний—кремний. На последнем Четырнадцатом международном симпозиуме по кремнийорганической химии (Вюрцбург, Германия, 2005) двойным и тройным связям кремния было посвящено более 30 докладов.

В общем, это одна из немногих областей химии, где мало спорят о приоритетах. В международном кремнийорганическом сообществе все признают, что наши работы конца 60-х годов были спусковым крючком. Они не только подтвердили наши предположения 1966 года о том, что даже простейшие силены — термодинамически стабильные соединения. После наших исследований сразу появилось множество теоретических расчетов структуры, электронного строения и энергий π-связей в силенах и других соединениях с кратными связями элементов подгруппы углерода. Так сорок лет назад родилась новая область элементорганической химии — химия π-систем кремния, которая в настоящее время привлекает пристальное внимание ученых всего мира.





Миллион за синий свет

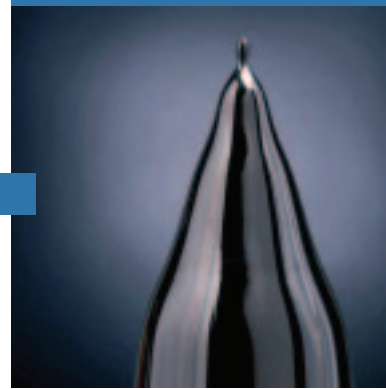
Л.Стрельникова

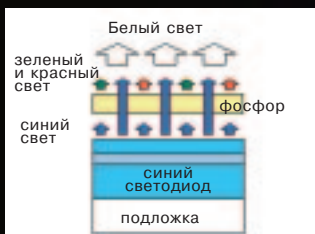
Добро, сделанное всему человечеству, иногда оказывается вознагражденным. Пример тому — международная премия «Миллениум» в миллион евро. Восьмого сентября в Хельсинки президент Финляндии Тарья Халонен вручила эту премию лауреату 2006 года — пятидесятидвухлетнему физика Сюдзи Накамуре.

Крупнейшая в мире технологическая премия «Миллениум» учреждена в 2002 году по инициативе Финской академии наук, Финской академии технологий, частных технологических компаний и общественных организаций. Тогда же был учрежден специальный фонд, который занимается организационной работой, связанной с этой премией. Деньги поступают от крупнейших финских высокотехнологичных компаний «Nokia», «Kemira», «SAVCOR», «Seb-Gyllenberg», а также других компаний и из госбюджета Финляндии. Претендентов выдвигают академии, университеты, исследовательские институты и промышленные компании из любых стран мира. Специальный Международный отборочный комитет определяет лауреата. Им становится тот, чей вклад в улучшение качества нашей жизни будет признан наиболее значительным.

Премию присуждают каждые два года. Самую первую премию в 2004 году получил англичанин Тим Бернерс-Ли за создание Всемирной паутины. А в этом году миллион евро достался профессору Сюдзи Накамуре. В 1993 году он создал светодиоды, дающие очень яркий синий, зеленый и белый свет, а чуть позже и синий лазер. Слово «яркий» здесь принципиально, потому что светодиоды на основе карбида кремния, дающие слабенький синий свет и потому непригодные для промышленности, сделали еще до Накамуре.

Светодиод — это полупроводник, который преобразует проходящий через него электрический ток в свет. Полупроводники излучают свет в узкой области спектра, то есть определенного цвета. Электроны в кристалле полупроводника под действием электричества пе-





СОБЫТИЕ



ремещаются с более высокого энергетического уровня на более низкий, испуская фотон — свет. Каким он будет — красным или синим, — зависит от разности энергетических уровней, по которым прыгают электроны, то есть от состава полупроводника. Светодиоды на основе фосфида и арсенида галлия, применяемые с 60-х годов, излучают в красной, желтой и желто-зеленой областях спектра (см. «Химию и жизнь», 1999, № 5-6). Тем не менее долго не удавалось сделать светодиоды синего и зеленого света. Чтобы испустить синий свет, электронам надо перепрыгнуть самую большую энергетическую яму.

Согласно расчетам, такие энергетические ямы могли обеспечить полупроводниковые гетероструктуры на основе нитрида галлия. Однако проблема заключалась в

том, чтобы вырастить пленки из этого полупроводника высочайшего кристаллического качества. Обычно такие пленки выращивают, пропуская пары металлоорганического соединения над подложкой. Но по этой технологии пленки GaN получались не очень хорошие. Первое, что сделал профессор Накамура в 1990 году, это придумал новую технологию осаждения полупроводниковых пленок на подложке. Специалисты называют эту технологию Two-Flow MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapour Deposition). Он стал пропускать реакционный газ не в одном, а в двух встречных направлениях. В результате получились пленки GaN неслыханного доселе высочайшего качества. Далее, манипулируя этими пленками и добавками индия, Накамура сумел создать полупроводниковые гетероструктуры, дающие яркий синий и зеленый свет. Эти структуры, как слоеный пирог, состоят из слоев полупроводника с разным типом проводимости — электронной и дырочной. Электроны движутся в одну сторону, дырки — в другую, а когда они встречаются, то при рекомбинации испускают фотон — синий свет. А если добавить в систему верхний слой, содержащий фосфор, который испускает красный и зеленый свет, то вместе с синим получается яркий белый. Ведь белый свет — это весь спектр длин волн. Так синий светодиод можно превратить в источник яркого белого света.

Не прошло и двух лет, как на основе полупроводников того же состава удалось создать и синий лазер. Для этого надо было кристалл полупроводника превратить в

«Я лишь хотел получить кандидатскую степень»

Как делаются открытия, за которые благодарное человечество готово подарить миллион евро?

Об этом главный редактор «Химии и жизни»

Любовь Стрельникова

беседует с профессором С.Накамурай

резонатор — сделать его стенки зеркальными, отражающими и концентрирующими свет внутри кристалла. Это был еще один технологический прорыв, имеющий непосредственное отношение к нам с вами. Еще недавно для записи на CD и DVD использовали лазеры на основе арсенида галлия. Синий лазер из нитрида галлия с вдвое меньшей длиной волны (405 нм) позволяет обеспечить в четыре-пять раз большую плотность записи информации на дисках. Нули и единицы, которые прожигает лазер на диске в виде точек и тире, стали заметно меньше. Благодаря синему лазеру на диске теперь можно уместить до 27 Гб информации. На рынке уже появились диски с пометкой Blue-Ray или HD-DVD, то есть диски с высокой плотностью записи информации (HD — high density). На основе синего светодиода профессор Накамура сделал ультрафиолетовый источник света. На пресс-конференции, проходившей перед церемонией награждения в Хельсинки, ученый показал журналистам компактный ручной стерилизатор воды. Он похож на большой пузырек с каплями от насморка, у которого вместо носика приделан длинный ультрафиолетовый светодиод. Опускаешь его в стакан воды, включаешь на короткое время, а потом можно спокойно пить обеззараженную воду.

Трудно оценить значимость изобретения профессора Накамуры. Светодиоды уже несут свет человечеству в панелях автомобилей, самолетов и бытовых приборов, в светофорах и уличных фонарях, в больших рекламных уличных экранах и елочных гирляндах, во вспышках камер и мобильных телефонов... Белые светодиоды уже затмили собой лампы накаливания по всем статьям. Они работают 100 тысяч часов в отличие от тысячи для обычной лампы накаливания, они не содержат никаких подвижных частей, стекла, нитей накаливания, они маленькие — стандартный размер 5 мм, им для работы требуется всего лишь батарейка в три вольта (значит, они могут питаться от солнечных батарей), они не греются и, в отличие от газоразрядных ламп, не содержат никаких токсичных компонентов вроде ртути. А главное — они преобразуют электричество в свет с 90%-ной эффективностью в отличие от ламп накаливания, у которых КПД, как у паровоза, — 5%. В США планируют к 2020 году полностью заменить обычные лампы накаливания на белые светодиоды. Это принесет колоссальную экономию электроэнергии, которую Департамент энергетики США оценивает в 98 млрд. долларов. Кроме того, это экономит природное топливо, на котором работают тепловые электростанции. А значит — уменьшится потребление нефти и выброс углекислого газа в атмосферу.

Так что премия «Миллениум» нашла своего достойного обладателя, который, без сомнения, улучшил качество нашей жизни. В дополнение к миллиону евро профессор Накамура получил приз — небольшую скульптуру «Пик» работы финского скульптора Хелены Хитанен. Эта миниатюрная волнистая и переливающаяся «гора» сделана из монокристалла кремния и обработана методом компьютерной литографии. По замыслу скульптора, эта композиция символизирует органичную связь между высокими технологиями и природой.

Профессор, знаете ли вы, что идея использовать полупроводники в качестве источника света пришла из России?

Нет, я не знал. А как это произошло?

В 1923 году инженер Лосев, который тогда работал в Ленинградском физико-техническом институте, заметил зеленатое свечение при прохождении небольшого тока через кристалл карбида кремния.

Спасибо, что рассказали мне об этом.

А кого вы считаете своими предшественниками?

Лео Исаки (Leo Esaki), который изобрел полупроводниковые сверхрешетки, и Херба Кромера (Herb Cromer), создавшего первые полупроводниковые гетероструктуры.

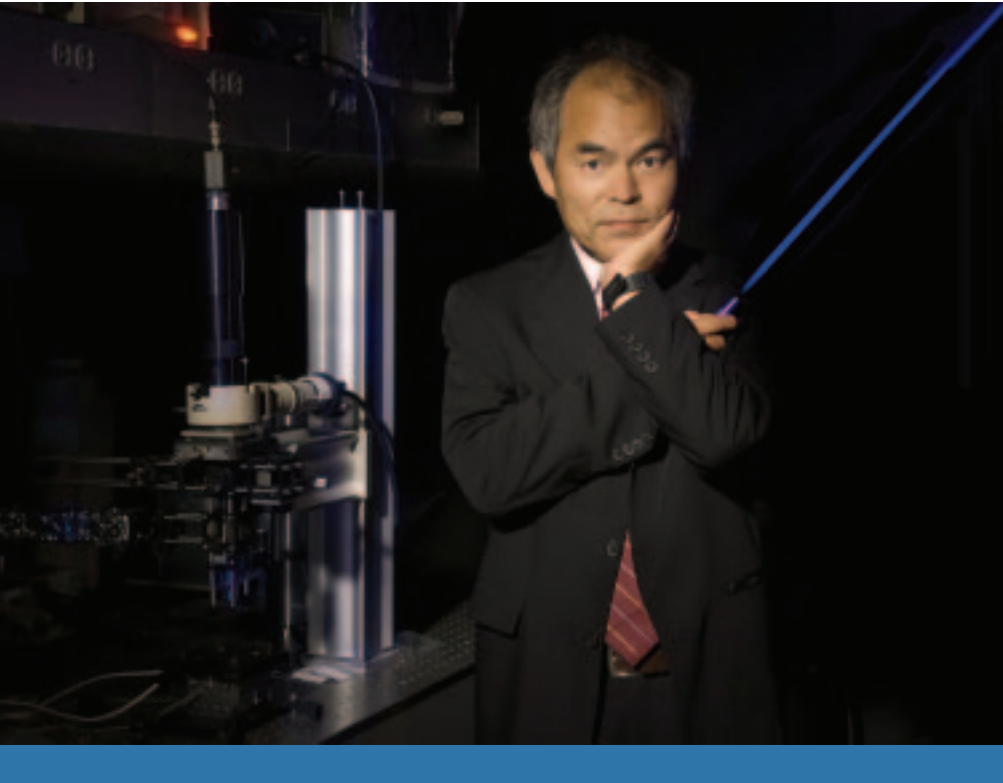
А почему вы решили заняться полупроводниковыми светодиодами?

Я закончил Университет в Токошима по специальности электронная инженерия, где изучал полупроводниковые технологии. Сразу после окончания университета в 1979 году я пошел работать в небольшую японскую компания «Ничия» и начал собственные исследования в области полупроводниковых технологий.

Но почему в качестве объекта исследования вы выбрали именно нитрид галлия?

Мне надо было опубликовать пару научных статей, чтобы получить степень PhD. Таковы правила в Японии. Поэтому в 1988 году я поехал на год в Америку приглашенным исследователем в Университет штата Флорида. Здесь я смог сориентироваться в мировых тенденциях. В то время очень многие исследователи во всем мире пытались получить светодиод, дающий яркий синий свет. И все работы крутились вокруг только двух типов полупроводниковых материалов. Большинство занималось селенидом цинка (ZnSe), и лишь единицы пытались сделать светодиод на основе нитрида галлия (GaN). Вот почему я выбрал нитрид галлия. Мне казалось, что опубликовать статью об исследованиях в этой малоконкурентной области будет значительно проще. В то время я даже и не думал, что смогу сделать синий светодиод. У меня не было ни денег, ни помощников, ни опыта,





ИНТЕРВЬЮ

Нет, я не получаю ни цента. Все мои патентные права принадлежат компании «Ничия», в которой я работал.

Сейчас вы работаете в Санта-Барбаре, в Университете Флориды. Почему вы уехали из Японии? В США больше понимания? Больше возможностей и денег?

В США больше свободы и равноправия. Япония, по существу, социалистическая страна. Там нет демократии, особенно в компаниях, университетах и академиях. В Америке мне нравится быть свободным в моей повседневной научной работе.

А почему вообще вы решили заниматься наукой?

Когда мне было 10–12 лет, я читал комиксы, которые назывались «Astro Boy». Астробой — это такой робот, которого сконструировал ученый — доктор Отяномицу для борьбы с плохими мальчишками и темными силами. И вот тогда я очень захотел стать таким же ученым, как Отяномицу, чтобы делать таких же роботов для борьбы со злом.

Какие тайны мироздания волнуют вас больше всего?

Как зародилась жизнь во Вселенной и действительно ли она расширяется.

Назовите три наиболее важных технологических изобретения человечества за последние пятьдесят лет.

Интегральные схемы, Интернет и фотоэлементы. Если лампочки накалывания заменить в квартирах на белые светодиоды, то платежи за электроэнергию будут смехотворными.

Когда белые светодиоды придут в каждый дом?

Одна крупная компания уже в ближайшее время начнет продажу белых светодиодов для освещения домов и квартир. Но пока цена относительно высока. Я думаю, полное обновление произойдет лет через десять.

вообще ничего. Мне нужно было лишь получить кандидатскую степень, которая очень важна для укрепления научного статуса.

Вы вернулись в свою компанию и продолжили исследования пленок из нитрида галлия. Как отнеслось руководство компании к такому выбору направления?

С самого начала основатель компании «Ничия» господин Нобуо Огава (Nobuo Ogawa) поддерживал все мои игры по созданию синего светодиода. Но после 1989 года менеджеры компании стали возражать против того, чтобы я продолжал исследования. Они считали их бесперспективными. Ведь если крупнейшие мировые компании и знаменитые университеты, работавшие в этой области, не добились успеха, то его тем более не видать нашей маленькой компании. Поэтому они считали бессмысленным тратить деньги. Мне запретили заниматься исследованиями в области синего светодиода. Но я проигнорировал этот приказ.

И уже через год добились успеха?

Да, в 1990 году я придумал новый способ, как выращивать пленки нитрида галлия. Это ключевое звено полупроводниковых технологий. Обычно пленки осаждают из паров металл-органических соединений, пропуская газ над подложкой. Я придумал, что реакционный газ надо пропускать не в одном направлении, а двумя встречными потоками. В результате получил пленки нитрида галлия высочайшего качества. Я сам был по-

трясен результатом. Впервые в своей жизни я поднялся на высочайшую ступеньку, вырвался в лидеры. Дальше, используя новую технологию осаждения пленок нитрида галлия, я сделал первый светодиод, дающий яркий синий свет. Это случилось в 1993 году, хотя могло бы произойти и раньше. Но тогда я был ограничен в возможностях работать и потому двигался вперед медленно.

Как в компании отнеслись к вашему открытию?

Поначалу там и не поняли всей его важности. Они даже не захотели выпустить пресс-релиз на эту тему. Но я все-таки заставил его подготовить и разослать. А дальше на компанию обрушился шквал поздравлений, восторженных откликов и предложений со всего мира. Вот тогда мои боссы и поняли, что же я сделал.

Вслед за ярким синим светодиодом вы сделали зеленый, ультрафиолетовый и белый светодиоды, а также синий лазер. Какие компании уже используют ваши изобретения для производства продукции?

Все полупроводниковые компании, крупные и мелкие, все компании, производящие мобильные телефоны и цифровые камеры, телевизионную и DVD-аппаратуру, приборы для оснащения самолетов и автомобилей, оборудование для освещения улиц, светодоры, большие уличные видеозкраны... Проще сказать, кто не использует.

И во всех случаях вы получаете положенное авторское вознаграждение – роялти?



Возбуждающие аминокислоты

Доктор медицинских наук,
профессор
В.Б.Прозоровский

Один из признаков, отличающих человека от животного, — способность видеть невидимое, выводить из того, что известно, представление о неизвестном. (Впрочем, и животное иной раз видит то, чего человек не замечает у себя под носом.) А гений отличается от рядового представителя вида *Homo sapiens* тем, что он может доказать существование невидимого. Чем проще доказательство, тем гениальней человек.

Немного истории

В начале XX века в научном мире возникло представление о неких простых органических молекулах, передающих импульсы-приказы с нерва на исполнительные клетки (например, в мышце). Призрак молекулы-передатчика начал свое странствие по умам ученых после того, как испанский гистолог Сантьяго Рамон-и-Кахаль обнаружил, что волокна нервных клеток нигде, в том числе и в мозгу, не соприкасаются с другими клетками (Нобелевская премия 1906 года). Но если не соприкасаются, то как же они передают другим клеткам электрические импульсы? Ответов могло быть только два: физический или химический.

Разгадка родилась, что приятно отметить, в нашей стране. Профессор МГУ Александр Филиппович Самойлов в 1925 году установил, что скорость проведения импульса по нерву при повышении температуры не меняется, то есть в его основе лежат физические процессы, а не химические реакции, тогда как проведение того же импульса (проверялся нервный путь коленного рефлекса) через спинной мозг значительно ускоряется. Следовательно, цитирую дословно: «В мозгу на границе двух клеток одна клетка выделяет какое-то пока неизвестное вещество, и это вещество служит раздражающим агентом для другой клетки». Нобелевский комитет эту работу игнорировал, но она была отмечена Ленинской премией.

Дальнейшее стало делом техники. Были «изобретены» стеклянные микротрубочки, через которые к отдельным нейронам мозга подводили разные химические вещества, а также микроэлектроды, с помощью которых регистрировали ответы нейронов. Если после воздействия тем или иным веществом работающий нейрон «замолкал», то, очевидно, испытуемое вещество его затормозило, а если «молчаливый» нейрон начинал генерировать нервные импульсы, — значит, это вещество его возбудило.

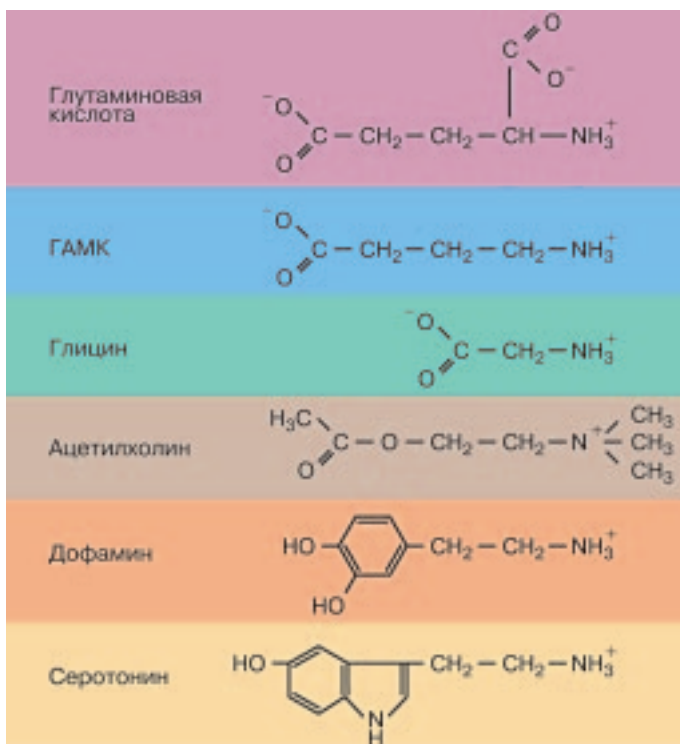
Сначала был испытан ацетилхолин, уже известный передатчик нервных импульсов с нервов на мышцы и внутренние органы. С помощью микропипетки и микроэлектрода в 1946 году англичанин Джон Кэрю Эклс обнаружил в спинном мозгу нейроны, которые возбуждал ацетилхолин, а также тормозящее действие некоего вещества (впоследствии выяснилось, что это глицин), устраняемое стрихнином. За эти работы Эклсу была присуждена Нобелевская премия в 1963 году.

Д.Куртис и Дж.К.Уоткинс, которые работали в лаборатории Эклса, в опытах на изолированном спинном мозге ля-

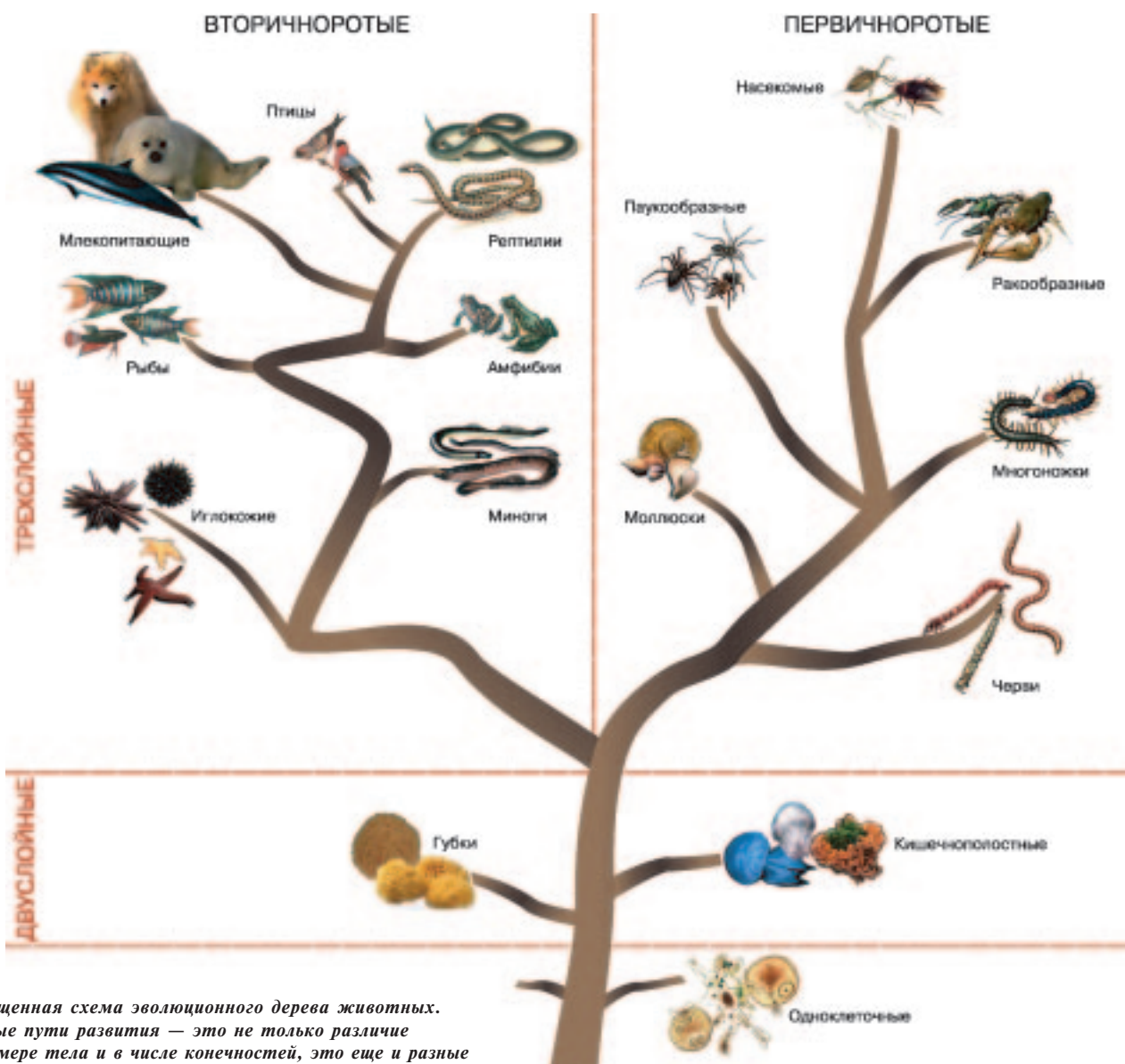
гушки и кошки показали сильный возбуждающий эффект глутаминовой и аспарагиновой аминокислот (публикации 1960 года). А их медиаторная роль была окончательно доказана, когда в головном мозгу млекопитающих обнаружили множество специализированных белков, чувствительных к глутаминовой и аспарагиновой кислоте, — глутаматные и аспартатные рецепторы.

Вначале были аминокислоты?

По мере обнаружения новых медиаторов нервных импульсов выяснилось их чрезвычайное структурное сходство (рис. 1). Здесь представлены не все известные медиаторы, а только основные (как тормозные, так и возбуждающие), однако и основных немало. И вряд ли все они одновременно возникли в самой первой клетке, которой пока не нужно было никому передавать импульсы по причине полного одиночества. Потребность в передаче информации могла появиться лишь у многоклеточных существ, подобных современным медузам и губкам (рис. 2). Скорее всего, клетки не сразу освоили сложный синтез ацетилхолина, дофамина, адреналина и тем более серотонина, а начали с чего-то попроще,



1
Медиаторы, наиболее распространенные в головном мозгу млекопитающих. Может быть, сходство в структуре правой части молекул (углеродная цепочка, завершающаяся аминогруппой) отражает особую роль, которую сыграли аминокислоты в эволюции нервной системы?



2
 Упрощенная схема эволюционного дерева животных. Разные пути развития — это не только различие в размере тела и в числе конечностей, это еще и разные наборы управляющих химических сигналов в мозге и мышцах...



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

например с глутаминовой кислоты (далее мы будем называть ее ГК, опять же для простоты). Ее сравнительно легко синтезировать и из углеводов, и из жиров.

Не случайно ГК постоянно находят в микробных клетках, и не случайно среди всех заменимых (то есть вырабатываемых в организме человека) аминокислот только она синтезируется в печени и в почках. Добавим, что ГК занимает одно из ведущих мест в обмене веществ, потому что способна связывать неорганический азот, перенося его на другие аминокислоты за счет реакции переаминирования. Попав в кишечник с пищей, ГК хорошо всасывается и проникает через гематоэнцефалический барьер — мозгу не приходится самому ее синтезировать. Это очень важно, поскольку она защищает мозг от аммиака и используется там, наряду с глюкозой, в энергетическом обмене. Итак, похоже, что все медиаторы начались именно с нее, а затем появились аспарагиновая кислота (АК) и, очевидно, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК). И вот почему.

Кибернетика, наука об управлении, и сложна, и элементарна. Сложна из-за мудреного математического обоснования, а элементарна по той причине, что каждому из нас в той или иной мере приходилось учиться чем-то управлять. Взглянем хотя бы на вожжи — народный способ управления лошадью. А для быков придуманы команды: «цоб» — направо и

«цобе» — налево. В организме человека для управления внутренними органами имеются два отдела вегетативной нервной системы: симпатический и парасимпатический. Если один что-либо усиливает, то другой ослабляет. Симпатическая нервная система расширяет зрачок и учащает сердцебиение, парасимпатическая сужает зрачок, а сердечные сокращения замедляет. Единственное исключение из этого правила — половая функция: возбуждение парасимпатического отдела вызывает эрекцию пениса и клитора, а симпатического — эякуляцию и оргастические сокращения матки. До недавнего времени считалось, что артериальное давление регулируется только симпатиком: усиливается его тонус, и артериальное давление повышается, ослабляется — давление падает. Сейчас установлено, что парасимпатик тоже влияет на давление, но с обратным знаком.

Естественно, влияние этой регуляторной системы не распространяется на мозг, однако и работой мозга надо как-то управлять. В большинстве регулируемых приборов и механизмов существует грубая и тонкая настройка. В микроскопах — два разных винта, в электроприборах — рубильник и реостат, в автомобиле — рычаг скоростей и педаль газа и т. д. Что-то подобное нужно и мозгу, должна и в нем быть какая-то грубая, общая регуляция. Конечно, когда мы слушаем, то работают уши и височные доли коры, когда

смотрим — глаза и затылочная область. Иначе говоря, для каждого вида деятельности включаются свои области и свои клетки. Но если нужно мобилизовать все способности мозга, то весь мозг необходимо активировать. А если пора спать, то все отделы мозга нужно затормозить. Вот тут-то и приходят на помощь наиболее древние, а потому универсальные медиаторы: ГК и ГАМК со своими помощниками. У ГК это аспарагиновая кислота, у ГАМК — глицин, таурин и пролин. Предположение о единстве двух противоположностей, двух аминокислот торможения и возбуждения, подтверждается еще и тем, что в мозгу они под воздействием фермента декарбоксилазы могут переходить друг в друга.

Неисповедимы пути науки. Взгляните на рисунок 3, на котором приведена диаграмма распределения основных медиаторов в головном мозгу, — аминокислотные медиаторы занимают более половины информационных полей. А ученые обратили на них внимание гораздо позднее, чем на медиаторы более сложного строения и происхождения: ацетилхолин, дофамин, норадреналин, серотонин, гистамин, аденозин и др. Спрашивается, почему? А потому, что «искали там, где светлее». Об ацетилхолине и адреналине знали с первых десятилетий XX века, а об аминокислотах только начали догадываться в его середине. И причину этого следует искать на путях эволюции животных.

Нога человека и нога таракана

Все высокоорганизованные многоклеточные животные — трехслойные: у них на ранних стадиях эмбрионального развития выделяются три слоя клеток, энтодерма, мезодерма и эктодерма (впоследствии они дают начало соответственно внутренним органам, мышцам и нервной системе с покровными тканями — кожа и нервы, оказывается, состоят в близком родстве!). Этим мы, высшие существа, отличаемся от уже упомянутых медуз и прочих кишечнополостных — у них зародыши двуслойные.

Когда появились первые трехслойные животные, они разделились на две большие группы. Принципиальных различий между этими группами много, но впервые расходятся их пути опять-таки на ранних стадиях развития. У одной ветви животных в их первичной кишке рот и анальное отверстие остаются на том же месте, где они закладываются с самого начала, — их называют первичноротыми, и к этой группе принадлежит большинство беспозвоночных, от моллюсков до насекомых. У других животных, как ни трудно в это поверить, рот и анальное отверстие в процессе разви-



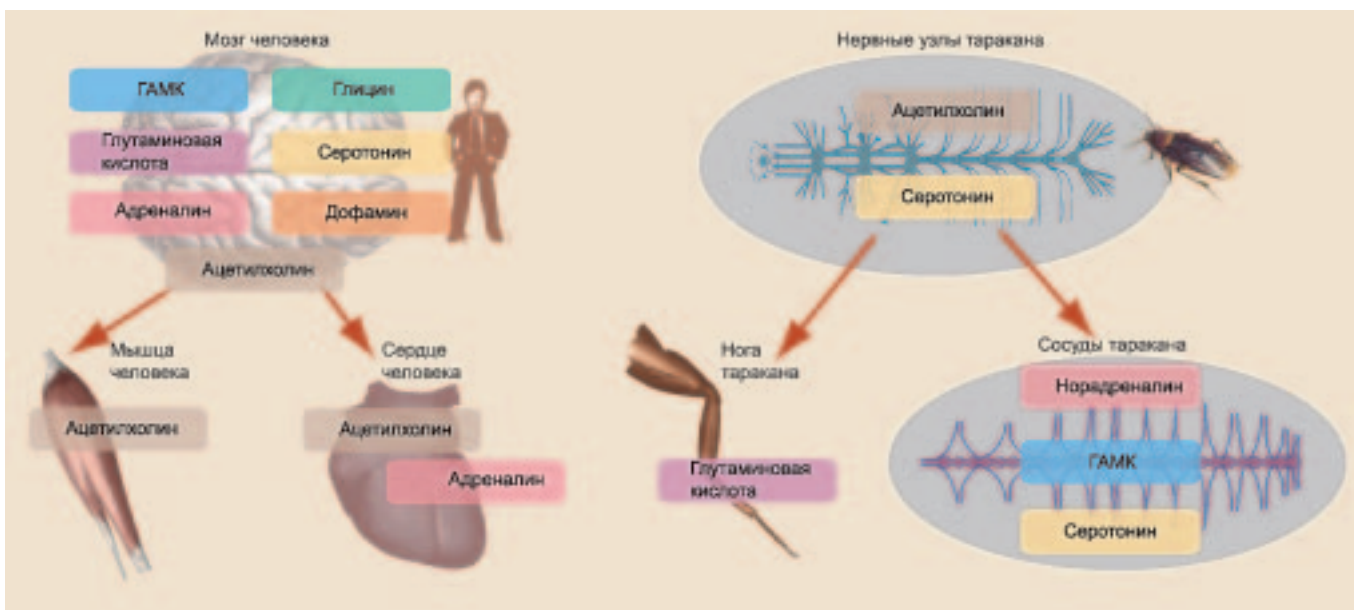
3
Относительные доли основных медиаторов в головном мозгу человека

тия фактически меняются местами, за что их и назвали вторичноротыми: именно к ним относятся все позвоночные, до человека включительно. Есть в этом что-то обидное для царя природы, но таковы уж grimасы эволюции (рис. 2).

Эти эмбриональные пертурбации отразились и на биохимических различиях между позвоночными и беспозвоночными. Так получилось, что унаследованная от кишечнополостных глутаминовая кислота у первичноротых оказалась на периферии — в мышцах, а у вторичноротых она ушла с эктодермой в центр управления — в мозг (рис. 4). А поскольку работать с лапками лягушки было несравненно проще, чем с лапками тараканов, то и медиаторные аминокислоты были обнаружены позже, чем ацетилхолин.

Единство природы, помимо всего прочего, выразилось в том, что растения и животные научились вырабатывать яды,

4
Человек — беспорный победитель эволюционного состязания среди вторичноротых, среди первичноротых на этот титул может претендовать таракан. Человеческим мышцам приказывает сокращаться ацетилхолин, а в лапке насекомого эту задачу выполняет глутаминовая кислота





действующие в тех самых местах, которые у человека были предназначены для восприятия нервных импульсов. На передачу сигналов с помощью ацетилхолина влияет целый набор ядов: мускарин мухомора, скополамин белены, никотин табака, фасцикулин тигровой змеи, титьюстоксин тарантула. На адреналиновые рецепторы действуют эфедра с ее эфедрином и спорынья с эрготоксином. Рецепторы ГАМК — мишень для пикротоксина из семян лианы анамарты, глициновые — для стрихнина из рвотных орешков (также известных как плоды святого Игнация). Нет исключения и для ГК: на ее рецепторы действуют квискваловая кислота из семян квисквалиса индийского и каинат из красной водоросли *Digenea simplex*.

Согласно современным представлениям, наиболее значимая из двух активирующих аминокислот — именно глутаминовая, а ее наиболее важные рецепторы — NMDA (чувствительные к N-метил-Е-аспарагиновой кислоте) и AMPA (чувствительные к 2-амино-3 (3-гидрокси-метилизоксазол-4-ил) пропионовой кислоте). Эти загадочные для непосвященных аббревиатуры часто встречаются в инструкциях к лекарственным препаратам. Вот о них мы и поговорим — о лекарствах, чей механизм действия так или иначе связан с глутаминовой кислотой.

Про эпилепсию и китайскую кухню

В мозгу ГК и ее амид глутамин $\text{HOOC}(\text{NH}_2)\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$ (примерно в равных долях) обнаруживаются в весьма значительной концентрации — порядка 300 мг%. Действует ГК так же, как и другие медиаторы: связывается с белковыми рецепторами в мембране принимающего нейрона, при этом в ней открываются каналы, избирательно пропускающие ионы натрия. Но эффект получается противоположный по сравнению с тормозными медиаторами, о которых говорилось в предыдущей статье (см. «Химию и жизнь», 2006, № 7). Поскольку внутрь клетки поступают положительные ионы (а не отрицательные ионы хлора, как в случае ГАМК), уровень поляризации мембраны снижается и ее чувствительность к возбуждающим влияниям возрастает.

Таким путем возбуждающие аминокислоты повышают активность клеток, а следовательно, и всего мозга. Это медиаторы бодрствования, ускорения мыслительных процессов. К сожалению, случается, что порог возбуждения снижается слишком сильно, и следствием могут быть даже судороги.

Пока не вполне понятно, какую роль играет ГК при эпилепсии, однако ее участие в развитии эпилептических судорог несомненно. Известно, что у больных уменьшается синтез (или высвобождение из нервных окончаний) не только ГАМК, но и глицина, серотонина и других медиаторов. По мнению члена-корреспондента АМН РФ профессора Кирилла Сергеевича Раевского, одного из ведущих специалистов в области изучения медиаторных аминокислот, в мозгу при этом происходит дезингибция — растормаживание. Поиски противэпилептических и противосудорожных веществ привели к созданию многих препаратов, в частности из числа новых: гексамидин, ломотриджин, фелбамат, этосуксимид, пуфемид и др. Поскольку действие их комплексно, то обсуждать их с точки зрения механизма действия и особенностей применения не будем.

Любопытен один из методов предупреждения эпилептических судорог — насыщение мозга большого тормозной аминокислотой таурином, спутником ГАМК. Еще любопытней данные Д.В.Клекнера с сотрудниками (опубликованы в «Nature» за 1988 год) о синергизме ГК и глицина, который вообще-то считается тормозным медиатором. Позднее К.С.Раевский получил подтверждение этих данных: глицин, с одной стороны, подавляет раздражительность (нейтрализуя тем самым возможное вредное действие возбуждающей аминокислоты), а с другой — нормализует обмен ГК и

способствует ускорению реакций, в частности, при вождении автомобиля.

В начале 90-х годов автор этой статьи совместно с профессором Л.Б.Пиотровским, химиком-синтетиком отдела фармакологии Института экспериментальной медицины в Санкт-Петербурге, начали искать новые противосудорожные средства среди конкурентных блокаторов NMDA рецепторов. Наша цель состояла в том, чтобы найти средство, способное предупредить гибель нейронов, неизбежную при любых судорожных состояниях, за счет вовлечения в процесс глутаматных нейронов. Однако первые исследования оказались не слишком успешными, к тому же в США был синтезирован препарат МК-801, который оказался весьма эффективным, и я охладел к этой тематике. Но затем, уже во время клинического применения американского препарата, выяснилось, что судороги-то он предупреждает, но при этом вызывает у больных временное помешательство. Л.Б.Пиотровский по собственной инициативе продолжил поиски, сотрудничая с другими фармакологами. Результаты обнадеживают, но желаемое пока так и не достигнуто — нигде в мире.

Сама ГК (она же эпилептон, ацидоген и др.) в качестве лекарства применяется главным образом в психиатрической практике — для лечения реактивных состояний, сопровождающихся истощением, депрессией и приступами сонливости. Она усиливает образование и выброс глюкозы из депо, напрямую воздействуя на обмен углеводов и активируя выделения адреналина, — это ее свойство используют, когда нужно ликвидировать гипогликемию (снижение уровня глюкозы в крови). Глутаминат кальция назначают при психических расстройствах с явлениями ипохондрии и депрессии при старческом слабоумии, при остаточных явлениях после мозговых травм и менингита.

Если медицинское применение ГК ограничено, то ее соль, глутамат натрия, широко используется в качестве пищевой добавки. Получают его из клейковины пшеницы, отходов производства свекловичного сахара и из казеина. Глутамат имеет солоноватый вкус с выраженным запахом мяса, его часто добавляют в консервы, сухие супы, бульонные кубики. Кроме того, глутамат традиционно занимает важное место в китайской кухне, и об этом не следует забывать посетителям восточных ресторанов. После всего, что мы узнали о глутаминовой кислоте, неудивительно, что и глутамат обладает биологической активностью, не всегда полезной. Описан даже «синдром китайского ресторана»: жжение в области желудка, покраснение лица, боли в груди и головокружение. Врачи категорически запрещают кормить блюдами китайской кухни маленьких детей.

На сегодня мы все же мало знаем о фундаментальных и прикладных свойствах возбуждающих аминокислот и почти не умеем управлять их эффектами. Но будем надеяться, что это еще впереди.



БАКТЕРИЯ ДЕЛАЕТ БИОДИЗЕЛЬ

Ученые из Германии научили кишечную палочку превращать растительное масло в дизельное топливо.

Alexander
Steinbuechel,
steinbu@uni-
muenster.de

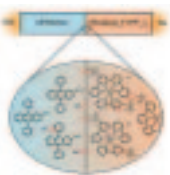
НОВАЯ ЗАЩИТА ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ ПОЗАГОРАТЬ

Британские ученые разработали компоненты принципиально нового средства для защиты кожи.

Пресс-секретарь
Andrew McLaughlin,
a.mclaughlin@
bath.ac.uk

РЕВОЛЮЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДИОДОВ ПРИБЛИЖАЕТСЯ

Американские химики получили лист гибких полимерных диодов.



Пресс-секретарь
Blaine Friedlander,
bpf2@cornell.edu

ФИЛЬТР ИЗ ГЛИНЫ И СОЛОМЫ

Ученые из Великобритании придумали, как можно из подручных материалов сделать фильтр для очистки воды.

Paul Sallis,
p.j.sallis@ncl.ac.uk

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Обычно для того, чтобы сделать дизельное топливо, скажем, из масла рапса, нужно провести реакцию с метиловым спиртом и получить эфиры содержащихся в масле жирных кислот. Они-то и послужат топливом. Увы, мало того что метанол ядовит, его еще и добывают из минерального сырья. Поэтому такое топливо не может считаться полученным из возобновляемых источников и, стало быть, в полном смысле слова экологически чистым. С этим недостатком решили покончить микробиологи из мюнстерского Института молекулярной микробиологии и биотехнологии (ФРГ). Они научили кишечную палочку сразу и делать спирт (в данном случае этиловый,) и проводить его реакцию с жирными кислотами. На выходе же получается смесь этиловых эфиров. «Созданный нами микроорганизм перерабатывает не только масло, но и остатки растений. Даже макулатура пойдет в дело», — говорит участник работы профессор Александр Штейнбюхель. Более того, без добавок целлюлозы процесс и не пойдет, ведь этанол из масла не сделаешь — нужен какой-никакой, а сахар.

Чтобы добиться успеха, ученые повернули цикл биохимических реакций кишечной палочки на синтез полезного для человека высокоэнергетического вещества. Для этого они добавили к ее геному несколько генов, позаимствованных у других микробов. Как показали эксперименты, если такую бактерию содержать в аэробных условиях и кормить сахаром и олеиновой кислотой, то она будет исправно синтезировать эфиры в количестве 26% от сухого веса своего тела.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Крем для загара содержит частицы диоксида титана, которые поглощают ультрафиолетовые лучи и в результате защищают кожу отдыхающих на солнечных пляжах от их неприятного действия. Получается, так сказать, пассивная защита.

Ученые из Батского университета (Великобритания) во главе с доктором Чарарехом Пурзандом работают над созданием активной защиты. Они предлагают вводить в крем хелатирующие агенты — сложно устроенные органические вещества, способные образовывать комплексы с металлами. Для борьбы с солнечными ожогами нужен такой агент, который связывается с ионами железа. Оказывается, под действием солнечного света именно свободное железо в больших количествах выделяется из клеток кожи, что и приводит к ее покраснению и воспалению. Более того, железо — катализатор образования свободных радикалов, а они наносят еще более существенный урон здоровью.

В препарате, который британские ученые испытывают на трехмерных культурах клеток кожи человека, присутствуют агенты, молекула которых, поглотив достаточно квантов ультрафиолета, переходит в активную форму и приобретает способность захватывать ионы железа. Сделано это для того, чтобы не нанести вреда здоровью: вещество, входящее в состав защитного крема, вовсе не должно вытягивать железо из всех клеток без разбору. Активация ультрафиолетом решает эту задачу. Кто знает, может быть, крем с такой активной защитой окажется средством еще от одной напасти — фотодерматитов или аллергии на солнечный свет.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Твердая кремниевая подложка, на которую наносят микросхемы, давно мешает инженерам-электронщикам, которые мечтают создать небывалые устройства вроде самосветящейся футболки или зонтика, способного превращать солнечный свет в электричество для питания походного телевизора. А выход — в создании микросхем из гибких полимеров. Ученые из Корнеллского университета (США) создали очередной прототип для такой микросхемы. Главное отличие от других подобных работ — использование ионов с разными зарядами.

Устройство состоит из двух скрепленных друг с другом полимерных пленок, в одной из них имеются положительные, а в другой — отрицательные ионы. В месте контакта они покидают родную пленку и перемещаются в соседнюю до достижения равновесия. Возникающее электрическое поле вызывает перемещение электронов. А снаружи приделаны еще две пленки из электропроводящих полимеров, один из которых к тому же прозрачен. Это катод и анод. При подаче на них разности потенциалов через всю конструкцию будет течь электрический ток: электроны пойдут в одну сторону, а дырки — в другую. Встретившись, они должны рекомбинировать, однако миграция ионов оказывает влияние на этот процесс. В результате удается возбудить молекулы полимера, и те сбрасывают возбуждение, излучая свет. Для того чтобы его пропустить, один электрод сделан прозрачным. Возможен и обратный процесс: возбуждение молекулы внешним источником света и получение электрического тока.

«Мы можем делать такие микросхемы тоннами, причем очень дешево, — говорит руководитель работы доцент Джордж Маллиарас. — Осталось только, изменяя содержание металлов в полимере, добиться более высокой эффективности».

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

«В развивающихся странах большая проблема с чистой водой. Благотворительные организации раздают там фильтры для ее очистки, но их вскоре выбрасывают, потому что нет возможности доставать расходные материалы и запчасти. Мы и решили придумать технологию изготовления фильтров из подручного сырья», — рассказывает выпускник Ньюкаслского университета Мэтью Симпсон.

Оказалось, придумать-то не так уж и сложно: отличный фильтр получается, если смешать глину с соломой, а потом выдержать в гончарной печи при температуре 700—1000°C. При этом солома разлагается с выделением CO₂. Он вспучивает глину, образуя поры как раз такого размера, чтобы задерживать вирусы и бактерии, но пропускать воду. Испытания показали, что сделанный «на коленке» глиняный фильтр задерживает те же 99,99% патогенов, что и промышленный. А дальше начались трудности.

«Мы рассчитывали, что местные гончары смогут обеспечить своих односельчан нашими устройствами. Но к сожалению, никто не хочет давать денег на их обучение. Как ни странно, агентства по развитию предпочитают финансировать проекты, которые не раскрывают особенности технологий. Мы же, наоборот, хотим, чтобы гончары делились друг с другом приемами изготовления фильтров, а это противоречит логике коммерции» — так описывает ситуацию руководитель работы доктор Пол Саллис.

**ОДЕЖДА
ИЗ КУРЯТНИКА**

Ученые из США занимаются превращением соломы и перьев в волокна.

Пресс-секретарь Американского химического общества Michael Bernstein, m_bernstein@acs.org

На проходившем в сентябре 2006 года конгрессе Американского химического общества доктора Йики Янг и Нарендра Редди из университета Небраски рассказали о своей работе по превращению таких отходов сельского хозяйства, как рисовая солома и перья домашних птиц, в неплохие текстильные волокна, которые могут заменить синтетические, сделанные из постоянно дорожающей нефти.

«Искусственные волокна из целлюлозы хорошо известны, а рисовая солома состоит из этого полисахарида. Мы выбрали реактивы и ферменты, которые годятся для ее обработки, и сейчас их патентуем», — рассказывает Йики Янг. Рисовые волокна оказались похожи на лен и хлопок. Кстати, пару лет назад те же ученые придумали способ превращения в волокна соломы из кукурузы.

Птичьи перья состоят из другого биологического полимера — кератина. Из него же построены и волокна шерсти. Однако в перьях исследователей привлекает прежде всего уникальная структура бородок и бородочек — ворсинок, которые составляют опухало. Они полые, с прочным каркасом, похожим на соты. Если при переработке удастся сохранить такое строение и сплести бородки в волокно, то получится чрезвычайно легкая, теплая и к тому же ударопрочная ткань.



В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**ТЕХНОЛОГИЯ
НА КОНЧИКЕ
ЗОЛОТОГО
ВОЛОСКА**

Ученые из США придумали, как добавить в реактор одну-единственную молекулу вещества, причем в строго определенный момент.

Peter C. Searson, searson@jhu.edu

«Химики давно знали, что технически возможно контролировать выделение отдельных молекул лекарств или реактивов, однако никто не пытался эту идею реализовать. Мы же довели дело до конца», — говорит профессор Питер Сирсон из университета Джона Хопкинса. Он со своими коллегами специализируется на выращивании методами фотолитографии нанопроволочек из различных металлов.

В данном случае понадобились две проволоочки-электрода из чистого золота. На одну из них с помощью связи «золото–сера» прикрепили длинную молекулу углеводорода. К другому концу молекулы была присоединена биомолекула, которую требовалось ввести в реактор в нужный момент. Когда этот момент настал, через электроды пропустили короткий импульс тока, связь между золотом и серой разрушилась и молекула отправилась в свободное плавание. После этого к электроду можно приделать новую молекулу и повторить все с начала.

«Наша система вполне годится для вживляемых чипов, которые обеспечивают своевременное выделение лекарств в организм человека, — говорит профессор Сирсон. — Она же поможет проводить химические реакции с чрезвычайно малыми количествами вещества».

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**ИСПАНСКАЯ
НАНОМЕДИЦИНА**

Испанцы решили резко ускорить свои работы по применению наномедицины.

Susana Herraiz, sherraiz@pcb.ub.es

Считается, что в ближайшие пятнадцать лет наномедицина сильно изменит методы лечения заболеваний, и многие хотят поучаствовать в разделе будущего многомиллиардного рынка. Возьмем, к примеру, Испанию. Согласно докладу, подготовленному в сентябре 2006 года Испанским комитетом по наномедицине, эта область исследований и технологии находится в стране в зачаточном состоянии. А это неправильно. «В Испании есть отличные научные центры, развитые промышленность и фармацевтика, заинтересованные в использовании передовых технологий. Есть и система здравоохранения, которая позволяет проводить клинические испытания», — говорит координатор комитета Хосе Самитьер.

В докладе намечены три основные области наномедицины. Это диагностика, средства доставки лекарств и восстановительная медицина. Первая подразумевает создание всевозможных дешевых датчиков, которые позволят распознавать болезнь на ранней стадии.

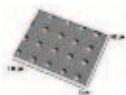
Применение нанотехнологий для доставки лекарств должно привести к персональной терапии, когда лекарство выделяется маленькими порциями и побочные эффекты снижаются. Другие направления — создание более удобных для пациент препаратов например инсулина, который можно закапывать в нос, или доставка препарата непосредственно к очагу болезни или к той же раковой клетке.

Третья область — выращивание искусственных тканей для замены и восстановления поврежденных органов. Например, создание нанобиоматериалов для восстановления сердца после инфаркта.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**СОЛНЕЧНАЯ
БАТАРЕЯ
НА СТЕКЛЕ**

Немецкие ученые собираются делать дешевые солнечные батареи, вырастив кремний на стекле.



Torsten Boeck, boeck@ikz-berlin.de

Ученые из Института выращивания кристаллов (ФРГ) во главе с доктором Торстеном Боеком совместно с компанией «BP Solar» приступили к трехлетнему проекту по выращиванию на стекле тонких пленок поликристаллического кремния с крупными зернами. Суть идеи такова.

Сейчас подложки для солнечных батарей делают, разрезая монокристаллы кремния на пластины толщиной 0,45 мм. А фотон проникает в солнечную батарею на глубину всего 0,02 мм. Получается, что огромное количество сверхчистого кремния затрачивается впустую: тонкая монокристаллическая пленка справилась бы с работой по преобразованию света в электричество ничуть не хуже толстой пластинки. Соответственно, и цена была бы гораздо ниже. Увы, тонкие пленки кремния не растут в виде монокристаллов. Наоборот, они состоят из мелких зерен, что существенно снижает эффективность батарей.

Для увеличения размера зерен кремния, выращиваемых на стеклянной (оксид того же кремния!) пластинке, немецкие ученые предложили двухстадийный процесс. Сначала они создают на поверхности стекла сетку из зародышей кремния с шагом 0,05 мм. Затем превращают эти зародыши в полноценные зерна. В результате получается непрерывная поликристаллическая пленка чистого кремния толщиной 0,05 мм. Она-то и должна послужить основой для дешевых солнечных батарей.

Доктор физико-математических наук,
кандидат в мастера спорта по альпинизму
С.Н.Нетреба,
ГУ НПО «Тайфун» Росгидромета

Облака на вершинах мира



Альпинист всегда мечтает покорить самую высокую вершину. К сожалению, сейчас сложилась опасная тенденция – плохо подготовленные зарубежные восходители, уплатив весьма солидную сумму за право восхождения на Эверест, часто там остаются навсегда. Более того, даже альпинисты международного класса, успешно штурмовавшие Эверест, весьма туманно представляют, что такое опасные облачные вихри, которые там возникают. Расскажем немного о некоторых из них.

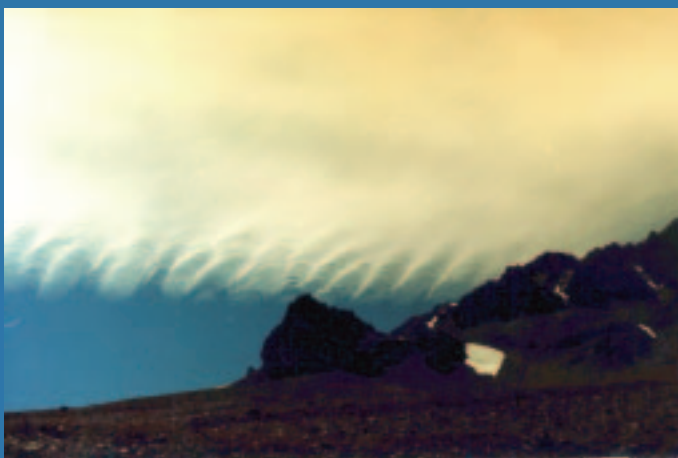
Маунтанадо Эвереста

Маунтанадо — горный облачный вихрь. Коварство маунтанадо Эвереста состоит не только в его внезапности, но и в том, что гигантский облачный пояс охватывает только середину горы, в то время как вблизи вершины и у основания небо безоблачное. Видеозапись показывает, что маунтанадо вращается по часовой стрелке вокруг вершины, а зарождается из-за особенностей геометрии Эвереста. Световой столб — аналог солнечной дорожки на поверхности моря, роль которой в данном случае играют ледяные кристаллы в воздухе. Такие столбы довольно часто сопровождают облачные вихри. Особенность данного столба — в его необычайной яркости, заметной даже при наблюдении сквозь темные очки. Снимки выполнены через каждые 20 минут при восхождении автора на панорамную вершину Калапатар (высота 5500 м).

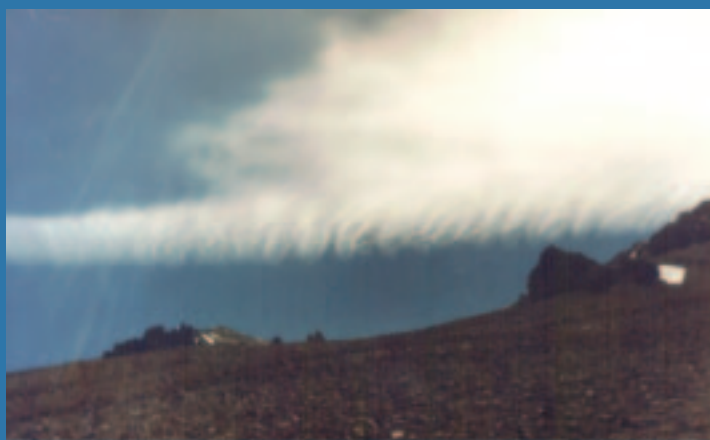


«Перо» Джомолунгмы

Так тибетцы называют облачный флаг Эвереста, который тянется на десятки километров от вершины. Даже опытные альпинисты и наблюдатели иногда принимают «перо» за снег, сдуваемый с вершины. Однако видеозапись показывает, что оно образуется при конденсации и кристаллизации водяного пара в вихрях спутного (кильватерного) следа. Возникновению «пера» предшествует формирование специфических слоистых и волновых структур, которые были идентифицированы на основе теории и лабораторного эксперимента. Снимки выполнены через каждые 10 минут вблизи монастыря Тьянбоче на высоте 4100 м.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Шквал Аконкагуа

Аконкагуа (высота 6990 м) — высшая точка Западного полушария. Эта вершина была бы относительно простой для восхождения, если бы не крайне опасные шквальные ветры. Шквальные облака Аконкагуа состоят из цепочки туго скрученных спиральных вихрей, и, когда эта цепочка разрывается, часть вихрей опускается и быстро скатывается вниз по склону. Хотя некоторые особенности такого шквала и воспроизводятся в экспериментах, автору неизвестна природа его внезапной неустойчивости. Можно только предположить, что появление светового столба в таком облаке служит своеобразным сигналом тревоги для горовосходителей. Снимки выполнены через каждые 10 минут с высоты 5200 м при восхождении на Аконкагуа.

Кандидат
физико-математических наук
А.Н.Невзоров,
ведущий
научный сотрудник
Центральной
аэрологической обсерватории
Росгидромета

Из чего состоят облака



РАССЛЕДОВАНИЕ

Наука об облаках

В среднем около 40% поверхности нашей планеты покрыты облаками самых разнообразных форм, в которых содержится порядка 10^{10} тонн чистой воды на планете. При этом более двух третей объема облаков находится при отрицательной температуре.

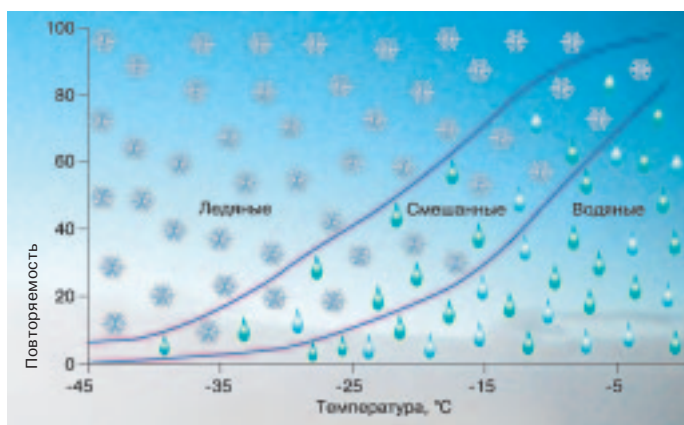
Сегодня облака — не только тема для стихов и светских бесед о погоде. Эти эфемерные, капризные, а порою грозные создания влияют на радиосвязь и радиолокацию, авиацию и космонавтику, гидротехнику, агротехнику, а также, как ни странно, на политику. К примеру, только создав правильные модели облаков, удастся корректно подсчитать тепловой баланс планеты, а ведь на этих расчетах основаны политические решения, направленные на преодоление последствий глобального потепления.

Лишь сравнительно недавно, в 40-х годах XX века, физику облаков выделили в самостоятельную науку. Ее фундаментом послужили априорные концепции, вытекающие из прочных физических предпосылок. Однако последовавшие натурные эксперименты позволили не только уточнить детали исторически сложившихся представлений, но и выявить новые свойства облаков. Зачастую они расходятся с господствующими теориями, а порой вступают с ними в серьезное противоречие. К сожалению, большинство ученых, причастных к облачной науке, предпочитают не замечать подобную ситуацию, и лишь меньшинство, в том числе автор этих строк, пытаются дать системное объяснение всей совокупности явлений, связанных с облаками.

Аномалии холодного облака

В метеорологии существует несколько способов разделить облака на виды. Наиболее простая классификация — по температуре, согласно которой облака делят на теплые и холодные, то есть «живущие» соответственно при положительных и отрицательных температурах по Цельсию.

Теплые облака и туманы состоят из микронных капелек самой обыкновенной воды. Их простейший



1
Эта классическая диаграмма построена в середине прошлого века по визуальным наблюдениям

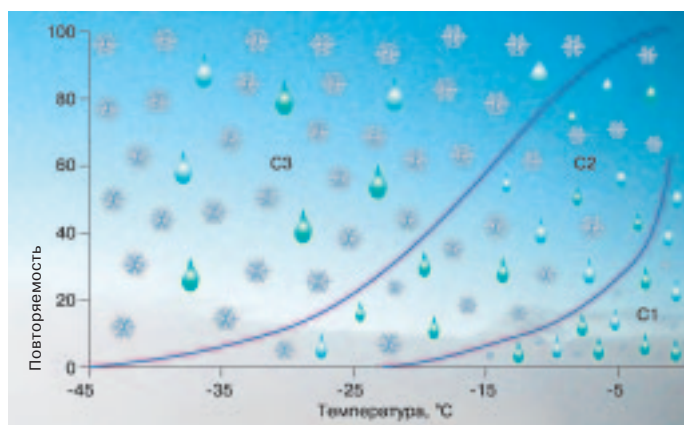
аналог — «пар» из носика кипящего чайника. Что касается холодных облаков, то по существующим в метеорологии представлениям они могут состоять или из одних жидких капель сферической формы, или только из ледяных кристаллов, или из тех и других вместе. В последнем случае их называют смешанными по фазе. Аксиоматически принимается, что жидкая фаза во всех холодных облаках представляет собой ту же воду, что и в теплых, но находящуюся в переохлажденном состоянии. Казалось бы, все очень просто. Однако не будем спешить с выводами.

Дело в том, что каплям переохлажденной воды трудно выжить в холодном облаке и вообще невозможно — в одном облаке с ледяными частицами. Во-первых, часть капель в этих условиях попросту замерзает. Вероятность их замерзания растет с понижением температуры облака от нуля при 0°C до 100% при минус 40°C и ниже. Во-вторых, при одной и той же температуре парциальное давление насыщенного пара над водой выше, чем над льдом. Поэтому при появлении ледяных частиц в капельном облаке сразу же начинается конденсация пара на лед, что вызывает испарение жидких капель. Такая фазовая перегонка, или переконденсация, называемая процессом Бергерона — Финдайзена, положена в основу современной науки о холодных облаках как фактор, обязанный за считанные минуты переводить двухфазное облако в конечно устойчивое ледяное состояние. Однако все это в теории. А что происходит в действительности?

Более полувека назад выдающийся исследователь облаков А.М.Боровиков, обработав тысячи случаев наблюдений фазового состояния облаков с исследовательских самолетов, получил температурную диаграмму его повторяемости (рис.1). Согласно этим, ставшим классическими, данным, капельные и смешанные холодные облака встречаются гораздо чаще и живут неизмеримо дольше, чем предсказывают лабораторные опыты и теоретические расчеты. Это подтверждают и современные, более совершенные наблюдения. Такое разительное противоречие между теорией и опытом побудило нас провести в рамках тематики Центральной аэрологической обсерватории (ЦАО) Росгидромета специальные исследования свойств естественных холодных облаков и заключенной в них жидкой воды.

Лед и вода холодных облаков

По существующей в ЦАО традиции, объектом исследований стали облака слоистых форм, которые преобладают на небосводе, живут дольше всего (часы и сутки) и дают большинство всех осадков в наших широтах. Специально оборудованные самолеты Ил-18Д пересекли при-



2
А эта диаграмма построена в конце XX века на основании точных измерений

мерно 350 отдельных облаков с температурами от 0°C до минус 55°C при суммарной протяженности полетов в облаках около 20 тысяч километров.

Полученные данные привели в смятение даже опытных специалистов: оказалось, что почти все холодные облака содержат одновременно и воду, и лед, то есть принадлежат к числу смешанных. Тщательный анализ позволил выделить три базовых типа их фазово-дисперсной структуры (рис. 2).

Те холодные облака, которые традиционно считаются чисто водяными, на самом деле содержат ледяные частицы с размерами менее 20 мкм, не различимые современными стандартными методами. Их мы отнесли к структурному типу С1. Неотъемлемый атрибут микроструктуры двух других типов смешанных облаков, С2 и С3, — ледяные кристаллы, размер которых бывает существенно больше не только 20 мкм, но и 200 мкм; вот почему их легко обнаружить. По этому признаку объединим облака типов С2 и С3 под термином «льдосодержащие облака» (ЛСО). Разница между двумя типами ЛСО состоит в том, что только в структуре С2 приборы обнаруживают частицы с размерами менее 20 мкм. Все эти структуры могут перемежаться в одном и том же облаке, а переходные формы между ними занимают малую часть пространства.

На небосводе облака структуры С2 выглядят плотными, непрозрачными и по виду мало отличаются от теплых облаков и облаков структуры С1. Структура С3 обычно представлена полупрозрачными или совсем слабыми облачными слоями, которые расположены на самых больших высотах и далеко не всегда видимы с Земли сквозь нижележащие плотные облака. Смешанные облака типа С2 — это наиболее вероятный источник осадков в виде дождя либо снегопада, в зависимости от приземной температуры.

Аппаратура и методика исследований

Исследования выполнены с помощью разработанного в ЦАО самолетного приборного комплекса, который был создан к концу 1980-х годов и до сих пор остается уникальным по функциональным возможностям и техническим характеристикам (к сожалению, ныне он бездействует в связи с ликвидацией спецотряда исследовательских самолетов). Входящие в комплекс приборы могут непрерывно измерять целый набор облачных характеристик на трассе полета. Важнейшие из них таковы:

- фазовый состав, концентрация и спектр размеров облачных частиц от 20 до 200 мкм; все это устанавливают по поляризационным и амплитудным эффектам рассеяния света индивидуальными частицами;
- концентрация и спектр размеров частиц крупнее 200 мкм (теневой оптический метод);

Изучение ЛСО дало очередной удивительный результат. Оказалось, что вопреки правилу Бергерона — Финдайзена жидкие капли в них не только сохранились, но и увеличились в размерах более чем на порядок, до сотен микрон в диаметре! Кстати, сферические частицы с размерами от десятков до сотен микрон замечали в ЛСО и прежде. Они, как правило, присутствовали в пробах облачных частиц как в обособленном виде (непонятно, в жидкой или ледяной фазе), так и в виде примерзших к ледяным кристаллам шариков. Однако эти факты почему-то никто не признавал закономерными и тем самым заслуживающими серьезного внимания.

Кризис облачного знания

Способность структуры С1 существовать по многу часов не вызывает особых вопросов. Во-первых, ледяная фаза возникает практически одновременно с зарождением капельного облака. Во-вторых, пока частицы достаточно малы и потому неподвижны относительно воздуха, процесс Бергерона — Финдайзена протекает в очень медленном режиме молекулярной диффузии. В результате на начальном этапе развития облака капли растут быстрее, чем испаряются. С ростом размера капель и кристаллов ускоряется их осаждение под действием силы тяжести, а вызванные этим эффекты обдува и перемешивания воздуха на порядки увеличивают скорость массообмена. Опережающий рост ледяных частиц приводит к лавинообразному переходу облака в стадию ЛСО. При этом, казалось бы, рост капель должен смениться их испарением вплоть до полного исчезновения.

Однако в ЛСО жидкие капли не только сохраняются, но даже увеличиваются в размерах; при этом общая масса воды в каплях оказывается сравнима с массой ледяной компоненты. Более того, с увеличением содержания льда в облаке увеличивается и содержание жидкой воды, хотя процесс Бергерона — Финдайзена должен давать обратный эффект. Добавим сюда постоянное наличие жидких капель в облаках с температурами ниже минус 40°C — доказанным пределом физического существования переохлажденной жидкой воды, и получится, что свойства реальных облаков отнюдь не соответствуют установке на хорошо известные физико-химические свойства H_2O .

Вплоть до недавнего времени ведущие исследователи или публично не признавали эти факты, или обходили их вниманием, или, в лучшем случае, выдвигали несостоятельные гипотезы вроде влияния растворимых примесей. Самыми любимыми конструкторами были сомнения в достоверности измерений и их интерпретации (в общем случае не совсем обосновательные). Но мы попробуем пойти другим путем.

— водность (массу конденсированной воды в кубометре воздуха) жидкой и ледяной дисперсных фаз по отдельности находят по теплоте испарения облачной воды, осевшей из встречного потока на горячие тела специальной формы;

— оптическая плотность облачной среды, которую измеряют по ослаблению искусственного светового потока.

Такой набор параметров позволил разными методами (а это снижает возможность ошибки) получить одни и те же наиболее важные результаты, в частности определить наличие в облаке каждой из дисперсных фаз. С их помощью можно также оценить характеристики облаков, не охваченные прямыми измерениями, например средний размер облачных капель. В некоторых случаях удается по измеренным спектрам размеров частиц рассчитать значения интегральных параметров — водности и оптической плотности, чтобы сравнить их с непосредственно измеренными величинами.



Допустив взаимосвязанность описанных свойств жидкой дисперсной фазы, легко увидеть в них полный набор признаков ее конденсационного равновесия с ледяной фазой. Остается выбор между двумя версиями: либо наблюдаемая картина воспроизводится раз за разом под влиянием каких-то разнородных факторов, не исключая артефактов, либо она закономерно связана с особыми свойствами жидкой фазы в ЛСО. Трудно сказать, которая из этих версий выглядит фантастичнее. Но нам вторая версия показалась логичнее, тем более что она подтверждается экспериментальными свидетельствами.

Действительно, если предположение об особых свойствах жидкой воды в ЛСО верно, то по основным физическим характеристикам она должна отличаться от обычной воды. Чтобы убедиться в этом, мы использовали тот факт, что градуировочные характеристики наших приборов напрямую зависят от того или иного свойства вещества капель: например, для термического измерителя водности — от теплоты испарения L и плотности ρ , а для светорассеивающего спектрометра частиц — от показателя преломления n . Сначала эти приборы были отградуированы для обычной воды: $\rho=1 \text{ г/см}^3$, $n=1,33$ и $L=2580 \text{ Дж/г}$.

При этих условиях мы сравнили значения интегральных параметров облаков (водности и оптической плотности), с одной стороны, измеренные непосредственно, а с другой — рассчитанные по измеренным размерам облачных частиц. Для этого были использованы результаты одновременных измерений всеми приборами в облаках структуры С3. Из них отобрали те случаи, в которых размеры капель полностью укладывались в диапазон измерений светорассеивающего спектрометра частиц, а влияние ледяной фазы на показания приборов было минимальным и поддавалось исключению. И оказалось, что расчетные значения оптической плотности, обусловленной только жидкими каплями, систематически превосходят измеренные примерно в семь раз, а для водности жидкой фазы подобные расхождения достигли 40-кратной величины! Такие знаки и величины расхождений, как и их постоянство, трудно объяснить методическими ошибками.

Мы пришли к единственно возможному выводу: вещество облачных капель обладает иными свойствами, нежели предполагалось изначально. Возникающее предположение о влиянии растворенных примесей на свойства обычной воды быстро отпадает, ибо если вещество, способное так изменить свойства воды, и существует в атмосфере, то в заведомо ничтожной концентрации. Еще труднее предположить, что химическая формула жидкокапельной субстанции в ЛСО отличается от H_2O .

Чтобы оценить свойства этой, как видно, особой модификации воды, пришлось решать систему уравнений, которая включала в себя зависимость градуировочной характеристики каждого прибора от свойств вещества капель, а также связь показателя преломления n с плотностью вещества капель согласно известной формуле Лоренц-Лорентца для H_2O . Не углубляясь в детали сложного многоходового решения, назовем его конечные результаты. Оказалось, что согласие между измеренными и расчетными данными



3

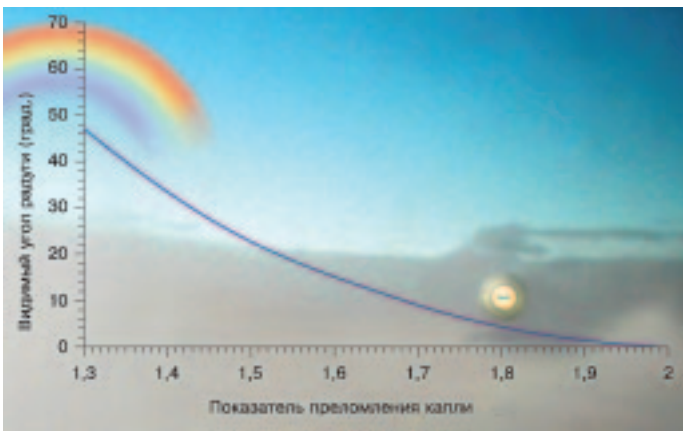
Снимки сделаны с самолета, летящего невысоко над облаком. Центр глории совпадает с теневой проекцией объектива фотокамеры. Из окна самолета она видна со средним (по желтому кольцу) угловым радиусом около трех градусов, то есть ее угловой размер составляет примерно шесть градусов. Это в десять раз больше видимого размера диска Солнца или Луны

достигается, если показатель преломления n жидких капель лежит в пределах 1,8—1,9, что соответствует плотности капельной воды 2,1—2,2 г/см³. Тогда для удельной теплоты ее испарения при минус 30°C получается значение 550±90 Дж/г — это примерно в пять раз меньше, чем у обычной воды, и близко к характеристике такого летучего вещества, как ацетон. Напомним, что более летучая жидкость испаряется быстрее, но быстрее и конденсируется. Следовательно, и капли растут быстрее.

Как мы видим, разброс найденных величин невелик, и это исключает влияние случайных ошибок измерений. В то же время полученная плотность оказалась весьма близкой к плотности твердого конденсата, осажденного из водяного пара при температуре около 100 К, а именно 2,32±0,17 г/см³ (А.Н. Delsemme, А. Wenger, «Superdense water ice», «Science», 1970, т. 167, № 3914). Такое сходство позволяет предположить, что капельная вода в ЛСО представляет собой расплав этого самого конденсата. Но пожалуй, самое убедительное подтверждение наших результатов предоставило известное природное явление, связанное с холодными облаками. Речь идет об обыкновенной и в то же время таинственной глории.

Что скрывается за глорией в облаках

Глорией называется более или менее яркое радужное кольцо вокруг тени наблюдателя на освещенной солнцем верхней границе тумана или облака. В некоторых случаях



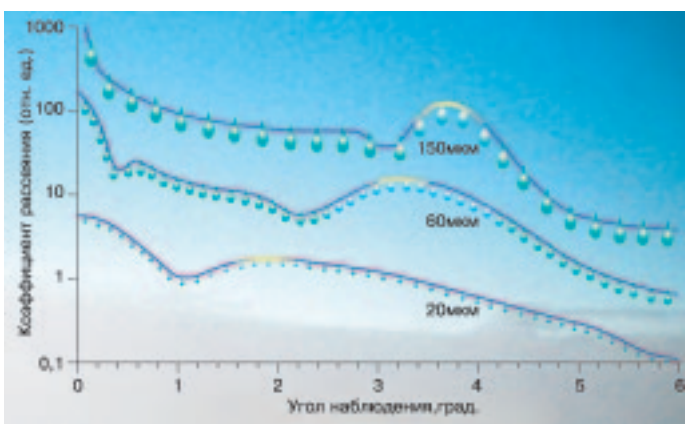
4 Радуга первого порядка лежит в области углов глории при показателе преломления капеле около 1,8

это кольцо окружено одним или несколькими более слабыми кольцами (рис. 3). В древности такое явление наблюдали только с высоких гор и придавали ему мистическое значение, называя «великолепием Будды» или «призраком горы Брокен». Еще бы — вид великана с сияющим венцом вокруг головы дает немалый простор для фантазии. На самом же деле великаном была тень самого наблюдателя на облаках, образованная лучами низко расположенного Солнца, а венцом — всего лишь рассеянный в том же облаке свет.

Ныне глаорию легко наблюдать с самолета, она возникает вокруг его бегущей тени на высоко расположенных облаках и должна быть хорошо знакома как пилотам, так и любознательным пассажирам воздушного флота. И не может не показаться странным то обстоятельство, что механизм формирования и свойства такого, в сущности, обыденного явления до сих пор остаются неизученными. Сама возможность того, что глория несет в себе какую-то информацию о внутреннем строении облака, вызывает вопрос: почему она до сих пор не привлекла серьезного внимания исследователей облаков?

Главное связанное с глорией противоречие состоит в том, что, по признанию ученых-оптиков, она образуется в результате рассеяния солнечного света на сферических частицах, и в то же время, по мнению ученых-облачников, в облаках, на которых она наблюдается, таких частиц в виде жидких капель быть не может. В итоге отсутствует физическая интерпретация явления, которая исчерпывающе объясняла бы все его особенности и связывала их с микрофизическим строением облака.

А его основные особенности таковы. Во-первых, цветная глория образуется только в облаках, у которых температура на верхней границе ниже 0°C. Во-вторых, ее основное кольцо обладает такой же красной внешней кромкой и поляризовано в том же направлении, что и в дождевой радуге. В-третьих, диапазон угловых радиусов (угловым радиусом оптики называют угол между линиями, которые соединяют глаз наблюдателя с точками на окружности и в ее центре. — Примеч. ред.) среднего, желтого,



5

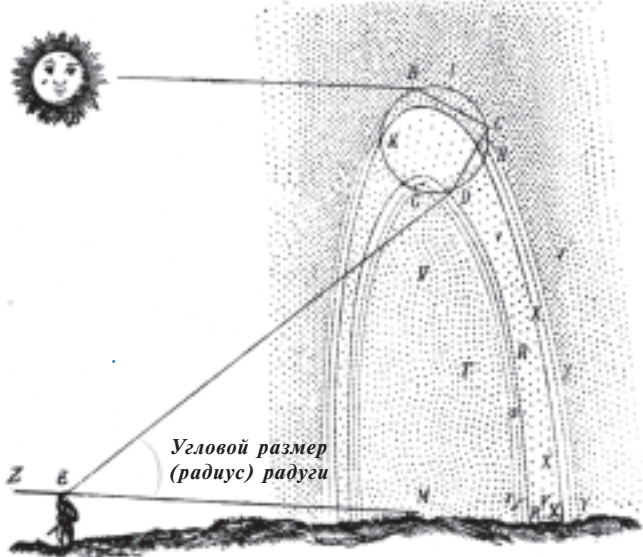
Результаты расчета по теории Ми рассеяния света каплями с показателем преломления 1,81

пояса составляет от $1,6^\circ$ до $3,8^\circ$ независимо от удаления наблюдателя от облака. В-четвертых, яркость и цветовой контраст глории в целом заметно усиливаются с увеличением ее углового радиуса.

Некоторые попытки объяснить явление глории были основаны на использовании строгой теории рассеяния света сферическими частицами, известной как теория Ми. Эта теория действительно предсказывает появление максимума яркости света, рассеянного каплями обычной воды (то есть с показателем преломления $n=1,33$), в наблюдаемой для глории области углов. Однако для этого облако должно состоять из капель практически одинакового размера в интервале 8—12 мкм. В природе встретить такое облако даже теоретически невозможно. Кроме того, у «теоретической» глории при $n=1,33$ все свойства, кроме углового размера и цветовой палитры, отличаются от перечисленных выше. Но самое удивительное (и никакая теория этого не объясняет) — почему глория в описанном виде появляется только при отрицательной температуре рассеивающих сфер?

Любому из нас прекрасно известен другой эффект обратного рассеяния света каплями обычной ($n=1,33$) воды. Это дождевая радуга, видимая в противоположной от солнца стороне. Ее угловой радиус $41\text{—}42^\circ$. Отчетливая дождевая радуга образуется при рассеянии прямого солнечного света множеством капель дождя или мороси с размерами свыше 50 мкм. Механизм ее формирования таков. Луч света, падающий на отдельную каплю, частично проникает в нее, затем частично отражается от поверхности внутри капли, после чего (опять же частично) выходит наружу (рис. 6). В глаз наблюдателя попадают сходящиеся пучки от тех капель, которые расположены на образующей конуса с вершиной в зрачке. Угол при этой вершине равен угловому радиусу радуги. Так формируется природная радуга — геометрическая область повышенной яркости на рассеянном световом фоне. Поскольку показатель преломления и, следовательно, угол радуги зависят от длины световой волны, то солнечный свет раскладывается в спектр. Порой можно увидеть дополнительные менее яркие дуги: это радуги более высоких порядков, образованные лучами, испытавшими несколько внутренних отражений.

На анализе хода лучей построена геометрическая теория, которая устанавливает зависимость углов радуги от показателя преломления вещества частицы (рис. 4). Легко убедиться, что эта теория отображает существование при $n=1,33$ радуги первого порядка с углом около 41° .



6
Так Рене Декарт представлял себе образование дождевой радуги. Линия ZM соединяет солнце, зрачок и центр радуги



РАССЛЕДОВАНИЕ

Но главное для нас состоит в том, что эта же теория обнаруживает наличие радуги первого порядка именно в области углов, характерной для глории, если показатель преломления рассеивающих сфер несколько превосходит 1,8.

Однако геометрическая теория радуги не учитывает влияния размеров формирующих ее частиц и никак не объясняет наблюдаемый разброс углового размера глории. И здесь на помощь снова приходит теория Ми. На рис. 5 представлен фрагмент угловой функции коэффициента рассеяния в области углов глории, рассчитанной по формулам Ми для различных размеров сферических частиц с показателем преломления 1,81. Заметный пик на кривой появляется только при диаметрах частиц свыше 20 мкм. С увеличением размера частицы значение угла для максимума пика увеличивается, а сам пик становится выше и сужается. Это означает, что с увеличением углового радиуса радуги усиливаются и ее яркость, и цветовой контраст. Согласно расчету, поляризация света в пике яркости одинакова для радуги-глории и дождевой радуги. Подобное поведение расчетной радуги для $n=1,81$ полностью соответствует отмеченным выше свойствам природной глории. Что касается эпизодически появляющихся дополнительных колец в полной картине глории, то расчет по теории Ми их не обнаруживает. Происхождение этих колец удастся объяснить вторичным рассеянием лучей радуги ледяными кристаллами.

Полученные результаты позволяют утверждать, что глория — это радуга обратного рассеяния от сферических капель с показателем преломления $n=1,81\text{—}1,82$. Плотность вещества этих капель, оцененная по формуле Лоренц-Лорентца применительно к H_2O , оказывается близкой к $2,1 \text{ г/см}^3$. Такая жидкая вода находится в конденсационном равновесии с кристаллическим льдом и способна сохранять свое состояние по крайней мере до минус 55°C . Механизм образования такой фазовой модификации воды и ее место в фазовой иерархии вещества H_2O уже выходят из узких рамок физики облаков и становятся проблемой физической химии воды.

Что еще можно прочитать о необычной воде и об удивительных оптических явлениях в облаках
А. Н. Невзоров. Исследования по физике жидкой фазы в льдосодержащих облаках. Метеорология и гидрология, 1993, № 1

М. Миннат. Свет и цвет в природе. М.: Наука, 1969



Разные разности

Выпуск подготовили

Е. Сутоцкая,
А. Тугунов

Источники:
BBC News,
EurekAlert!;
News@nature.com;
New Scientist Tech

Крошечный прозрачный червячок-нематода *Caenorhabditis elegans* живет чуть больше двух недель и никогда не болеет раком. Но именно он помогает сотрудникам Калифорнийского университета в Сан-Франциско изучать взаимосвязь между продолжительностью жизни и развитием страшного заболевания.

Некоторые мутации в геноме этого существа влияют на деятельность гормонов, потребление пищи и дыхание, увеличивая срок его пребывания на свете. Например, если вывести из строя ген *daf-2*, регулирующий уровень инсулина, нематода проживет вдвое дольше — не 17 дней, а 35.

У генетически измененных червей, подверженных раку половых желез, отключение *daf-2* способствует продлению жизни (до тех же пяти недель) и замедляет рост опухоли — она едва достигает половины обычного размера. Если же ген продолжает действовать, раковые клетки расселяются по всему организму и убивают нематоду примерно на девятый день.

Caenorhabditis elegans — почти идеальный объект для изучения возрастных изменений, так как он очень быстро стареет. Конечно, опухоль у лабораторного червя сильно отличается от тех, которым подвержены млекопитающие, поэтому вряд ли стоит обобщать результаты этой работы. Однако некая связь все же может существовать. Ранее было экспериментально установлено, что инсулин ускоряет рост опухолей у крыс. Когда у животного искусственно вызывают диабет, уровень инсулина у него снижается, и грозный процесс тормозится.



Современные большие голубые и горбатые киты относятся к подотряду беззубых китов (*Mysticeti*). Это настоящие гиганты, длиной до тридцати метров. Питаются они планктоном, фильтруя морскую воду сквозь ряды роговых пластин — китового уса.

Однако их доисторический предок, *Janjucetus hunderi*, имел зубы и напоминал скорее современного морского леопарда. Его останки были найдены в конце прошлого столетия на побережье австралийского штата Виктория. Этот экземпляр хранился в музее в Мельбурне, где в 2003 году на него случайно наткнулся Э. Фитцджеральд из университета Монэш (Клейтон, Австралия).

Небольшой, длиной 50 см череп свидетельствует, что животное было не крупнее дельфина-бутылконоса. Его короткий нос не похож на удлинненный китовый, приспособленный к активной фильтрации воды. Огромные глазные впадины говорят о том, что ископаемый кит прекрасно видел под водой, а широкие острые зубы помогали ему нападать на крупную рыбу, акул и своих сородичей.

Это животное считают родственником гладких китов, поскольку в их строении было много общего, в частности, в основании черепа. Кроме того, в отличие от современных зубастых китов, *janjucetus* не пользовался эхолокацией.

Находка позволяет по-новому взглянуть на эволюцию гладких китов. До сих пор считалось, что они происходят от зубатых, поскольку на эмбриональной стадии развития у них есть зубы. Полагали, что в какой-то момент они перешли на питание путем фильтрации. Теперь оказывается, что зубатые и гладкие морские гиганты жили в одно и то же время, около 25 млн. лет назад. Скорее всего, гладкие киты с зубами были тупиковой ветвью и впоследствии вымерли — в отличие от акул, которыми они питались.



По словам сотрудников Калифорнийского университета в Санта-Круз, участок HAR1 генома человека, активирующийся на решающей стадии развития мозга, эволюционировал очень быстро. Возможно, он участвует в формировании коры головного мозга и в состоянии объяснить, почему именно эта область так разрослась у людей.

С помощью компьютерного анализа авторы работы сравнивали гены разных видов, пытаясь выделить те, что у человека изменились быстрее других. Так они вышли на HAR1. Затем специалисты исследовали этот участок, чтобы выявить его структуру и ткани, в которых он работает, и определили, что HAR1 — общая часть двух перекрывающихся генов. Один из них, HAR1F, активен в специальных нервных клетках — нейронах Кахаля-Ретциуса. Эти клетки возникают в начале эмбрионального развития и играют важную роль в формировании слоев коры головного мозга. Они также производят белок реелин, управляющий ростом нейронов и образованием связей между ними.

Оказалось, что HAR1F активируется одновременно с геном реелина. Неизвестно, что именно он делает и как взаимодействует с реелином, но очевидно, что этот белок необходим для развития коры мозга, которая у человека в три раза больше, чем у его предшественников. Участки HAR1 у всех позвоночных животных, кроме нас, практически одинаковы: так, у курицы и шимпанзе они отличаются всего лишь двумя нуклеотидами, а у человека и шимпанзе есть целых 18 различий.

Исследователи полагают, что этот ключевой ген не контролирует производство специфических белков, но изменяет функции других генов.



Ученые из 17 стран проанализировали данные 125 000 фенологических наблюдений, проведенных в разных частях Европы с 1971 по 2000 год. В поле зрения исследователей оказались 542 вида растений и 19 — животных.

Полученные результаты свидетельствуют: цветение, появление листьев и плодов у 78% представителей растительного царства год от года происходит раньше и только у 3% эти события задерживаются. В среднем весна в европейских странах наступает на 6–8 дней раньше, чем 30 лет назад. Абсолютный чемпион — Испания, где зафиксирован самый высокий темп роста температур. Весна здесь обгоняет свою предшественницу тридцатилетней давности больше чем на две недели.

Любимое растение исследователей — конский каштан, который встречается почти во всех европейских странах. У него четко разграничены фазы цветения, появления листьев и образования плодов.

Авторы не ставили целью вновь поднять вопрос о влиянии человеческого фактора на глобальное потепление. Их заботит, как изменение климата сказывается на растениях и животных, особенно тех, которые связаны одной пищевой цепью. В этом случае важно, чтобы изменения происходили синхронно. Например, личинки бабочек, которых так любят птицы, зачастую предпочитают дубы. Если гусеницы заевались, не успели откормиться на молодой сочной листве и вымерли, пернатые лишаются корма.

Осень оказалась не столь чувствительной особой, как весна. Она в среднем меньше изменила своим привычкам, запаздывая всего на три дня.

Вкусовые ощущения млекопитающих не слишком разнообразны. Классическая физиология признает четыре вкуса: сладкий, соленый, горький, кислый, и в начале XX века к ним добавился вкус «умами» (его дает глутамат натрия). Ч.Зукер из Медицинского института Говарда Хьюза (Сан-Диего, США) и его коллеги уже идентифицировали рецепторы сладкого, горького и умами, реагирующие на молекулы углеводов и других веществ.

Кислый и соленый вкус вызывают простые ионы: водорода и натрия соответственно. Некоторые исследователи высказывали предположение, что такие сигналы принимают многие клетки языка одновременно и для них нет специальных рецепторов. Однако Зукер и его сотрудники все же занялись поисками клеток для восприятия кислого вкуса.

В первую очередь ученые проанализировали геном мыши и выявили белки клеточных мембран, способные регистрировать сигнал из внешней среды. Кандидатов оказалось около десяти тысяч. Часть отсеяли, поскольку вкусовой рецептор не может находиться в любой ткани. После этого список сократился до 900 позиций. Затем исключили гены, причастные к другим вкусовым рецепторам, и остался один подозреваемый — белок PKD2L1.

Ученые создали генетически модифицированных мышей, которые вырабатывали токсин, убивающий клетки с PKD2L1. У таких грызунов кислая еда не вызывала никакой реакции: они продолжали ее есть, тогда как нормальные мыши обходили стороной (животные, в отличие от людей, избегают кислого). Выяснилось также, что найденный рецептор встречается в нейронах спинного мозга. Возможно, здесь он помогает организму контролировать кислотность среды в нервной системе.

Электрофизиологические измерения активности мозга позволяют понять, как сигналы распространяются через отдельные нейроны и нейронные сети. Однако нынешние технологии далеки от совершенства: микропипетки, проникая в клетки, причиняют им вред, а микроэлектроды слишком громоздки, чтобы обнаружить активность отдельных аксонов и дендритов.

Ч.Либер и его коллеги создали искусственные синапсы между наноэлектронными устройствами и отдельными нейронами млекопитающих. Им впервые удалось связать полупроводниковый прибор — нанотранзистор — с отростками нейронов, которые, переплетаясь, обеспечивают доставку информации в мозг.

Наноэлектроды в тысячи раз меньше любых современных устройств, предназначенных для измерения активности мозга. Их диаметр — десятки нанометров — сопоставим с диаметром нейронных отростков, аксонов и дендритов, проводящих электрический сигнал и обеспечивающих связь между нейронами. Это обеспечивает бережное прикосновение, образуется подобие синапса. С помощью наноэлектродов ученые измерили и изменили электрическую проводимость в 50 точках вдоль одного аксона.

Ранее авторы продемонстрировали, что наноэлектроды с высокой точностью обнаруживают молекулярные маркеры, указывающие на развитие рака, и отдельные вирусы.

Пока удалось проконтролировать сигналы в пределах отдельных живых нейронов млекопитающих. Следующий шаг — работа с сетями нервных клеток. Наностройства можно использовать и для наблюдения за нейротрансмиттерами — веществами, которые передают электрические импульсы от одного нейрона к другому.

Нередко из-за травмы или болезни мозг теряет способность правильно управлять телом. Стимуляция языка с помощью слабых электрических импульсов поможет ему вернуться к активной деятельности.

Плату с нанесенной на нее квадратной сеткой из шестидесяти позолоченных электродов размещают на языке. Беспроводное подключение соединяет его с сенсорами движения и камерой, которые закрепляют на голове. Сенсоры передают на сетку картину происходящего вокруг человека, нервные клетки языка транслируют информацию в мозг.

Менее часа тренировок достаточно, чтобы мозг научился сопоставлять данные с языка и визуальные, слуховые, тактильные сигналы. Если координация движений восстановлена, аппарат больше не нужен.

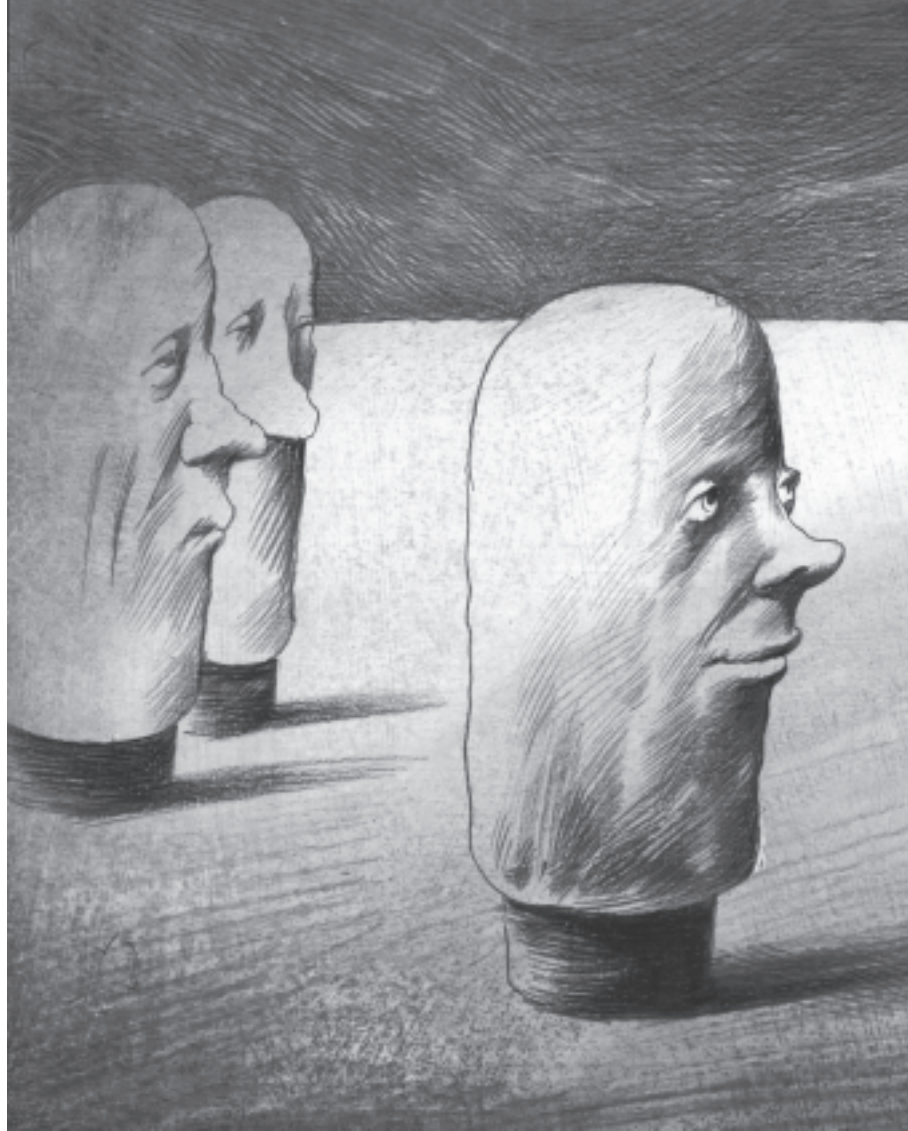
Подобная система полезна и слепым людям, помогая им «видеть» и без глазных имплантатов. Уже через 30 минут тренировок они без усилий ловят брошенный мяч.

Разработчики надеются, что прибор найдет применение и в сфере ночного видения, помогая водителям и саперам, его можно использовать в процессе реабилитации вернувшихся на Землю космонавтов.



Кандидат
физико-математических
наук
Л.А.Ашкинази

Электронные лампы: заря второй эпохи



Электронно-вакуумные приборы (ЭВП) возникли в начале прошлого века и до пришествия приборов полупроводниковых обеспечивали всю электронику, связь и вычислительную технику. Когда появились полупроводниковые приборы, многим показалось, что эпоха ЭВП кончается. Но не тут-то было: полупроводникам свойственны принципиальные ограничения, прежде всего по мощности, затем по рабочим частотам, а также по некоторым другим параметрам, например по термо- и радиационной стойкости. Причем если приборы, способные работать при высоких температурах и высоких уровнях радиации, — это все-таки не магистральный путь развития, то высокие частоты и мощности — именно что «направление главного удара». Ибо способность передавать много информации — это высокие частоты, а способность передавать далеко — это высокие мощности.

Поэтому между ЭВП и полупроводниками сложилось некоторое равновесие или разделение сфер влияния, причем граница с десятилетиями медленно, но смещалась — полупроводники

совершенствовались, появлялись новые материалы, улучшалась технология, возникали новые конструкции. Лампы, ясное дело, тоже не стояли на месте и тоже продвигались в сторону больших частот и мощностей. Правда, в отличие от транзисторов они осваивали целину.

Разумеется, попутно имела место подковерная борьба: полупроводники пытались освоить высокотемпературный диапазон, лампы пытались уменьшить габариты. Но в последней трети прошлого века плавная эволюция кончилась и на наших — физиков и разработчиков приборов — глазах началась революция. Точнее, даже две.

Во-первых, начали один за другим появляться ЭВП, основанные на новых принципах и способные работать на более высоких частотах и/или с более высокими мощностями, чем известные ранее. Соответственно эти лампы не посягали на транзисторную вотчину, они позволяли радистам и схемотехникам проникнуть в совсем новые области.

Во-вторых, начали появляться ЭВП, основанные хоть и на старых прин-

ципах, зато на новой для них полупроводниковой технологии. И эти лампы оказались при сохранении термо- и радиационной стойкости сравнимыми по размерам с полупроводниковыми приборами. Причем не с транзисторами 70–80-х годов, с которыми лампы успешно конкурировали уже тогда, а с современными приборами, реализованными на чипах и имеющими размеры в десятки микрон.

Поскольку, как говорил К.Прутков, нельзя в одной статье объять необъятное, сейчас мы поговорим о первом направлении. Причем расскажем лишь об одном типе приборов. Тип этот выбран нами для рассказа не случайно: во-первых, он позволяет генерировать максимальные на сегодня мощности сигнала, во-вторых, его изучение позволит вам увидеть, как в простейшей ситуации возникает весьма сложное поведение. Конечно, это поведение выглядит сложным лишь по техническим меркам, живая клетка ведет себя сложнее. Но она-то состоит из множества соединений и структур,



Художник С. Дергачев

а у нас будут лишь электроны и ионы. И две железки...

Когда не вмещается

Представим себе, что мы взяли брандспойт и направили мощную струю воды в прочную железную бочку — вдоль оси. Что произойдет? Вода, отразившись от дна, вылетит обратно. А вот электроны могут вылететь обратно, отразившись, можно сказать, от себя самих. Ничего странного в этом нет — у электронов есть заряд, а одноименные заряды отталкиваются. Странно другое — при этом возникают колебания, и очень даже хитрые.

Представим себе не бочку и брандспойт, а пространство между двумя электродами, причем с левого стартуют — с некоторыми начальными скоростями — электроны. Электроды находятся под одинаковыми потенциалами. Имея начальную скорость, электроны летят себе по инерции и достигают правого электрода. Однако когда электронов эмитируется много, в зазоре появляется

заметный пространственный заряд, создающий электрическое поле. Это поле тормозит летящие от левого катода электроны, но, если энергия их достаточна, они преодолевают это поле и достигают правого электрода. При увеличении поля мы попадаем в ситуацию, когда электроны не могут его преодолеть, останавливаются и — летят обратно. В зазоре образуется так называемый виртуальный катод: электроны летят от него, как будто это он их эмиттировал. Поскольку все больше электронов останавливаются, не долетев до виртуального катода, максимум электронной плотности начинает смещаться влево. Как будто бульдозер ползет справа налево, сгребая снег: куча электронов делается все выше и все ближе к катоду — левому электроду. В итоге она рушится на него — и процесс начинается сначала. А это и есть колебания, а этот прибор называется виркатор. На сегодня это самый мощный импульсный генератор СВЧ.

Но генератор весьма необычный. Начнем с очевидных плюсов. Первое

— фантастическая простота конструкции. Второе — отсутствие магнитного поля, которое в обычных ЭВП некоторых типов нужно всегда (магнетрон), а в некоторых (клистрон и лампа бегущей волны) — довольно часто, и тем чаще, чем о более коротких волнах заходит речь (тонкий электронный пучок трудно сфокусировать и протаскать по длинному пролетному каналу, не применяя магнитного поля). Третье — низкие требования к качеству пучка (его пространственной однородности и ламинарности). Что же касается минусов, то ситуация требует философского предисловия.

Предположим, что мы выпускаем некоторое изделие — не важно, СВЧ-прибор, автомобиль или шариковую ручку. К нам приходит изобретатель и говорит: вот новая модель, у нее все параметры как у старой, но вот этот параметр — лучше. Это самая простая и понятная ситуация. И мы говорим: отлично, будем делать новую модель. Вот случай более сложный — новая модель, у которой что-то немного хуже, а что-то лучше. Тут нужен анализ рынка, чтобы понять, захочет ли потребитель брать, скажем, автомобиль, который стоит на столько-то дороже, но потребляет на столько-то меньше бензина. Это, кстати, весьма нынче распространенная ситуация, ибо на Западе внедрение «гибридных» автомобилей тормозится именно стартовой ценой. Но вот третья ситуация — нам приносят нечто абсолютно новое. Например, на дворе середина прошлого века, мы все пишем перьевыми ручками, а нам приносят шариковую. Она тоже пишет, то есть выполняет вроде бы ту же функцию, но пишет иначе, требует совершенно нового производства и вообще воспринимается как нечто странное. Даже гениальный психолог не угадает, что «это» из забавной игрушки (на Западе) и предмета престижного потребления (в СССР) через четверть века превратится в товар, одни виды коего будут столь же дешевы и повседневны, как бумажный носовой платок, а

другие останутся предметами престижного потребления, символами высокого положения и стоить будут где дневную, а где и месячную зарплату.

Но ситуация может быть и еще сложнее. На дворе середина века, а мне приносят широкий фломастер (маркер). Писать им если и можно, то неудобно. Рисовать? Серьезные взрослые художники — народ консервативный, они тысячу лет технику не меняют. Забавную вещь сделали вы, сэр, вежливо говорим мы, но для чего бы ее применить, не понимаем. А что через полвека эта вещь будет лежать на всех прилавках — этого мы пока не знаем и догадаться не можем.

Теперь опишем эту же ситуацию на инженерном языке, на языке параметров и сравнения их значений. Два близких изделия сравнить легко — например, две перьевые или две шариковые ручки (вес, размер, ширина линии, нажим, длина линии). Перьевую и шариковую сравнить уже сложнее: при внешне одинаковых функциях это «разные вещи» — мы это интуитивно ощущаем, хотя и не можем описать одним параметром. А вот обычную перьевую ручку и маркер сравнить по параметрам затруднительно. Разве что по общетехническим — размер, вес, стоимость, прочность... Слишком разные вещи. И у них разные области применения.

Так вот, виркатор — это другая вещь. Он генерирует сигнал не одной частоты, как другие электронные приборы, а сразу нескольких, причем спектр сигнала сильно зависит от режима работы. И поэтому трудно сказать, чем он лучше или хуже — кроме общетехнических параметров.

Но этим дело далеко не кончается. В объеме прибора, кроме электронов, обычно есть и ионы, частично компенсирующие пространственный заряд. Казалось бы, раз влияние пространственного заряда электронов ослаблено, то вся картина просто сдвинется в область больших токов. Отнюдь нет! Ситуация станет намного сложнее. Если средний заряд ионов равен среднему заряду электронов, то в зависимости от тока прибор может работать уже не в двух, а в трех режимах, генерируя сигналы с разным спектром, а если начать менять и соотношение средних зарядов, то в восьми.

Эта ситуация иллюстрирует одну очень важную — существенно более важную, чем все ЭВП СВЧ, вместе взятые, — вещь. Реальная структура, причем совсем простая (два плоских параллельных электрода, поток электронов и ионы, частично компенси-

рующие заряд электронов), может вести себя очень сложно, причем не просто сложно, а непредсказуемо сложно. Причем кроме фиксированных частот, прибор генерирует еще и шум, а это уже хаотическое поведение. И, даже зная спектр, нельзя предсказать, какой будет напряженность поля через секунду.

Вот простой пример. Рассмотрим одну конкретную аудиторию в моем родном вузе, МИЭМе. Будем записывать раз в минуту (или раз в секунду) количество студентов в ней. Через неделю мы получим примерно такую таблицу: 0 человек — 52% случаев, 1 человек — 1,5% случаев, 2 — 4,2%, 3 — 2,0%, 4 — 2,6%... 20 — 7,8%, 21 — 8,1%, 22 — 5,6%, 23 — 4,2%... 38 — 3%, 39 — 5,2%, 40 — 4,1%, 41 — 2,0%... Это и называется спектр. Ноль человек — это ночные замеры. Пик в области 21 человека — это семинарские занятия, а пик в области 39 человек — это лекция для двух моих групп. Мы описали явление, проведя усреднение по времени, и даже смогли понять, что происходит! Спектр устойчив — в следующую неделю он повторится. Но предсказать количество студентов на следующем семинаре мы не сможем — скорее всего, будет между 20 и 23, но точнее сказать трудно. Так же и в виркаторе нельзя предсказать значение напряженности поля в какой-то определенный момент.

Как может быть устроен генератор на виртуальном катоде? Вариантов конструкций много, вот два примера: на рис. 1 — так называемый отражательный триод, на рис. 2 — виркатор на пролетном токе. Стрелки на обоих рисунках — траектории электронов



1



2

До сих пор мы рассматривали виркаторы, так сказать, в чистом виде. Однако на основе виркатора может быть сделан и гибридный прибор, комбинация виркатора с другим СВЧ-прибором. Например, если та часть электронного пучка, которая проходит сквозь область виртуального катода, попадает в так называемую лампу обратной волны, то навстречу пучку начинает распространяться электромагнитная волна, которая доходит до катода виркатора и начинает модулировать пучок еще до попадания в область виртуального катода.

Ужас ситуации состоит в том, что любой электронный прибор работает с потоком электронов и поэтому почти из любых двух приборов можно сделать гибрид. Биологам такое и не снилось! Конечно, не все гибриды оказываются жизнеспособными, и еще реже они дают жизнеспособное потомство, то есть начинают развиваться. Через десять лет станет ясно, какие гибриды выживут, какие лампы действительно составят вторую эпоху. Но пока что редко месяц проходит без сообщения о предложении нового прибора.

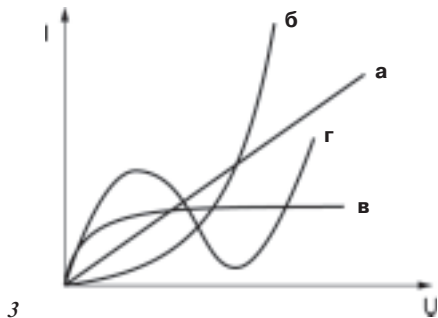
Как нарисовать не-функцию

Описание работы новых ЭВП, как вы уже поняли, вещь непростая. Непредсказуемую вещь в принципе невозможно описать точно: ведь описание (физическое, в отличие от исторического) — всегда предсказание. Но можно описать какие-то параметры генерируемого сигнала, например средние значения или распределения мощности по частотам (спектр). Поведение же самого устройства описывают связью параметров: допустим, например, тока, протекающего через лампу, и напряжения на ней. В частности, эта связь важна для расчета источника питания. Однако и здесь нас ждут сюрпризы.

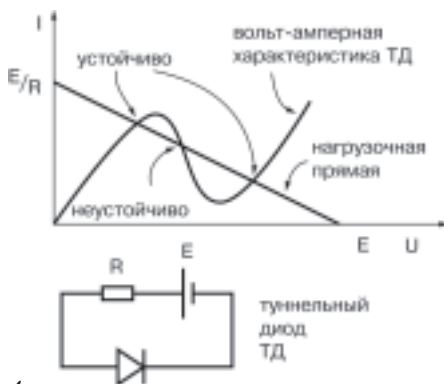
Начнем с простейшего варианта. Пусть на сопротивление подается



изменяемое напряжение и определяются зависимостью тока от этого напряжения (рис. 3). Зависимость будет

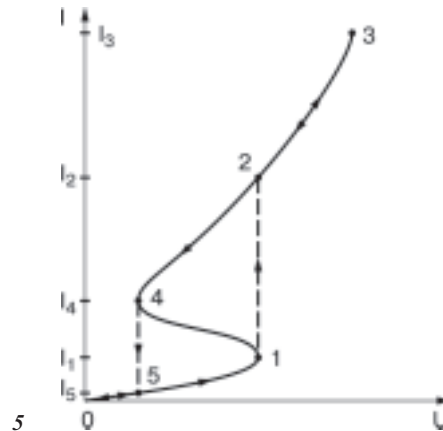


3
прямой линией $I = U/R$ (закон Ома), если R постоянно (а). Эффектами нагрева сопротивления током, сжатия тока своим магнитным полем (пинч) или поверхностным (скин-эффект) пренебрегаем. Чуть более сложный случай — нелинейное сопротивление, например полупроводниковый диод (б) или стабилитрон (в). Еще более сложный случай — немонотонная зависимость I от U , свойственная туннельному диоду (в). Здесь (рис 4), в отличие от первых трех



4
случаев, в простейших схемах из батарейки, сопротивления и диода возможны два устойчивых состояния.

Но это все же случаи, когда зависимость тока от напряжения однозначна. У тиристора это уже не так (рис. 5). При увеличении поданного на него напряжения от 0 до U_{\max} , а потом уменьшения до 0 рабочая точка перемещается по траектории 0–1–2–3–2–4–5–0, а ток, соответ-



5
ственно, 0– I_1 – I_2 – I_3 – I_3 – I_4 – I_5 –0, причем от I_1 к I_2 и от I_4 к I_5 ток изменяется скачком.

Похожая ситуация реализуется и в вакуумном зазоре, в который вводится ток. На рис. 6 изображена связь тока пучка, минимального потенциала в зазоре и устойчивости режима. При увеличении тока от 0 до макси-



6

мального значения и последующем уменьшении тока до 0 рабочая точка перемещается по траектории 0–5–1–2–3–2–4–5–0, при этом на участках 0–5–1 и 5–3–4 положение точки устойчиво, на участке 1–4 оно неустойчиво, а генерация происходит на участке 4–2–3.

Почему прошлое не похоже на настоящее

По многим причинам. А по многим другим — похоже. История — если мы не просто перечисляем даты и кто кого

отравил, а хотим понять, почему все шло так или этак, — сложная наука. Но одну вещь надо иметь в виду всегда: прошлое не похоже на настоящее потому, что мы видим его не непосредственно, как настоящее, а только как след, как отражение. Отражение в вещах, документах, в мифах, в умах и словах людей, причем всегда в той или иной мере искаженное. Причин для искажений много, но, даже если не вдаваться в их анализ, видно, что одни из этих причин не связаны с психологией людей, а другие связаны. И это весьма усложняет анализ, ибо приходится учитывать психологию, думать, что и почему люди не хотят вспоминать, что им вспоминать стыдно или страшно.

Что касается истории ЭВП СВЧ, то тут ситуация сравнительно проста: мы видим прошлое несколько упрощенным, ибо до сегодняшнего дня дожили только хорошие, эффективные варианты приборов. Да и то не все, поскольку некоторые уступили место полупроводниковым приборам. А на самом деле вариантов технических решений было намного больше. Правда, при большом желании можно их раскопать и изучить — существуют библиотеки патентов, и в них отражены, наверное, почти все технические решения.

Сегодняшняя ситуация с ЭВП СВЧ, которую мы условно называем «второй эпохой» (привет Толкиену), выглядит намного более разнообразной. Существуют десятки вариантов каждого прибора! И каждый год появляются новые. И все — со своими названиями... Ход развития техники делает свое дело: от всего этого разнотравья останутся четыре-пять основных типов (так сказать, мейнстрим), которые и будут изучаться студентами через пятнадцать лет. А остальное станет достоянием истории техники.

Внеся свой необходимый вклад в общий ход развития, в конкуренцию и кооперацию, без которых нет и не будет прогресса.





Нано и само

Л. Хатуль

Так ли это важно и интересно?

Открыв любое издание, пытающееся немного поговорить о чем-то научном, мы натываемся на слова с приставкой «нано-». Нанотехнологии, нанотехника, наномедицина и т. д. Посулы то излечения от всех болезней, то вечной жизни. А то, естественно, страшилки о порабощении человечества. Половина материалов начинается со ссылки на великого Ричарда Фейнмана, который в 1960 году что-то там предсказал, три четверти статей кончаются призывом к выделению денег (естественно, государством) на исследования. Что здесь — очередной самоподдерживающийся процесс самопиара, а что — действительно нечто важное и интересное?

Когда употребляется приставка «нано-», речь идет о чем-то маленьком: это означает 10^{-9} чего-то — метра, секунды, килограмма и т. д. Чаще всего имеется в виду маленький размер. Поскольку человек имеет размер, как сказал бы физик, «порядка

метра» (биолог в этом месте саркастически добавляет: «И форму, близкую к шару», — не подозревая, как он близок к истине), поэтому все, с чем *Homo sapiens* имеет дело, должно быть тех же размеров. Калькуляторы в наручных часах не могли стать ничем, кроме игрушек, — не все носят с собой зубочистки, чтобы нажимать на кнопки. А если человек в миллиард раз больше чего-то, то это «что-то» может быть интересно человеку, только если его будет много. Это — принципиально важный тезис, втихомолку осознаваемый большинством тех, кто работает в данной области, но недоступный журналистам. Зато их язык богато украшен словами-заклинаниями: стратегический, приоритетный, новейший, национальный, четко заданный, сверхпрочный, сверхточный, практически достигнутый, глобальный, ошеломляющий, фундаментальный и т. д.

Возможен, впрочем, и такой вариант: людям в ходе эволюции уменьшиться в размерах в тысячи и миллионы раз, но этот вариант уже рас-

смотрен Станиславом Лемом, и, не желая ступать на скользкую дорожку плагиата, мы пойдем другим путем.

Как сделать много

Существует несколько способов сделать много чего-то. Два из них философы назвали бы их качественным и количественным, а экономисты — интенсивным и экстенсивным. Первый — это увеличение производительности устройства для изготовления (станка) и увеличение количества станков. По этому пути идет человечество, изготавливая гайки, винты и пули. Второй способ — это создать нечто такое, что будет одновременно производить «целевой продукт» и себе подобных. Третий способ — создать саморазмножающийся станок, который выпускает и винты, и новые работоспособные станки. Заметим, что одного процесса самовоспроизводства недостаточно — станок должен выдавать продукцию. Здесь есть место для некоторых философских спекуляций типа «человек — это самовоспроизводящийся



станок, но где продукт?». И возможно, душевные метания некоторых людей и поиск своего конструктора связаны как раз с тем, что они живут, не понимая, что они создают...

Идеальный пример второго способа производства одинаковых объектов в большом количестве — биологическое оружие. Боевая бактерия (размножающийся станок), попав в питательную среду — организм человека, — начинает производить и токсин, который является целевым продуктом, и новые бактерии — станки для производства токсина. Причем при разработке биологического оружия в СССР ставилась и была решена задача достижения уровня вирулентности в одну бактерию, то есть одна бактерия, попав в организм, должна была успешно инициировать процесс.

Вот еще способ: групповые технологии, когда один, и не самовоспроизводящийся, а обычный, станок производит одновременно много объектов. По этому пути пошла полупроводниковая техника, именно этой идее мы обязаны компьютерами и всему, что с ними

связано, — попробуйте без групповых технологий наклепать миллионы транзисторов на чипе. Итак, мы пришли к трем типам производства — индивидуальному, групповому и самовоспроизводству. По эффективности индивидуальное производство явно проигрывает двум другим. Это не означает, что индивидуальное производство пора хоронить, но надо ясно понимать, что если перемещать атомы зондом микроскопа, то скорость производства останется маленькой. Даже если всю сушу Земли заставить микроскопами.

Главный вопрос Чапаева: «Где?»

Помнится, на этом вопросе «заострял внимание» Василий Иванович, когда учил слушателей тактике. Большинство же современных популярных публикаций на нанотему состоит из восторгов по поводу того, как «ученые манипулируют отдельными атомами», но вопрос «где?» в них обходится. Между тем ящика с гайками и болтами недостаточно: монтажник, будь то про-

стой рабочий, сидящий на консоли на высоте 300 метров и собирающий небоскреб, или изящная девочка на полупроводниковом производстве, знает где и знает куда. То есть каждая деталь — независимо от ее размеров — должна оказаться на определенном месте. Поэтому, если и можно наладить групповое производство или даже производство отдельных деталей с фантастической скоростью, это не решит проблему. В конце концов, нанокластеры, фуллерены и нанотрубки люди научились производить распылением с довольно большой скоростью, но для многих применений принципиально важно, где именно находится нанокластер или нанотрубка. Есть, однако, случаи, когда это не имеет значения. Например, в композитном материале в некоторых случаях можно расположить элементы любым способом и свойства материала не изменятся. В таких ситуациях групповые технологии без точного позиционирования — например, выращивание nanoострий для автоэлектронных катодов — и распыление кластеров для производства



композита вполне могут закрыть проблему. Или, например, напыление тонких пленок — при толщине в несколько атомов это вполне может считаться нанотехнологией, но расположение конкретных атомов в данном случае значения не имеет. Нужно только четко и ясно представлять себе будущую биографию нашего продукта и не вводить в заблуждение читателя. Если изделие не должно быть впоследствии помещено на место с точностью в десяток нанометров, то, скорее всего, основной проблемой является скорость изготовления. Если же точное позиционирование потребуется, то проблема скорости изготовления — не единственная и, возможно, не основная. Собственно говоря, можно было бы всю нанотехнику разделить на две области: хаотическая и детерминированная.

Вещь, знай свое место!

Итак, предположим, что нам надо расположить на поверхности некоторое количество каких-либо элементов, причем не важно каких. И расположить по возможности точно. Например, сначала разместить транзисторы, а потом к ним что-то присоединить, причем к каждому — свое. Строгую периодичность можно получить, воспользовавшись электромагнитной или звуковой стоячей волной. Способов конкретного решения проблемы — миллион, например, можно, чтобы максимумы волны инициировали химическую реакцию, но важен не способ. Важно, что есть эталон периодичности. Однако во-первых, на длину волны влияют свойства среды (не в вакууме, чай, живем), а во-вторых, от одной операции до другой частота генератора может «уйти». На это возразят, что частота «стандартов частоты» поддерживается ныне с такой точностью, что никаких нулей после запятой не хватит. А мы ответим, что если на десятисантиметровом чипе располагать десятиангстремные элементы, то потребуется относительная точность не менее 10^{-9} (0,1 линейного размера элемента). А это уже не самая простая проблема. Но все же способов обеспечить периодическое расположение элементов существует множество, и среди них есть весьма изящные. Например, при сколе под малым углом на поверхности образуются периодические атомные ступени. Но все эти способы упираются либо в природную периодичность — например, период решетки, либо в точность поддержания некоего искусственного параметра. Этот параметр

(в приведенном примере — угол скола) задается человеком, и потребности нанотехники не могут быть обеспечены точностью его поддержания. Особенно с учетом естественной насыщенности техники.

На каком-то промежуточном этапе, для какой-то определенной задачи и т. п. точности может и хватить. Но, рассуждая о перспективе, можно положить только на два способа обеспечения точности положения. Первый — с опорой на природные точные периодичности, связанные со свойствами атомов (например, на постоянную решетки). Второй — когда не человек решает, где должен располагаться очередной элемент, а сам процесс, ранее создавшиеся элементы, сама система. Мы добрались до принципа самосборки, которым уже сколько-то миллиардов лет действует природа. Используется для этого технологического приема еще и термин «самоформирование».

Новое — не забытое старое

Собственно говоря, мы ничего не изобрели. Именно так действует полупроводниковая технология, и даже не придумывая для этого новых слов. В обычном технологическом процессе некоторые стадии происходят под управлением человека (например, засветка пластины через маску), а некоторые — под «управлением» самого процесса. Например, вся пластина окунается в травитель, но протравливаются те места, где ее свойства уже отличаются от свойств соседних мест. Разумеется, самая первая операция на новенькой и чистой пластине должна делаться под управлением человека.

По мере движения технологии в сторону все меньших размеров элементов операции с «ручным управлением» отмирают. Потому что совмещать маски с нанометровой точностью невозможно, а индивидуально обрабатывать электронным или ионным лучом — вечности не хватит. Техника пришла к выводу о необходимости самосборки, как это давно сделала природа.

Проблема больших периодов

Шаг решетки для большинства веществ лежит в довольно узких пределах — это 0,3–0,6 нм. Технологическим могут потребоваться существенно большие величины. Можно, конечно, измерять портновским метром расстояние от Москвы до Санкт-Петербурга, но есть и более удобные методы. Возьмите две расчески, приложите одну к дру-

гой и посмотрите сквозь них на свет. Вы увидите периодические широкие темные полосы. Это одномерный аналог так называемых муаровых узоров. А если мы сложим вдвое кусок капрона, увидим двумерный муар.

Теперь представим себе, что на материал с одним определенным шагом решетки мы нанесли один слой атомов материала с другим шагом. Нанесенные атомы, скорее всего, подчинятся подложке и расположатся свойственным ей способом. Возможно, подчинится и второй нанесенный слой. Но рано или поздно наносимый материал перестроится в свою решетку, а в переходном слое возникнут механические напряжения. В результате нанесенный слой может разорваться на небольшие участки, размер которых зависит от рассогласований решеток и силы межатомных связей (на языке больших объектов — от прочности и модуля Юнга). Размер этих участков будет значительно больше межатомных расстояний (как и полосы в муаровых узорах значительно больше периода нитей в исходных тканях), но он будет от них зависеть. И хотя флуктуации размеров конкретных участков возможны, их количество будет выдерживаться точно. А при малых размерах будет точно выдерживаться и сам размер.

Поскольку мы уже не один раз произнесли слова «как это делает природа», обратимся к ней еще раз.

Наномонтажник с наноключом

В природном технологическом процессе нет напылений, засветок фоторезиста и травлений. В природе сборка сложных молекул производится путем перемещения атомов или фрагментов молекул, причем само перемещение делается молекулами-посредниками. Можно сказать, что действия этих молекул похожи на действия монтажника-человека, можно возразить, что мы вынуждены описывать действия этих молекул на кухонном языке потому, что плохо знаем физику. Но факт налицо: в статьях про нанотехнологии сразу после Фейнмана обычно вспоминают Дрекслера с его книгой «Машины творения», в которой он, видимо будучи вдохновлен этой моделью, и предсказал создание микромашин, которые будут делать то, что мы захотим, причем поатомно. Идея была для того времени вполне революционная, но сейчас мы понимаем, что важна еще и производительность.

Что же касается собственно наномашин, то определенное продвижение на этом пути имеется. Например, созданы

молекулярные устройства, преобразующие колебания кислотности среды или освещенности в перемещение атомов. Можно приспособить для изготовления наноматериалов природные наномашин — вирусы. Конечно, внутриклеточные «наномашин», например те, что синтезируют АТФ за счет разности концентрации ионов по разные стороны мембраны, или конвейерные сборщики рибосом, выглядят изощреннее. Но, опять же, природа конструировала эти чудеса намного дольше, чем человек — свои машины.

Три карты, три карты...

Задачи, стоящие перед «нанотехнологиями с позиционированием», можно разделить на три группы. Первая, самая понятная, группа — это задачи микро-, то есть наноэлектроники. Транзисторы еще меньше, память еще больше, объем диска — еще громаднее. У наносхем все должно быть на своем месте. Насчет схем с хаотическим расположением элементов распространяться не будем — в основном эта идея упоминается в фантастике, которую по традиции все еще называют научной.

Вторая группа задач — это задачи биологические. Вроде ремонта клеток, состригания бляшек в кровеносных сосудах и тому подобного. Вещи эти все пока что вполне фантастические. Не исключено, однако, что на пути нанотехники будут синтезированы вполне обычные вещества, которые окажутся эффективными средствами от некоторых болезней. Собственно говоря, больному без разницы — лечит его вещество, созданное нанометодами (но само действующее традиционно — химически), или «существо», действующее нанометодами. Тем более что и граница-то эта не вполне четкая. Журналисты, украшая свои статьи рисунками этих подводных лодок со жвалами, отгрызающими бляшки, только зря пугают читателя. Молекулу, действующую «нанометодами», изобразить вообще невозможно — у нее нет «вида» в обычном понимании.

Причем первые две группы задач отчасти соприкасаются — нанобиологию можно использовать и в наноэлектронике, физика это не запрещает, и первые результаты в этом направлении уже есть. Надо только понимать, что дорога от первых результатов до продукта на прилавке может оказаться и длинной. Например, топливные элементы на метаноле для сотовых телефонов и ноутбуков — и выгода огромная, и рынок немереный, и сколько раз уже стоял крик: «Практически реализовано!» — а на прилавке пока, увы, нет...

Третья группа задач для нанотехнологий — самая интригующая. Есть применения, связанные с оперированием отдельными атомами, — так называемые квантовые вычисления. Вещь это наиболее загадочная и наиболее многообещающая. Хорошо бы нам научиться отличать многообещание по сути от многообещания ввиду загадочности.

И вообще – что такое вычисления?

В обычном понимании вычисления — это операции с символами, в том числе с цифрами. В некоторых случаях задача явно ставится в такой форме («преобразовать данное выражение», «найти скорость данного тела»). В ряде ситуаций задача формулируется иначе, но она — и условия, и ответ — может быть более или менее простым путем приведена к символьному и числовому виду. Например, граф или лабиринт легко представить в виде списка вершин и связей, а путь в нем — перечнем вершин. Формально представить решение в виде символов можно всегда, ибо решение — это информация, но во многих случаях это представление носит совершенно формальный, с точки зрения человека — бессмысленный, характер.

Что имеют в виду, когда говорят о ДНК-вычислениях (модное словечко)? Молекулы ДНК действуют, причем могут действовать управляемо: с помощью других молекул их можно резать, сшивать, копировать, обменивать части на части других молекул. То есть с ними можно осуществлять молекулярные операции. Поскольку ДНК — это полимер из мономеров четырех типов, то есть последовательность символов (Т, Ц, Г, А), то любым операциям с ДНК можно поставить в соответствие операции с последовательностями символов.

Немедленно возникает вопрос: обладает ли эта система полнотой, достаточной для универсальности, то есть можно ли посредством ДНК-операций изобразить машину Тьюринга и тем самым реализовать любой вычислительный алгоритм? Ответ на этот вопрос известен (Э.Шапиро, 2001), и он

положителен. Разумеется, работает такой компьютер медленнее самой медленной во Вселенной черепахи. Для некоторых задач найдены специальные ДНК-алгоритмы. Например, для поиска пути на графе (Л.Эйдельман, 1994) — это был первый ДНК-алгоритм. Но все равно создание ДНК-вычислителя, способного заменить обычный компьютер, маловероятно. И никакие разговоры о «чудовищном параллелизме», который возникает, когда в пробирку наливают раствор ДНК, не имеют отношения к делу. В параллельных вычислительных системах разные элементы делают разные операции или одинаковые — но над разными объектами!

Скорее всего, ДНК-вычисления послужат не для собственно вычислений, а для сборки наноконструкций. Применение парадигмы вычислений позволит, с одной стороны, легче понять, что именно происходит в пробирке, с другой же — применить большой и мощный математический аппарат. Вот что пишут об этом исследователи из Института прикладной математики им. М.В.Келдыша — Г.Г.Малинецкий, Н.А.Митин и С.А.Науменко: «В идеальном варианте свойства, алгоритм поиска и алгоритм синтеза (сборки) описываются на языке для ДНК-вычислителя. Затем «программа» выполняется, в результате получается нужное вещество. Несмотря на то что этот процесс в точности напоминает описанный писателями-фантастами, современная наука близка к его осуществлению».

В заключение можно отметить следующее. Человек — часть природы, и как мы от природы ни изолируемся, но все равно мы носим ее внутри себя. В технике же интерес к природе возрастает время от времени. Мы с вами еще помним расцвет бионики в начале второй половины прошлого века. Похоже, что мы сейчас находимся в начале второго такого периода. По крайней мере, в области нанотехнологий.



Независимо от того, в какой ипостаси выступает наука: добыча ли это знания, которое можно превратить в материальные ценности, или удовлетворение любопытства исследователя, — ученому рано или поздно приходится решать, как объяснить научному сообществу, что полученные им данные соответствуют действительности. Особенно это актуально, если ему удалось обнаружить новый результат, плохо укладывающийся в действующую парадигму. Казалось бы, тут должен помочь научный диспут, когда коллеги, собравшись вместе в доброжелательной обстановке за чашкой кофе или чая, обсуждают особенности проведенных экспериментов или тонкости предлагаемой теории.

А обозначает ли действительно это слово подобную дружелюбную дискуссию? Как мы писали («Химия и жизнь», 1976, № 12), с одной стороны, латинское слово «диспут» происходит от глагола «*puto*» — я думаю. А с другой, его русский эквивалент «спор» восходит к древнеиндийскому корню «*прт*» — борьба и состоит в родстве с персидским «перет», то есть «схватка».

Чтобы ответить на поставленный вопрос, обратимся ко временам седой мудрости, когда культура научной дискуссии как раз и зарождалась. Итак, Византия, рубеж XI—XII веков. Император Алексей Комнин сумел укрепить государственную власть и вернул империи утраченный было ею блеск. В мемуарах его дочери Анны Комнины («Алексиада», СПб.: Алетейя, 1996. Перевод Я.Н.Любарского) и можно найти неплохие строки, посвященные древней культуре диспутов.



Этот Итал...

Этот Итал (о нем нужно рассказать с самого начала) происходил из Италии и долгое время прожил в Сицилии, на острове. Сицилийцы отделились от Ромейского государства и, готовясь вступить с ним в войну, пригласили в качестве союзников италийцев, среди которых был отец Итала. При нем находился его сын, который, хотя и не вступил еще в возраст, пригодный для военной службы, тем не менее прыгающей походкой следовал за отцом и изучал, как это принято у италийцев, военное искусство. Так прошли ранние годы Итала, такова была основа его образования. Когда же во время царствования Мономаха знаменитый Георгий Маниак поднял восстание и захватил Сицилию, отец Итала с трудом спасся вместе с сыном. Оба беглеца отправились в Лонгивардию, находившуюся еще под властью ромеев.

Оттуда Итал, не знаю каким образом, прибыл в Константинополь — город, который не испытывал недостатка в просвещении и словесности. Ведь наука, которая начиная с владычества Василия Порфирородного и до самого царствования императора Мономаха находилась в пренебрежении у большинства людей, хотя и не исчезла вовсе, в правление императора Алексея расцвела, поднялась и стала предметом занятий просвещенных людей. До этого же времени большинство людей предавались роскоши и забавам, занимались из-за своей изнеженности ловлей перепелов и другими постыдными развлечениями, а науку и образование считали чем-то второстепенным.

Такого типа людей застал Итал в Константинополе, где он стал вращаться в кругу ученых мужей, обладав-

ших грубым и суровым нравом (а такие были тогда в царственном городе). Приобщившись с их помощью к литературному образованию, он позднее стал учеником знаменитого Михаила Пселла. Этот Пселл мало учился у мудрых наставников, но достиг вершин премудрости и, тщательно изучив греческую и халдейскую науки, прославился своей мудростью благодаря природному таланту, острому уму, а также и Божьей помощи (его мать, не смыкая глаз, постоянно обращалась с горячими мольбами к святой иконе Богородицы в храме Кира и, обливаясь горячими слезами, просила за сына). С ним-то и вошел в общение Итал, однако из-за своей варварской неотесанности он не смог проникнуть в глубины философии, ибо, исполненный дерзости и варварского безрассудства, не выносил учителей,



у которых учился, считал, что превзошел всех еще до начала обучения, и с первых уроков стал противоречить самому Пселлу.

Проникнув в глубины диалектики, он ежедневно вызывал волнение в местах большого стечения народа, перед которым разводил свои словеса и, изложив какую-нибудь софистическую выдумку, доказывал ее такого же рода аргументами. С Италом вступили в дружбу царствовавший в то время Михаил Дука и его братья. Отдавая предпочтение Пселлу, они тем не менее любили Итала и использовали его в словесных состязаниях: ведь Дуки, как братья самодержца, так и сам император, были очень просвещенными людьми. Итал смотрел на Пселла горящими безумными глазами и, когда тот орлом налетал на его софизмы, приходил в волнение и не-

истовство, горячился или огорчался.

Что же произошло дальше? Латиняне и италийцы возгорелись желанием вступить в войну с ромеями и замыслили захват всей Лонгивардии и Италии. Император отправил в Опидамн Итала, полагая, что он свой человек, честен и хорошо знаком с положением в Италии. Говоря коротко, Итала изобличили в том, что он в Италии предает нас, и был послан человек, который должен был его оттуда изгнать. И Итал, узнав об этом, бежал в Рим. Затем он раскаялся (такова уж его натура!), обратился с просьбой к императору и по его приказу прибыл в Константинополь, где ему были для местожительства определены монастырь, известный под названием Пиги, и церковь Сорока Святых. А когда Пселл после пострижения покинул Византию, Итал был назначен учителем

всей философии в должности ипата философов и ревностно занимался толкованием книг Аристотеля и Платона.

Он казался чрезвычайно образованным человеком и более, чем кто-либо другой, был искушен в сложнейшей перипатетической философии и особенно диалектике. В других областях словесности он не имел больших дарований: хромал в грамматике и не вкусил сладости риторике. Поэтому его слог был лишен гармоничности и изящной отделки, имел характер грубый и неприкрашенный. Речь у него была хмурой и язвительной. Его писания были исполнены диалектическими доводами, а речь загромождена эпихейремами, впрочем больше в устных выступлениях, чем в письменных сочинениях. Он был настолько силен и непобедим в диспутах, что его противники оказывались беспомощными и сами собой замолкали. Своими вопросами он рыл для собеседника яму и бросал его в колодезь трудностей. Этот муж был настолько опытен в диалектике, что непрерывным градом вопросов буквально душил спорящих с ним, а их ум приводил в замешательство и смущение. Никто не мог, раз встретившись с ним, пройти сквозь его лабиринты.

Вообще же, он был совершенно невоспитан, и гнев владел его душой, а если он и приобрел благодаря науке какую-нибудь добродетель, то его злой характер уничтожил ее и свел на нет. Этот муж спорил как словаки, так и руками и не дожидался того момента, когда собеседник попадет в безвыходное положение; он не удовлетворялся тем, что зажимал рот противнику и осуждал его на молчание, — рука Итала тотчас обрушивалась на бороду и волосы собеседника, и обида следовала за обидой; свои руки, так же как и язык, он не мог сдерживать. Только одна черта Итала была чуждой философам: ударив противника, он переставал гневаться, обливался слезами и проявлял явные признаки раскаяния.

Подготовил
С.М.Комаров



МЕТЕОРОЛОГИЯ

Облака: круглосуточный диагноз

Практически в режиме реального времени – каждые четверть часа – начали распознавать и оценивать интенсивность гроз, града, ливней и других атмосферных явлений на территории России. Сделать это позволила новая информационная система, которую разработали московские ученые из Научно-исследовательского центра космической гидрометеорологии «Планета» (bukharov@planet.iitp.ru).



Эта уникальная автоматизированная информационная система АИС «Метео-ИСЗ» предназначена для того, чтобы круглосуточно «держать руку на пульсе» погоды в России. Иным словами – проводить подробный мониторинг метеорологических параметров атмосферных явлений и облачности на всей территории России, вплоть до 68–74° с. ш.

Система придумана и воплощена в жизнь коллективом ученых и изобретателей под руководством кандидата физико-математических наук М. Бухарова. Она позволяет в режиме реального времени по информации с геостационарных спутников распознавать районы, в которых наиболее вероятны кучево-дождевая облачность, ливни, грозы и град в облаках, а заодно и оценить фазу осадков, их среднюю и максимальную интенсивность, высоту верхней границы облаков, максимальную скорость вертикальных восходящих движений в облачности и другие метеорологические параметры. Причем система делает все это автоматически и очень подробно – каждые четверть часа с разрешением 0,1° (по широте и долготе).

В самой системе нет никаких дополнительных измерительных приборов. Для решения задачи авторы использовали данные измерения интенсивности уходящего теплового излучения земной поверхности, которые постоянно проводят радиометры в ИК-диапазоне с геостационарных спутни-

ков «Meteosat-8», «Meteosat-7», «Meteosat-5» и MTSAT-1R. Все необходимые исходные данные доступны многим службам во всем мире, но никто до сих пор не смог вытащить из этих сведений столько полезной информации.

Правда, о том, как удается это сделать, авторы не распространяются. Какие именно параметры из измеряемых необходимы, какие расчеты потом с ними произвести – область ноу-хау, секрет, который ученые не раскрывают не только журналистам, но в полной мере даже коллегам-метеорологам. Суть в том, что, измеряя со спутников температуру воздуха на верхней границе облака и оценивая по прогнозам температуру и влажность воздуха в нижнем слое атмосферы, а также некоторые другие параметры, авторы научились узнавать об облаке массу интересного. И самое главное – ставить облаку диагноз, распознавать наличие в нем гроз, града (и даже выяснить, какого размера градин следует ожидать), снегопада, ливня, просто дождя, оценивать наиболее вероятную среднюю и максимальную интенсивность осадков.

В результате с помощью АИС «Метео-ИСЗ» исследователи могут создавать оперативные карты метеорологических параметров атмосферных явлений в облачности на территории России. Между прочим, именно этой системой воспользовались соответствующие службы во время саммита,

прошедшего этим летом в Санкт-Петербурге. Конечно, погоду система заказывать все-таки не умеет, зато она обеспечила полнейшей информацией диспетчеров аэропорта Пулково. И ни разу не ошиблась.

ХИРУРГИЯ

Протез созрел

Некоторые запчасти к телу теперь можно вырастить самому. Российские физиологи из Института иммунологии и физиологии Уральского отделения РАН недавно запатентовали свой метод, по которому протезы для сосудов любого диаметра можно за несколько недель вырастить под кожей пациента.

Необходимый участок сосуда для протезирования выращивают, зашив под кожу трубочку соответствующего диаметра, изготовленную из инертного материала. После имплантации вокруг нее начинается воспаление, в результате которого инородное тело покрывается соединительнотканной капсулой. Она состоит из клеток-фибробластов, заключенных в коллагеновую трубку. Эту капсулу и используют для протезирования сосуда – ангиопластики.

Ученые выяснили, что причиной многих неудач в этой наиболее безотказной из существующих технологий служит дисбаланс между зрелыми фибробластами и фибробластами (предшественниками фиброцитов) в составе этой капсулы. Ткань, где много фибробластов, рыхлая и неволоконистая, такой протез никуда не годится. Хороший протез должен состоять из зрелых фиброцитов и продольно (вдоль имплантата) ориентированных коллагеновых волокон. За размножение фибробластов и переход их в фиброциты отвечают клетки-макрофаги – они выделяют необходимые для этого гормоны. Для ускорения процесса ученые предложили стимулировать макрофаги при помощи лекарственного вещества – тамерита.

Крысам имплантировали полихлорвиниловые трубочки, соответствующие по длине и диаметру сосудам, и наблюдали за их обрастанием. Через



две недели вокруг трубочек формируется капсула из соединительной ткани. Со временем она утолщается, а фибробласты становятся фиброцитами. Если животным вводили внутримышечно тамерит, то при минимальной дозе препарата образовывался протез сосуда с оптимальными свойствами. Без тамерита доля фибробластов в коллагеновой трубке у крыс составляет примерно треть, что само по себе неплохо. А под действием тамерита образовалась трубка, где доля фибробластов чуть больше одной шестой, а ее стенки — в семь раз тоньше. (Чем тоньше стенки, тем больше протез подходит для ангиопластики.) Напротив, при инъекции каррагенана, который подавляет деятельность макрофагов, имплантат обрастал толстым слоем рыхлой ткани.

Качественный протез для сосуда изготавливается у крыс на пятой неделе. Чтобы испытать их на деле, исследователи вшили их в рассеченные сосуды «конец в конец», каждому животному — свой. Полгода за ними наблюдали с помощью УЗИ. Аутопротезы не зарастали и не закупоривались тромбами, а на их внутренней поверхности появилось некое подобие эпителия.

орнитология

Мухоловки-навигаторы

Эксперименты, проведенные учеными на Звенигородской биостанции МГУ, приближают нас к разгадке системы навигации птиц (vmgavrilov@mail.ru).

Мореплаватели определяют широту и долготу с помощью компаса, секстанта и хронометра — с ошибкой в несколько километров. Сейчас для навигации судов и самолетов используют спутники, сеть наземных станций слежения, мощные компьютеры и другие сложные и дорогие приборы. А какими «прибора-

ми» пользуются птицы? Как они безошибочно находят свой дом?

Феномен этот известен и используется с давних пор: еще Александр Македонский возил с собой почтовых голубей, чтобы с ними опрашивать домой сообщения о победах. Но и сегодня тайна навигации птиц не раскрыта, хотя проблема изучается давно и предложено много разных гипотез. Еще один шаг к разгадке сделали этим летом ученые и студенты Биологического факультета МГУ и Астраханского университета во время летней практики на Звенигородской биостанции им. С.Н.Скадовского под руководством кандидата биологических наук В.В.Гаврилова, старшего научного сотрудника Биологического факультета МГУ.

Объектом для эксперимента стали мухоловки-пеструшки — обычные птицы подмосковных лесов, гнездящиеся в дуплах. Поскольку летом мухоловки-мамаши выкармливали птенцов, то их не тревожили и работали только с папашами. Птичек отлавливали у дуплянок, кольцевали и навешивали им миниатюрный (весом в 0,4 г) радиопередатчик, который издавал пульсирующий сигнал определенной частоты. Его крепили на спине, как рюкзачок, при помощи лямок-резиночек, которые надевали на лапки.

При помощи передатчика биологи быстро установили, что самцы мухоловки-пеструшки прекрасно знают территорию радиусом около одного километра. Затем в ясную солнечную погоду самцов в темной клетке отвозили в незнакомое место на расстоянии около 1,5 км от гнезда и выпускали. За их дальнейшим передвижением следила группа исследователей, оснащенная приемником сигнала с антенной и навигатором GPS. Положение птицы фиксировали каждые 15 минут.



Первое время мухоловка приходила в себя после перенесенного стресса. А потом начинала совершать короткие хаотичные броски-перемещения длиной около 250 м в разные стороны. Не сумев определить свое местоположение относительно гнезда по осо-

бенностям ландшафта, птицы были вынуждены обращаться к неландшафтным ориентирам — они начинали ждать солнца, причем полуденного или на восходе. Как только солнце вставало в зенит, птицы начинали целенаправленно двигаться, постепенно приближаясь к гнезду. Когда же мухоловка подлетала к гнезду на расстоянии 1 км, то есть попадала на знакомую территорию, где знала каждое дерево, то стремительно летела по прямой, и биологи с аппаратурой с трудом поспевали за ней.

Птицы, выпущенные утром, вернулись через 1,2–2,6 часа, а самец, который стартовал в 14 часов, смог вернуться только в 7 часов утра на следующий день (очевидно, дождался восхода).

В других экспериментах самцов с передатчиком везли в знакомое место, откуда они уже один раз находили дорогу к гнезду. В этих опытах птицы вели себя иначе. Оправившись от стресса, самцы без всяких хаотичных перемещений быстро и по прямой сразу летели к супруге и детям. Значит, они обчужились возвращаться к гнезду с незнакомой территории с первого раза.

Подобным образом вели себя мухоловки-пеструшки в опытах, которые проводили на Куршской косе ученые Зоологического института РАН (Санкт-Петербург) во главе с доктором биологических наук Л.В.Соколовым. Они везли мухоловок в незнакомое место на расстоянии 2–10 км от гнезда, и в большинстве случаев птицы возвращались к гнезду. В пасмурную погоду птицы находили дорогу с трудом, а некоторые и вовсе не возвращались.

Итак, мухоловки ориентируются по солнцу, когда оно в зените, на восходе или закате. Оно заменяет им компас. Но у мухоловок есть еще и аналог «навигационной карты»: они запоминают местоположение своего гнезда как минимум по двум геофизическим параметрам — неким аналогам широты и долготы. Ученые предполагают, что в роли второго параметра могут выступать составляющие магнитного поля Земли. В результате образуется координатная сетка, которую птицы могут использовать при определении своего географического положения. Возможно, именно во время хаотичных перемещений сразу после освобождения мухоловки пытаются «считать» характеристики геофизических полей.



*Л.И.Корочкин. Швеция. Лаборатория А.Лима-де-Фариа
(конец 60-х – начало 70-х)*

А.В.Резицин и Л.И.Корочкин



Рыцарь веры, разума и любви

Надежда Маркина

19 августа умер Леонид Иванович Корочкин. Яркий ученый-биолог, ведущий специалист в области биологии развития и молекулярной генетики, профессор, воспитавший несколько поколений учеников. Философ и художник, православный христианин. Добрый, отзывчивый, светлый человек. Его смерть чудовищно нелепа — злой рок настиг его в виде шального мотоциклиста.

Мне не довелось слушать лекции профессора Корочкина на биофаке МГУ, хотя он больше 20 лет читал спецкурсы на кафедрах эмбриологии и генетики. Первое впечатление: Леонид Иванович зашел в нашу лабораторию выпить чаю — в старомодном пальто и... в валенках, с доброй и чуть

застенчивой улыбкой. И всем дамам в комнате по очереди поцеловал руку. Это был ритуал — профессор Корочкин всегда всем женщинам при встрече целовал руку. Даже если эта самая рука только что препарировала мышь или мыла посуду. И мы сразу чувствовали себя Женщинами... Его все любили, такое человеческое тепло от него исходило.

Прощаться с Леонидом Ивановичем пришли академики, нынешние и бывшие коллеги, ученики, аспиранты — всех объединила горечь потери. Слова, которые о нем говорили, были абсолютно искренними. И то, что поведали люди, близко его знавшие, удивительным образом совпало с моим личным впечатлением от немногих и мимолетных встреч. Кажалось, что буквально вчера (и действительно, прошел всего год с небольшим) эти слова говорились на семидесятилетия профессора Корочкина. Кто мог знать, что дорога от юбилея до похорон окажется так коротка!

Леонид Иванович Корочкин родом из Сибири. Он родился 16 апреля 1935 года в городе Новокузнецке Кемеровской области. Его отец был врачом. По воспоминаниям друга детства, доктора химических и кандидата физико-математических наук

Михаила Евгеньевича Эляшберга, в школе Леня был тихим мальчиком и законченным отличником. Чуть ли не с шестого класса он стал интересоваться серьезными вещами, увлекся философией. Но затем его раз и навсегда очаровала биология, и тем был определен жизненный путь. Во время учебы в Томском медицинском институте он уже серьезно занимался наукой. Проводил исследования в области гистологии и, по словам друзей, возглавлял всю научную студенческую жизнь Томска. Уже через год после окончания института молодой ученый защитил кандидатскую диссертацию. Продолжал научную деятельность Леонид Иванович в Новосибирском Академгородке, в Институте цитологии и генетики СО РАН. Директором института был выдающийся ученый академик Дмитрий Константинович Беляев, который сам нашел Корочкина в Томске и предложил лабораторию.

«Л.И.Корочкин был замечательным нейрогистологом, я думаю, лучшим в стране, — считает доктор биологических наук Михаил Борисович Евгеньев. — Его ранние работы по структуре нейрона были подтверждены в дальнейших исследованиях». Одним из первых в стране Л.И.Корочкин обратился к молекулярной генетике. Впервые в



*Л.И.Корочкин с отцом
(начало 50-х)*

России он развивал метод изоферментов (это белки-ферменты, которые имеют разные изоформы) как генетических маркеров. «По тем временам, в 70-е годы, это был единственно возможный путь для изучения механизмов регуляции генов на молекулярном уровне, — продолжает М.Б.Евгеньев. — Скрещивая линии дрозофилы, отличающиеся по изоферментам, можно по картине электрофореза судить, как регулируется ген, отвечающий за данный белок». Борис Александрович Кузин, доктор биологических наук, бывший коллега по новосибирскому институту, ныне сотрудник Института биологии развития РАН, отмечает, что Л.И.Корочкин владел необыкновенно тонкими методами исследования биохимии клетки, — например, он мог проводить электрофорез или спектрофотометрические исследования с веществом из одной клетки или группы клеток. Все эти тонкие методы были направлены на то, чтобы понять роль тех или иных молекул в развитии. Поскольку главным предметом его научного интереса в то время были механизмы клеточной дифференцировки и ее генетической регуляции. В 35 лет Л.И.Корочкин защитил докторскую диссертацию. Его успехи в изучении индивидуальных генов стали известны во всем мире.

Коллеги предложили избрать Л.И.Корочкина членом Академии наук. И у него было немало шансов, но Д.К.Беляев не поддержал его кандидатуру, хотя много лет у них были очень хорошие и даже теплые отношения и Корочкин стал его правой рукой в институте. Но он держался слишком независимо, был свободен как в науке, так и во взглядах и поступках. Корочкин не принимал никаких проявлений тоталитарной власти, будь то в прошлом или настоящем, и не скрывал этого. Он не раз вступался за гонимых или уехавших за рубеж коллег и поддерживал с ними контакты. По воспоминаниям академика Георгия Павловича Георгиева, нынешнего директора Института биологии гена РАН, в 70-е годы Леонид Иванович во время застолий, когда предлагали тост «за Верховного главнокомандующего», демонстративно оставался сидеть и отодвигал бокал. Такое диссидентство не прошло без последствий — отношения с директором института были испорчены. В 1979 году Леонид Иванович покинул Новосибирск с убийственной характеристикой, где говорилось, что он «не может служить примером молодому поколению».

В Москве Л.И.Корочкина приглашали работать в Институт молекулярной биологии РАН. Однако и тут он оказался неуютен — рекомендации сверху «не брать на работу дисси-



*С выдающимся
генетиком-эволюционистом
Феодосием Добжанским (начало 70-х)*

дента» подействовали на директора. Но в 1980 году Тигран Мелькумович Турпаев, директор Института биологии развития РАН, пригласил Леонида Ивановича возглавить лабораторию в ИБР им Н.К.Кольцова. А в 1990 году Л.И. Корочкин работал в Йельском университете, и ему предложили остаться там, но он отказался и вернулся в Россию.

Л.И.Корочкин был первым в СССР, кто привлек внимание к современным проблемам генетики развития. Задача этой науки — понять, как гены, набор которых в каждой клетке организма одинаков, создают все разнообразие тканей. Это обеспечивается сложными и тонкими механизмами регуляции на каждом этапе индивидуального развития, и выяснить эти механизмы не менее сложно, чем расшифровать структуру генома. Больше всего Л.И.Корочкина интересовало развитие нервной системы и дифференцировка нервных клеток. С 1991 года он руководил еще одной лабораторией — нейрогенетики и генетики развития в Институте биологии гена РАН. В этом же году Леонид Иванович, наконец, был избран членом корреспондентом РАН. Он стал первым лауреатом премии им. Н.К.Кольцова за выдающиеся достижения в области молекулярной генетики.

В последние годы Л.И.Корочкин обратился к изучению стволовых клеток. Он рассматривал их как метод изучения генов, участвующих в развитии нервной системы, и как перспективный способ коррекции многих заболеваний, в том числе паркинсонизма, болезни Альцгеймера и других. В работах его лаборатории было показано, что для замены разрушенных нейронов можно использовать не только нейральные стволовые клетки, но и стволовые клетки стромы костного мозга. Л.И.Корочкин создал новое научное направление по изучению ксенотрансплантации нервной ткани, то есть пересадки нервных клеток одного организма другому. В ходе этих работ были получены интригующие результаты по пересадке клеток дрозофилы в мозг головастика,



ПАМЯТЬ



Движение



Триединство

а также стволовых клеток человека и дрозофилы в мозг крысы. Основная проблема, которую надо было решить, — как препятствовать отторжению пересаженной нейральной ткани в мозг, когда образуется так называемый глиальный рубец. Л.И.-Корочкин и его коллеги выяснили, что бороться с этим могут особые белки — нейротрофические факторы, или так называемые белки теплового шока, которые вырабатываются в клетках, а соответствующие гены можно активировать методами генной инженерии. С участием Л.И.Корочкина были получены впечатляющие

результаты по применению клеточной терапии для коррекции паркинсонизма у человека.

«А каким он был руководителем?» — спрашиваю Илью Мерцалова, молодого сотрудника лаборатории в Институте биологии гена. «Поддерживал любую инициативу, любую работу. Даже если она казалась бесперспективной», — отвечает Илья. Тот же вопрос я задаю сотруднику лаборатории Александру Владимировичу Ревизинову. «Он был скорее даже не руководителем, а партнером. Не «водил руками», а внимательно слушал и вникал. И если вносил что-то свое,

то это был всегда дельный совет, а не указание, обязательное к выполнению», — говорит Александр Владимирович. Его демократизм проявлялся как в отношениях с сотрудниками, так и в отношениях с руководством. Вообще, по словам профессора Николая Дмитриевича Озернюка, директора ИБРа, он представлял демократическое крыло в науке.

Все, кого жизнь сводила с Леонидом Ивановичем, отмечают его удивительную эрудицию, энциклопедичность, универсальность. И широту во всем: во взглядах, в научных изысканиях, в творчестве. Г.П.Георгиев сравнил его



Л.И.Корочкин с молодыми сотрудниками лаборатории



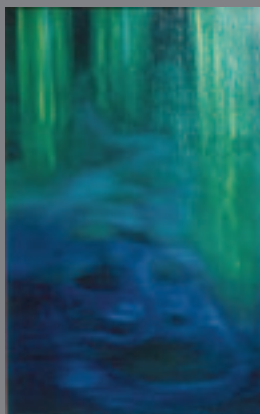
В семье. Дочери Тоня и Саша, жена Галя.



Хаос



Гегель



Одиночество



ПАМЯТЬ

своим. Незадолго до смерти Д.К.Беляева, который глубоко переживал их разрыв, Корочкин помирился с ним, сняв камень с его души. А после смерти академика нарисовал его замечательный портрет.

И при всем этом Леонид Иванович Корочкин — вовсе не человек-икона. Он любил жизнь. Играл в футбол — в Новосибирске был вратарем команды, был страстным спортивным болельщиком. Любил классическую музыку, особенно вокал, знал всех знаменитых теноров и басов и при случае старался вырваться на концерт. Любил подурчиться в компании друзей. Коллеги вспоминают, как он блестяще имитировал голоса известных ученых и слушатели покатывались со смеху. На свой 70-летний юбилей Леонид Иванович попросил молодых сотрудников лаборатории прийти в мини-юбках. Пожелание руководителя было исполнено. К серьезному занятию живописью Л.И.Корочкина, по его словам, побудил сильный удар мячом в голову, который он получил, стоя на воротах. Он писал свободные цветовые композиции, которые будят воображение и создают настроение. А еще создал серию портретов философов всех времен. К сожалению, она пропала после выставки в Киеве.

«Л.И.Корочкин был многоборцем, — считает М.Б.Евгеньев. — Он занимался параллельно многими вещами, и на стыке их ему было наиболее интересно. Конечно, есть молекулярные биологи сильнее, чем Корочкин. Есть генетики лучше, чем Корочкин. Но человека, который профессионально знает эмбриологию, гистологию, генетику, молекулярную биологию, цитологию, нейрогенетику, — такого второго человека просто нет. Такие люди вообще редко встречаются. Поэтому в нашей российской науке с его уходом образовалась зияющая дыра».

А ученики Корочкина разошлись по всему миру — и в них он живет.

с Леонардо да Винчи. Так же, как и Леонардо, он был философом и художником. Коллеги вспоминают его как удивительного рассказчика. И еще то, что даже обычные, бытовые разговоры с ним не бывали скучными и банальными.

Л.И.Корочкин по своему мировоззрению не принимал догматического отношения к научным постулатам. Он позволял себе сомневаться в незыблемости дарвинизма, по крайней мере, считал, что естественный отбор не может убедительно объяснить возникновение новых видов. «Могут спросить: что же я предлагаю? Пока, к сожалению, ничего. И все же лучше открыто признать нерешенность проблемы, продолжать работу над ней, стимулировать научную молодежь к размышлениям на эту тему, чем успокаивать себя мнимой универсальностью готового решения».

Думаю, что Леонид Иванович Корочкин воплощал нравственное начало в науке. Он был выдающимся ученым и истинно верующим, и это в нем сочеталось абсолютно естественно. Он не противопоставлял науку и религию, а был убежден в том, что знание и вера взаимно дополняют друг друга. В вере, по его убеждению, заложены высокие нравственные принципы, без которых наука зачастую вырождается в псевдонауку. Вера — это факел, указующий ученому путь к истине. В подтверждение своих слов Л.И.Короч-

кин вспоминал Блаженного Августина, монаха Менделя, католического священника Коперника, Ньютона, писавшего богословские трактаты, Тимофеева-Ресовского, который был верующим человеком. Он говорил о триединстве человеческой духовности, которая включает Веру, Разум и Любовь, и разрыв этого триединства имеет пагубные для человечества последствия. «Познавательная активность требует сбалансированного отношения между верой, разумом и чувствами, — писал Л.И.Корочкин. — Вера вообще смысл существования, ибо, чтобы жить, нужно во что-то верить, иначе жизнь теряет всякий смысл». И в мировоззренческой парадигме, по его мнению, эти две стороны человеческой духовности дополняют друг друга: «Вера, религия составляет консервативное, относительно стабильное ядро, а научная система взглядов — изменяющуюся, лабильную оболочку. И, кроме того, складывается связующее их звено, своеобразный мостик, роль которого исполняет философия».

Надо сказать, что Леонид Иванович был человек не очень церковный, то есть к внешним атрибутам церкви и к обрядам относился спокойно.

Далеко не все люди, считающие себя верующими, следуют христианским заповедям в обычной жизни. У Леонида Ивановича это получалось. Он действительно прощал врагам



Полное собрание сочинений Тучина





Если вам за сорок и вас покинул муж, едва ли вам будет приятно посвящать посторонних в свои невзгоды. Мое намерение посетить дом на окраине города, в унылом районе под названием Новый Перлах, не вызвало восторга. Я позвонил, дверь неохотно отворилась, я назвал себя.

Это была так называемая социальная квартира — слово «социальный» говорит само за себя. Тусклая прихожая, мебель, приобретенная на складе благотворительного общества «Каритас», запах вчерашней еды, отверженности, одиночества и гордыни. Старая и облысевшая женщина сидела, вцепившись в ручки кресла, перед телевизором. Меня провели в соседнюю комнату.

«Это ваша мама?»

«Свекровь, — сказала хозяйка. — Альцгеймер».

«Простите?»

«По-русски — слабоумие».

Мы обменялись двумя-тремя фразами. Я прихлебывал кофе и разглядывал фотографии. Часть из них была снята еще «там».

Я спросил:

«Давно вы уехали?»

«Скоро двадцать лет».

Она, конечно, сильно изменилась. Что касается Тучина, то на всех снимках он выглядел одинаково. Человек без возраста; малорослый, лысоватый, тщедушный, с непропорционально большой головой. Глаза? Затрудняюсь сказать, что они выражали. Рассеянную сосредоточенность, иначе не скажешь. Глаза, устремленные в пространство или, что то же самое, внутрь себя. Взгляд человека, погруженного в собственный мир, где он созерцает пустоту. Впрочем, все это были мои фантазии. А кстати, спросил я, сколько лет было ее мужу, когда они решили... когда их заставили...

«Никто нас не заставлял, — сказала она надменно. — Костя к политике не имел никакого отношения. Вообще все это его не интересовало».

«Что не интересовало?»

«Да все это диссидентство. У него и друзей-то не было».

«Но ведь он, кажется, прежде чем выехать, печатался за границей».

Она пожала плечами. Что-то такое, в одном журнале. «А в Москве — я имею в виду, в самиздате?» Что-то ходило по рукам; откуда ей знать.

«Почему вас это интересует?» — спросила она.

«Я уже говорил вам. Я собираю материал для...»

Она усмехнулась.

«Вспомнили. Небось пока он был здесь, ни одна душа не интересовалась. Двадцать лет прожили, никто пальцем не пошевелил...»

«Вы правы, — сказал я. — Так было и со старой эмиграцией: спохватились, когда никого уже не осталось в живых. Поэтому я и решил, пока еще...»

«Пока я жива? Я-то тут при чем?»

Литератор Борис Хазанов — автор нескольких книг и многих публикаций в периодических изданиях. В 80-е годы был сотрудником редакции нашего журнала. В настоящее время проживает за границей.

«Он был старше вас?»

«Да что вы все говорите о нем, как о мертвом!»

Я извинился. Помолчали, потом она проговорила:

«Он думал: вот приедем на Запад, начнут его печатать. На руках будут носить... Кабы не он, куда бы я не поехала».

На этом, собственно, разговор закончился; выходя из дому, я думал о том, что задавал совсем не те вопросы, которые нужно было задавать. Ничего нового я не узнал. Тучин был не единственным, кто надеялся за границей добиться успеха. А тут еще предложение, сделанное через туристов — каких-то гостей или эмиссаров, — стать редактором русского журнала, о котором он ничего не знал, кроме того, что там однажды появились его рассказы. Тучин прибыл с женой и матерью, не удостоившись торжественной встречи, на которую втайне рассчитывал. Через полгода редакция закрылась; друзей он не приобрел, языка не знал, да и не чувствовал охоты учиться; получал пособие; жена моталась по городу, была почтальоном, уборщицей, кельнершей в пивном саду, раздавала душеспасительные брошюры. Тучин сидел дома. Похоже, он не интересовался ничем, кроме своего нескончаемого писания. Как вдруг что-то сдвинулось с места, повеяло гниловатым весенним ветерком. Разнеслись небывалые вести. Тучин решил — опять же подобно многим, — что настал его час. Наконец-то его начнут публиковать на родине. Были какие-то обещания, телефонные звонки, письма, которые он прятал. Были рукописи, на которые, правда, не последовало никакой реакции: то ли не дошли, то ли не понравились. И когда он собственной персоной отправился в Россию, один, без жены, для переговоров, ни у нее, ни у него — по крайней мере, так ей казалось — и мысли не было о том, что он не вернется.

Представительство нашего отечества все еще рассматривает себя как осажденную врагами крепость: с вами разговаривают через черное стекло, и русская речь отнюдь не облегчает общения. Беседа напоминает допрос. Чтобы попасть к начальству, требуется разрешение, на основании которого выписывают пропуск. Мрачная личность обхлопывает вас, надеясь найти оружие.

Все же кое-каким начаткам цивилизации они научились. Мне предложили сесть. Человек за столом был одет в костюм цвета вишневого компота, из кармашка торчал платочек. Я предъявил ходатайство Института славистики и письмо от ПЕН-центра.

«Да, но мы-то тут при чем?»

«Если не ошибаюсь, — сказал я, поспешно пряча в карман всю эту липу, — для оформления визы требуется вызов от учреждения, которое приглашает».

«Либо от родственников».

«У него нет родственников. Приглашение могло быть только от какой-нибудь редакции или издательства».

«Так в чем дело?»

«Я и говорю. Хотелось бы выяснить. К кому он поехал?»

«Послушайте, — сказал консул, — мне не совсем понятно. Если вы потеряли связь с вашим знакомым, напишите в Москву».

«Кому?»

«Это уж ваше дело».

Пауза; видя, что я не собираюсь уходить, он спросил:

«Но ведь он российский гражданин, зачем ему приглашение?»

«Он был лишен гражданства», — сказал я.

«Ага. Ах вот оно что. Так бы сразу и сказали!»

И он прищурил глаз, точно целился. Стоит ли говорить о том, что я отправился в эту контору не без внутреннего сопротивления, даже трепета; вот что значит быть «бывшим».

Вот что значит унести ноги, но оставить на родине свою плененную тень. Свое дело с грифом «ХВ», хранить вечно. В мое время это расшифровывалось так: Христос воскрес. В некотором смысле — канцелярское бессмертие. Теперь я находился на экстерриториальной территории, так это называлось. Другими словами, очутился в стане врага. Как и Тучин, я был бесподданным. Лишенный родины, я числился ее изменником. И человек в модном костюме, выдававший себя за дипломата, мог сделать со мной все что угодно, мог предъявить мне самое абсурдное обвинение. Он уже протягивал руку к селектору.

Сиплым голосом я произнес:

«У него здесь жена и мать. Жена думает, что он там сошелся с какой-нибудь женщиной».

Консул развел руками: «Ну, знаете. Тогда я вообще не понимаю, что вам от нас нужно!»

Он добавил:

«Может быть, тоска по родине?»

«Может быть, — сказал я, несколько оправившись. — Только на Тучина это как-то мало похоже. В том-то и дело. Он уехал, не оставив никаких распоряжений. От него нет никаких вестей. Мог хотя бы позвонить! Мы, его друзья, очень обеспокоены. («Какие друзья?» — подумал я.) Очень вас прошу, господин консул, поручите вашим сотрудникам проверить, обращался ли такой-то за визой и по чьему приглашению. Если не обращался, я свяжусь с полицией».

Я ждал, что он ответит: вот и прекрасно. Пусть вашим другом займется баварская полиция, а мы займемся вами. Вместо этого он окинул посетителя еще раз пристальным взглядом, вздохнул и, нажав на кнопку разговорного аппарата, произнес несколько слов.

Мне было велено позвонить через три недели, что я и сделал.

Один мой приятель утверждает, что литература относится к опасным для жизни профессиям; он считает, что писателям, как на вредном производстве, нужно бесплатно выдавать молоко, а поэтам даже двойную порцию. Мало кому из пишущей братии, по его мнению, удается дожить до старости — во всяком случае, в России. Сам он — автор нескольких дюжинок романов и в свои шестьдесят восемь лет пользуется завидным здоровьем.

Тем не менее исследователю надлежит оперировать точными данными. Изучая этот вопрос, я имел случай убедиться в правоте моего друга. Правда, одновременно оказалось, что у представителей других профессий — как, впрочем, и у лиц без определенных занятий — ничуть не меньше шансов заболеть раком, попасть по пьянке под трамвай, наткнуться на нож бандита или быть схваченным тайной полицией.

Просто все дело в том, что ремесло сочинителя у нас всегда было окружено неким нимбом. Тем ужасней уйти в небытие, ни у кого не вызвав сожалений!

Вообразите человека, который, забыв обо всем на свете, как проклятый, как потерянный, один в четырех стенах, корпит над своим опусом, шевелит губами, созерцает пустоту, давит в пепельнице окурки за окурком и выстукивает букву за буквой. И так изо дня в день, десять лет, двадцать лет. А потом умирает. И что же? Его рукописи, перевязанные бечевкой, лежат вместе с кипами старых газет у подъезда в ожидании сборщиков утильсырья, и ветер листает его прозу.

Был ли Константин Тучин, беллетрист и самодеятельный философ, пытавшийся разгадать в своих никому не нужных, никого не интересовавших сочинениях загадку любви и смерти, был ли

он незамеченным гением? Или одним из тех маньяков, которых ничто не разубедит в том, что лишь зависть коллег мешает им прославиться? Чтобы ответить на этот вопрос, мне нужны были тексты. Но где они? Единственный раз в русской библиотеке, основанной изгнанниками второго призыва, был устроен авторский вечер, слушателей набралось кот наплакал. Что читал Тучин? Заведующая библиотекой сменилась. Жена не могла, а может, и не хотела сообщить мне что-либо о судьбе тучинского архива; чего доброго, в самом деле выкинула с досады весь этот бумажный сор.

Я считаю своим долгом упомянуть о том, что мне все же удалось отыскать. Заранее извиняюсь за некоторую смелость моего воображения. Ученый обязан придерживаться фактов. Но кто же откажет себе в удовольствии строить гипотезы? Мне повезло, я откопал старый эмигрантский журнал, один из тех, что именуются братскими могилами. Когда-то Тучин с волнением перелистывал эти страницы: как-никак это была его первая (и последняя) публикация. Цикл рассказов, объединенных общими персонажами и до некоторой степени общим сюжетом.

Действие происходило в наши дни, и сюжет был, надо сказать, самый тривиальный: кто-то кого-то убил. Но с первой же страницы закрутилось, затеялось и стало расти нечто неудобопонятное. Читая эту прозу — без абзацев, без диалогов, — я почувствовал, что автор не мог прийти к окончательному решению. Казалось, он прикидывал, какие возможности может заключать в себе самая примитивная фабула, и примерял одну версию за другой. Классический полицейский роман предполагает однозначный ответ. Другими словами, он основан на вере в истину — единственную и неопровержимую. А тут вам словно старались внушить, что ответа не существует. Персонажи могут вести себя так, могут и по-другому. Одно и то же происшествие может выглядеть по-разному, любая оценка — лишь одна из возможных. Ибо действительность представляет собой ассортимент вероятностей. Скользящее светлое пятно в темном поле возможностей — вот что такое пресловутая действительность.

Я подумал, что неуловимая истина жизни, за которой гоняется писатель, есть не что иное, как совокупность версий, ничем иным она быть не может. Мне стало понятно, почему с тех пор Тучин ничего не публиковал. Двадцать лет просидел он в своей комнатке, в чужой стране, а каков результат? Фрагменты, пробы, робкие вылазки из крепости наивного реализма в зыбкий вероятностный мир. В некотором роде писание в разные стороны. Повторяю: таковы были мои догадки. Я пошел дальше, я подумал, что Тучин работал над большой вещью; быть может, он только над ней и работал. Быть может — такое предположение не казалось мне неправдоподобным, — это был единственный, огромный и обреченный остаться незавершенным труд его жизни.

«Что значит пропал? Сегодня пропал, завтра появился. Утром ушел, вечером пришел. Знаете, сколько человек за день пропадает в городе? Один сбежал от жены к любовнице. У другого фирма прогорела. Третий решил устроить себе каникулы на Канарских островах. Если мы так будем за каждым гоняться...»

«Нет у него никакой фирмы. Ни о каких Канарских островах не может быть и речи...»

«Как, вы сказали, его фамилия?»

«Тучин. Т, У, Ч, И, Н. Теодор, Ульрих, Тина, Зигфрид, Цезарь, Хильда, Инге, Николаус»*.

«Возраст? Был чем-нибудь болен? Психически? И давно исчез? Что же вы так поздно спохватились! Родственники есть?»

«Есть жена. Мать — инвалид».

«Почему она сама не пришла?»

«Понимаете, его жена думает...»

* В написании немецкого «ч» четыре буквы: t, s, c, h — tsch; если по-русски — т, с (или з), ц, х. — *Примеч. ред.*

«Ага, я же вам сказал! Знаете, сколько мужиков каждый день убегает к любовницам? Если мы так будем за каждым...»

«Господи, да нет у него никакой любовницы. Просто он отправился в Россию, а на самом деле...»

«Ах вот оно что; так бы и сказали. Он немец?»

«Нет, русский».

«Я спрашиваю: является ли он немецким подданным?»

«Он эмигрант. Без гражданства. Получил политическое убежище».

«Угу. Давно?»

«Точно не могу сказать. Лет двадцать назад».

«Все ясно. Потянуло домой, что ж тут удивительного. Только мы-то тут при чем?»

«Видите ли, я был в консульстве...»

«Вот и отлично. Поезжайте сами, там его и найдете».

«Простите?»

«Я говорю, сами поезжайте в Россию. Там и разыщете вашего друга».

«Да, но вы не дослушали. Я навел справки в консульстве, и оказалось, что Тучин никакой визы не получал».

«Не получал. Гм. А в американском консульстве вы были?»

«Причем тут американское консульство?»

«Может, в Америку поехал. Ладно, пишите заявление».

«Позвольте спросить: что вы собираетесь предпринять?»

Вахмистр пожал плечами:

«Пошлем наряд по месту жительства. Запросим больницы и приемники для бродяг. Объявим розыск через Einsatzzentrale*. Заполняйте бланк».

Некоторое время спустя произошло одно событие. Жена Тучина позвонила: надо поговорить.

Снова унылая лестница, лысая старуха перед телевизором; я вручил хозяйке цветы и бутылку божоле.

«Вы уверены, что это был он?»

Она пожала плечами.

«Он шел вам навстречу?»

Нет, она его видела со спины. Вернее, их: Тучин был не один. В левой руке он нес под мышкой портфель, она узнала бы его по этому старому, с оборванный ручкой портфелю, даже если бы сомневалась, он ли это. Правой поддерживал даму выше его ростом, в длинном пальто, отороченном снизу дешевым мехом.

Отодвинули рюмку, тарелку с ломтиками сыра, я расстелил план города.

«Не делайте этого, прошу вас», — сказала она.

«Но надо же хотя бы убедиться!»

«Он жив, здоров, и слава Богу. Пусть живет своей жизнью».

«Разве вас не интересует, что с ним?»

«Не интересует, — сказала жена Тучина. — Да и где вы его отыщете?»

Резонный вопрос. По ее словам, переулок, куда поспешно свернул Тучин со своей спутницей (почему поспешно? Увидел супругу?), был перегорожен строительным забором. Значит, подумал я, она все-таки пошла следом за ними. «А дальше?» — «Что дальше?» — «Куда они делись, вошли в подъезд?» Она покачала головой, нет там никаких подъездов. Вынырнув из небытия, Тучин — если это был он — снова пропал, точно провалился сквозь землю.

Так я оказался в малоподходящей для меня роли приватного детектива. Как Германну всюду мерещились три карты, так и мне каждый мужчина невысокого роста с толстым портфелем казался тем, кого я искал: он листал книжки на лотке перед букинистическим магазином, я делал вид, что интересуюсь витриной; он заходил в пивную, и я туда же, садился в сторонке и вынимал фотокарточку. Я искал человека, чей взгляд был устремлен в пустоту, другими словами, внутрь себя. Я надеялся

*Центральное ведомство по выполнению особых задач (нем.). — Примеч. ред.



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

встретить беглого мужа там, где его обнаружила брошенная жена; возможно, он скрывался где-то поблизости. Хорошо еще, что моя работа оставляет мне много свободного времени. (Забыл предстаться. Редактор издательства, где все еще не утратили интереса к русским авторам.)

Было совершенно ясно, что ничего из этой затеи не выйдет. Попробуете найти человека в большом городе — не говоря уже о том, что жена могла ошибиться. Но я ничего не мог с собой поделаться. Призрак Тучина манил меня издалека.

Город способен раздвигать пространство. Вы все знаете Альтхаузен, в этом районе одно время и я проживал. Взгляните на план города, отыщите треугольник улиц, расходящихся от площади Принцессы Анны-Амалии, по которому я водил пальцем, слушая объяснения жены Тучина, — кажется, заблудиться здесь невозможно. Но это только так кажется. Поезжайте туда, вы найдете улочку или, верней, закоулок, перегороженный строительным забором. Раздвиньте доски.

Прежде всего: никакой стройки за забором не оказалось. Возможно, весь квартал предназначался на снос. Я пролез через щель в заборе и очутился в лабиринте, о котором даже не подозревал. Поистине город удесятяряет пространство, и там, где двести лет тому назад пастух лежал на склоне холма, там непостижимым образом поместились, сгрудились все эти дома, дворы, переулки, чалхые садики, пристройки, брандмауэры и тупики. Там сплелись сотни судеб. В мансардах и полуподвалах приютились любовь, клокочет ревность, тлеет вожделение; за темными окнами прячется одиночество, играет музыка, пишутся романы, затеваются интриги, храпят пьяницы и ждут смерти старухи.

Вот о чем стоило бы написать: о гипнозе старых кварталов, о чувстве зыбкой, ненадежной действительности, которое охватывает вас в этих трущобах. Две недели, с утра до темноты, я дежурил на углу проклятого безымянного переуллка. Случалось ли вам убедить себя в том, что вера сдвинет горы и надежда будет вознаграждена? И вот он появился. Он ли? Низкорослый неряшливый человек с разбухшим портфелем прошагал и исчез за забором. Отодвинув доску, я успел заметить, что он направляется к ближайшей подворотне; несколько мгновений спустя его шляпа мелькала позади мусорных контейнеров. После чего, о, проклятье, я потерял его из виду.

Он не мог уйти далеко; если бы он пересек двор, я бы его заметил. Значит, он остался во дворе и вошел в один из четырех подъездов, которые даже нельзя было назвать подъездами; скорее то, что в России называлось черным ход. Туда он и юркнул; в который из четырех? Внутри было холодно, пахло плесенью. Я услышал шаги. Тучин — если это был он — медленно поднимался по лестнице. В скудно освещенном пролете, за прутьями перил я видел его руку, держащую под мышкой портфель, и обтрепанные отвороты брюк. Дойдя до последнего этажа, он остановился. Вероятно, доставал ключ.

Очередная моя гипотеза состояла в следующем: Тучин перебрался в другую часть города в надежде довести до конца свой огромный роман, сбежал от жены, устав от ее упреков. Симулировал отъезд в Россию, чтобы никто его не искал.



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Что касается дамы, с которой он будто бы шел под ручку, то этот пункт, на мой взгляд, был несущественным, женщина могла быть случайной знакомой, предположение об интрижке не вязалось с моим представлением о Тучине.

Итак, я дал себе слово продолжать розыск, ибо в тот раз, как вы догадываетесь, у меня ничего не вышло: добравшись до верхней площадки с единственной находившейся там дверью, за которой, казалось, никто не жил, — ни кнопки звонка, ни таблички с именем, — я долго стучался, прислушивался и не мог уловить ни единого звука. Что бы это могло значить? Заперся ли он с твердым намерением никого не пускать или сбежал через какой-нибудь потайной ход? Я уже ничему не удивлялся.

Вечером я снова принялся за его рассказы; ничего другого я больше не мог читать, и ничего другого, кроме старого эмигрантского журнала, у меня не было. Мне было ясно, почему Тучин, даже если бы сейчас в России нашлись охотники опубликовать его прозу, был обречен на неуспех: события последних лет прошли мимо него, вдобавок, как уже сказано, стиль Тучина предъявлял немалые требования к читателю. Длинные ветвящиеся периоды вновь погрузили меня в состояние, близкое к наркотическому опьянению, — право, я не могу выразиться иначе. И опять это впечатление зыбкой, ненадежной реальности. История, сама по себе несложная, прокручивалась на разные лады, и оставалось только гадать, были ли это варианты одного и того же замысла, или замысел состоял в том, чтобы утопить истину в трясине гипотез. На другой день я двинулся в Альтхаузен.

Кто-то прибил доску, забор оказался непроходим. Пришлось идти вокруг. В результате я окончательно заблудился. Странно сказать, я как будто вновь оказался в мире прозы Константина Тучина. Все дворы были на одно лицо. Не у кого было спросить, да я и сам не знал, какой номер дома мне нужен. Кажется, в этих дворах вообще не существовало нумерации.

Навстречу шел пожилой господин с палкой, я пытался заговорить с ним, он промычал что-то. Он был глухонемой.

В конце концов мне пришлось убедиться (это часто бывает), что я кружил вокруг одного места. Из черного хода вышла женщина. Я был уверен, что это тот самый подъезд. Я сделал несколько шагов по ступенькам, как вдруг меня словно стукнуло: пальто! Длинное пальто, отороченное мехом. Я выскочил во двор. Она шагала к воротам.

Тут я остановился. Громадными прыжками помчался по лестнице, через несколько мгновений был уже наверху и, задыхаясь, трижды медленно и отчетливо ударил костяшками пальцев в дверь. Никакого ответа; я слышал только свое тяжелое дыхание. Стукнул кулаком. Гробовая тишина стояла во всем доме, мне почудился слабый звук, похожий на клокотание жидкости, за дверью как будто шаркнули шаги. Конечно, это был обманный маневр, очередная уловка неуловимого Тучина, он знал, что за ним следят, и умел скрываться, все мы в свое время прошли эту школу! Я поглядел вниз через перила — никого нет — и извлек из кармана общеизвестный инструмент. Операция не потребовала усилий: нажав, я легко продавил иссохшее дерево. Хрустнул старый замок, дверь открылась.

Там были темный коридор и дверь в комнату. Как я и предполагал, это был рабочий кабинет писателя. Грубый стол, заваленный манускриптами, начатый лист вставлен в машинку. Клокотала вода в кофеварке. Хозяин лежал на полу.

Можно не сомневаться, что обер-инспектор Деррик, известный и уважаемый в нашем городе криминалист, отыщет истину — хотя бы потому, что верит, в отличие от покойного Тучина, в существование единой и единственной истины. Кажется, в преступлении подозревается жена писателя. Мотивы убийства налицо: ревность, разочарование, месть за исковерканную жизнь.

На допросе, которому ваш слуга был подвергнут в качестве свидетеля, первого, кто обнаружил труп, было, естественно, обращено сугубое внимание на особу, которая встретилась мне в подъезде. Не потому ли она так стремительно прошла мимо, что узнала меня? Мне показали старую фотографию, одну из тех, которые я видел во время моего первого визита на квартиру в Новом Перлахе: Тучин с женой, на ней длинное расклешенное и обшито снизу мехом пальто. Такие одеяния носили лет двадцать тому назад. Я возразил, что если бы убийцей была жена Тучина, она не говорила бы мне о том, что на женщине, которую она увидела на улице с Тучиным, было такое же пальто. Похоже, что они не нашли убедительным этот аргумент; может, как раз наоборот. Впрочем, я просто не успел как следует разглядеть незнакомку.

Вернее, я разглядел ее. Скажу больше: я ее узнал. К сожалению, я не могу объяснить полицейскому инспектору то, чему научился у Тучина: что истина — это лишь совокупность версий. Мою версию ни одна полиция в мире, конечно, не примет всерьез.

Рукописи Тучина — все, что было обнаружено в комнате, его неоконченный и, добавлю, обреченный остаться неоконченным труд, — конфискованы полицией. Поэтому я не могу ссылаться на тексты, которые подтвердили бы мою точку зрения. Я уверен, что я прав. Как историк литературы я понимаю роковую власть, которую обретает мир романа над жизнью сочинителя. Эмма — это я, сказал (или якобы сказал) создатель «Госпожи Бовари». Это хроника моей души, полное собрание моих надежд, иллюзий и разочарований. Ему следовало бы добавить, что отныне он сам — в плену у тех, кого он сотворил.

Константин Тучин — запомните это имя! Я решаюсь заключить этот отчет выводом, который для вас, быть может, неожидан, для меня — ни в коей мере. Тот, чья жизнь была очевидным поражением, ушел из нее победителем. Он достиг пределов того, о чем может мечтать художник, он вдохнул жизнь в своих героев и героинь до такой степени, что одна из них вмешалась в его собственную жизнь. Вот почему бесполезно искать незнакомку за пределами того мира, откуда она пришла. Сделав свое дело, она вернулась в призрачный мир слов. Тучина умертвила его подруга — но не та, которую я посетил, которая сидит теперь под арестом, а та, которая жила в его книге.

Повторяю, такова моя версия.



Kronospan is a world-wide leading manufacturer of wood materials with locations all over Europe. For our factory in Egorievsk (Moscow Region) we hire as soon as possible a highly motivated

GLUE PRODUCTION TECHNOLOGIST

Tasks

- control the established technological process and secure the high quality of Kronospan products
- develop and introduce new types of products and processes
- work out the necessary technological documentation and help operators to optimize processes

Profile

- higher degree and 3 years experience in chemical or wood industry
- Languages: Russian, English
- IT-knowledge (MS-Office, process control system would be favourable)
- proactive attitude to change & learning

Offer

- interesting and stable work in a developing international company
- worthy salary + bonus
- modern equipped laboratory
- young and friendly colleagues
- work in an international team

Are you interested in this exciting executive function at a state-of-the-art and developmentally strong business? Then send your completed application papers to Ekaterina Peganova (495)-970-01-07 E-Mail: hr@kronospan.ru

www.kronospan.ru



*Реактивы и химикаты
Особо чистые растворители
собственного производства*

*Лабораторные приборы и оборудование,
лабораторная посуда*

*Аналитические приборы и
расходные материалы для
хроматографии и спектроскопии*

*Субстанции и вспомогательная химия
для фармацевтики, ветеринарии
и пищевой промышленности
Биохимия и клиническая химия*

*Бытовая и автомобильная химия
Радиационная безопасность*

Тел.: (495) 728-4192, 777-8495, факс: (495) 728-4192
E-mail: mail@chimmed.ru <http://www.chimmed.ru>
115230, Москва, Каширское ш., д. 9, корп. 3





Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Откуда у леопарда пятна

Тайваньские ученые решили выяснить, как формируются пятна на шкуре леопарда или ягуара. До сих пор точно не известно, каким образом получают свою расцветку эти и другие животные, например зебры. Но можно — и небезуспешно — воспользоваться уравнениями, выведенными в 1952 году Аланом Тьюрингом. Они позволяют моделировать превращение пятен в более сложные узоры в процессе взросления животного.

Тьюринг предположил, что рисунок на шкуре появляется под воздействием двух взаимодействующих друг с другом веществ, которые он назвал морфогенами. Если один морфоген делает шерсть черной, то другой вынуждает ее оставаться светлой. Различия в пропорциях, в которых они распространяются, вместе с разными видами реакций между ними и будут определять форму пятен и линий.

Ученый назвал свои уравнения реакционно-диффузионными. Варьируя величины скорости распространения и другие характеристики морфогенов, можно применять их для воспроизведения всевозможных узоров. Если один морфоген способствует черному окрасу, одновременно активируя морфоген светлой шерсти, но опережая его в распространении — возникает черное кольцо.

Однако у взрослых представителей семейства кошачьих узоры намного сложнее — не обычные кольца, как у котят, а разорванные. У ягуаров это многоугольники с маленькими точками в центре.

Сотрудники университета города Тайчунь на Тайване захотели воспроизвести подобные узоры, используя уравнения Тьюринга. Однако обнаружилось, что варьировать в них параметры недостаточно для получения всего существующего многообразия. Ученые предположили, что существует два периода роста пятен, в продолжение которых действуют разные правила: первый период соответствует появлению пятен у детенышей, второй — формированию окончательного рисунка. На поиск решения задачи ушел год. Самой сложной оказалась расцветка шкуры ягуара (по сообщению агентства «Nature News Service» от 4 августа 2006 года).

Никто не знает, существуют ли морфогены на самом деле (хотя имеет смысл поискать их среди пигментов), поэтому непонятно, как узоры, полученные с помощью уравнений, формируются в действительности. Предположение о двух этапах развития пятен усложнило картину еще больше. Если оно верно, значит, в организме животного с возрастом меняются биологические закономерности, которым подчиняется образование пятен. Не исключено, что один из параметров, переключающих программу, — просто-напросто размер пятнистой особи.

А. Тугунов

...периодические наступления ледниковых эпох связаны с прецессионными автоколебаниями Земли, вызываемыми лунно-солнечными взаимодействиями («Вестник РАН», 2006, т.76, № 8, с.699—706)...

...найлены фрагменты скелета «дочки Люси» — детеныша австралопитека, девочки около трех лет; возраст останков около 3,3 миллионов лет («Nature», т.443, № 7109, с.296—301)...

...представление о приватизации как о переходе имущества из государственной собственности в частную не вполне применимо к российским реалиям, поскольку оно основано на спорном допущении — существовании в России института частной собственности («Экономика и математические методы», 2006, т.42, № 3, с.3—15)...

...по данным МЧС, в 2004 году в России погибло в катастрофах 1930 человек, из них 78,5% в авариях и 20,2% — в результате терактов, так что на долю природных катаклизмов осталось чуть больше процента («Земля и Вселенная», 2006, № 4 (июль — август), с.3—11)...

...подъем производства в России может привести к тому, что ей придется не продавать квоты на выброс парниковых газов, как планировалось при ратификации Киотского протокола, а покупать их («Экология и промышленность России», 2006, № 8, с.39—41)...

...биологический возраст рабочих, занятых в производстве охлаждающих жидкостей, превышает их паспортный возраст в среднем на 5—8 лет («Лабораторная диагностика» МЗ Украины, 2006, № 2 (36), с.21—25)...

...обнаружена разветвленно-цепная реакция при горении силана SiH_4 в кислороде с гелием («Доклады Академии наук», 2006, т.409, № 3, с.346—350)...

...проведено фотокаталитическое разложение воды до водорода с использованием ксантеновых красителей в качестве катализаторов («Журнал прикладной химии», 2006, т.79, вып.7, с.1225)...



...синдром преждевременного старения Хатчинсона — Гилфорда связан с нарушением метилирования гистонов — белков, отвечающих за правильную упаковку ДНК в хромосомах, то есть это заболевание имеет эпигенетическую природу («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2006, т. 103, № 23, с.8703—8708)...

...сорное растение *Heracleum sosnowskyi*, оно же борщевик, известное своими крупными размерами и быстротой роста, не только вытесняет из биотопов другие виды луговых трав, но и снижает биоразнообразие в мелких реках, затеняя их («Природа», 2006, № 8, с.52—56)...

...клеточные мембраны амфибий и эволюционно более древних миног отличаются по количественному соотношению жирных кислот («Журнал эволюционной биохимии и физиологии», 2006, т.42, № 4, с.302—307)...

...в регуляции центральной и периферической нервной системы играет роль не только оксид азота NO, но и другие газы — монооксид углерода и сероводород («Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова», 2006, т.92, № 7, с.872—882)...

...обезьяны, содержащиеся в питомниках, часто бывают инфицированы возбудителем язвы *Helicobacter pylori*, причем особенно от него страдают макаки резусы («Ветеринария», 2006, № 7, с.23—25)...

...контролировать жизнеспособность сердечной мышцы в ходе операции позволяет мониторинг pH миокарда («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2006, т.142, № 8, с.233—236)...

...первую логарифмическую линейку создал англиканский священник Уильям Отред в 1622 году («В мире науки», 2006, № 9, с.62—65)...

...изобретена и запатентована щетка для чистки носа («Изобретатель и рационализатор», 2006, № 8, с.3)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мужчины любят желудком

Британские ученые выяснили, каких женщин предпочитают голодные мужчины. Оказалось — крепеньких и упитанных. Как именно голод меняет взгляд на женщину, пока до конца не ясно. Очевидно только, что в этом задействованы социальные, культурные и психологические факторы.

В некоторых обществах, где еда относится к числу ограниченных ресурсов, например в Южно-Тихоокеанском регионе, предпочитают дам «попрочнее», а вот там, где еда в изобилии, успехом пользуются более хрупкие создания.

Психологи-эволюционисты объясняют это элементарным стремлением к выживанию: выбирая себе пару, человек прежде всего обращает внимание на ту, которая принесет ему лучшее потомство, а при скудости ресурсов, вне всякого сомнения, больше шансов у женщины потяжелее.

Впрочем, на наше восприятие влияют и внешние факторы — в частности реклама. Известно, что уроженцы сельских районов, попадая в город, начинают восхищаться миниатюрными столичными штучками.

Сотрудники лондонского Университетского колледжа и университета Ньюкасла полагают, что здесь работают и биологические факторы. Состояние духа и разума, помыслы и интересы зависят от физиологии — тут имеет значение и уровень сахара в крови, и уровень гормонов, а это, в свою очередь, зависит от того, сыт человек или голоден (по сообщению агентства «BBC News» от 28 июля 2006 года).

В эксперименте приняли участие студенты. Молодых людей ученые «отлавливали» на пороге столовой и просили оценить по семибалльной шкале степень их собственной сытости. Затем отобрали 30 голодных и 31 сытого и продемонстрировали им фото 50 женщин различного веса (но в пределах нормы). Опрашиваемые должны были выбрать наиболее привлекательных. Все женщины были сфотографированы в плотных спортивных майках и серых леггинсах. Голодные предпочитали более увесистые экземпляры, не обращая внимания на фигуры тех, которым нравились сытым.

Теперь ученые хотят провести аналогичное исследование со студентками. Возможно, результаты окажутся иными, ведь прекрасный пол судит о весе окружающих по себе — но по мере уменьшения собственной массы женщины зачастую воспринимают себя более крупными.

А вообще-то это неплохая идея: вместо того, чтобы изнурять диетами себя, любимую, перестать кормить кавалера — и сразу стать красивой в его глазах.

Е.Сутоцкая



Художник Е. Станикова



Голубой многоженец

Голубой зимородок — настоящее украшение нашей природы. Эти небольшие энергичные рыболовы гнездятся в норах, которые роют в крутых берегах чистых рек. Зимородок подстерегает мелкую рыбешку, сидя на ветках или корнях, нависающих над рекой, а потом резко бросается в воду. Увидеть его несложно, когда он с громкими свистовыми криками стремительно летит над водой, сверкая изумительной красоты голубым оперением. (Самки окрашены так же ярко, как самцы.) Зимородки принадлежат к тропическому отряду ракшеобразных, и, как истинные южане, они не только испытывают пристрастие к ярким одеждам, но и не слишком привержены многоамному браку.

Орнитолог Юрий Котюков из Окского заповедника за 20 лет работы, наблюдая окольцованных зимородков на реке Пра у 812 гнезд, выяснил, что в среднем каждый четвертый самец ежегодно вступает в брак с двумя-тремя сам-

Г.А.КУЗНЕЦОВУ, Нижний Новгород: Птерины получили свое название от первых представителей этой группы веществ — пигментов из крыльев бабочек (pteron — греч. «крыло»); к птеринам относятся, например, фолаты, производные фолиевой кислоты.

Л.А.РАЗИНОЙ, Санкт-Петербург: По последним научным данным, за вкус чая, помимо кофеина и катехина, отвечают в первую очередь эпигаллокатехин-3-галлат и девять различных флавонол-3-гликозидов, а во вторую — еще примерно 40 компонентов.

М.В.ПЕТРОВУ, Вологда: Группы крови есть как у кошек, так и у собак, но у собак острых реакций на первое переливание крови (даже несовместимой группы) не отмечается почти никогда, а у кошек такие реакции возможны.

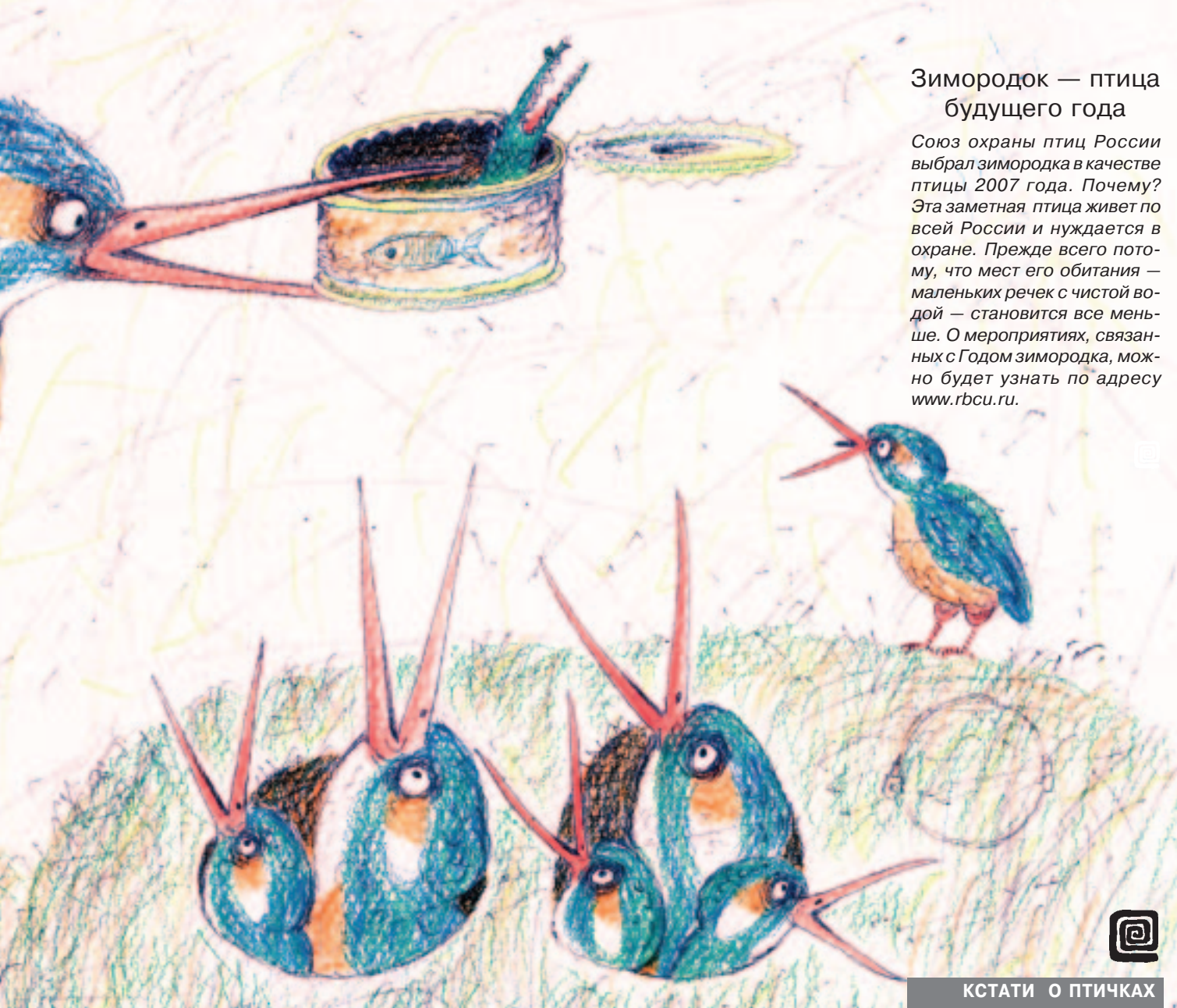
Т.А.СОМОВОЙ, Новосибирск: Пектиновые концентраты для варки варенья только в наших магазинах появились недавно, а в Германии их выпускают с начала XX века; сырье для производства пектина — яблочные выжимки, корки цитрусовых, свежесловичный жом, корзинки подсолнечника, причем для кондитерских целей используют пектин первых двух видов.

С.Н.ВДОВИНУ, Ростов-на-Дону: Мускус амбровый, так же как мускус-кетон и мускус-ксилол, — вещества синтетические, в природе не найденные; а душистое вещество, содержащееся в секрете кабарги, — это мускон.

Анастасии БОРОДИНОЙ, вопрос из Интернета: Искусственно выведенные разновидности у растений — сорта, у сельскохозяйственных и декоративных животных — породы, у лабораторных животных — линии, а у микроорганизмов — штаммы.

Р.Л., Москва: Скайзы, зубные ювелирные украшения, иногда крепят на поверхность зуба, а иногда вставляют в специально высверленное отверстие; во втором случае эмаль, разумеется, будет повреждена; а вообще-то врачи говорят, что мода на них проходит.

А.М.СЕРГЕЕВУ, Липецк: Натяжные потолки обычно делают из виниловой пленки; никакого ущерба для здоровья, насколько нам известно, от таких потолков не бывает.



Зимородок — птица будущего года

Союз охраны птиц России выбрал зимородка в качестве птицы 2007 года. Почему? Эта заметная птица живет по всей России и нуждается в охране. Прежде всего потому, что мест его обитания — маленьких речек с чистой водой — становится все меньше. О мероприятиях, связанных с Годом зимородка, можно будет узнать по адресу www.rbcu.ru.

КСТАТИ О ПТИЧКАХ

ками, а каждая десятая самка гнездится последовательно с двумя самцами. Численность зимородков циклически колеблется с периодом 11 лет и зависит от величины и продолжительности весеннего паводка. Если вода спадает быстро, обнажая обрывистые берега, то зимородков у реки гнездится много и их плотность велика. Если весна дождливая и уровень воды высокий, то подходящее место для гнезда найти труднее.

Оказалось, что в годы с низкой численностью зимородки моногамны. Самец вместе с самкой насиживает яйца и выкармливает птенцов, и в 60% случаев птицы делают вторую кладку (а потом иногда и третью). Пока самец докармливает первый выводок, самка в другой норе уже снова насиживает яйца. В годы с высокой численностью полигамные браки встречаются чаще.

А один самец-рекордсмен за лето построил с четырьмя самками шесть гнезд! Как же он все успел? Фигаро тут, Фигаро там!

У этого самца в самый напряженный момент было одновременно 4 норы на разных стадиях гнездования. Он помог первой самке насиживать первую кладку и в то же время рыл другую нору, для второй самки. А пока насиживал кладку вместе с двумя самками, рекламировал новое удобное место для гнезда и привлек третью самку. Вместе с ней он вырыл нору, а насиживать яйца пришлось в основном ей — кавалер выкармливал птенцов первых двух самок. Затем он завел и четвертую самку, которой помогал насиживать яйца и выкармливать птенцов, но потом эти птенцы погибли... Конечно же, наш герой не мог уделять всем самкам и детям столько времени, сколько нуж-

но. Например, третью кладку первая самка отложила в той же норе, что и вторую, и она погибла. А надо было вырыть новую нору. (Кстати, вы еще не запутались?) Подруги многоженца и сами оказались не промах: четвертая самка до него уже вывела птенцов в паре с моногамным самцом, который, вероятно, затем погиб, а вторая самка еще до вылета своих первых птенцов «ушла» к другому самцу. Но все равно «рекордсмену» удалось в итоге вложить свои гены в 42 яйца и выкормить 27 птенцов! Уж больно участок у него был хороший: много рыбки и мест для гнезда. В среднем же в тот удачный год на одного размножавшегося самца пришлось 2,5 кладки и 1,4 выводка — то есть 17,4 яйца и 8,3 птенца. Чем не финал мыльной оперы?

Ольга Волошина

ВПЕРВЫЕ В РОССИИ ЭЛЕКТРОННЫЙ АРХИВ журнала

Мы писали обо всем

ЗА 40 ЛЕТ

Но в каком номере?

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

Научно-популярный журнал
Электронный архив 1965–2004
При поддержке
"Института новых технологий"



+ Помощь

O О программе

V О журнале

👁 Поиск



Москва, Лефортовский пер., д. 8
Тел: (095) 261-97-93, (095) 267-54-18
E-mail: redaktor@hij.ru
Подписные индексы:
88763,88764
(каталог «Вся пресса»)
72231,72232
(каталог «Роспечать»);

ПОИСК
ПО КЛЮЧЕВЫМ СЛОВАМ

КОПИРОВАНИЕ И РАСПЕЧАТКА
ЖУРНАЛЬНЫХ СТАТЕЙ И РИСУНКОВ

Архив на четырех CD или одном DVD
стоит 1200 рублей с доставкой
по почте. Оплатить можно
в редакции, через Сбербанк
или электронными
деньгами.

Подробности
на www.hij.ru

ЗАКАЗЫВАЙТЕ НА WWW.HIJ.RU