



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

12 /2018







НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н.Стрельникова

Заместитель главного редактора

Е.В.Клещенко

Главный художник

А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Л.А.Ашкинази,

В.В.Благутина,

Ю.И.Зварич,

С.М.Комаров,

В.В.Лебедев,

Н.Л.Резник,

О.В.Рындина

Подписано в печать 5.12.2018

Типография «Офсет Принт М», 123001,
Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д. 1

Адрес редакции

119991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8

Адрес для переписки

119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

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

На журнал можно подписаться в
агентствах «Роспечать» — каталог «Роспечать»,
индексы 72231 и 72232

«Арзи» — Объединенный каталог
«Пресса России», индексы — 88763 и 88764
(рассылка — «Арзи», тел. 443-61-60)

«МАП» — каталог «Почта России», индексы
99644 и 99645.

«Информсистема» — (495) 127-91-47

«Урал-Пресс» — (495) 789-86-36

На Украине: «Информационная служба мира» —
38 (440) 559-24-93

© АНО Центр «НаукаПресс»

Генеральный спонсор журнала
компания «Биоамид»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа Рафаэля Мендозы. В нашей
жизни появляются новые и удивитель-
ные материалы. Подробности
в статье «Ароматичность: инфляция
или расширение концепции?».

*Прогресс отрасли науки
обратно пропорционален
количеству издаваемых
журналов*

Шестой закон Паркинсона

Содержание

Проблемы и методы науки

АРОМАТИЧНОСТЬ: ИНФЛЯЦИЯ ИЛИ РАСШИРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ? А.И.Курамшин... 2

Хемоскоп

ИСКУССТВЕННЫЙ ПЕПТИД УБИВАЕТ ВИРУС ЗИКА.

ЭЛЕКТРОН ОСТАЕТСЯ СФЕРИЧЕСКИМ.

КРИСТАЛЛЫ, ОЧИЩАЮЩИЕ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ. А.И. Курамшин 6

Глубокий эконом

ПЛАСТИК В ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ. С.М.Комаров 8

Криминальная химия

И СНОВА ЛЕКАРСТВО И ВЗРЫВЧАТКА. Е. Стрельникова 13

История современности

ПУНКТИР. ИСТОРИИ ИЗ МОЕЙ ЖИЗНИ. С.В. Голубков 18

Наука и общество

РАССКАЗАТЬ ПРО ОЧЕНЬ — БОЛЬШОЕ И МАЛОЕ. Л.Хатуль 22

Здоровье

АЛЬФА И БЕТА САХАРНОГО ДИАБЕТА. Н.Л. Резник 24

Мемуары Игнобеля

УЗИ СЫРА. С.М.Комаров 28

Сто химических мифов

ВЫКРАСИТЬ И ВЫБРОСИТЬ? И.А. Леенсон 32

Дневник наблюдений

ЧУЖИЕ ПРОТИВ ХИЩНИКОВ. Н. Резник 34

Страницы истории

СТАРАЯ И НОВАЯ НАУКА НИКОЛАЯ КОЛЬЦОВА. С.А. Ястребов 36

Нанофантастика

РОКОВОЙ КОМИТЕТ. Тимур Хаиров 43

Из дальних поездок

КАК Я ХОДИЛ С ШЕРПОЙ В ГИМАЛАЯХ. Л.В.Каабак 44

Панацейка

СЪЕДОБНАЯ ШЛЯПА. ХУДИЯ ГОРДОНИ. Н. Ручкина. 48

Фантастика

ИЗДАЛЕКА ДОЛГО. Ольга Рэйн 50

Поиски смысла

КАРТОИДЫ ДЛЯ ПУТЕШЕСТВУЮЩИХ ТУДА И ОБРАТНО. В.Д. Киселев 58

Химики и лирики

И ЖИВОТНОВОДСТВО!.. Владимир Борисов, Александр Лукашин 64

ИНФОРМАЦИЯ	33	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
КНИГИ	61	ПИШУТ, ЧТО...	62

Ароматичность: инфляция или расширение концепции?

Кандидат химических наук
А. И. Курамшин

В химии термин «ароматичность» не имеет никакого отношения к ароматам и запахам — это одно из ключевых понятий, описывающих строение органических соединений.

Впервые его сформулировал Фридрих Кекуле в 1865 году для описания аномально высокой химической устойчивости бензола C_6H_6 и его производных — вместо реакций присоединения, которые можно было ожидать, глядя на молекулярную и структурную формулы, бензол вступал в реакции замещения. Во времена Кекуле соединения, которые относили к ароматическим, отличались простой структурой, высокой устойчивостью, а их взаимные превращения позволяли получать продукты с полезными свойствами. Ацетилсалициловую кислоту, тринитротолуол, ванилин и многие другие вещества, полученные на рубеже девятнадцатого и двадцатого веков, считали ароматическими только потому, что в них было бензольное кольцо. Но формула бензола, предложенная Кекуле, — шестичленный цикл, с тремя чередующимися двойными связями, не могла объяснить химическую инертность бензола.

В чем причина необычного поведения ароматических соединений, удалось объяснить только в 1931 году. Эрх Хюккель показал, что в молекуле бензола нет двойных и одинарных связей углерод-углерод, а π -электроны атомов углерода образуют единое кольцевое электронное облако, которое Хюккель назвал «ароматическая система». Он же разработал правила: в соответствии с ними к ароматическим относятся молекулы с плоскими фрагментами, способствующими образованию кольцевого электронного облака, которое содержит $4n+2$ π -электронов (n — натуральное число или ноль).

По мере развития химии стараниями химиков-теоретиков концепция ароматичности стала расширяться. Многие химики-теоретики стали привлекать идею ароматичности к различным типам органических соединений и частиц, в том числе и тех, которые были предсказаны только с помощью компьютерного моделирования. Последнее обстоятельство разделило химиков на два лагеря. Первые считают концепцию ароматичности чуть ли не священной и полагают, что применять ее можно только в отношении органических веществ — бензола и его аналогов, в крайнем случае, гетероциклических соединений. По мнению вторых, концепция ароматичности фундаментальна, а значит, ее можно применять для объяснения картины химического связывания, строения и реакционной способности любых объектов, в том числе и предсказанных с помощью расчетов неорганических соединений.

Оставить ароматичность для органической химии

Для сторонников традиционных подходов в химии расширение понятия ароматичности кажется подрывом устоев. К пуристам ароматичности относится химик-теоретик и лауреат

Нобелевской премии по химии Ролд Хоффман, работающий в Корнеллском университете. Еще в 2015 году в редакционной колонке журнала «American Scientist» Хоффман, обрисовав историю открытия, развития понятия и современного понимания ароматичности, сокрушался, что некоторые химики превратно понимают идею ароматичности, применяя ее для объяснения химических связей в плоских и трехмерных неорганических соединениях («American Scientist», 2015, doi: 10.1511/2015.112.18).

В своей статье Хоффман отметил, что такие химики пытаются «сделать себе рекламу» на ароматичности. Конкретно в рекламе Хоффман обвинил Александра Болдырева из Университета Юты и Лай-Шен Вона из Университета Брауна. По мнению Хоффмана, работы этих двух химиков девальвируют изысканную классическую концепцию. Чем же провинились перед теоретической химией Болдырев и Вон?

Исторически, начиная с правил Хюккеля, химики привыкли объяснять устойчивость органических молекул (а в ряде случаев и неорганических — боразол, неорганический бензол, $B_3N_3H_6$) образованием многоцентровой многоэлектронной химической связи за счет π -электронов молекулы. Однако Болдырев, Вон и их последователи полагают, что ароматические свойства могут проявлять также и σ - и δ -химические связи, а также допускают возможность существования смешанных типов ароматичности. Хоффман заявляет, что нет никакого шанса получить в значительных количествах многие из соединений Болдырева, Вона и их единомышленников.

В своих рассуждениях о природе ароматичности Хоффман добавляет к правилам Хюккеля два своих критерия принадлежности вещества к ароматическим: во-первых, ароматическое вещество не должно обладать исключительно высокой реакционной способностью, и, во-вторых, его можно выделить и изучить с помощью медленных физических методов исследования — ИК- или ЯМР-спектроскопии (в идеале оно настолько стабильное, что его можно хранить в колбе).

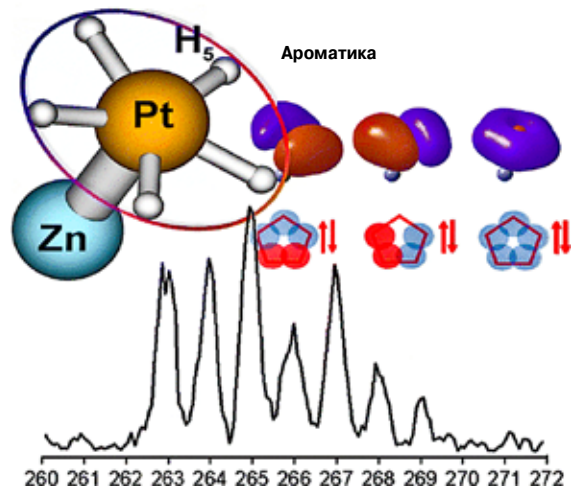
Гневная тирада Хоффмана, обращенная к новаторам в области ароматических соединений, достойна, чтобы ее привести: «Так вот кто делает рекламу — не маркетологи, от которых ее можно было бы ожидать, а ученые. Люди обсчитывают новую молекулу, оценивают ее энергию и видят, что она не будет разрушаться. По мне, существование таких молекул, если оно подтверждено с помощью спектроскопии, самодостаточно. Они настоящие. Тем не менее существует естественное человеческое стремление — хотеть, чтобы наши молекулярные дети были особенными. Поэтому... создатели таких новых молекул ищут в них что-то особенное. Можно ли такие молекулы назвать «ароматическими»? Ароматичность — хорошая штука, она такой остается уже 150 лет. Может, эта молекула более ароматична, или ей присуща ароматичность другого типа? Предположим, что σ -орбитали молекулы тоже формируют оболочку, группу заполненных орбиталей. Тогда эта молекула σ -ароматическая. Это звучит круче, чем старая плоская π -ароматичность. Однако очень часто молекулы, сконструированные с помощью компьютера,

обладают минимальной кинетической устойчивостью. И им никогда не пережить встречу с содержащимися в воздухе химическими убийцами — водой, кислородом».

Ароматичность принадлежит всем химиям

Гневная отповедь Нобелевского лауреата направлена на результаты уже почти 20-летнего сотрудничества Болдырева и Вона. Болдырев — химик-теоретик, в группе которого с помощью компьютерного моделирования определяют, какая из гипотетических молекулярных структур достаточно устойчива, чтобы ее можно было получить. Вон руководит группой синтетиков, которые пытаются получить структуры, спрогнозированные Болдыревым и его коллегами. Чаще всего эта попытка подтвердить квантово-химическое моделирование осуществляется не путем направленного синтеза а исследователи просто направляют на диск, состоящий из атомов представляющего интерес элемента, луч мощного лазера. Получается пучок частиц, который направляют в масс-спектрометр — он и подтверждает наличие в пучке частиц с предсказанным составом. Электронное строение молекул определяют, предсказывая фотоэлектронные спектры модельных соединений с помощью квантовой химии и сверяя результаты моделирования со спектрами, зарегистрированными экспериментально.

Какие результаты принес такой подход? В 2001 году Болдырев и Вон сообщили о плоскоквадратном кластере Al_4^{2-} («Science», 2001, doi: 10.1126/science.291.5505.859). Зафиксировав эту частицу, исследователи заявили, что анион Al_4^{2-} соответствует всем критериям ароматичности, включая $4n+2$ ($n=0$) π -электронов, эквивалентные связи Al–Al и высокую энергию резонансной стабилизации химических связей. В ответе Хоффману, отстаивая свое видение ароматики, Болдырев и Вон написали, что не видят никакой «рекламы» в том, что они отнесли Al_4^{2-} к ароматическим частицам: «Если что-то ходит как утка, крикает как утка и выглядит как утка, это — утка!» Другие структуры, которым Болдырев и Вон приписывают ароматичность, — плоские кластеры бора, для которых было найдено сходство с полициклическими ароматическими углеводородами. Так, например, в соответствии с результатами расчетов и фотоэлектронных спектров, похожий на колесо анион из девяти атомов бора B_9^- также ароматичен, как и бензол («Angew. Chem. Int. Ed.», 2003, doi: 10.1002/anie.200351874). Поскольку некоторые из делокализованных электронов этого аниона — σ -электроны, образующие электронное облако по тому же принципу, что и π -электроны, теоретики сделали вывод, что молекулы проявляют так называемую двойную ароматичность: σ - и π -ароматичность.



1
Экспериментально полученный масс-спектр $PtZnH_5^-$



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Существуют и другие соединения, о которых говорят как о представителях нетрадиционной ароматичности, против которой выступил Хоффман. Например, проявляющий σ -ароматические свойства $PtZnH_5^-$ (рис. 1), полученный в группе Анастасии Александровой из Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе («J. Phys. Chem. Lett.», 2014, doi: 10.1021/jz500322n), δ -ароматический кластер $Ta_3O_3^-$, о котором опять же сообщил тандем Болдырев — Вон («Angew. Chem. Int. Ed.», 2007, doi: 10.1002/anie.200700442) и, наконец, трехмерный аналог фуллерена B_{40}^- («Nature Chemistry», 2014, doi: 10.1038/nchem.1999).

Истина где-то рядом

Наверное, большую часть этих соединений действительно вряд ли удастся хранить в колбе, пусть даже при низких температурах и в атмосфере инертного газа. Тем не менее стоит упомянуть, что задолго до работ Болдырева и Вона химики сообщали о необычных ароматических соединениях, которые были устойчивы настолько, что их выделяли в макроколичествах. Это металлобензолы («Chem. Rev.», 2001, doi: 10.1021/cr990337n) — соединения, в которых C–H фрагмент бензола замещен на атом металла. Заметим, существование металлобензолов и их свойства ранее предсказал сам Ролд Хоффман. Еще раньше Грегори Робинсон с соавторами сообщил («J. Am. Chem. Soc.», 1995, doi: 10.1021/ja00133a045) об ароматичности, присущей треугольному кластеру Ga_3 . Правда, поправки Хоффмана работали в этом случае — стабилизирующие заместители, связанные с атомами галлия, позволили получить соединение, которое могло храниться в колбе.

Болдырев считает, что в последние годы ароматичность стала важной и сильной концепцией, объединяющей устойчивость и характеристики химической связи не только в органических молекулах, но и в неорганических катионах, анионах, радикалах и кластерах. По его мнению, то, что многие из этих частиц нельзя поместить в колбу, не мешает их описывать в терминах ароматичности.

Многие химики-теоретики, пусть и в более мягкой форме, разделяют беспокойство Хоффмана о том, что термин «ароматичность» стали употреблять слишком уж часто. Так, один из ведущих специалистов по квантовой химии — Гернот Френкинг из Марбургского университета имени Филиппа, говорит, что было время, когда он удивлялся — а остались ли еще молекулы или ионы, которым нельзя приписать ароматичность хоть какого типа. Тем не менее Френкинг не обвиняет Болдырева и Вона в подрыве устоев, считая, что их взгляды могут быть полезны для понимания природы материи.

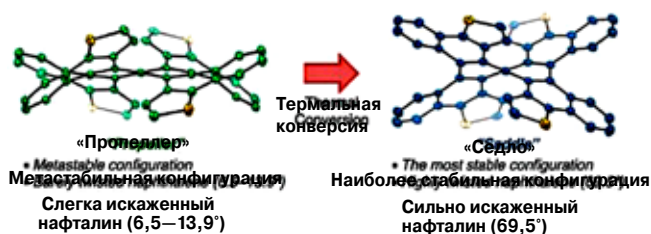
Химик-теоретик из Университета Хельсинки Даге Сундхольм пишет, что его не волнует, можно ли считать ион Al_4^{2-} ароматическим. Для него важнее факт, что такие ионы образуются и есть объяснение тому, почему в эксперименте они образуются в больших количествах, чем другие анионные кластеры алюминия. Сундхольм согласен, что в разговорах об

ароматичности есть самореклама ученых, однако он считает, что вся эта ароматическая шумиха закончится с появлением новых и более надежных методов определения степени ароматичности или другого параметра, который позволит оценивать ароматичность количественно, а не по принципу «проявляется/не проявляется».

Ну а пока дискуссия о том, какие соединения имеют право называться ароматическими, идет с переменным успехом. Появляются и новые вещества, которым их создатели приписывают особые формы ароматичности.

Ароматичность вне плоскости

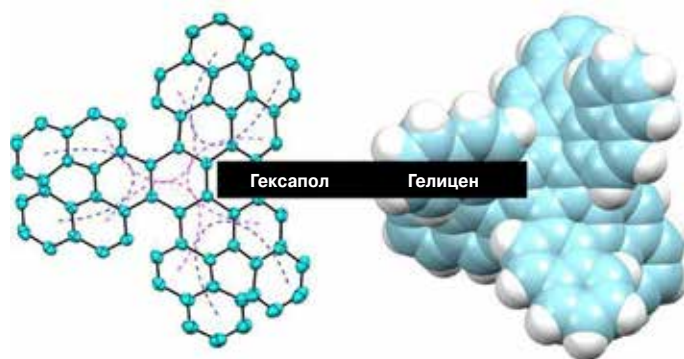
Написанное во всех учебниках правило Хюккеля говорит, что неотъемлемое свойство ароматичности — плоскостное строение молекулы. Однако исследователи уже научились выворачивать ароматические циклы из плоскости, стабилизируя их стерически объемными фрагментами.



2
Термическая конверсия «пропеллера» в «седло»

Исследователи группы Кеничио Итами из Университета Нагои изучали скрученные в спирали молекулы, конденсируя с центральным нафталиновым фрагментом различные ароматические системы. Когда одна из реакций пошла не по заранее запланированному маршруту, оказалось, что продукт — похожая на пропеллер молекула, которая при нагревании переходит в стабильный искаженный седлообразный изомер. В соединении, полученном с помощью термической перегруппировки (рис. 2), угол скручивания центрального бензольного кольца составляет около 36° («Am. Chem. Soc.», 2016, doi: 10.1021/jacs.6b01303). Молекула при этом сохраняет ароматические свойства.

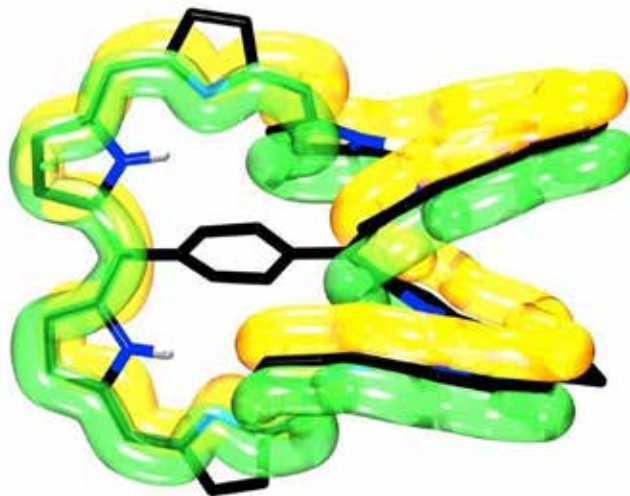
Примерно на такой же угол удалось выгнуть, сохранив при этом ароматические свойства, бензольное кольцо в гелицене — молекуле, состоящей из конденсированных ароматических колец (рис. 3).



3
Изогнутые бензольные кольца в гексаполе и гелицене

Кен Камикава с коллегами из Университета Осаки получили искривленный гелицен с помощью реакции циклоприсоединения сразу трех молекул («J. Am. Chem. Soc.», 2017, doi: 10.1021/jacs.7b07113). Хотя у гелицена нет хиральных атомов

углерода, стерические взаимодействия между циклическими фрагментами теоретически могут привести к образованию двадцати оптических изомеров. Но в результате реакции присоединения образовался лишь один изомер, форма которого напоминает форму пропеллера, в нем угол скручивания центрального бензольного кольца составляет $35,7^\circ$.



4
Ароматическая система с углом скручивания 180°

Однако углы в $35\text{—}36^\circ$ — это ничто по сравнению с ароматической системой, угол в которой равен 180° . Такую систему, в которой наблюдается четырехкратный поворот π -облака (рис. 4), состоящего из 54 электронов, получили химики группы Ацухиро Осуки из Университета Киото («Angew. Chem. Int. Ed.», 2018, doi: 10.1002/anie.201811433).

Мебиусовская ароматичность

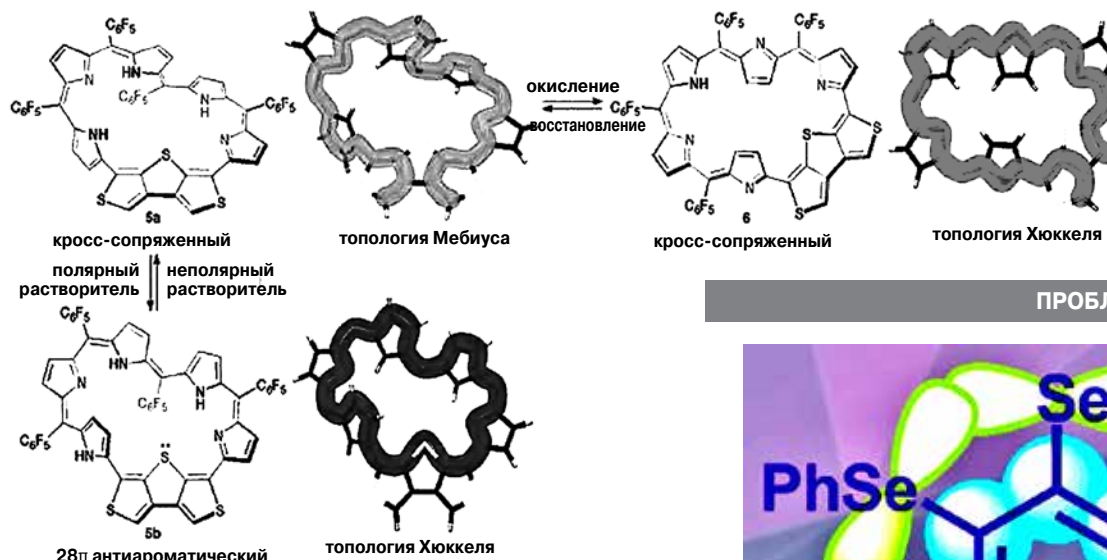
В связи с тем, что единое π -электронное облако может перекручиваться, с 1964 года кроме ароматичности по Хюккелю появилось еще и понятие «ароматичность по Мебиусу». Такая закрученная молекула относится к ароматическим, если в ней присутствует $4n$ π -электронов, а Хюккелевская классическая система (с $4n+2$ π -электронами) становится антиароматической (дестабилизированной).

Какое-то время считалось, что соединение может проявлять либо хюккелевскую, либо мебиусовскую ароматичность, но Хироси Имахоори из Университета Киото получил систему (рис. 5), которая может менять свою топологию, обратимо переходя между двумя этими типами ароматичности («Chem. Sci.», 2018, doi: 10.1039/c8sc02448k).

Ароматичность отвечает за устойчивость, поэтому в неполярных растворителях или кристалле [28]гексафирины, проявляющие мебиусовскую ароматичность и обладающие системой из $4n$ π -электронов, принимают форму ароматических соединений по Мебиусу. Однако при растворении [28]гексафиринов в полярных растворителях их атомы водорода (NH) образуют водородные связи с атомами растворителя, межмолекулярные взаимодействия приводят к изменению конформации молекулы, и она переходит в систему, ароматическую по Хюккелю. Также исследователи обнаружили, что при окислении [28]гексафирина, ароматический по Мебиусу, переходит в [26]гексафирин, топология которого не соответствует ни ароматичности, ни антиароматичности — он характеризуется простым неароматическим сопряжением. Химикам еще предстоит узнать, почему не происходит переход к более устойчивой, ароматической конфигурации.

[28]гексафирины

[26]гексафирин



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Катион, в котором одно ароматическое кольцо находится внутри другого

бензольный дикатион синтезировали («Comms. Chem.», 2018, doi: 10.1038/s42004-018-0057-4).

В этом катионе (рис. 7) шесть пар перекрывающихся σ -орбиталей селена образует вторую ароматическую систему, расположенную вокруг первой ароматической системы — бензольного кольца. Во внешнем ароматическом кольце содержится десять электронов, что соответствует условию хюккелевской ароматичности — $4n+2$ π -электронов. Полученное соединение устойчиво. С помощью рентгеноструктурного анализа исследователи доказали, что атомы селена в гексакис(фенилселенил)бензольном дикатионе находятся в вершинах равностороннего шестиугольника, что является еще одним доказательством образования внешней ароматической системы.

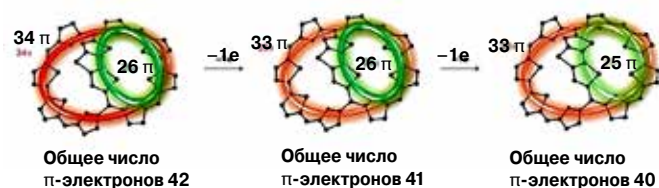
Если посмотреть на самые яркие примеры соединений, которым их создатели приписали тот или иной тип ароматичности, приходится признать, что к призывам нобелевского лауреата не умножать сущностей сверх меры и оставить концепцию ароматичности исключительно для органической химии вряд ли будут прислушиваться. Количество ароматических соединений, которые нельзя свести к правилу Хюккеля, будет расти и далее.

Вероятно, дело не в рекламе, которую делают на ароматичности, а в том, что многие теоретические концепции меняются со временем, и ароматичность — не исключение. Скорее всего, в ближайшее время мы станем свидетелями пересмотра и упорядочения понятия ароматичности, связанного в первую очередь с количественным описанием этого известного всем химикам явления.

5
 Система с хюккелевской и мебиусовской ароматичностью

Бициклическая ароматичность

Бициклическая ароматичность чем-то похожа на мебиусовскую — для проявления обоих этих типов необходимо $4n$ π -электронов, а не $4n+2$, как в электронной системе бензола. Бициклическая ароматичность, однако, характерна только для молекул с триплетным электронным состоянием, то есть когда есть два неспаренных электрона. До 2017 года такая редкая форма стабилизации π -электронов наблюдалась всего несколько раз и всегда для частиц с очень небольшим временем жизни.



6
 Соединение с бициклической ароматичностью

В 2017 году исследователи, работавшие под руководством Донго Кима из южнокорейского Университета Йонсей, получили первый пример стабильного соединения с бициклической ароматичностью («Nat. Chem.», 2017, doi: 10.1038/nchem.2834). Как и у многих бициклических молекул у полученного соединения есть две конкурирующие π -электронные системы, существующие независимо друг от друга (рис. 6). Однако после двухэлектронного окисления и образования бирадикала отдельные электронные облака объединяются в единую 40-электронную π -систему, равномерно распределенную между двумя макроциклами.

Ароматичность «два в одном»

Самый свежий на момент написания этой статьи экспонат в зверинце невиданных ароматических молекул — молекула, в которой одно ароматическое кольцо расположено внутри другого ароматического кольца, полученного за счет перекрывания σ -орбиталей селена. На основании квантово-химических расчетов, существование молекул такого типа предполагалось уже около двух десятков лет, и вот наконец в 2018 году дважды ароматический гексакис(фенилселенил)



Искусственный пептид убивает вирус Зика

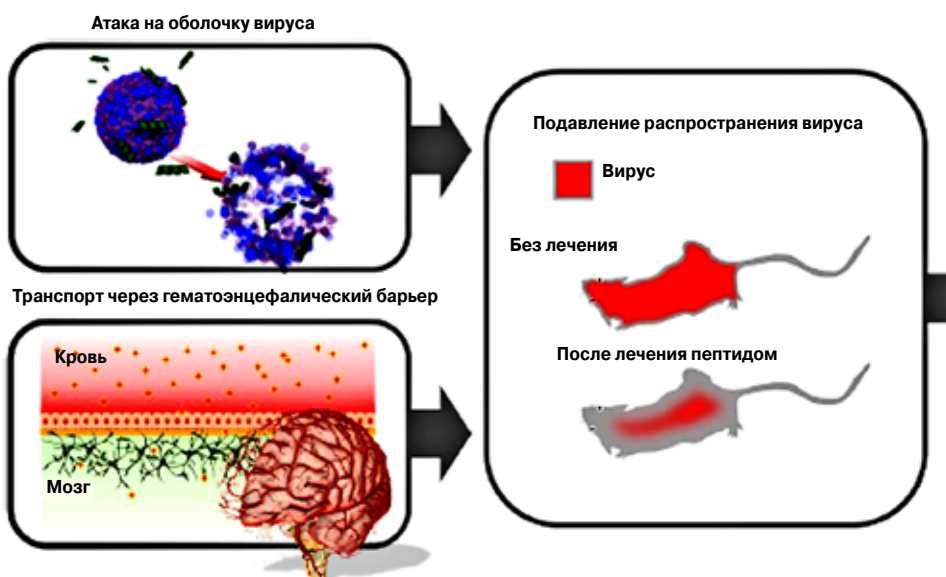
ХЕМОСКОП



Международная группа исследователей получила искусственный пептид, способный разрушать вирус Зика и проникать через гематоэнцефалический барьер в мозг. Если безопасность нового вещества подтвердится, его можно будет применять для лечения и других вирусов, которые переносят кровососущие насекомые («Nat. Mater.», 2018, doi: 10.1038/s41563-018-0194-2).

Исследователи из Сингапура, Бразилии и Бельгии получили α -спиральный пептид из зеркальных изомеров традиционных аминокислот. Новый пептид, который назвали АН-D, может взаимодействовать с мембраной маленьких вирусов, отличающейся высокой кривизной (подобных вирусу Зика), и прерывать их жизненный цикл. Более того — новое соединение проходит через гематоэнцефалический барьер, что не так просто для больших молекул. Между тем способность проникать в мозг очень важна, поскольку вирус может вызвать повреждение мозга и стать причиной нейродегенеративных заболеваний.

Руководитель исследования, Нам-Джун Чо из Наньангского технологического университета в Сингапуре, утверждает, что искусственный пептид мешает вирусу распространяться по организму и, что самое главное, атакует вирус в клетках мозга, — все это подтверждено исследованиями на подопытных животных. При лечении мышей, больных вирусом Зика, с помощью пептида АН-D ученые наблюдали понижение концентрации вирусов в



Разрушение оболочки вируса может остановить инфекцию — он прекращает размножаться и погибает, однако до настоящего времени вирус Зика удавалось победить только в экспериментах *in vitro*. Прорыв, позволяющий надеяться на разработку противовирусной терапии *in vivo*, стал возможен благодаря новому пептиду, составленному из остатков аминокислот, принадлежащих к D-ряду оптических изомеров.

крови лабораторного животного и сокращение очагов воспаления в мозге.

Чо с коллегами предполагает, что причина эффективного взаимодействия пептида АН-D с мембранами вирусов — его особая форма. Что касается способности потенциального «убийцы вируса» проходить гематоэнцефалический барьер, то это может быть связано с амфипатичностью искусственного пептида, то есть присутствием в его составе двух различных функциональных групп.

В литературе описана способность ряда амфипатичных пептидов проникать через гематоэнцефалический барьер, но причины такого поведения пока еще непонятны. Пептид АН-D состоит из двадцати семи аминокислотных остатков, и то, что такая сравнительно большая молекула может попадать в мозг, кажется исключительно интересным, в том числе и для разработки новых лекарственных препаратов.

Пептид АН-D не только разрушает оболочку вируса Зика эффективнее, чем его аналог, состоящий из остатков аминокислот L-конфигурации. Изучение его активности *in vitro* показало, что АН-D подавляет рост и размножение других нейротропных вирусов, структура которых близка к вирусу Зика — вирусу лихорадки Денге и вирусу Чикунгунья.

Электрон остается сферическим

ХЕМОСКОП



Несмотря на все более чувствительные измерения, у электрона не обнаружили дипольного момента, который позволил бы спрогнозировать существование новых экзотических элементарных частиц и поставить под сомнение закономерности Стандартной модели — теоретической концепции, описывающей электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия («Nature», 2018, doi: 10.1038/s41586-018-0599-8).

Сегодня Стандартная модель элементарных частиц точно описывает все измерения, проведенные в лаборатории. Однако она не в состоянии дать ответы на вопросы, возникающие в результате космологических наблюдений, — какова природа темной материи, почему в наблюдаемой Вселенной больше материи, чем антиматерии. Ученые пытаются ответить на эти загадки мироздания, привлекая модель,

включающую суперсимметрию (или симметрию Ферми — Бозе), в рамках которой возможны связь и взаимное превращение бозонных и фермионных квантовых полей. Если говорить проще, теорию суперсимметрии можно назвать «единой теорией поля» — согласно математическим и физическим допущениям, заложенным в ней, вещество может переходить в излучение, и наоборот. Суперсимметрия так-

же предполагает как минимум удвоение числа известных элементарных частиц за счет суперпартнеров: для фотона — фотино, кварка — скварк, хиггса — хиггсино и так далее.

Удвоение количества элементарных частиц должно нарушать пространственно-временную симметрию и поэтому могло бы объяснить космологическую неравномерность распределения материи и антиматерии. Но это нарушение, в свою очередь, должно приводить к потере «элементарности» известных, а не существующих только в моделях, виртуальных, элементарных частиц. Например, некоторые закономерности симметрии Ферми — Бозе говорят о том, что электрон должен обладать электрическим дипольным моментом. В последние пять десятков лет ученые много раз пытались зафиксировать дипольный момент

электрона — несколько неравномерное распределение заряда в электроне, которое могло бы подтвердить расширение единой модели.

Пока у элементарных частиц не наблюдали существование дипольного момента, однако, как говорил космолог Карл Саган, отсутствие доказательств не является доказательством отсутствия — теоретически выкладки говорят о том, что те дипольные моменты, которыми должны обладать элементарные частицы в соответствии с моделью суперсимметрии, сравнимы по величине или даже меньше ошибок экспериментов. Поэтому, очевидно, точность существующих экспериментов не позволяет ни подтвердить, ни опровергнуть существование дипольного момента электрона.

Исследователи, работавшие под руководством Дэвида Демилла из Йельского университета, провели наиболее точный

на сегодня эксперимент, направленный на обнаружение дипольного момента электрона. С помощью лазеров они замедлили молекулы диоксида тория до состояния, характерного для ультрахолодных температур, после чего придали им одинаковое квантовое состояние. При прохождении таких молекул через электромагнитное поле лазерный детектор должен был фиксировать любые изменения в распределении зарядов электронов. Однако и в этом эксперименте, точность которого на порядок превышала точность всех предшествующих экспериментов, аномальное распределение заряда в электроне и, следовательно, его дипольный момент не обнаружили. Как отмечает Демилл, в данной ситуации проще принять то, что у электрона нет дипольного момента и заняться альтернативными теориями.

Кристаллы, очищающие природный газ

В Научно-технологическом университете имени короля Абдаллы (Саудовская Аравия) разработана металлоорганическая каркасная структура, повышающая эффективность очистки природного газа от нежелательных примесей — сероводорода и углекислого газа («Nature Energy», 2018, doi: 10.1038/s41560-018-0267-0).

Вероятно, это поможет получать природный газ в более чистом виде и, соответственно, более эффективно использовать его запасы. Основной компонент природного газа — метан CH_4 , но в нем также содержатся другие газообразные углеводороды и загрязняющие примеси (сероводород и углекислый газ — самые распространенные). Удаление примесей из природного газа позволит добиться более полного и чистого сгорания природного газа и снизит образование оксидов серы. Предполагается, что новый материал сможет удалять H_2S и CO_2 не только из природного газа, но и из других газов, применяющихся в химической промышленности.

Исследование химиков из Научно-технологического университета имени короля Абдаллы ведется в рамках программы развития Саудовской Аравии. Согласно ей, к 2030 году Саудовская Аравия за счет сжигания природного газа должна получать до 70% энергии.

Металлоорганические каркасные структуры (MOF) — это ионы или кластеры металлов, связанные друг с другом с помощью органических молекул (лин-

керов). Такая архитектура позволяет получить правильную кристаллическую решетку с порами большого размера. Варьирование линкеров, металлов и/или кластеров позволяет менять размер пор, каркаса и его реакционную способность, что дает возможность применять MOF в самых различных областях. По словам исследователей, самая главная проблема в создании новой металлоорганической каркасной структуры была в подборе элементов структуры, которые проявляли бы одинаковую селективность связывания к обоим веществам, загрязняющим природный газ — к H_2S , и к CO_2 .

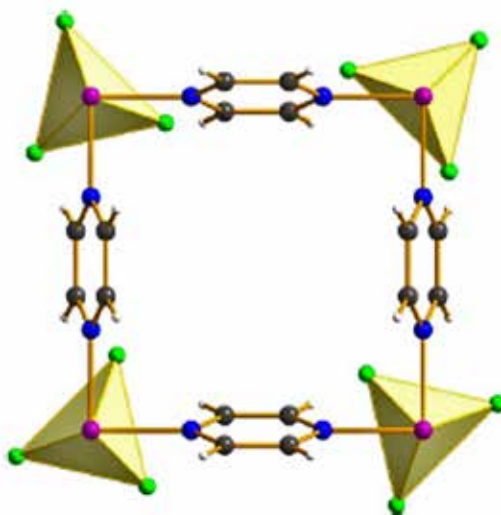
Металлоорганические каркасы, которые можно применять для очистки природного газа от H_2S , или CO_2 , уже существуют, но они могут поглощать либо сероводород, либо углекислый газ. Дело в том, что ионы металлов по-разному взаимодействуют с серой, входящей в состав H_2S , и кислородом

углекислого газа — выделяют «тиофильные» ионы (имеющие большее сродство к сере) и «оксофильные» (имеющие большее сродство к кислороду). Из-за этого ранее полученные MOF, способные очищать природный газ от сероводорода, не могли поглотить CO_2 , и наоборот.

Один материал, способный поглощать оба типичных загрязнителя природного газа, весьма заманчив для промышленной очистки газообразных углеводородов. В перспективе исследователи собираются посмотреть, как эта структура будет очищать природный газ в промышленных масштабах, и, если это возможно, еще в большей степени увеличить эффективность очистки.

Выпуск подготовил
кандидат химических наук
А.И.Курамшин

ХЕМОСКОП



Кристаллическое строение металлоорганической каркасной структуры AIFV-1-Ni (многоугольники — фрагменты AlF_5^{2-})



Фото: С. Комарова

Пластик в циркулярной экономике

С.М. Комаров

Циркулярная экономика — это не та, что управляется циркулярами, а та, где большую часть выброшенных на свалку веществ используют повторно. Считается, что это и только это в рамках рыночной экономики способно как-то побороть девятый вал мусора (в нерыночной экономике такая проблема дополнительно к сбору вторсырья решается нормированием производства и потребления, отчего вал мусора просто не возникает). Для создания подобной экономики, если не прибегать к руководящим циркулярам, нужно использовать экономические стимулы. И такие стимулы имеются, более того, их уже применяют в РФ. Однако если идти прямо по пути замыкания цикла производство — потребление, можно ненароком попасть в беду, в данном случае нанести вред химической промышленности. Каковы ее перспективы в грядущей экономике циркулярного пластика?

Расширенная ответственность

В 2014 году были внесены поправки в отечественный закон об обращении с отходами. Эти поправки предполагали введение так называемого экологического сбора, который должны платить компании, завозящие в страну то, что станет мусором, либо сами его изготавливающие. Экологический сбор большей частью идет в местный бюджет и должен расходоваться на развитие предприятий по утилизации мусора. Есть и другой способ: компания сама или в союзе с коллегами организует сбор и утилизацию своего мусора. Такой мусор изымается из базы для расчета экологического сбора. Все это называется «расширенная ответственность производителя», и в конце 2018 года возникли жаркие споры о том, как же ее реализовать.

Компания платит сбор отнюдь не за весь изготовленный ею мусор, а по утвержденному нормативу. Например, если речь идет об упаковке, то в 2015 году норматив равнялся нулю, в 2016-м утилизировать надо было до 15% всей

упаковки, получающейся в процессе производственной деятельности, а 2017-м — не менее 5 и не более 20%. То есть компаниям давали время на подготовку к реализации нового закона. Аналогично меняется и сама ставка сбора — в 2016 году ее установили на уровне 2378 рублей за тонну бумажной упаковки, 3844 рубля за тонну пластиковой и 2564 рубля за тонну стеклянной. Однако после 2019 года экологические сборы существенно вырастут. Так, пластиковая тара обойдется уже в 10 400 рублей за тонну.

Удивительно, но как стало понятно автору этих строк, побывавшему на специальном мероприятии «Экологические риски: где в России дышится легко», организованном ИД «Коммерсант» в Центре международной торговли 21 сентября 2018 года, за четыре года основные создатели той самой упаковки, которая вызывает наибольшее раздражение, — изготовители пива, прохладительных напитков, молочной продукции — оказались не готовы к такому развитию событий. Одни из присутствовавших на мероприятии представителей бизнеса сетовали, что законодательство несовершенно, выполнять циркуляры с типами упаковки сложно, можно нарваться на штрафы, и в такой ситуации придется переложить экологический сбор на потребителя — поднять цену. (Интересно, что адепты рыночной экономики всегда утверждали: цены при свободном, конкурентном рынке определяются совсем не затратами изготовителя, а платежеспособным спросом населения; тот же, у кого затраты слишком высоки, покидает рынок, освобождая место для более эффективного собственника.)

Другие говорили, что государство за четыре года не наладило систему раздельного сбора мусора, а им своими слабыми силами никак не получается выудить свои банки и бутылки из тех полиэтиленовых пакетов, которые население кидает в мусорный бак. Это при том, что система сбора всевозможных банок и бутылок давно и надежно отлажена с помощью закупочной или залоговой цены. Благодаря ей, например, в Стокгольме важной чертой городского пейзажа оказываются бомжи, бредущие по центральным улицам с огромными тюками из прозрачных пластиковых бутылок за спиной. Без всякой залоговой цены, а просто за счет наличия пунктов скупки металла в Москве и Подмосковье люди неплохо утилизируют алюминиевые баночки из-под напитков, да и прочий металлический мусор.

Третьи отмечали, что отделять пластики от прочего мусора не очень-то нужно — ведь мусорному заводу для сжигания нужны горючие материалы

в составе мусора, а пластик как раз прекрасно поддерживает горение. А изготовители пластиковой упаковки вообще отмечали, что гонения на их товар лишены смысла и где бы мы были без одноразовой пластиковой упаковки. Для убедительности был показан французский комедийный ролик, в котором несчастный покупатель, лишенный привычных полиэтиленовых пакетиков, коробочек и поддончиков, вынужден насыпать натертый сыр себе в карман, наливать майонез в пригоршню или раскладывать аппетитные листики жамбона на рукаве. Предположение о том, что в такой ситуации, идя в магазин, можно прихватить с собой многообразные металлические судки и стеклянные баночки, куда все эти товары прекрасно поместятся, как это было, например, при покупке развесной сметаны в советских магазинах, видимо, авторам ролика в голову не пришло.

Однако, как видно, намерения отечественного правительства весьма серьезны: в недалеком будущем значительная часть мусора, и прежде всего пластикового, будет — усилиями бизнеса или государства — все-таки отделена и отправлена на переработку. То есть серьезный шаг к замыканию производства — потребление пластика будет сделан. Отечественные аналитики еще не напрягли свою фантазию, чтобы оценить последствия для нефтехимии и химии вообще, а в мировом масштабе такая работа идет. Например, аналитический центр «Вуд Маккензи Лимитед» подготовил в сентябре 2018 года доклад «Пластик в циркулярной экономике: хорошие намерения при отсутствии решений», с помощью которого и мы попробуем разобраться в перспективах.

Пики потребления

Главный риск для химиков — добытчиков и переработчиков нефти и газа — состоит в том, что перед ними маячат два пика потребления. Первый — это пик использования ископаемых углеводородов для изготовления топлива. Есть мнение, что усилия борцов за охрану атмосферы от выбросов углекислого газа в конце концов увенчаются успехом и случится переход на альтернативную энергетику. А значит, доля угля, газа и нефти в энергобалансе планеты начнет уменьшаться безотносительно к проблеме исчерпания их запасов.

Нельзя сказать, что мнение это строго обосновано фактами. Вот, например, уголь еще раньше, чем началась активная фаза борьбы с углекислым газом, был заслуженно признан вредным топливом: при его сгорании из трубы летит сернистый газ, превращающийся в серную кислоту и выпадающий кис-



ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

лотным дождем, дым же оказывается источником загрязнения атмосферы бериллием, радиоактивными элементами вроде полония и урана, ртутью и другими тяжелыми металлами. Соответственно, в развитых странах в конце XX века стали переводить угольные электростанции на более дорогой газ. Однако в это же самое время начался и перевод промышленности из развитых стран в КНР и Юго-Восточную Азию. Стало быть, там резко выросла потребность в энергии, которую удовлетворяли самым дешевым способом — за счет сжигания угля. И там его потребление стало расти более высокими темпами, чем сокращение потребления в США и странах Западной Европы (рис. 1). В итоге сжигание вредного угля как росло весь двадцатый век, так и продолжило это делать в двадцать первом, что уж тут говорить о газе, признанном чистым топливом, или нефти. Однако если рост потребления ископаемых углеводоро-

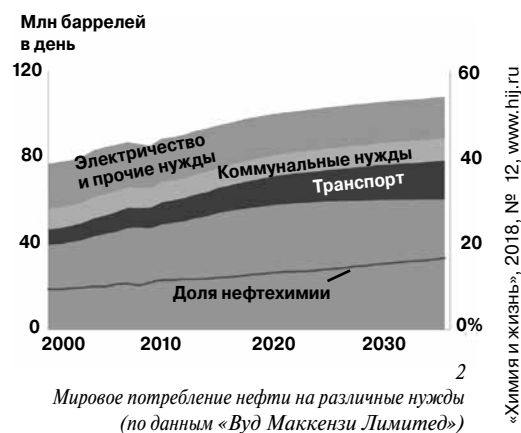
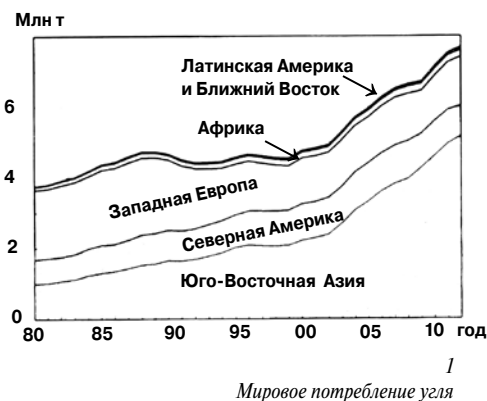


Таблица
Куда в основном идет пластик и как его перерабатывают

Пластик, обозначение	Мировой объем производства, млн т (2015 год)	Исходное использование	Использование после переработки
ПЭТФ, полиэтилентерефталат, PET	20 	Бутылки для газировки, бутылки для питьевой воды, баночки для масла и варенья, бытовой химии, контейнеры для свежей пищи	Бутылки, волокна, автомобильные бамперы, грузовые стропы
Полиэтилен низкого давления, PE-HD	41 	Водопроводные трубы, игрушки, пакеты и бутылки для молока, бутылки для воды, бытовой химии, всевозможные пакеты	Оборудование для детских площадок, садовая мебель, емкости для моющих средств, пакеты для мусора, трубы, композитные доски
ПВХ, поливинилхлорид, PVC	42 	Клеящиеся пленки для непищевой продукции, изоляция для кабелей, жесткие трубы, оконные рамы, покрытия для полов, поддоны для замороженных продуктов	Пакеты, канцтовары, трубы, автодетали, непищевая упаковка, сайдинг и другие элементы отделки зданий
Полиэтилен высокого давления, PE-LD	47 	Упаковка для замороженной еды, гибкие бутылки, всевозможные пленки и пакеты, гибкая упаковка для пищи	Мешки для мусора, пластиковые почтовые пакеты, трубы, геомембраны, композитные доски
Полипропилен, PP	62 	Упаковка продуктов для использования в микроволновке, баночки для йогурта, крышки для пластиковых бутылок, пищевая пленка, одноразовая посуда, трубы систем отопления и водопровода, ящики и другая тара	Ящики и другая тара, трубы и строительные детали, пластиковая мебель, садовый инструмент
Полистирол, PS	19 	Коробочки для яиц, поддоны и прочая упаковка из вспененного пластика, строительная теплоизоляция, одноразовая теплоизолирующая посуда	Электровыключатели, подносы, вешалки. Сайдинг и другие элементы отделки зданий
Другое		Например, поликарбонат. Из этого твердого, но хрупкого материала делают многочисленные контейнеры для салатов, сыров, пирожных и прочих развесных продуктов, бутылки для воды, листы для теплиц и навесов	Добавка до 20% в первичный поликарбонат

дов для энергетики пока неостановим, его скорость все-таки действительно снижается (рис. 2), и при большой фантазии можно соответствующие кривые вывести на плато в районе 2030 года. Так и получается предполагаемый пик потребления углеводородов для нужд энергетики.

Означает ли это кризис в отрасли? Никоим образом. Выпадающий объем заменит рост потребления в химической промышленности, который выглядит вполне стабильным. Тем не менее эта стабильность может оказаться весьма обманчивой, ведь некоторые аналитики указывают, что и тут возможны серьезные изменения, способные привести ко второму пику потребления. Это пик

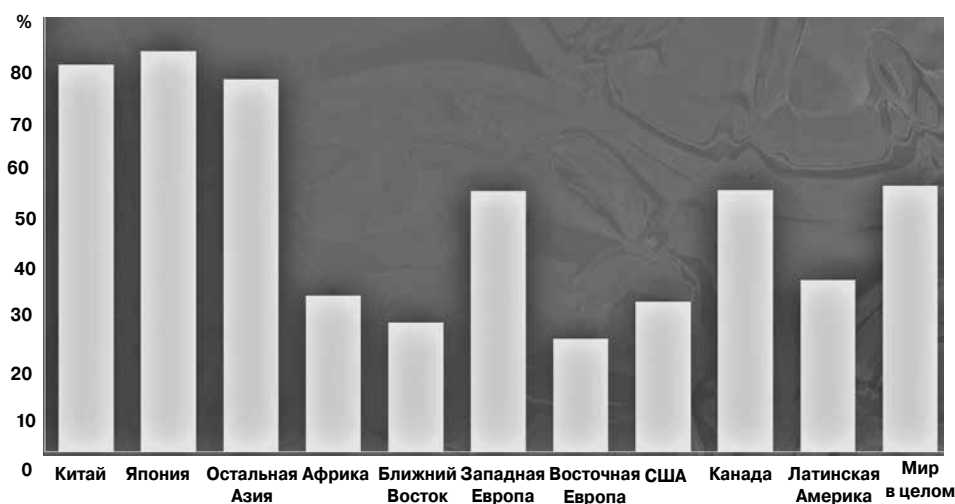
основной продукции органического синтеза — пластика. В 2015 году суммарное производство шести основных пластиков (см. таблицу) составило 230 млн т от общего объема 269 млн т. да еще 53 млн т пошло на изготовление волокон. Причиной же возможного пика называют именно непримиримую борьбу, объявленную сделанной из них упаковке, ведь на ее изготовление идет 35—45% пластика.

Главная упаковка

Защитники окружающей среды совершенно справедливо указывают, что просто так выбрасывать пластики нельзя, потому что вещества эти антропоген-

ного происхождения и глубоко чужды природе. Стало быть, в естественный цикл круговорота веществ они никак не вписываются и создают многосотлетнее загрязнение природных ландшафтов и экосистем. Причем уже давно заметное невооруженным глазом, начиная от пакетиков и бутылок, разбросанных по лесам и полям вокруг любых населенных пунктов, от мелкой пластиковой крошки на поверхности воды у пляжей популярных курортов и заканчивая многосоткилометровой мусорной воронкой посреди Тихого океана (см. «Химию и жизнь», 2009, № 10). При этом основными объектами критики оказываются одноразовые пластиковые вещи, прежде всего упаковка, и соответственно, компании, применяющие ее. Очевидно, что, если критика возымеет свое действие, использование пластика для упаковки сократится, а с ним и общее мировое производство таких пластмасс, как полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат и поливинилхлорид. То есть самых массовых. Насколько возможна такая перспектива?

Сама по себе пластиковая упаковка действительно чрезвычайно удобна, тут авторы упомянутого ролика совершенно правы. Более того, во многом благодаря ее широкому распространению в конце XX века мы обязаны тому многообразию продуктов, произведенных в самых разных концах света, которые вследствие глобализации рынков собираются на одной и той же полке супермаркета. В самом деле, совершенно невозможно себе представить, чтобы, скажем, йогурт из южно-тирольского Брьюника во флягах (как это делали раньше со сметаной) привезли куда-нибудь в Неаполь и там разливали бы в стеклянные баночки покупателей: продукт за время долгого путешествия попросту испортится. А теперь — пожалуйста: этот йогурт, расфасованный в стерильные баночки из полипропилена, накрытый прочной фольгой, прекрасно совершает путешествия на тысячи километров, обеспечивая территориальное разделение труда. Стерильная упаковка, покрытая изнутри слоем водонепроницаемого полиэтилена, позволяет ввозить в Москву, на самый емкий рынок страны, молоко хоть из Белгорода, хоть из Сарапула, хоть из Омска. Упакованная в судки из вспененного полистирола или поливинилхлорида и покрытая полиэтиленовой пленкой курица или индейка также совершает безо всякого вреда для себя дальние путешествия. А значит, крепнут экономические связи, ускоряется оборот товаров и денег, страна, да и весь мир, получает стимулы для развития многих отраслей промышленности — сельского хозяйства, пищевой, химической,



ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

3
Сбор ПЭТФ-бутылок в разных регионах мира (по данным «Вуд Маккензи Лимитед»)

транспорта. Представить себе аналогичные путешествия еды в бумажной или стеклянной упаковке невозможно — первая ненадежна, вторая слишком тяжела. В общем, в США и Западной Европе — том самом золотом миллиарде, который потребляет больше всех остальных 6 миллиардов населения планеты, вместе взятых, и, стало быть, данные по нему дают наиболее общую картину, — сегодня в пластик упаковывают более половины всех товаров. За ним по распространенности следуют дерево и металл. При этом вес пластиков составляет всего 20% от общего веса упаковки, и этот показатель продолжает падать: материалы становятся лучше, и упаковку можно делать тоньше. То есть пластиковая тара не только увеличивает сохранность продуктов, снижая их производство, но и сокращает расход топлива на перевозку.

Отсюда следует простая и ясная мысль: отказываться от пластиковой упаковки дорого, да и не нужно. Поскольку население планеты растет,

равно как и его благосостояние, расчет как потребление товаров, так и потребность в пластике для их упаковки. Получается, что химическая промышленность надолго обеспечена заказами на производство пластика, а газовики и нефтяники — на поставку сырья для них. Но смогут ли эти заказы покрыть возможное сокращение числа потребителей топлива из-за внедрения электромобилей и прочей альтернативной энергетики? И не повредят ли меры, направленные на замыкание экономики и переходу к использованию уже созданного вместо изготовления чего-то нового, то есть движения к экономике снижающихся оборотов Вальтера Штаеля (см. «Химию и жизнь», 2013, № 12)?

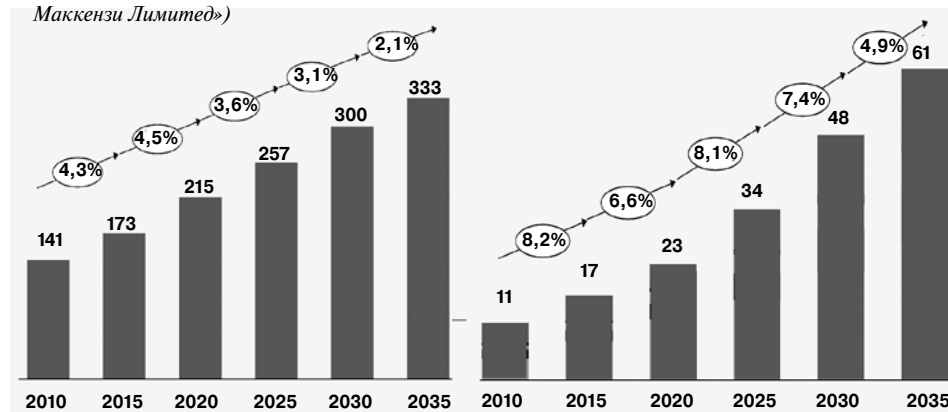
Хитрость переработки

На возможности переработки пластика сильно сказываются форма изделия и связанный с ней состав. С этой точки зрения есть две принципиально разные формы, которые принимает пластик: пленка и объемный предмет, та же бутылка. Объемные предметы собирать гораздо легче и выгоднее, чем пленку, особенно если они тяжелые: сборщику оплата идет по весу. Поэтому, как это ни парадоксально, чем тоньше стенки бутылки — а у современных бутылок для

розлива негазированной воды они уже приблизились к толщине пластиковых пакетиков, — тем меньше у нее шансов попасть в переработку. В результате пластиковая канистра для молока оказывается экологически чище, чем картонный пакет — у канистры толстые стенки, а состоит она из одного типа пластика. То есть ее выгодно собирать и удобно перерабатывать. Пакет же многослойный, переработать его трудно, ведь картон покрыт алюминиевой фольгой и полиэтиленом. В ходе переработки получается так называемый полиалюминий — смесь металла и пластика, разделять которые невыгодно. Его используют как наполнитель для полиэтиленовых композитов. Пищевые пленки, на первый взгляд монолитные, могут на самом деле быть многослойными композитами, содержать минеральные наполнители, улучшающие барьерные свойства, или бактерицидные летучие добавки. Собирать такие пленки нерентабельно, перерабатывать, не зная состава, и вовсе трудно. Да и у технолога возникает головная боль — пленка забивает оборудование, и оно портится. В общем, все это приводит к тому, что упаковка в виде пленок (если это не отходы какого-то крупного производства) почти не поступает в переработку. Так, у полиэтилена, из которого в основном и делают пленки, уровень переработки мал — 10%.

А вот бутылки из ПЭТФ находятся в числе рекордсменов: в мире перерабатывают более 55% этого пластика, причем рекордсмены — японцы, китайцы и другие жители Азии — достигли уровня выше 80% (рис. 3). Однако 70% такого вторичного пластика идет на производство волокон, а в новые бутылки превращается не более 10%. Связано это с тем, что вторичный пластик сложно отмывать от загрязнений, а это важно, когда речь идет о контакте с пищей. Если же его отмыть, то вторичный пластик станет дороже первичного. Впрочем, и тут возникают проблемы с химическим составом: в пластик для бутылки могут добавить пигмент, чтобы вода казалась голубой, как бы родниковой, или просто сделать товар узнава-

4
Прогноз роста производства первичного пластика четырех основных видов — полипропилен, полиэтилен высокого и низкого давления, полиэтилен-терефталат — и их переработки (по данным «Вуд Маккензи Лимитед»)





ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

емым, скажем, зеленого цвета. Получится окрашенный композит. Можно улучшать механические или барьерные свойства какими-то наполнителями или другими полимерами. При переработке пластика с разными добавками будут

перемешаны и получится проблема: состав материала — а это, как правило, пластиковые гранулы — оказывается переменным и, значит, свойства — цвет, прочность, температура размягчения и прочие — меняются от партии к партии. Технологию такое разнообразие свойств никак не доставляет радости. Неслучайно в Швейцарии, и не только в ней, строго соблюдают правило сортировки пластикового мусора по видам; например, ПЭТФ-бутылки отдельно, а полипропиленовые пробки к ним — отдельно. Есть даже сортировочные машины, которые разделяют раздробленные частицы пластика по их спектральным характеристикам. Впрочем, вряд ли это помогает полностью избежать как смешения разных полимеров, так и попадания в продукт переработки всевозможных наполнителей. Поэтому со временем стоит ожидать постепенного их накопления в пластике. Нечто похожее происходит со стальным ломом, в котором неизбежно накапливается медь из проводов — ее никаким металлургическим процессом не уберешь.

Как бы то ни было, сегодня доля вторичного пластика составляет 10% от производства первичного (рис. 4). Усилия, предпринимаемые в мире, впрочем, ведут к росту сбора, сортировки и переработки такого мусора, и следствие — высокие темпы роста доли вторичного пластика: к 2025 году она должна в среднем составить уже 20%. В Европе эта цель уже достигнута. Так, у лидеров — Норвегии и Швеции — более 40% собранного пластика идет в переработку, остальные почти 60% — на получение энергии. Немного от них отстали ФРГ, Чехия, Ирландия и Испания, где на переработку отправляется более 30% пластика. При этом в Швейцарии, Австрии, ФРГ, Нидерландах и Швеции — где действуют запреты захоронения пластика на свалках — удается собрать почти весь полимерный мусор (рис. 5). В целом же в Европе (без СНГ и Сербии) в 2015 году сделали 60 млн т пластика при потребности 50 млн т, из них 27 млн т было собрано, а потом 8 млн т переработано, 12 млн т использовано для получения энергии, а 7 млн т — захоронено. Этот год считается переломным, поскольку количество переработанного пластика впервые превысило количество безвозвратно потерянного.

Вовлечение в оборот вторичного пластика, несомненно, скажется на химической отрасли: скорость роста объемов производства первичного пластика замедлится и может даже упасть ниже скорости роста мирового ВВП. Однако это в процентах. А в абсолютных числах все просто замечательно для химиков: за четверть века, начиная с 2015 года, это производство вырастет более

чем в два раза. Так что и переработка пластика никоим образом не приведет к снижению его использования и, стало быть, потребности в нефтегазовом сырье для его изготовления. Аналогично ситуация обстоит и с искусственными волокнами. Поскольку посевные площади под хлопок, лен, коноплю и прочие природные волокна не увеличиваются, а сокращаются из-за потребности в выращивании еды и эрозии почвы, спрос на искусственные волокна может только расти. Хотя доля волокон, выпускаемых из переработанных бутылок, и будет расти, однако это никак не покроет общий рост потребности в тканях: без новых искусственных волокон не обойтись. Ну и конечно же низкие нефтяные цены — вот то проклятье, что мешает развитию всяческих природоохранных инициатив, в частности по использованию вторичных пластиков.

Таким образом, аналитики явно намекают, что замкнуть цикл производство — потребление пластиков в обозримом будущем нам никак не удастся в силу объективных причин, а не злой воли воротил химического бизнеса. То есть циркулярный пластик, подобно радуге, будет служить нам указанием цели, отодвигающейся по мере приближения к ней.

Неужели все так безнадежно и нам теперь всегда жить в пластиковом мире, засоренном одноразовой негниющей упаковкой? Не совсем так, при разумной постановке дела некоторая надежда все-таки есть. Ведь смогли же японцы и китайцы если не зациклить производство — потребление ПЭТФ-бутылок, то хотя бы почти полностью собирать эти бутылки и использовать для изготовления одежды. И швейцарцы научились собирать весь пластиковый мусор — на свалке у них пластика нет (рис. 5).

Видимо, для того чтобы облегчить задачу сбора и переработки пластика, нужны меры регулирования, которые позволят унифицировать пластиковую тару, снизить разнообразие применяемых полимеров, отказаться от использования цветных пигментов, сделать выгодной ее сбор и переработку. Ну а ту тару, что собирать и перерабатывать трудно, прежде всего всякие пленки, мелкие банки, одноразовую посуду и прочее, нужно с помощью циркуляров сделать биоразлагаемой. То есть запретить ее изготовление из полиэтилена, полипропилена и других «нефтегазовых» полимеров. Такая упаковка будет стоить дороже, но зато мир станет чище, а пластик получит шанс стать циркулярным не на жалкие несколько процентов, как планируется к 2035 году, а на десятки.



5

Использование пластикового мусора в странах ЕС+Норвегия и Швейцария. Рамкой отмечены страны, где запрещено захоронение пластика



И снова лекарство и взрывчатка

Е. Стрельникова

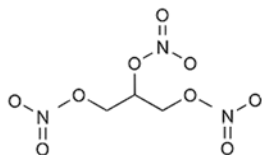


Художник Н. Колпакова



Нитроглицерин — на вкус и в бутылке

«Нитроглицерин», в отличие от «мелинита», слово всем знакомое. Кто-то пользовался таким лекарством, кто-то слышал о такой взрывчатке, большинство же читателей знает, что это одно и то же соединение. Кстати, название «нитроглицерин», с точки зрения химика, неверное. В нитросоединениях нитрогруппа ($-\text{NO}_2$) связана с атомами углерода, а в молекуле



нитроглицерина — с атомами кислорода:

Нитроглицерин принадлежит к числу сложных эфиров азотной кислоты, это тринитрат глицерина.

В природе такого вещества (как, впрочем, и любого взрывчатого вещества) нет. Его впервые получил в 1846 году итальянский химик, профессор химии Высшей туринской технической школы Асканио Собrero, который занимался нитрованием разных органических веществ и однажды обработал смесью азотной и серной кислот всем известный глицерин. Свое открытие он целый год скрывал: свойства нового вещества вызывали у него опасения.

Вещество, которое Собrero поначалу назвал «пироглицерин» (от греческого *πυρ* — «огонь»), оказалось вязкой бесцветной жидкостью, практически не растворяющейся в воде и тяжелее воды более чем в полтора раза. Собrero описал вкус вещества (да, в те времена химики пробовали вновь полученные вещества

на вкус). Неприятным было то, что прием «пироглицерина» вызывал головную боль. Опыт с собакой показал, что он токсичен. А еще Собrero обнаружил, что эта жидкость взрывается от самых разных воздействий: и при нагревании, и при ударе, и от сотрясения, и даже при длительном хранении из-за разложения. В результате одного из таких взрывов осколки посуды изранили химику лицо и руки. В то же время при поджигании он неохотно загорается и далее горит без взрыва.

Неужели строптивый нрав нитроглицерина не нашел отражение в остросюжетной литературе? Разумеется, нашел. Есть немало книг и фильмов, в которых одни люди угрожают другим бутылкой с бесцветной маслянистой жидкостью, которая вот-вот взорвется, стоит лишь ее хорошенько встряхнуть. Первым, наверное, этот сюжетный ход в 1959 году использовал Эд Макбейн в повести «Способ убийства» из цикла «87-й полицейский участок». В участок является безумная женщина с бутылкой, наполненной бесцветной жидкостью, и пистолетом. Она требует выдать ей детектива Стива Кареллу, который «виноват», что ее муж-грабитель скончался в тюрьме.

«Вирджиния вынула руку из сумки, и в ее руке оказалась бутылка с бесцветной жидкостью. Она осторожно поставила бутылку на стол, а Уиллис оглядел бутылку со всех сторон.

— Это может быть просто водичка, мадам.

— Хочешь проверить? — спросила Вирджиния.

— Я? Что вы, мадам! Разве я похож на героя?»

Кареллу мадам намерена застрелить из револьвера, а «нитро» она прихватила «для страховки». Дальше действие разворачивается вокруг злосчастной бутылки. Все полицейские, втянутые в эту историю, просчитывают варианты развития событий и свои действия.

«Это произойдет очень быстро и громко. Взрыв будет слышен далеко, даже в 88-м участке. От него может выпасть из кровати даже комиссар полиции. Конечно, если предположить, что у нее в сумке действительно бутылка с нитроглицерином. Но мы, к сожалению, не можем вести себя так, как будто у нее ничего нет. Значит, мы должны верить Вирджинии на слово и считать, что бутылка так же реальна, как и 38-й калибр. Тогда можно прийти к одному выводу. Мы не можем рисковать и играть в сыщиков и разбойников, потому что нитроглицерин — очень сильная штука и взрывается от малейшего толчка».

Макбейн не был бы Макбейном, если бы не заставил читателя напряженно следить за каждым движением героев и волноваться, несмотря на очевидность обязательного по законам жанра хеппи-энда. Особенно захватывающая сцена решающей схватки: «И Хейз сделал прыжок. На этот раз он услышал, как пуля просвистела у головы. Он схватил Вирджинию за правую руку как раз в тот момент, когда она прицелилась в бутылку на столе, туго сжал ее запястье, а она со звериной силой старалась вырваться и достать бутылку другой рукой. Хейз высоко поднял ее руку и ударил об стол, чтобы выбить из ее пальцев револьвер. Бутылка скользнула к краю стола...»

А что дальше? Стоит почитать Макбейна. И узнать, кстати, был ли в бутылке нитроглицерин, или Вирджиния блефовала.

А в книге «Человек из Санкт-Петербурга» британского писателя Кена Фоллета, написанной в 1982 году, бутылкой с нитроглицерином английским детективам угрожает анархист из Санкт-Петербурга с исконно русским именем Феликс (не иначе как по образу Юсупова). Дело происходит накануне Первой мировой войны. Феликс пытается сорвать секретные британско-русские переговоры. Но англичане тоже не лыком шиты, и злодею устроена засада. Все же Феликсу удается швырнуть свою бутылку!

«Брошенная бутылка на лету несколько раз перевернулась. Она должна была упасть всего в пяти шагах от Уолдена. Если ударится об пол, непременно взорвется. Уолден бросился к летящему сосуду. Описав невысокую дугу, он начал медленно опускаться. Уолден вытянул к нему обе руки. Поймал. Но пальцы предательски скользили по стеклу. В панике он засуетился, чуть было не выронил бутылку из рук, затем ухватил ее вновь. «Ради всего святого, — молил он про себя, — не дай ей выскользнуть».

Как вратарь, поймавший футбольный мяч, он прижал ее к груди и развернулся по ходу движения бутылки; затем потерял равновесие и упал на колени, но выпрямился, по-прежнему прижимая к себе опасный сосуд и думая про себя: «Сейчас мне конец». Но ничего не последовало. Все остальные непрерывно смотрели на него, коленопреклоненного, державшего бутылку, словно новорожденного младенца. Тут один из детективов упал в обморок».

Человек, поймавший бутылку, — лорд Уолден, один из участников секретных переговоров. Именно аристократ, а не слабовольные детективы, сумел спасти всех от неминуемого взрыва. А Феликс под шумок исчез, чтобы наделать новых бед. Вообще-то от такой тряски нитроглицерин вполне мог сдетонировать. Но эта коварная жидкость ведет себя непредсказуемо, и не всегда сотрясение приводит к взрыву.

Интересно, что тот же самый сюжетный ход, который придумал Эд Макбейн в 1959 году, полвека спустя использовал киносценарист Эдуард Володарский в сериале 2009 года

«Террористка Иванова». С бутылкой нитроглицерина и pistolетом покойного мужа женщина приходит в отделение милиции расправиться с майором милиции, из-за которого, по мнению женщины, ее муж умер в следственном изоляторе. Правда, Полина Иванова — не чета полубезумной Вирджинии Додж, она сугубо положительная главная героиня сериала. Но нитроглицерин, pistolет, участок и мотив — те же самые. Только повесть Макбейна поинтересней.

Диатомит и динамит

Непредсказуемость и чувствительность нитроглицерина хороши для детективов, но мешают его практическому использованию. Как пишет Эд Макбейн, «даже специалисты по сейфам, кроме скандинавов, больше не используют нитроглицерин для того, чтобы вскрывать сейфы. Он слишком непредсказуем. Я, правда, знал медвежатников, которые применяли нитроглицерин, но они держали его в термосе из предосторожности».

И на протяжении нескольких лет после открытия Собrero нитроглицерин никак не могли приспособить к практическим задачам. Пока за решение проблемы не взялся молодой швед Альфред Нобель.

Детство Альфред Нобель провел в Петербурге, где получил домашнее образование. Его отец Эммануил Нобель, изобретатель-самоучка из шведских крестьян, был владельцем завода по производству подводных мин собственной конструкции для Морского министерства Российской империи. В семнадцать лет отец отправил Альфреда практиковаться в химию в парижскую лабораторию знаменитого Теофиля-Жюля Пелуза. У Пелуза учились и Асканию Собrero, и профессор Николай Николаевич Зинин, который обучал Альфреда химии в Петербурге. Альфреда интересовала химия взрывчатых веществ: семейный бизнес Нобелей в Петербурге требовал этих знаний.

Перед началом Крымской войны Альфред вернулся в Петербург. Именно тогда, в 1852 году, Н. Н. Зинин показал Нобелем действие нитроглицерина. В этот период Зинин вместе с военным инженером Василием Фомичом Петрушевским работали над проблемами получения и использования нитроглицерина. Заинтересовался веществом и Альфред Нобель. Но после Крымской войны, в которой Российская империя потерпела поражение, завод Нобеля перестал получать заказы правительства и обанкротился. В 1859 году Эммануил с женой и младшим сыном покинули Россию, а остальные сыновья остались. Людвиг и Роберт в конечном счете заложили основу российской нефтепереработки, а Альфред продолжил занятия химией взрывчатых веществ.

Он сконструировал детонатор, который позволял дистанционно взрывать смесь пороха с нитроглицерином. Однако в России получить патент на взрывчатые вещества было невозможно, и Альфред уехал в Швецию к отцу. Там он взял патент и начал производство нитроглицерина. Однако и при изготовлении, и при транспортировке этого опасного вещества регулярно происходили взрывы, производство его начали запрещать в европейских странах. Альфред ломал голову над тем, как сделать его «сговорчивее».

Согласно легенде, Нобель заметил, как нитроглицерин из разбившейся бутылки впитался в рыхлый наполнитель, которым бутылки засыпали для безопасности. Этим наполнителем был диатомит, или кизельгур, или инфузорная земля, — осадочная горная порода, образовавшаяся из останков водорослей диатомей. Клетки диатомовых водорослей покрыты «панцирем» из диоксида кремния.

Про диатомеи красочно написал Ян Ларри в «Необыкновенных приключениях Карика и Вали». Если помните, Карик и Валя, а вслед за ними профессор Иван Гермогенович, уменьшившиеся до размеров муравья, путешествуют в «диких джунглях» среднерусской растительности. В одном из эпизодов профессор и Карик находят в прибрежном иле красивые ажурные корзинки из прочного материала, похожего на сло-

новую кость. Оказывается, эти кружевные конструкции и есть оболочки диатомей.

«— Да, это одноклеточная водоросль. Диатомея! Вернее, оболочка растения.

В этих красивых корзиночках-оболочках живет простая водоросль — диатомея. Вот в этой, — поднял Иван Гермогенович круглую корзиночку, — живет диатомея гелиопельта, в этих треугольных — трицератея, в этой ромбовидной — навикула. То, что ты сейчас держишь в руках, — это только скелеты диатомей. Сами водоросли погибли. Но их твердые оболочки остались. Пройдут еще десятки и сотни лет, а эти удивительные корзиночки не рассыплются от времени».

Карик удивился прочности диатомовых скелетов, а Иван Гермогенович объяснил, что «оболочка диатомей построена из кремнезема. А это очень крепкий материал.

— Вы сказали, что это водоросль. Значит, они в воде живут. Так как же они?..

— Ты хочешь спросить, как очутились они на земле? Очевидно, их выбросило на берег наводнением или бурей. А может быть, очень давно здесь было озеро, которое диатомеи засыпали сверху донизу.

— Такие маленькие? Как же они могут засыпать озеро?

— Да, они малы, но зато их очень много. Они, как пыль в широком солнечном луче, носятся в толще воды. Миллиарды миллиардов. Их жизнь коротка. Они рождаются и, прожив несколько часов, умирают. И день и ночь на дно морей, озер и рек падает, не прекращаясь, дождь мертвецов. Их трупы ложатся на дно. На трупы падают новые трупы. Слой за слоем, все выше поднимаются миллиарды диатомовых трупов. И вот проходят тысячи лет. Диатомеи поднимаются со дна реки островами, отмелями. Река разделяется на рукава, на дельты. Меняется и русло реки. Изменяется ее география. Огромные озера превращаются в болота. Исчезают с географических карт.

На острове недалеко от Ленинграда расположен город Кронштадт. Тридцать километров надо ехать до него по Маркизовой луже. Но через две с половиной тысячи лет из Ленинграда в Кронштадт можно будет пройти, не замочив ног. Трупы диатомовых водорослей покроют Маркизову лужу плотным, крепким грунтом. Как видишь, эти крошки незаметно для человека меняют и самый вид земли».

Вот как образовался диатомит. В чудесной книжке Яна Ларри еще много всего увлекательного о растениях и насекомых с необычной точки зрения. Можно еще добавить, что восхитившее Карика и Валю многообразие форм, которые принимают скелеты диатомей, используется в криминалистике. Для каждой из популяций диатомей, заселяющих различные водоемы, характерен свой видовой состав (всего существует около 10 тысяч видов диатомей). Поэтому в легких человека, утонувшего в реке или озере, будут находиться диатомовые водоросли специфических для этого водоема видов. И криминалисты могут определить, там ли утонул человек, где нашли его тело. Если не там, возникает гипотеза, что погиб он насильственным способом. А теперь мы возвращаемся к диатомиту.

Собственно, диатомит в основном состоит из пористого оксида кремния, великолепного адсорбента. Не зря нитроглицерин так легко в него впитался. Но замечательным свойством полученной смеси оказалась потеря чувствительности, характерной для нитроглицерина, с сохранением его способности взрываться. Только взрыв происходит не от удара или сотрясения, а под действием детонатора (а детонатор Нобель уже изобрел ранее). Этот перспективный продукт, который вывел на новый качественный уровень строительство горных тоннелей и добычу полезных ископаемых, Нобель назвал динамитом. О динамите слышали все. Но известно ли вам о «русском динамите»?

Как мы уже знаем, с 50-х годов XIX века Н. Н. Зинин и В. Ф. Петрушевский работали с нитроглицерином. Петрушевский предположил, что неустойчивость нитроглицерина связана с образованием кислот при его разложении. Уменьшить его чувствительность он решил, смешав нитроглицерин с женой



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

магнезией (оксидом магния), чтобы нейтрализовать кислоты. Петрушевский изготовил материал, подобный динамиту Нобеля, но не получивший известности. Почему? Потому что это были секретные разработки военного ведомства. Патент на изобретение Петрушевский получить не мог, а опыты с нитроглицерином запретили после взрыва на производстве в 1866 году. Уже изготовленный «русский динамит», как его называли впоследствии, много лет валялся на складе невостребованным. А Нобель получил патент на свой динамит только в 1867 году.

Динамит быстро приобрел популярность. Даже в народной песне времен революции 1905 года он упоминается:

Появились во столице
Подозрительные лица.
Трепов, жирный генерал,
Всех жандармов собирал.
Всех жандармов собирал
И такую речь держал:
«Эй, вы, синие мундиры,
Обыщите все квартиры».
Обыскали квартир треста,
Не нашли социалиста,
У курсистки под подушкой
Нашли пудры фунт с восьмушкой,
У студента под конторкой
Пузырек нашли с касторкой.
Собрался тут весь синклит
И решили — динамит.
Динамит не динамит,
А при случае палит.

Целлулоид и гремучий студень

Добавка к нитроглицерину инертного вещества снижает не только его чувствительность, но и мощность взрыва. Поэтому поиск подходящего наполнителя продолжался. В 1875 году Нобель попробовал смешать нитроглицерин с частично проницательной целлюлозой (коллоксилином). Такая нитроцеллюлоза растворяется в смеси спирта с эфиром, образуя вязкий прозрачный раствор — коллодий (от греческого κολλώδης — «клейкий»). После испарения из коллодия растворителя остается прозрачная пленка, не растворимая в воде.

В 1847 году американский студент-медик Джон Паркер Мейнард придумал наносить раствор нитроцеллюлозы в смеси эфира со спиртом на рану. Пленка, которая образуется после высыхания, защищает рану от грязи и воды. Коллодий быстро вошел в медицинскую практику, его упоминают в своих произведениях Вересаев и Пастернак (и не только они), им пользовался доктор Чехов, да и в современной медицине от него до сих пор не отказываются. Свойства этого вязкого клейкого раствора не раз подталкивали мысль исследователей к новым изобретениям. Невозможно не вспомнить здесь о них.

В 1851 году английский фотограф Фредерик Скотт Арчер изобрел новый, революционный для своего времени фотографический процесс, в котором используются стеклянные пластинки с нанесенным на них слоем коллодия и соли серебра.

Такие фотоматериалы оказались чувствительнее и дешевле дагерротипов. Коллодионным процессом некоторые фотографы пользуются до сих пор.

А в 1863 году был изобретен первый в истории искусственный полимер целлулоид. Если быть совсем точными, у него был предшественник, паркезин, но его качество не удовлетворяло потребителей, и от него отказались. А целлулоид придумал американский наборщик и самоучка-изобретатель Джон Уэсли Хайатт, который надеялся получить премию за создание искусственного материала, способного заменить слоновую кость в бильярдных шарах. Награду в 10 000 долларов обещала принадлежавшая звезде американского бильярда Майклу Фелану компания «Phelan and Collander», благодаря чему и вошла в историю науки. Слоновая кость стремительно дорожала, и производители задумались об альтернативе.

Хайатт, далекий от химии, действовал методом проб и ошибок. В одном из экспериментов он взял за основу нового материала хорошо знакомый всем коллодий, смешав его с камфорой под давлением. В результате получился действительно похожий на слоновую кость продукт. В 1869 году изобретатель вместе с братом Исайей запатентовал его под названием «целлулоид». Хайатт оценил перспективы нового материала и основал компанию по его производству. С начала 70-х годов компания называлась «Celluloid Manufacturing Company». Из целлулоида изготавливали зубные протезы, клавиши музыкальных инструментов, оправы очков, съемные воротнички и манжеты, кукол, киноленту, расчески... У этого материала есть один известный нам недостаток: он слишком горюч. Поэтому в середине XX века от целлулоида стали отказываться из соображений безопасности. Но и сейчас именно из него формуют пинг-понговые шарики. Оказывается, такие шарики обладают наилучшей упругостью для этих целей.

Еще одно изобретение, связанное с коллодием, сделал в 1903 году французский химик и художник Эдуард Бенедиктус. Он уронил колбу, стенки которой изнутри были покрыты слоем засохшего коллодия, и обнаружил, что стекло разбилось, но осколки не разлетелись. Коллодий их удерживал. Когда через некоторое время Бенедиктус читал сообщение об автомобильной аварии, в которой лицо пассажирки было повреждено осколками стекла, он вспомнил свое наблюдение. Так было изобретено стекло «триплекс», которое состоит из слоя нитроцеллюлозы между двумя слоями стекла.

Вот каким привлекательным, наводящим на оригинальные идеи оказался для изобретателей коллодий. Про Нобеля тоже пишут иногда, что он, дескать, поранил палец, заклеил рану коллодием, и тут-то его вдруг осенило: а не добавить ли к коллодию нитроглицерин? Но конечно, открытия Нобеля не были случайностью. Он — не Хайатт, который смешивал все подряд. Нобель работал целенаправленно. К нитроглицерину, который, в отличие от пикриновой кислоты, обладает положительным кислородным балансом (избытком атомов кислорода), он добавил коллоксилин, кислородный баланс у которого отрицательный. Это обстоятельство приводило к усилению взрыва такой смеси по сравнению со взрывом отдельных компонентов. Нобель получил мощную взрывчатку, которую прозвали «гремучий студень». Он оказался настолько прост в изготовлении, что этим незамедлительно воспользовались террористы. Бомбой, начиненной «гремучим студнем», 1 марта 1881 года был смертельно ранен император Александр II.

Тринитрин, амилнитрит и попперсы

До сих пор речь шла о нитроглицерине в основном как о спутнике войны и преступлений. Но у него есть и мирные профессии, и не одна. В «Таинственном острове» Жюль Верна колонистам нужен был нитроглицерин для созидательных задач. Жюль Верн описал в своем романе способ получения этого опасного вещества, опустив одну важную деталь. Видимо, не хотел давать рецепт изготовления взрывчатки в руки легкомысленным или злонамеренным людям. Сейчас, когда всем доступен Интернет,

эти предосторожности уже не помогут. А какую именно деталь опустил писатель, вы сами можете определить. Вот описание. «Выпарив глицерин в водяной ванне, Сайрес Смит подлил к нему азотной кислоты и получил, не применяя охлаждающей смеси, несколько пинт желтой маслянистой жидкости.

Все это Сайрес Смит проделал один, в сторонке, вдали от Трущоб, так как не была исключена опасность взрыва. Он принес товарищам сосуд с жидкостью и кратко сказал:

— Вот вам нитроглицерин.

Действительно, это был нитроглицерин — ужасное вещество, обладающее в десять раз большей взрывчатой силой, чем порох, и причинившее уже так много несчастий. Правда, с тех пор как нитроглицерин научились превращать в динамит, смешивая его с каким-нибудь пористым веществом — например, глиной или сахаром, способным удерживать опасную жидкость, им можно пользоваться с меньшим риском. Но в то время, когда колонисты действовали на острове Линкольна, динамит еще не был известен.

— Что же, эта водичка и взорвет наши скалы? — с недоверчивым видом спросил Пенкроф.

— Да, мой друг, — ответил инженер. — Сила действия нитроглицерина будет особенно велика, потому что гранит очень тверд и окажет большое сопротивление взрыву...

Инженер, желавший произвести взрыв страшной силы, намеревался употребить для этой цели не меньше десяти литров нитроглицерина».

Если вы были внимательны, то заметили, что в рецепте не упомянуто... Впрочем, не будем уточнять, и так все понятно.

И конечно, нитроглицерин оказал огромную услугу той части человечества, которая страдает стенокардией или другими заболеваниями, связанными со спазмами сосудов. Это второе после сердечных гликозидов массовое средство при сердечных проблемах. А может быть, и первейшее, если судить по популярности. И его актуальность со временем не ослабла.

Начало медицинскому применению нитроглицерина невольно положил Асканио Соберо, когда в описании нового вещества упомянул, что оно вызывает головную боль при приеме внутрь. На это сообщение обратил внимание врач Константин Геринг, которого называют «отцом американской гомеопатии». Уроженец Саксонии, он уехал в Соединенные Штаты, в Филадельфию, где основал Ганемановский медицинский колледж, одно из лучших гомеопатических учебных заведений в мире. Одна из главных идей гомеопатии — излечение «подобного подобным». Раз нитроглицерин вызывает головную боль, Геринг предложил применять его для лечения именно головной боли. Он дал этому препарату название «глоноин», и оно сохранилось в гомеопатических прописях до наших дней. Но в массовой медицинской практике нитроглицерин не применяли.

За два года до открытия нитроглицерина французский химик Антуан Жером Балар, тот самый, кто открыл бром, синтезировал амилнитрит. Это вещество — «родственник» нитроглицерина, потому что тоже сложный эфир, но не азотной кислоты, а азотистой, и не трехатомного спирта глицерина, а одноатомного изоамилового спирта. Исследователи, работавшие с амилнитритом, отмечали, что его вдыхание понижает кровяное давление. А в 1867 году двадцатитрехлетний врач-шотландец, годом раньше получивший золотую медаль за диссертацию о наперстянке, Томас Лодер Брантон начал применять амилнитрит при стенокардии для снятия боли в сердце.

Вдыхание амилнитрита и других подобных ему алкилнитритов вызывает расслабление гладких мышц, снимает спазм кровеносных сосудов, в результате они расширяются и усиливается кровоток. Оказалось, однако, что у амилнитрита слишком короткий срок действия. Сосудорасширяющий эффект начинается через 30–60 секунд, но уже через 3–5 минут прекращается. При вдыхании амилнитрита кровь приливает к лицу, и оно краснеет, повышается температура, снижается артериальное давление, боль в сердце прекращается, зато возникает головная боль, возможны головокружения. Из-за

кратковременности эффекта и побочных явлений от амилнитрита в кардиологии сейчас отказались.

Но препарат не забыли! Агата Кристи напоминает нам о нем, когда мы читаем «Десять негрят»: «...При некоторых сердечных заболеваниях применяется амилнитрит. Когда начинается приступ, разбивают ампулу и дают больному дышать. Если вовремя не дать больному лекарство, это может привести к смерти.

— Уж чего проще, — сказал задумчиво Ломбард, — а это, должно быть, огромный соблазн.

Доктор кивнул головой.

— Да им и не нужно ничего делать — ни ловчить, чтобы раздобыть яд, ни подсыпать его — словом, им нужно было только ничего не делать».

Конечно, здесь речь идет о преступлении — неоказании помощи. Но в данном случае преступление оказалось недоказуемым, что и привело к кровавой развязке! Но амилнитрит тут не виноват. И мы теперь понимаем, при каком заболевании нужно было вдыхать амилнитрит.

Однако необязательно быть внимательным читателем Агаты Кристи, чтобы помнить об амилнитрите. Этот препарат по-прежнему применяют в медицине, но не для лечения стенокардии, а как противоядие при отравлении цианидами или синильной кислотой. Амилнитрит — метгемоглобинообразователь, а метгемоглобин связывает цианид-ионы в крови, не давая им повредить дыхательные ферменты.

Но это не все. С 70-х годов XX века амилнитрит и другие алкилнитриты стали элементом субкультуры клубов и дискотек под сленговым наименованием «попперсы». Это название имитирует звук, который слышится, когда вскрывают ампулу с амилнитритом. Амилнитрит — летучая жидкость, поэтому давление в ампуле повышенное, при ее разламывании происходит сброс давления и раздается хлопок. Фактически попперсы — это клубные наркотики, которые не вызывают привыкания, но возможна психологическая зависимость. Расширение сосудов при вдыхании алкилнитритов каким-то образом вызывает кратковременную (препарат действует несколько минут) эйфорию, легкое головокружение и некоторые другие ощущения. Попперсы, замаскированные под освежители воздуха, продают уже не в ампулах, а в баллончиках. У амилнитрита действительно есть запах, и довольно стойкий.

Уж не знаю, какое удовольствие можно получить от препарата, вызывающего головную боль и покраснение лица, но последствия вдыхания попперсов могут быть и посерьезнее. Например, они могут вызвать повышение внутриглазного давления и спровоцировать приступ глаукомы, а там уже недалеко до потери зрения! В некоторых странах алкилнитриты относятся к запрещенным препаратам.

В кардиологии амилнитрит уступил место нитроглицерину. Это произошло не сразу. Томас Лодер Брантон проводил опыты с нитроглицерином на животных и испытывал его на себе, но из-за сильной головной боли после приема не решился давать его пациентам. Наконец в 1879 году лондонский врач Уильям Меррелл опубликовал статью о нитроглицерине как средстве от стенокардии. Ему удалось подобрать такую дозировку, при которой побочные эффекты препарата были минимальны, а время действия гораздо продолжительнее, чем у амилнитрита. На один прием Меррелл рекомендовал три капли 1%-ного раствора нитроглицерина.

После статьи Меррелла нитроглицерин прочно вошел во врачебную практику. Через год появилась его твердая форма «тринитрин» — шоколад, смешанный с нитроглицерином. Впоследствии выяснилось, что нитроглицерин прекрасно всасывается через слизистые оболочки и кожу. Поэтому выпускают таблетки для рассасывания под языком и пластыри.

Однако это свойство чудодейственного препарата испытывают на себе рабочие на производстве нитроглицерина. С ним же столкнулись рабочие динамитных заводов Нобеля. У новичков этого производства первое время сильно болела голова. Через



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

какое-то время наступало привыкание и боль прекращалась. Зато в выходные и праздничные дни начинала болеть голова уже у ветеранов производства. Бывали даже случаи смерти от спазма коронарных сосудов. Рабочие, проанализировав явление, придумали способ бороться с воскресной головной болью: втирали нитроглицерин в виски или повязывали голову тканью, смоченной в нитроглицерине. Так медицина впервые столкнулась с «синдромом отмены», его заметили врачи, работавшие на динамитных заводах.

Быстрая всасываемость нитроглицерина через кожу и слизистые делает этот токсичный препарат очень опасным. При отравлении нитроглицерином наблюдаются, как мы уже знаем, головная боль, покраснение кожи лица, понижение артериального давления, головокружение, тошнота и рвота, одышка, обморок... Летальная доза — 210 мг на килограмм веса. То есть нитроглицерином можно убить. И конечно, Агата Кристи и об этом способе убийства написала! В рассказе «Коробка шоколада». Нитроглицерин в нем фигурирует под названием «тринитрин». Вот что она об этом пишет:

«За день до смерти мосье Дерулар в аптеке отпустили лекарство по рецепту мистера Вилсона. Его, кстати, и не надо было специально готовить. Это были таблетки тринитрина. Я попросил показать их, и когда увидел — маленькие таблетки были в шоколадной облатке, — сердце мое бешено забилося.

— Это яд? — спросил я.

— Нет, мосье.

— А каково действие этих таблеток?

— Они понижают кровяное давление. Назначаются при некоторых формах сердечной недостаточности, грудной жабе например. Уменьшают артериальное давление. При атеросклерозе...

— Ma foi! — перебил я его. — Для меня это просто набор слов. Скажите, они могут вызывать сильное покраснение лица?

— Конечно.

— Предположим, я проглочу десять — двадцать таблеток, что тогда?

— Не советовал бы вам этого делать, — сухо ответил аптекарь.

— Но вы все же утверждаете, что это не яд?

— Многими лекарствами, которые не имеют с ядом ничего общего, можно отравиться, — так же сухо ответил он».

Как понятно из названия рассказа, тринитрин в шоколадной оболочке подсунули в коробку с шоколадными конфетами.

Более столетия пользуясь нитроглицерином, медики не знали механизм его действия. А дело оказалось в том, что в ходе превращений в организме нитроглицерин и амилнитрит выделяют оксид азота (II) (его формула NO). Эта молекула и воздействует на специальный фермент, вызывающий расслабление мышечной ткани. За открытие этого механизма американские ученые Роберт Феркголт, Луис Игнарро и Ферид Мьюрад получили Нобелевскую премию по химии 1998 года.

А Альфред Нобель, по иронии судьбы, умер от стенокардии в 1896 году, отказавшись от лечения тринитрином.



Истории из моей жизни



Передовые западные промышленные технологии мы покупали и в советское время. Леонид Аркадьевич Костандов считал, что наши спецы должны на них учиться и расти. В конце семидесятых на Западе появилась красивая технология мембранного электролиза для получения хлора. Ничего подобного у нас не было. Хлор мы получали по старинке — тоже электролизом, но ртутным или диафрагменным. Мембранный же сулил меньшие затраты энергии и большую чистоту продукта. Это был настоящий прорыв в хлорном производстве, и Л. А. Костандов решил, что эту технологию мы должны купить. Вызвал меня и говорит: «Готовься, поедешь в Японию покупать мембранный процесс».

Вот врёт!

Этот разговор состоялся в 1981 году, когда Леонид Аркадьевич уже был заместителем Председателя Совета министров СССР, а поездка планировалась на 1982-й. Готовились мы год, причем основательно. Надо было изучить проблему, потребности, рынок, подготовить контракт. Подготовкой

занималась большая команда, включающая специалистов из «Техмашимпорта» и японской компании «Асахи Гласс» (Asahi Glass Co.).

Мне очень хотелось поехать в Японию, поэтому я добросовестно штудировал литературу про эту загадочную страну, хорошо изучил их химию и, кажется, знал все про объемы и номенклатуру продукции, про организацию НИРовских и проектных работ в Японии. Но более

всего мне помогли книги, которыми меня снабдили сотрудники службы внешней разведки. Это были шесть брошюр, написанных специально для американских военнослужащих, которые находились в Японии в 1945—1952 годах в составе оккупационных войск. Из этих брошюр, переведенных на русский, я узнал множество интересных и полезных подробностей о культуре и быте японцев, их семейных традициях, отношении к работе. Стало ясно, что вскоре я побываю в другой цивилизации, совсем непохожей на нашу.

Перед вылетом мне прислали программу визита. Программа была традиционная — переговоры, подписание контракта. В общем, ничего особенного она не обещала. И вот мы в самолете, рейс Париж — Москва — Токио. Я сижу в первом классе совершенно один.

На фото сверху — дискуссия о производственной тематике в Театре Ленинского комсомола. М.А. Захаров и С.В. Голубков. 1982 г.

Продолжение, Начало в № 10.

Вся остальная делегация, включая японцев, — в эконом-классе. Не успел самолет набрать высоту, как ко мне прибегает японец, представитель компании «Асахи Гласс», которая организовывала нашу поездку, и спрашивает: «Господин Голубков, за что вы получили Ленинскую премию?» Я обалдел. Вот, думаю, разведка шутрит — уже в самолете начала работать! Ответил что-то вежливо-уклончивое. Ведь Ленинскую премию мне дали по спецмиимии. Спустя какое-то время опять прибегает: «Господин Голубков, а что выпускает ваш завод?» Я аккуратно отвечаю, что давно уже не работаю на заводе. Но тут японца оттесняет первый заместитель начальника «Техмашимпорта». «Слушай, ну ты даешь!» — говорит он не то с изумлением, не то с восторгом и протягивает мне журнал «Пари матч». А в нем — громадное, на восьми страницах, совместное интервью со мной и Марком Захаровым о производственной тематике в Театре Ленинского комсомола.

А история такая. Это был 1982 год — год 60-летия СССР. И одна журналистка, Елена Зонина, решила организовать дискуссию со мной и Захаровым. Для этого мне пришлось предварительно посмотреть в Ленкоме несколько спектаклей на производственную тему. Тогда у Захарова вышло три-четыре таких спектакля, я посмотрел их все, хотя названия пьес уже не помню — они явно не входили в число шедевров знаменитого режиссера. Встреча проходила в кабинете Марка Анатольевича. Журналистка записала нашу дискуссию, и ее опубликовали «Московские новости». Статью заметили во Франции, поскольку газета выходила на нескольких языках, и французский еженедельник «Пари матч», очень влиятельный и популярный в то время, подготовил свой большой материал о нашей дискуссии. Однако самое поразительное заключалось в том, что именно этот выпуск журнала раздавали на борту самолета, которым мы летели в Японию. Уникальное, невероятное совпадение! Японцы полистали журнал, увидели меня на множестве фотографий, прочитали, что обо мне написано в самом (!) «Пари матч», и... кардинально изменили программу моего пребывания.

Теперь они уж постарались показать мне все, что только возможно. Но главное — мы подписали замечательный контракт, который устраивал обе стороны. Правда, пока поступало оборудование, а по контракту это обычно происходит не один год, у нас случилась перестройка, и оборудование, как мы говорим, «застыло». Оно так и не было смонтировано в Дзержинске в полном объеме. Но и то, что смонтировали,

нам очень помогло. В сущности, этот контракт подтолкнул нас к идее отказаться от хлорирования питьевой воды и заменить опасный хлор на менее опасный гипохлорит натрия. Сегодня во множестве городов на станциях водоподготовки стоят мембранные установки, потомки тех, что мы получали по «моему» контракту в восьмидесятых годах. На них прямо на месте из раствора поваренной соли получают гипохлорит натрия, который используют для обеззараживания воды.

Поездка была невероятно насыщенной, от информации и впечатлений раскалывалась голова. Что же запомнилось мне по прошествии более чем тридцати лет? Конечно, история про рыбу фугу. Американцы в своих книжках посвятили ей целый раздел, где несколько раз черным по белому было написано, что это смертельная рыба. Не помогло — несколько сот американских военных стали ее жертвами. А вот что рассказали мне японцы. Фугу опасна своими внутренностями, особенно печенью, которая содержит сильнейший природный яд — тетродотоксин. Тем не менее попробовать фугу хотят многие. Во-первых, из-за ее незабываемого вкуса. Во-вторых, небольшие количества тетродотоксина в правильно приготовленной рыбе оказывают, подобно наркотику, расслабляющее воздействие на организм, вызывают эйфорию. Но если неправильно обработать рыбу, то велик риск отправиться к праотцам. И это, как ни странно, третья причина любви гурманов к фугу, это японский вариант русской рулетки. Готовить фугу в ресторанах имеют право только лицензированные государством повара, прошедшие специальное обучение.

Японцы мне рассказали, что во времена американской оккупации в Японии работало не более десятка лицензированных поваров. Они якобы умели по глазам клиента определять, сколько печени фугу можно положить ему в блюдо, чтобы клиент не отправился на тот свет, а только поймал кайф. Фугу я не попробовал. У меня был единственный случай взаимодействия с наркотиком, которого мне хватило на всю жизнь. Это случилось на целине, в Казахстане, где мы с ребятами попробовали зверский напиток — самогон со свежим куриным пометом. У меня нет слов, чтобы описать этот кошмар. Всю ночь я не спал и видел на небе черт знает что. Это был настоящий ужас, о котором страшно вспоминать.

Почему-то запомнился мне японский квартирный вопрос. Точнее — как его решают. Квартирки в Японии маленькие, стены тонкие, бумажные, ну как



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

тут любовью заниматься. Поэтому в Японии построены специальные дома-отели для семейных пар, куда они могут приходить время от времени и ночевать. Конечно, восхитил городской транспорт. Чтобы сделать пересадку с одной линии метро на другую, нужно просто выйти из открывшейся двери поезда и тут же шагнуть в открытую дверь другого поезда, который стоит практически вплотную.

А еще меня впечатлила государственная политика поддержки отечественной промышленности. Например, страховка на новую машину в первые два года очень дешевая, а затем она резко подсакивает в цене. Это намек — купить новую машину выйдет дешевле. Короткий срок службы того или иного товара закладывают при его производстве, и с этим я столкнулся буквально. Президент компании «Мицубиси» узнал, что я играю в волейбол, и подарил мне волейбольный мяч нового поколения, весь насквозь химический. При этом он сказал, что мяч будет служить верой и правдой, но только один год. В Москве я рассказал эту историю своим друзьям по волейболу, и мы тут же про нее забыли, а просто наслаждались игрой, потому что мяч был действительно замечательный. И вот однажды мне пасуют, я отбиваю мяч, а он издает пыш-ш-ш-ш... и скукоживается. Я прикидываю — сколько времени прошло? Точно, год, день в день!

Когда я вернулся в Москву, меня попросили встретиться с химиками из институтов и предприятий и рассказать им о поездке, о японской химии и Японии. Мне выделили большой зал в гостинице «Космос», который был забит под завязку: пришли не только химики, но и гэбэшники, и журналисты. Моя лекция длилась 7 часов 12 минут, целый рабочий день. Когда лекция закончилась, меня спросили — сколько лет вы прожили в Японии? Я говорю — десять дней. И тогда кто-то из зала выкрикнул: «Вот врет!» Не врал я — ни тогда, на лекции, ни сейчас, в этой новелле. Потому что «жизнь — это правдивая история». Так, кстати, девиз журнала «Пари матч».

Кольцо с бриллиантом

Через год после моего назначения на должность замминистра меня сделали сопредседателем Постоянной комиссии СЭВ по сотрудничеству в области химической промышленности СССР — Польша. Причем назначили, нарушив все правила, ведь я работал со спецхимией, то есть с государственной тайной и сверхсекретной информацией. А тут — совместная работа с иностранным государством, пусть даже и социалистическим. Сопредседателем со стороны Польши выступал Ежи Копытовский, заместитель министра химии Польши.

Вообще, экономическое сотрудничество между странами соцлагеря, организованное в рамках Совета экономической взаимопомощи, было мощнейшим. Одна только наша комиссия сколько полезных дел понаделала!

Мы часто говорим, что наша страна очень богата природными ресурсами. Но даже у нас не все есть. Возьмем такое простое вещество, как сера. В СССР и, соответственно, теперь в России нет ни одного приличного месторождения самородной серы, хотя искали долго и тщательно. А вот в Польше почему-то есть, причем их месторождения — одни из крупнейших в мире. Жидкую самородную серу там просто качают из пластов, а твердую добывают обычным отбойным способом.

Зато у нас был (и есть) газ, так что мы договорились с Польшей, что мы даем им газ, а они нам в качестве ответной любезности — серу. Сера была нужна нам для производства, в том числе серной кислоты. С серной кислотой тоже дело обстояло непросто, потому что потребности в ней были огромными, миллионы тонн. Так что Польша согласилась часть серы из выделяемой нам квоты превращать в кислоту на своих заводах и поставлять в СССР. Более того, они передали нам усовершенствованную технологию изготовления серной кислоты, чтобы мы могли построить такие современные заводы у себя. И это только один из примеров сотрудничества СССР — Польша на ниве химии.

Дела шли активно, хорошо. Регулярно мы проводили переговоры и заседания нашей Постоянной комиссии — то в Польше, то у нас. И вот подошла наша очередь принимать польскую делегацию. Решили, что встречаемся в Волгограде — здесь было что показать полякам. Ежи Копытовский тоже, разумеется, участвовал во встрече. И ему, ценителю дорогих вещей, хотелось купить себе на память дорогой подарок, по-настоящему дорогой.

Я, в отличие от Ежи, не очень хорошо разбирался в дорогих вещах и еще меньше представлял себе, какой такой дорогой подарок можно купить на память у нас в Волгограде. Я позвонил в Волгоградский обком своему другу Дмитрию Николаевичу Власенко, обрисовал ситуацию. Он сказал — не волнуйся, все устроим. И действительно, в один из дней, когда выдалось немного свободного времени, Власенко куда-то увез Ежи. Через два часа возвращаются, и я не могу Ежи узнать — он весь просто лучится счастьем. «Представляешь, — говорит, — мне досталось золотое кольцо с громадным бриллиантом. Я не знал, что это возможно! Я просто счастлив!»

А счастье вот в чем. Власенко повез нашего гостя за дорогим подарком в ювелирный магазин: русские бриллианты и тогда были брендом. В магазин как раз накануне поступили два золотых кольца с невероятно крупными бриллиантами. Они шли по разряду «бриллианты чистой воды» и стоили по пять тысяч рублей каждое. Но у обоих бриллиантов был дефект — какое-то небольшое включение внутри камня. Это ведь были не синтетические, а природные камни. И их уценили! Теперь кольцо после уценки стоило 1200 рублей, или 2000 долларов (такой тогда был официальный курс). Такую сумму Ежи мог себе позволить. И не только Ежи. Вместе с Власенко в магазин приехал мой хороший друг, Иван Андреевич Володин, председатель колхоза «Родина» Серафимовичского района. Он и купил тут же второе кольцо своей жене Шурочке, видной, пышнотелой казачке. А бриллианты, надо сказать, были внушительными — почти с ноготь указательного пальца.

Уехал Ежи в свою Польшу, не выходя из состояния счастья. Надо ли говорить, что его жена была на седьмом небе от восторга. Ежи до пенсии проработал заместителем министра, и мы все годы поддерживали с ним добрые отношения. Каждый раз, когда мы разговаривали по телефону, он, прощаясь, говорил: «Спасибо тебе, сам знаешь — за что». Да, за это стоило благодарить — кольцо с бриллиантом, купленное в конце семидесятых за 2000 долларов, сегодня в Европе стоит 28 000 евро. Оказалось, что тот небольшой дефект-включение, из-за которого уценили природный камень, впоследствии только добавил ему цену. Возможно, в мудрости «мы не настолько богаты, чтобы покупать дешевые вещи» и есть смысл.

Тамбовский волк

Роль личности в истории, на мой взгляд, абсолютна. Многократно убеждался в этом, будучи на посту заместителя министра химической отрасли. Тогда в моем подчинении были сотни заводов, институтов и опытных производств, всех их руководителей и ведущих сотрудников я знал лично, так что мог сопоставить, как личные качества руководителя влияют на деятельность предприятия. Вот лишь одна история из многих, подтверждающая мой тезис.

Заводы были разные. Были сильные и быстро развивающиеся, были крепкие и стабильные, а были никудышные, еле дышавшие. Среди последних значился завод «Пигмент» в Тамбове. Дела у него шли так плохо, что, казалось, хуже уже некуда. Нужен был новый директор. Я мысленно перебирал главных инженеров наших производств и вдруг вспомнил Николая Павловича Утробина. Тогда, в 1980 году, он работал главным инженером химического завода в Волжском. Работал отлично, и все же на заводе пост директора ему не светил — действующий директор был хорош и достаточно молод. Однако потенциал Утробина я чувствовал.

И вот однажды при встрече с Николаем Павловичем я завел разговор о Тамбове. Рассказал ему о ситуации, о том, что ищем директора. Говорю — может, попробуешь? Отвечает — а почему бы и нет? Назначение мы провели быстро. Привез его в Тамбов на завод, чтобы всем представить. А он и говорит: «У меня, Сергей Викторович, одно условие. Дайте мне год, чтобы никто не вмешивался, а через год я перед вами отчитаюсь». Я говорю: «У меня тоже есть условие — в нагрузку к «Пигменту» возьмешь еще одно небольшое военное производство, чтобы скучно не было». На самом деле это была помощь и поддержка нового директора, поскольку военная химия финансировалась бесперебойно и хорошо, чего не скажешь о гражданской. И этим ресурсом можно было разумно воспользоваться, чтобы решать насущные задачи «Пигмента».

Вопрос был решен, и я забыл о «Пигменте» на год, как и обещал. Но через десять месяцев вдруг звонит Утробин и приглашает в гости — говорит, уже есть что показать. Признаться, достижения Утробина по-настоящему впечатлили наш министерский десант из семи человек. Во-первых, Николай Павлович изменил концепцию завода — из «моно», производящего узкий ассортимент бытовых лаков и красок, он поставил задачу сделать завод «поли», сильно расширив спектр продукции, но на том же сырье. Во-вторых, всего за



С.В. Голубков вместе с создателями и руководителями ПАО «Пигмент» — Утробиным-старшим (крайний справа) и Утробиным-младшим (крайний слева)

десять месяцев Утробин поменял технологическую линию на современный вариант, причем идеи, конструкции и железо — все было своим, отечественным. В цехах завода мы обнаружили западных консультантов из Германии, Италии, Голландии, да и весь завод ожил, видно было, что жизнь в нем закружилась. Кстати, за новые технологические решения Н. П. Утробин через год получил Государственную премию.

Насладившись впечатлением, которое оставили обновленные производственные цеха, Утробин предложил нам посмотреть социалку. Мы отправились в раздевалки заводчан, женские и мужские, рядом с которыми были построены роскошные бани и сауны, а при них — большой бассейн, десять на десять метров. У бассейна была особенность — на одной из его сторон над водой висели баскетбольные кольца. Так что сотрудники завода после бани могли поиграть в водный баскетбол, а это, поверьте, чудовищная нагрузка на мышцы, когда ноги не упираются в дно. Здесь играли и в баскетбол, и в водное поло...

А в женских раздевалках он поставил деревянные скамейки, на которых были вырезаны именные «следы» дамских поп. Надо сказать, что размеры этих отпечатков впечатляли. На заводе действительно работало много полных женщин. Новый директор, ценитель красоты, решил как-то мотивировать своих сотрудниц, чтобы они стали худеть и следить за собой. Между прочим, фокус с отпечатками поп на скамейках сработал.

Вообще, Николай Павлович оказался человеком по-хорошему амбициозным и оригинальным. Он и завод старался

сделать оригинальным, чтобы о нем говорили, чтобы на нем хотели работать. И ему это удалось. К началу девяностых он из завода сделал конфетку, причем хорошо автоматизированную конфетку с интеллектуальной начинкой. Но тут начались смутные времена. Бандиты и будущие олигархи стали выдавливать «красных» директоров с заводов и прибирать производство к рукам, действуя где подкупом, где угрозами, где силой. И вот однажды, в 1994 году, Утробин приходит ко мне — буквально черный — и говорит: «Сергей Викторович, уезжай на Кипр, иначе меня убьют».

А у меня тогда был замечательный друг, бывший заместитель председателя КГБ, генерал-лейтенант Алексей Сергеевич Бойко. Как-то он обмолвился: «Когда нужна будет серьезная помощь — обращайся, поможем». Я встретился с ним и говорю, что настал тот самый момент, когда нужна помощь. Он выслушал меня и сказал, что должен поехать в Тамбов, чтобы решать вопрос на месте. С местными коллегами он решил вопрос полгода. А потом появился у меня и сказал, что Утробин может возвращаться и приступать к своим обязанностям. Больше угрозы нет. Завод, да и сам директор были спасены. Я не стал расспрашивать, как это удалось, у каждого из нас были свои «рабочие» секреты, зачем ставить человека в неудобное положение.

А сегодня «Пигмент» — один из лучших заводов в России. Правда, на нем работает сотрудников меньше, чем в советские времена, но это благодаря автоматизации и оптимизации, а не массовым увольнениям. Помню, Утробин рассказывал, как в свое время был в Испании на подобном производстве. Его спрашивают:

— У нас на заводе работает две тысячи сотрудников, а у вас сколько?

— Четыре с половиной тысячи.



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

— Интересно, где же они машины паркуют?

В те времена, конечно, мало у кого были машины. Но сегодня описанная испанцами ситуация стала по-настоящему актуальной.

Завод «Пигмент» в Тамбове невероятно красивый, на нем мечтают работать. Он постоянно развивается, обновляет ассортимент, осваивает новые технологии и продукты, на которые есть спрос не только в России, но и за рубежом — его продукцию покупают в 18 странах. На заводе по-прежнему работают западные специалисты — их стало больше. Завод буквально охотится за интересными инновациями, которые позволяют экономить и выходить в лидеры. Вот, например, в себестоимости тонны продукции завода на энергопотребление приходится 2%, а на заводах страны в среднем — больше 40%. Завод освободил три четверти своей территории, полностью восстановил земли и отдал их городу. Завод построил Технопарк, в котором приютит начинающие высокотехнологичные компании Тамбова...

Можно рассказывать и рассказывать. Но было бы все это, если бы однажды директором «Пигмента» не стал Николай Павлович? Нет, не было бы. Из сотен заводов, которые работали в отрасли до перестройки и распада СССР, бандиты и олигархи прибрали к рукам подавляющее большинство. В химической отрасли устояли лишь шесть директоров, похожих на Николая Павловича.

А сегодня отец передал эстафету своему сыну, Андрею Николаевичу, выпускнику Российского химико-технологического университета, кандидату технических наук, который стал главным человеком на заводе. Николай Павлович же занял должность директора по стратегическому развитию и председателя совета директоров ПАО «Пигмент». Что-то, а инновации, модернизация и обновление — его конек.



Рассказать про очень — большое и малое

Л. Хатуль

*Представьте себе алмазный куб,
с гранью, равной ширине Ганга.
Раз в тысячу лет прилетает ворон
и чистит клюв об алмазную глыбу.
Время, за которое изотрется алмаз, —
лишь мгновение в вечности.
Древнеиндийское определение*

Среди величин, которыми мы характеризуем окружающий мир, есть большие и очень большие, малые и очень малые. Откроем школьный учебник или сами вспомним о межатомных расстояниях в твердых телах и массе атомов, о времени существования наблюдаемой части Вселенной и расстоянии до наблюдаемых нами объектов. Все эти величины благополучно используются в физике и технике, но нам кажется, что мы чего-то не понимаем... или точнее — не ощущаем. Как нам понять и ощутить?

О чем будем и о чем не будем

Видя большие и малые величины, мы обычно не восхищаемся и не пугаемся. С этим согласится и физик, недогнувшей рукой записывающий над десяткой степень «-34» (постоянная Планка), и химик, записывающий степень «26» (постоянная Авогадро), и даже, наверное, гуманитарий — считающий, что он может ощутить все.

В данной заметке сделана попытка:

- разделить большие и очень большие числа, а также малые и очень малые, причем не формальным, а эмоционально доступным способом;
- привести несколько примеров больших и малых чисел, для которых есть способ вызова ощущений у слушателей;
- и на основе этих примеров построить способ получения ощущений от таких чисел (без применения химических средств, усилителей вкуса и искусственных красителей).

Математики умеют строить любые числа, например, просто возводя в степень, являющуюся степенью (А в степени В, причем В — это С в степени D), и, если надо, повторив эту процедуру желаемое количество раз, а потом запустив эту процедуру с использованием полученного этим способом числа в качестве А, С, D и всех следующих за D. Причем сам этот запуск можно тоже вложить внутрь следующего в иерархии запуска. Теперь вы понимаете, чем математика отличается от физики? Более подробное изложение есть в забавной статье «гугология» в Википедии. Но мы ограничимся только физикой, то есть будем рассматривать только физические числа, то есть значения параметров объектов. И вдобавок не будем применять хитрости, то есть делить диаметр видимой Вселенной на гипотетический квант пространства, а ее массу на массу фотона; ограничимся, как положено в школе, системой СИ. Множество примеров больших чисел, в том числе полученных хитрыми методами, приведено в статье geektimes.ru/post/253552/. Ее полезно прочесть и убедиться, что большинство примеров «не цепляет». Если вы химик — скажите, вы смотрели когда-либо в остолбенении на постоянную Авогадро? Если нет или если да, но не знаете, как передать это чувство вашим ученикам, то эта статья — для вас.

Немного об иерархии чисел

Большим числом будем называть такое, которое мы можем представить и ощутить в такой мере, чтобы мы сами признали свои представление и ощущение адекватными. Лично для меня это миллион — таково количество огней, которое можно в принципе увидеть из самолета, идущего на посадку в аэропорту одного из мегаполисов. Действительно — 300 улиц x 30 домов x 30 этажей x 3 окна.

Малое число, которое мы можем ощутить, это примерно одна миллионная, это я — один в большом городе. Себя одного, как часть населения страны с существенно большим населением или тем более как часть населения Европы или всей Земли, мне ощутить не удастся. Итак, одна миллионная.

Дальше все просто — очень большим будем называть число, от которого малая часть тоже будет большой. Соответственно — очень малое число. Посередине у нас обычные числа, не большие и не малые, «как ты, как я». Количество микроорганизмов в человеке — большое, а время, которое читатель потратил на эту статью, — малая часть его жизни. Дальше можно было бы продолжить шкалу такими же степенями — по шесть порядков. Тогда постоянная Авогадро — большое четвертого ранга, а постоянная Планка — минус пятого ранга. Такая иерархия проста и понятна, но я сомневаюсь, что все мы способны ощутить леденящий ужас этих чисел. Однако сам ключевой прием — «очень большое — это то, от чего малая часть — большое» — вполне постижим, ощущаем, и может успешно применяться в преподавании. Например, я говорю учащимся: ваша школьная физика — малая часть от сегодняшней физики, но она велика, если судить по количеству явлений, которые можно понять, и вещей, которые можно сделать, применяя ее. Кстати, в обычной школе — это единственный предмет, о котором можно такое сказать.

Рассмотрим несколько примеров.

Постоянная Авогадро и стакан

Этот пример общеизвестен. Если взять стакан воды и не выпить его, как советовала Жорж Санд, а вылить в Мировой океан, тщательно размешать и зачерпнуть из океана тем же для определенности стаканом, сколько там окажется молекул, которые радостно узрят родные стенки? Правильный ответ — около ста.

По моим многолетним наблюдениям, школьники, услышав этот ответ, на 15—30 секунд замирают. Какие сцены проносятся в эти мгновения перед их мысленными взорами, стремительно бороздящими глубины? Названное количество секунд можно принять в качестве оценки испытанного ими впечатления.

Радиоастрономия и лист 8,5 на 11 дюймов

На одной конференции по радиоастрономии устроители поставили между дверями и столиками регистрации отдельный маленький столик, так, что каждый участник и гость должен был мимо него пройти. На столике лежал лист белой бумаги — чистый лист. Каждый человек, проходя мимо, поступал предсказуемо — брал лист, переворачивал его и читал на обороте следующее: «Подняв этот лист и перевернув его, вы потратили больше энергии, чем приняли все радиотелескопы



Первая страница записной книжки инженера-электрика Александра Ашкинази, середина XX века



УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

Земли за всю историю их существования». И осторожно клал его обратно...

По моим многолетним наблюдениям, школьники, услышав эту историю, замирают на 30—45 секунд. Вообще-то здесь стоило уточнить понятие «приняли». Имеется в виду не все излучение, попавшее в антенну, а «принятое» — то есть пошедшее в работу, в обработку электроникой. Иначе пришлось бы — по чисто формальным причинам — учесть, например, и солнечное излучение. Оно хоть не радио-, но вполне электромагнитное.

Вечность и трудолюбивая птица

Обратим внимание на эпиграф и предположим, что клюв у ворона тверд, как обычные горные породы, — это явно лестная оценка. Бурильщики считают, что на метр проходки скважины расход алмазов с бурильной коронки должен быть от 0,1 до 1 карата. Вряд ли ворон способен за одну чистку клюва содрать больше, чем меньшая из этих цифр. Тогда получается, что прилетать ему придется примерно 10^{17} раз, «мгновение» составит 10^{20} лет, а сколько составит вечность — я стесняюсь спросить.

Заметим, что сама конструкция фразы — «лишь мгновение в вечности» — предусматривает принципиальную допустимость сопоставления, некоторой соразмерности, то есть измерения. Причем данный пример интересен еще и тем, что конструкцией «лишь мгновение в (чем-то)» вводит нечто вроде нашего «большое — это малое от очень большого».

Электроны проводимости и ... вместо Москвы

Металл состоит из ионов и электронов проводимости. Предположим, что мы взяли шарик диаметром один сантиметр и удалили из него электроны проводимости. Если по общеизвестной школьной формуле вычислить напряженность электрического поля, окажется, что на расстояниях до десяти километров она будет выше пробивной прочности воздуха (30 кВ/см). Это означает — если называть вещи своими именами, — что Москва превратится в плазменный шар. Через 20 секунд из аудитории меня поправили: «Точнее, полшарие». Пришлось согласиться. Замечу, что вырубить на 20 секунд процессоры моих слушателей мне удастся редко...



(точнее, их около 10^{23}). Можно оценить, какую часть из них можно удалить без катастрофических последствий. Оказывается, примерно половину — в логарифмической шкале! — то есть 10^{11} . Это хорошая иллюстрация тезиса про очень большое, большое и малое — малая часть (10^{-12}) от очень большого (10^{23}) тоже достаточно велика (10^{11}), чтобы посыпались искры.

Между прочим, с тем, почему некоторые щелочные металлы взрываются в воде, не все ясно. Недавно было показано, что это связано именно с так называемым «кулоновским взрывом» — разрушением металла кулоновскими силами при серьезном нарушении электронейтральности («Nature Chemistry» 2015, doi.org/10.1038/nchem.2161).

Лазер и выбить стекло

В одном задачнике по физике есть такая задача: «Задав концентрацию капель, их размер и скорость движения, определить мощность, длительность и форму лазерного импульса, который фазовым переходом пробил бы туман и дождь, сметая все со своего пылающего пути, поглотившись бы стеклом и выбил бы его абляционным давлением. Рассмотреть также нагрев его до размягчения, для облегчения удаления стекла из стеклопакета. А как насчет удаления стекла просто давлением света, по Лебедеву?»

Для варианта с абляционным давлением параметры получаются рекордные (мощность порядка 10^9 Вт, энергия порядка нескольких кДж). Но само впечатление от ответа существенно усиливается образом разлетающихся стекол. Насчет простого давления света — это, конечно, шутка.

«Пионер» и голос издалека

Космический аппарат «Пионер-10» был запущен 46 лет назад, 35 лет назад он первым пересек орбиту самой далекой (на тот момент) планеты Солнечной системы. С его миссией связано много интересных вопросов, например, можно обсудить, покинул он Солнечную систему или нет (ответ очевидно зависит от критерия), или — как влияет на его движение электромагнитное излучение частей конструкции (так называемый «эффект «Пионеров»»). Последний успешный прием данных телеметрии от «Пионера-10» состоялся в 2002 году, последний очень слабый сигнал от него был получен в 2003 году. Аппарат тогда находился на расстоянии свыше 12 миллиардов километров от Земли. Понятно, что это много ($1,2 \times 10^{13}$ м), но как это ощутить?

Напомните слушателям, что свет летит до Луны секунду. «Пионер» откликнулся через сутки.

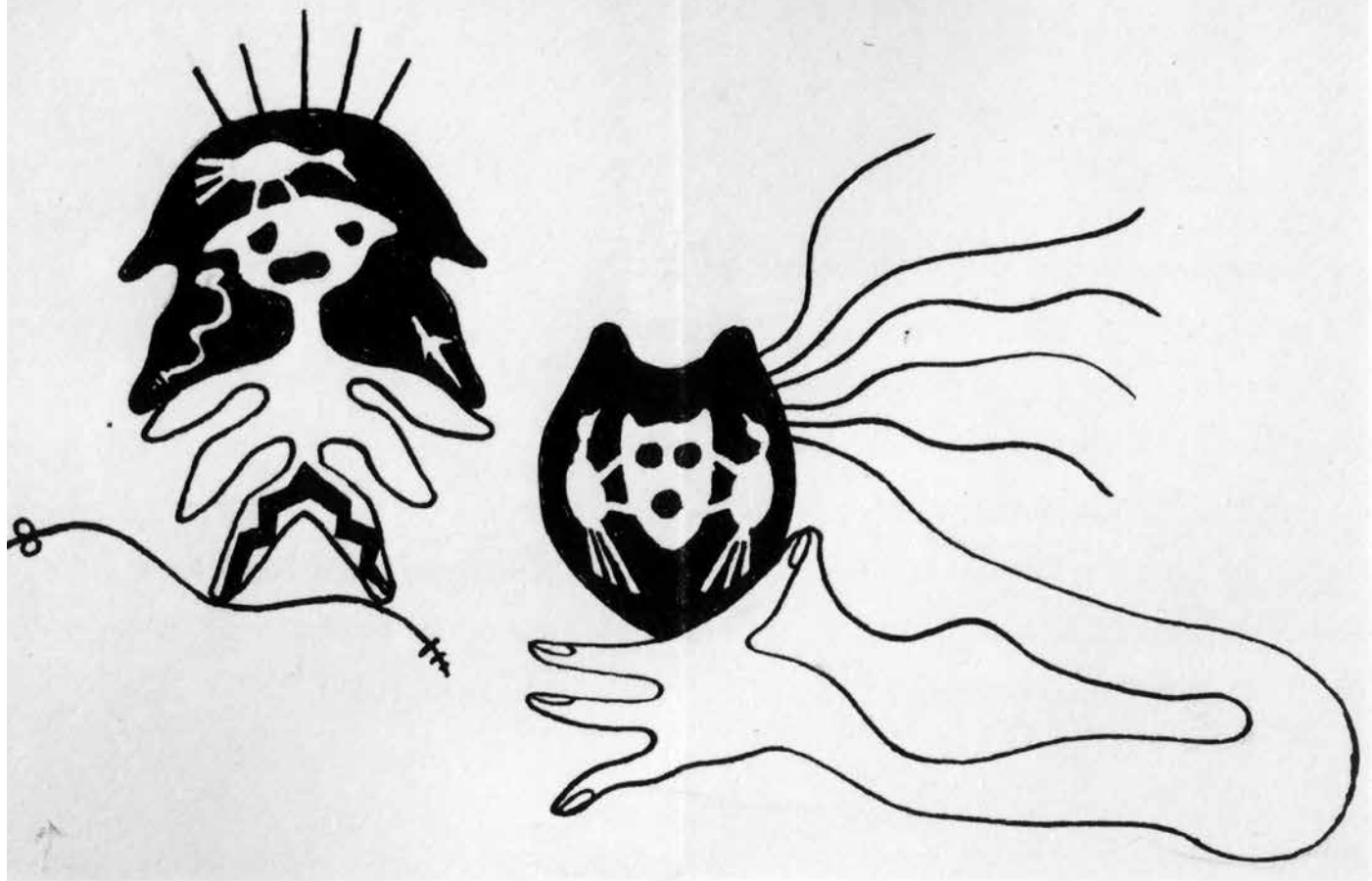
Резюме: наглядность или действие

Итак, если считать эти примеры релевантными, то можно посмотреть, что их объединяет. Ответ прост — в описании большого числа должны быть какие-то действия человека или сопоставление с чем-то, воспринимаемым как знакомое, а лучше всего — и то, и другое.

И тогда все будет — и холодок ужаса от необъятности Вселенной, и восторг от того, что мы объяли ее.



Альфа и бета сахарного диабета



Художник Макс Эрнст

Кандидат биологических наук

Н. Л. Резник

Сверхзадача

Сахарный диабет относится к числу заболеваний, которые, несмотря на все усилия, победить пока не удастся. От него в той или иной степени страдают 422 млн человек, а к 2030 году число заболевших, по прогнозам специалистов, достигнет 552 млн («Frontiers in Genetics», 2017, doi: 10.3389/fgene.2017.00075).

Сахарный диабет подразделяют на два типа. Диабет первого типа (СД1) — аутоиммунное заболевание, при котором избирательно разрушаются β -клетки поджелудочной железы, синтезирующие инсулин. Нехватка этого гормона приводит к хронической гипергликемии (повышенному уровню глюкозы в крови). Основное и довольно эффективное лекарство от СД1 — инсулиновые инъекции, которые, однако, не решают проблему, поскольку паци-

енты все равно живут меньше здоровых людей и качество жизни у них не очень хорошее.

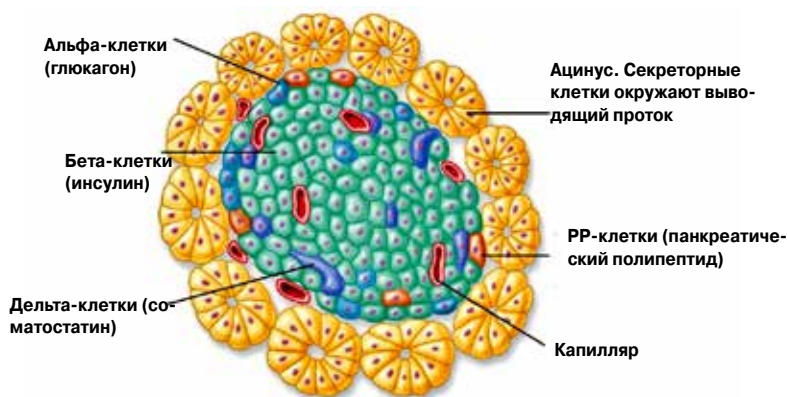
Диабет второго типа (СД2) начинается с того, что клетки печени, мышц, жировой ткани приобретают устойчивость к инсулину. В результате в крови возрастают концентрации глюкозы и свободных жирных кислот, поскольку инсулин влияет на углеводный и жировой обмен. Бета-клетки воспринимают эти изменения как результат нехватки инсулина и с удвоенной энергией принимаются за его синтез. Длительная, экстремальная и, увы, бесплодная активность приводит к дисфункции клеток и, возможно, к их гибели, тем более что они и сами страдают от инсулиновой резистентности. Недавно исследователи выяснили, что в β -клетках больных СД2 не работают ключевые факторы транскрипции, в результате клетки перестают синтезировать инсулин («Cell Metabolism» 2018, doi: 10.1016/j.cmet.2018.04.013).

Так и получается, что при разном патогенезе СД1 и СД2 последствия у них сходные: гипергликемия и истощение пула

β -клеток. И если не обеспечить пациента должным количеством клеток, способных реагировать на изменение концентрации глюкозы и синтезировать инсулин, вылечить его не удастся. В тяжелых случаях больным СД1 делают пересадку донорских β -клеток, однако это дорогая и сложная процедура, чреватая многими побочными эффектами. Человек, перенесший трансплантацию, обречен на пожизненный прием лекарств.

Есть и другая возможность восстановить утраченные β -клетки — заставить их образовываться в организме пациента. Именно этот путь выбрали французские исследователи из университета Ниццы — Софии Антиполис под руководством Патрика Колломба. Ученые более 15 лет исследуют особенности дифференцировки эндокринных клеток поджелудочной железы и, возможно, нашли достаточно простой метод управлять этим процессом.

Итак, поджелудочная железа (рис. 1). Она синтезирует пищеварительные ферменты и работает как железа внутренней секреции. Клетки, вы-



1
Фрагмент поджелудочной железы:
островок Лангерганса в окружении ацинусов

деляющие ферменты, сгруппированы вокруг выводящих протоков и образуют структуру, которая называется ацинус. Эндокринные клетки собраны в небольшие кластеры — островки Лангерганса, расположенные между ацинусами. Известно пять типов этих клеток: α , β , δ , ϵ и PP (произносится «пп»). Нас сейчас интересуют α -клетки, которые синтезируют глюкагон, и β -клетки, выделяющие инсулин. Глюкагон повышает содержание глюкозы и свободных жирных кислот в крови, инсулин концентрацию глюкозы снижает.

У эндокринных клеток общий предшественник, а их дальнейшая специализация зависит от того, какие именно гены в клетке заработают. Таких специфических последовательностей известно несколько, ученые сосредоточили внимание на двух: *Arx* и *Pax4* (рис. 2). Это факторы транскрипции, то есть они регулируют работу других генов. Друг друга они взаимно подавляют: продукт *Arx* тормозит работу *Pax4*, и наоборот.



2
Гены *Arx* и *Pax4* определяют специализацию
эндокринных клеток поджелудочной железы.
Изменяя активность этих генов,
можно перепрограммировать зрелые клетки

Еще в 2003 году, работая на мышах, группа Патрика Колломба выяснила, что *Arx* обеспечивает дифференцировку по α -пути, а *Pax4* отвечает за образование β -клеток. Если *Arx* вдруг заработает в зрелых β -клетках, они превратятся в α -клетки: перестанут выделять инсулин и приступят к синтезу глюкагона. Получив такой результат, ученые попробовали совершить обратное действие: превратить функциональные глюкагоновые клетки в инсулиновые. Для этого они заставляли *Pax4* работать в α -клетках или отключали в них ген *Arx*. И все удалось! Причем главным триггером превращения α - в β - была именно пониженная активность *Arx*, а роль *Pax4* сводится к тому, чтобы мешать работе *Arx*. Зрелые эндокринные клетки островков Лангерганса оказались гораздо пластичнее, чем можно было ожидать («Developmental Cell», 2013, doi: 10.1016/j.devcel.2013.05.018).

Трансформацию эндокринных клеток исследовали на специально созданных трансгенных линиях мышей. Экспериментаторы могли включать ген *Pax4* в глюкагоновых клетках, давая мышам доксициклин. С больными сахарным диабетом так обойтись не удастся, им подавай таблетки, в крайнем случае, уколы. Хотя ученые и доказали, что инсулиновые клетки можно получить из глюкагоновых, этот результат, сам по себе интересный и многообещающий, неприменим на практике. Для клинического использования необходимо было найти соединение, без трансгеноза изменяющее активность *Arx* и *Pax4* в α -клетках. И такое вещество нашли, даже не одно.

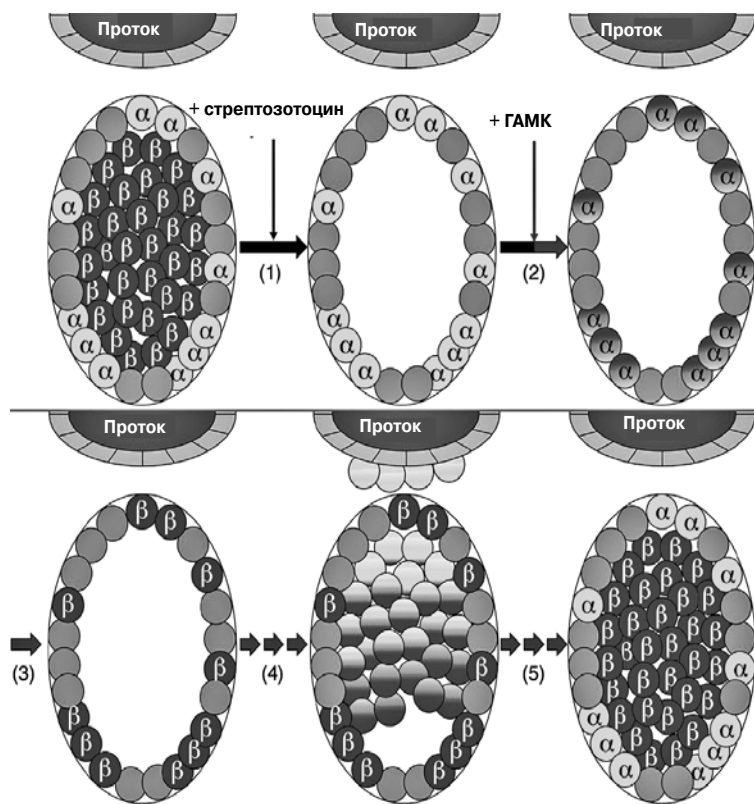
Решения

После того как трансгенные мыши три месяца получали доксициклин и генерировали инсулиновые клетки, ученые проверили, как при этом изменяется генная активность в островках Лангерганса. Наивно было бы ожидать, что дело ограничится генами инсулина, глюкагона и двух факторов транскрипции. Для ответа на этот вопрос проанализировали транскриптом —

совокупность клеточных РНК. Оказалось, что в ходе $\alpha \rightarrow \beta$ -трансформации в эндокринных клетках в несколько раз выросла активность генов рецепторов γ -аминомасляной кислоты (ГАМК), декарбоксилазы глутаминовой кислоты — фермента, который регулирует синтез ГАМК в β -клетках, и гефрина. Гефрин — белок, воспринимающий и усиливающий сигналы, поступающие на один из рецепторов γ -аминомасляной кислоты — ГАМК_A-рецептор. Иными словами, активировался сигнальный путь ГАМК. Следовательно, имело смысл проверить, как это вещество влияет на $\alpha \rightarrow \beta$ - трансформацию («Cell», 2017, doi: 10.1016/j.cell.2016.11.002).

ГАМК — распространенная сигнальная молекула, которая образуется в самых разных клетках. В поджелудочной железе ее синтезируют β -клетки. Молекула регулирует секрецию гормонов поджелудочной железы и служит сигналом между β - и другими эндокринными клетками. Кровь в островках Лангерганса циркулирует так, что сначала омывает инсулиновые клетки и принимает от них инсулин и ГАМК, которые переносит к α -клеткам. ГАМК, в том числе, подавляет секрецию глюкагона. Если сигнал будет очень силен, дело может дойти до утраты клеточной идентичности. Кислота действует на α -клетки преимущественно через рецепторы ГАМК_A. Это специфические рецепторы, в мышечных β -клетках их практически нет.

Ученым предстояло выяснить, вызывает ли ГАМК $\alpha \rightarrow \beta$ -трансформацию, насколько эффективно такое лечение и сколько длительного оно может быть. Работать начали со здоровыми взрослыми мышами, которым в течение одного — шести месяцев ежедневно делали внутрибрюшинные инъекции ГАМК. Животные оставались здоровыми, плодовитыми, на жизнеспособности, весе и уровне глюкозы в крови эта процедура не сказалась, устойчивость к инсулину мыши не приобрели. Однако в поджелудочной железе увеличилось число островков Лангерганса и их размер. Островки разрослись, потому что умножилось количество инсулиновых клеток,



3
 ГАМК стимулирует превращение глюкагоновых клеток поджелудочной железы в инсулиновые. Стрептозотозин разрушает β -клетки мышей (1), и у них развивается диабет. После инъекций ГАМК начинается α - β -трансформация (2). Вновь образованные β -клетки сначала остаются на периферии островков Лангерганса (3), а затем перемещаются ближе к центру, где им и следует быть, а из эпителиальных клеток, выстилающих протоки поджелудочной железы, образуются новые α -клетки (4). В результате структура островка Лангерганса восстанавливается (5). Этот процесс требует времени, между гибелью и восстановлением инсулиновых клеток проходит 70–95 дней

их объем остался прежним. Эффект зависел от длительности курса и дозы ГАМК. Новообразованные β -клетки располагались в «неправильных» местах, ближе к протокам железы, хотя им положено быть в центре островка.

Иммуногистохимический анализ подтвердил, что под действием ГАМК из дифференцированных α -клеток здоровых мышей получают полноценные β -клетки, которые перестают синтезировать глюкагон и начинают секретировать инсулин. А как обстоит дело у больных?

И мышам ввели токсичный для β -клеток стрептозотозин. Когда клетки погибли и у животных развился сахарный диабет, им стали делать ежедневные инъекции ГАМК или физиологического раствора. У контрольных мышей болезнь прогрессировала, и спустя три недели уровень глюкозы шестикратно превышал норму. К этому времени животные погибали. У мышей, которых лечили ГАМК, уровень глюкозы

сначала рос с той же скоростью, что и у контрольных животных, но они выжили, а через три месяца концентрация глюкозы практически нормализовалась и численность β -клеток восстановилась. Никаких других лекарств мыши не получали, одной ГАМК оказалось достаточно, чтобы вылечить животных, причем терапию начали, когда болезнь уже далеко зашла.

Примечательно, что поджелудочная железа при этом не оскудевает α -клетками: трансформируясь в β -клетки, они компенсируют убыль в своих рядах за счет эпителия, выстилающего протоки (рис. 3). Потеря α -клеток и, соответственно, запасов гликогена запускает компенсаторные механизмы, эпителиальные клетки дедифференцируются и превращаются в эндокринные. При длительном воздействии ГАМК новые α -клетки также будут превращаться в β -клетки, численность которых со временем возрастает. Интересно, что количество островков Лангерганса увеличивается не более чем в два раза, так что индуцированный неогенез β -клеток лимитирован.

ГАМК-терапия имеет два существенных достоинства. Прежде всего, восстановительных циклов может быть несколько. Мышам, у которых β -клетки успешно регенерировали, перестали давать ГАМК, а спустя месяц ввели стрептозотозин повторно. Заболевших животных опять разделили на контрольных и подопытных; контрольные быстро умерли от острой гипергликемии, а у по-

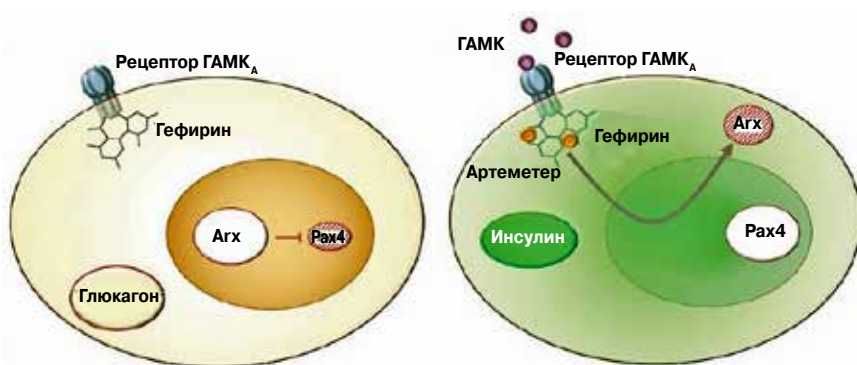
допытных ГАМК нормализовала уровень глюкозы в крови. Второе преимущество заключается в том, что возраст лечению не помеха: десятимесячные старые мыши реагируют на него так же, как животные двух с половиной месяцев от роду. Кроме того, это контролируемый процесс, который не вызывает устойчивости к инсулину и не нарушает гомеостаз глюкозы.

Но это у мышей. А как обстоят дела у человека? Пока ученые поработали только с клеточными культурами. Они использовали островки Лангерганса людей, умерших от повреждений мозга. Клетки пересаживали под почечную капсулу иммунодефицитным мышам, которым затем ежедневно в течение месяца вводили ГАМК. В трансплантатах количество эндокринных клеток возросло в 1,2 раза, а число α - β — в 1,9 раз по сравнению с контрольными животными, которым вводили физиологический раствор. Важно, что число глюкагоновых клеток снизилось в 3,8 раза, а число инсулиновых увеличилось в 1,4 раза. Следовательно, α -клетки человека под действием ГАМК могут превращаться в клетки, синтезирующие инсулин.

Второе лекарство, вызывающее α - β -трансформацию, — артемизинин, антималярийный препарат из группы артемизининов. Его французские исследователи отыскивали совместно с австрийскими учеными под руководством Стефана Кубичека («Cell», 2017, doi:10.1016/j.cell.2016.11.010).

Артемизинин изготавливают из полыни однолетней (*Artemisia annua*), в честь которой он и назван. За его открытия китайский фармаколог Ту Юю в 2015 году получила половину Нобелевской премии по физиологии и медицине. Артемизинин — полусинтетическое производное артемизинина, его жирорастворимый метиловый эфир. Артемизинин взаимодействует с геферином — белком, непосредственно связанным с рецептором к ГАМК на мембране α -клеток. Геферин усиливает сигналы ГАМК, поступающие на рецептор, артемизинин увеличивает уровень геферина в α -клетках. Взаимодействие лекарства с геферином вызывает перемещение белка Arx из ядра в цитоплазму, где он не может влиять на работу гена *Pax4*, клетка прекращает синтезировать глюкагон и начинает синтезировать инсулин (рис. 4).

Исследователи испытали лекарство на рыбах данио. От пятидневной обработки артемизинином размер их островков увеличился, а количество α -клеток сократилось. Эффект препарата зависел от дозы. У данио с нехваткой β -клеток лекарство за четыре дня увеличивало их число на 75% и снижало уровень глюкозы в рыбьей крови.



4

Лекарственная конверсия глюкоагоновых клеток в инсулиновые.

Слева обычная α -клетка. На ее поверхности находится рецептор ГЛП-1, а под ним, в цитоплазме, белок гефирин, который усиливает поступивший на рецептор сигнал и запускает цепочку вызванных им реакций. В ядре α -клетки работает ген *Arx*, продукт которого подавляет работу *Pax4*. Взаимодействие ГЛП-1 с рецептором, усиленное геферином, подавляет активность *Arx* или выводит его белок из ядра в цитоплазму, где он не может мешать работе *Pax4*. В результате синтез глюкагона ослабевает (справа). Если сигнал очень силен, клетки переключаются на синтез инсулина

У здоровых мышей островки Лангерганса тоже разрослись, и α -клетки превращались в β . Только мышам давали не артемизинин, а другое производное артемизинина — артезунат. Мыши принимали его три месяца.

В культуре α -клеток человека под действием препарата начинается синтез инсулина.

Чтобы артемизинин подействовал, на ГЛП-1 должен поступать сигнал. Обычно он приходит от β -клеток при высоком содержании глюкозы и предотвращает синтез глюкагона в α -клетках. Если воздействовать на клетки ГЛП-1, сигнал будет сильным, белок ARX перестанет выполнять свои функции, и глюкагоновые клетки превратятся в инсулиновые. Если ГЛП-1 мало и сигнал слаб, артемизинин его усиливает. Это объяснение приблизительное и предварительное. Чтобы расшифровать молекулярные механизмы $\alpha \rightarrow \beta$ - трансформации, требуются дальнейшие исследования.

Вообще, работы еще непочатый край. Однако это не мешает ученым мечтать о пищевых добавках, содержащих ГЛП-1, и использовании производных артемизинина для лечения сахарного диабета (производных, кстати, несколько, и не все они вызывают неогенез β -клеток). Поскольку артемизинин — официально признанный, безопасный для человека препарат, это должно упростить процедуру его внедрения.

У исследователей есть основания для оптимизма, но и для сомнений поводов достаточно. Причем в роли скептиков выступают сами ученые.

Сомнения

Основной и пока неразрешимый вопрос заключается в том, почему возникла такая удивительная пластичность, позволяющая зрелым α -клеткам превращаться в β -клетки, и как поддерживается такой механизм? Ведь в естественных условиях он, по-видимому, не работает, $\alpha \rightarrow \beta$ -трансформация при сахарном диабете не происходит. Можно, конечно, поспекулировать на эту тему, однако исследователи признают, что не вполне понимают, какие именно внутриклеточные изменения, связанные с диабетом (локальная концентрация ГЛП-1, инсулина или глюкагона, набор субъединиц ГЛП-1-рецепторов или другие факторы), влияют на секреторную активность клеток.

Интересно еще вот что. Ежегодно больные малярией используют более 300 млн доз артемизинина и его производных. При этом, несмотря на значительную когорту пациентов, клинических данных о действии артемизининов на эндокринную функцию поджелудочной железы человека нет. Ученые предлагают несколько объяснений.

Малярийный плазмодий вызывает гипогликемию, при острых тяжелых случаях заболевания уровень глюкозы меняется очень быстро и может маскировать эффекты лекарства. Кроме того, у людей со здоровой поджелудочной железой небольшое увеличение числа β -клеток не должно приводить к дополнительной секреции инсулина, поскольку его синтез зависит от уровня глюкозы в крови. Если пациент не страдает гипергликемией, неогенез β -клеток останется незамеченным, а простых методов, позволяющих непосредственно определить массу β -клеток, нет.

Влияние артемизинина на α -клетки может зависеть от длительности лечения. При экспериментах на клеточных линиях, изолированных островках Лангерганса и юных данио, которых просто помещали в лекарственную среду, эффект наступал через несколько часов или дней. Однако изменения у грызунов занимают уже недели и месяцы, возможно, из-за низкой биодоступности

артемизининов *in vivo*. Время полужизни этих соединений в плазме крови колеблется от минут до нескольких часов, они плохо растворяются в водных растворах, мышам их дают перорально раз в день. А больные малярией обычно принимают артемизинины только четыре дня, но каждые восемь часов, причем в больших дозах.

Сейчас проходят клинические исследования влияния длительного приема артемизининов на онкологических больных. Следовательно, и клинические испытания препаратов, влияющих на экспрессию инсулина у больных сахарным диабетом обоих типов, в принципе возможны. И тогда мы все узнаем.

Однако нельзя забывать, что СД1 — аутоиммунное заболевание. Допустим, ГЛП-1, артемизинин или какое-нибудь другое лекарство превратит α -клетки в β -, а иммунные клетки будут их по-прежнему убивать. Будет ли толк от такого лечения? Патрик Колломба видит четыре возможных способа решения проблемы.

Лекарство окажется эффективным, если новообразованные β -подобные клетки будут сохранять некоторые α -черты, которые защитят их от атак иммунной системы. Вероятность довольно высока, известно, например, что α -клетки более, чем β -, устойчивы к апоптозу, вызванному некоторыми вирусами и метаболическим стрессом.

Можно надеяться, что неогенез β -клеток будет происходить быстрее, чем их потеря, потому что СД1 прогрессирует медленно. Секреция инсулина у людей с иммунологическими нарушениями снижается задолго до развития настоящего диабета.

Есть вероятность, что ГЛП-1 или другое лекарство хотя бы отчасти защитит клетки от активности иммунной системы. Кроме того, при лечении СД1 можно сочетать ГЛП-1 или артемизинин с иммунокорректорами. Лекарства будут возобновлять пул β -клеток, а иммунокорректоры их защищать. Не исключено также, что в ходе неизбежных дальнейших исследований откроются новые возможности.



ЗДОРОВЬЕ

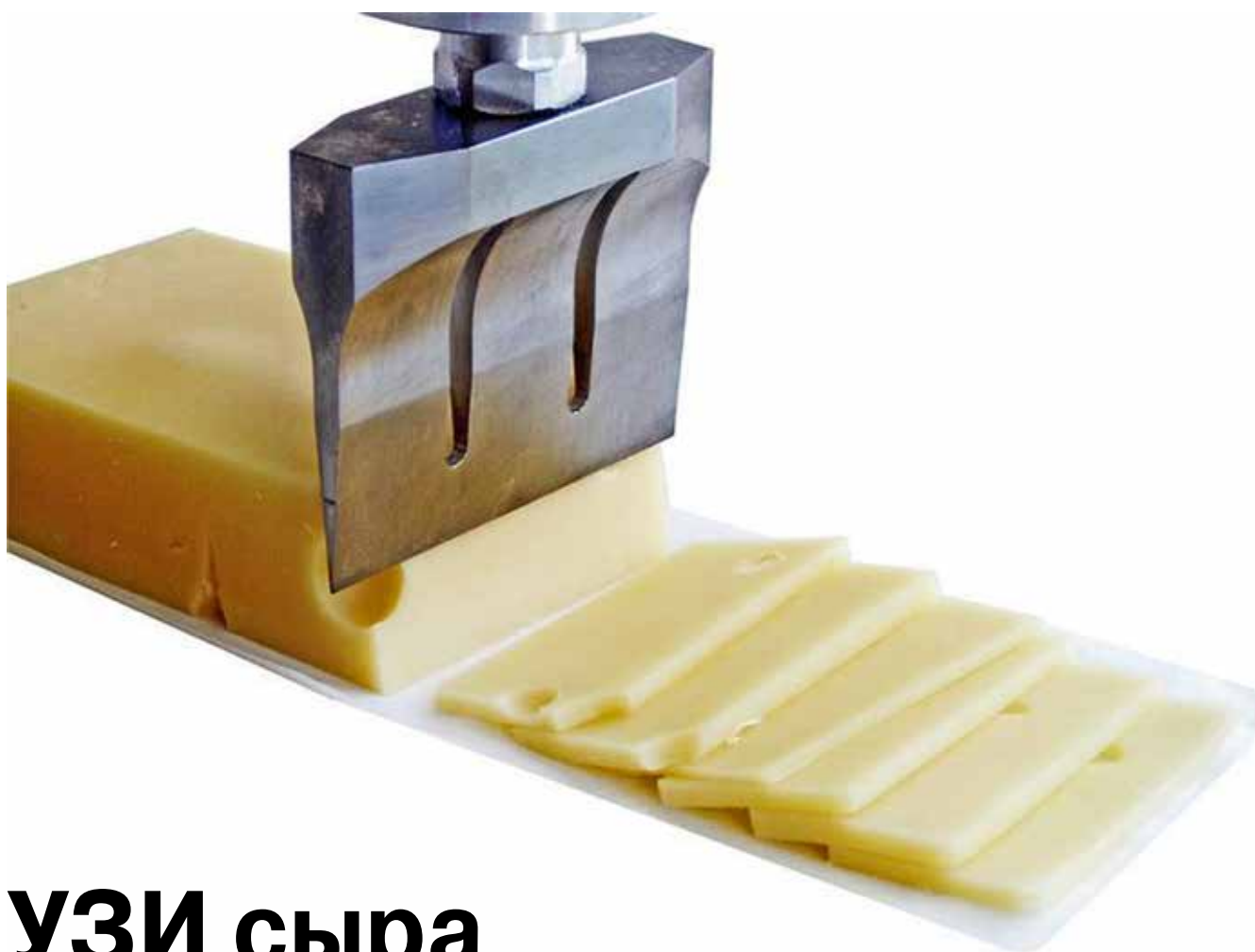


фото: www.cheersonic.com.jpg

УЗИ сыра

Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

История исследования человеческого организма или технической конструкции с помощью ультразвука насчитывает не одно десятилетие. Но пионерами в применении этого метода для изучения сыра оказались, по-видимому, испанские специалисты — Антонио Муле, Хосе Хавьер Бенедито и Хосе Бон из университета Валенсии, которым помогала Кармен Роселью из университета Балеарских островов. Они измеряли зависимость скорости звука от температуры сыра, за что в 2006 году стали лауреатами Игнобелевской премии по химии.

Как делают сыр?

Зачем, зачем испанские технологи решили узнать, как звук проходит сквозь сыр («Journal of Food Science», 1999, 64, 6, 1038—1041)? Понятно, если бы они искали в его головке какие-то дефекты — трещины, скажем, или какие другие неоднородности, которых быть не должно: это обычная работа дефектоскописта, прозванивающего какой-нибудь рельс в поисках внутренней раковины. Но ведь нет, не то искали испанцы в сыре и не так. Они построили зависимость скорости звука от температуры сырного бруска и при этом выяснили, что на ней имеются два перегиба. Тайны это не составило: при нагреве в сыре плавится жир, и образующаяся во все возрастающем ко-

личестве жидкая фаза сказывается на скорости звука. Загадка в другом — куда можно приложить этот эпохальный результат? Чтобы понять логику исследователей, присмотримся к технологии изготовления сыра чеддер, слава которого идет со времен несчастного английского короля Карла I, распробовавшего этот сыр в одноименной деревушке и распорядившегося поставлять его к своему столу.

Начало производства чеддера мало отличается от изготовления других твердых сыров. Чтобы он вышел хорошим, нужно слить вместе вчерашнее и сегодняшнее молоко, нагреть до 30—35°C и заквасить. Через полчаса молоко свернется — получится относительно упругий сгусток под слоем сыворотки. Этот сгусток разрезают, и далее идет созревание так называемого зерна, которое длится еще четверть часа, после чего сыр начинают вымешивать. Все это время молоко киснет — кислотность становится все выше и выше.

Затем часть сыворотки сливают, а оставшуюся смесь еще раз нагревают до 35—40°C и продолжают вымешивать, чтобы зерно стало упругим и одного размера. Как только при сжатии в руке зерна начинают склеиваться в монолит — можно переходить к следующему этапу: отправлять полуфабрикат в формовочный сосуд, где спустя полчаса получается толстый пласт сыра. Сыворотку сливают, а сыр режут на небольшие бруски размером и с ними проводят уже специфический процесс чеддеризации, в ходе которой сыр и приобретает присущую этому сорту кислотность.

Чтобы все сделать правильно, согласно вековым традициям, бруски кладут друг на друга, время от времени переворачивают и подкладывают сверху все новые и новые — увеличивают

нагрузку. Чеддеризация идет при температуре сыра 35°C и длится полтора-два часа. Как утверждают технологи, «в процессе чеддеризации создаются наиболее оптимальные условия для развития молочнокислого процесса, достигаются нужная кислотность и требуемая влажность сырной массы. После чеддеризации сырная масса приобретает слоисто-волоконистую структуру». Затем сыр измельчают, солят и полдня прессуют, получая крупные, весом в десятки килограммов, бруски. А потом их отправляют в холодильник с температурой около 8°C, где сыр охлаждается около суток и переходит в стадию созревания — она может длиться от нескольких недель до полугода. И лишь по прошествии этого времени можно узнать — удался сыр или нет.



Правильное охлаждение

В деревне Чеддер охлаждение и созревание шло в расположенных поблизости пещерах. Однако пещер на всех не хватает; сейчас для этого применяют промышленное оборудование, и задача технолога сделать так, чтобы все шло, как в тех пещерах. Вот тут-то и возникает вопрос — а как «так»? Ответ на него был получен, и оказалось, что скорость охлаждения сырных брусков при переходе к созреванию оказывается чрезвычайно важной. Суть дела такова.

Вкус сыра определяется деятельностью микроорганизмов двух разновидностей: тех, что входят в состав закваски, и тех, что были в молоке изначально, пережили пастеризацию (если ее проводили) или же были специально добавлены во время приготовления. Их жизнедеятельность, очевидно, сильно зависит от температуры. Брусок сыра остывает медленно, в нем устанавливается градиент температуры тем более заметный, чем крупнее брусок — в разных его частях идет свой микробиологический процесс. А результат его — утилизация лактозы, выделение муравьиной кислоты, уксуса, спирта, разложение белков и жиров с образованием свободных аминокислот, прежде всего пропионовой (по ней можно судить о зрелости чеддера), амидов и низкомолекулярных жирных кислот. Все эти компоненты участвуют в формировании характерного вкуса и запаха сыра.

При созревании большинство микроорганизмов вымирает — часть от бескормицы, но часть — от жары или холода. И если перерабатывающие лактозу бактерии вымрут слишком рано, нужного вкуса не получится. С другой стороны, если исходных микроорганизмов станет слишком много, они испортят вкус чрезмерными продуктами своей жизнедеятельности. Именно исходные микроорганизмы формируют вкус сыра на ранних стадиях созревания, а потом в дело вступают оставшиеся от закваски. Так вот, оптимального сочетания микроорганизмов обеих разновидностей и можно достигнуть охлаждением с правильной скоростью.

Опытным путем было установлено, что медленное охлаждение ни к чему хорошему не приводит: чем дольше при охлаждении будущий чеддер пребывает в высокотемпературной зоне, тем больше нежелательных примесей возникает в его вкусе — дегустаторы выносят худшие оценки. Причина в том, что оптимум для жизни заквасочных лактобактерий находится при 15—20°C, для исходных микроорганизмов — 13°C, а при температуре созревания, 3,5—8°C, их жизненные процессы весьма замедлены. Медленно охлаждаться сыр может не только из-за недостатков устройства сырохранилища. Так, если сырные блоки положить слишком близко друг к другу, тепло будет рассеиваться хуже, особенно у тех сыров, что оказались в самом центре. Аналогично, если одержимый гигантоманией сыродел сформирует блоки под три центнера, обеспечить равномерное их охлаждение ему будет очень непросто.

Измерение звуком

И вот тут-то появляется технология, придуманная испанскими специалистами. Благодаря их графику зависимости скорости звука от температуры сыра, можно провести ее мониторинг

внутри сырного бруска и определить — при желании, для каждого из брусков партии — скорость охлаждения. Ну а потом на основании опытных данных сразу же и забраковать те, из которых по всем приметам хорошего чеддера не получишь. Выигрыш в том, что не надо ждать нескольких месяцев, чтобы отделить хорошее от плохого, — негодный сыр отправляется на переработку и не занимает место на полке в сырохранилище. А ведь в сырном деле стоимость помещений в значительной степени сказывается на себестоимости продукции.

Как видно, совсем не для праздного любопытства было проведено исследование, но для того, чтобы с помощью современных технологий улучшить качество даже в такой верной традиция области, как сыроделание. Не совсем понятно, удалось ли внедрить эту разработку — на этот счет никаких публикаций не последовало. Не исключено, что появились серьезные трудности. Так, из полученных испанцами данных следует, что изменение скорости звука определяется количеством расплавленного жира внутри сырного бруска. Однако само это количество, а также соотношение легко- и тугоплавких фракций жира могут оказаться переменными, зависящими от свойств молока. Тогда возникает очевидная проблема с калибровкой прибора и с точностью проводимых им измерений. Ну да наверняка рано или поздно у лауреатов Игнобелевской премии будут достойные последователи, которые справятся с этой непростой задачей, ведь научно-технический прогресс остановить невозможно. Не исключено также, что аналогичным способом можно будет узнавать и само качество сыра — сколько в нем молочных жиров, а сколько пальмового масла. Если же помечать, то удастся представить себе вполне портативный прибор, эдакий щуп, соединенный со смартфоном, который расскажет всю правду о продукте уже не сыроделу, но конечному покупателю.

Ультразвук и пища

Главная прелесть ультразвука состоит в том, что он, во-первых, без особого труда проходит сквозь как твердое тело, так и жидкость. Его скорость зависит от плотности вещества, то есть несет информацию о его внутренней структуре. Поэтому, просканировав какой-то объект ультразвуком, можно узнать, что у него внутри. Дефектоскописты так находят различные несплошности в какой-нибудь отливке, а медики узнают, нет ли каких уплотнений во внутренних органах человека.

Разрешающая способность, естественно, зависит от длины волны, а она обратно пропорциональна частоте звука. При частоте 20 кГц удастся увидеть крупные детали, размером в сантиметры, а высокочастотный, мегагерцовый, звук дает разрешение в миллиметры. Генерация и фиксирование ультразвука — относительно простые процедуры, отчего такие методы исследований получили широкое распространение.

Во-вторых, мощный ультразвук способен вызывать такое интересное явление, как кавитационные пузырьки в жидкости. Они возникают следующим образом. При прохождении звуковой волны давление в жидкости циклически растет—снижается. Когда давление в фазе роста оказывается выше, чем давление пара этой жидкости, она начинает испаряться внутрь самой

себя, и возникают пузырьки. Их зарождению способствуют растворенные в жидкости газы. Жидкость испаряется внутрь пузырька по мере его расширения, а при последующем сжатии отнюдь не весь этот пар в нее возвращается — пузырек не только не исчезает, но начинает расти. Так продолжается несколько циклов звуковой волны. Внутри пузырька развиваются чудовищные условия — температура в тысячи градусов и давление в тысячи атмосфер! И это давление разрывает ставший слишком большим пузырек: получается мощный микровзрыв, порождающий сильный гидроудар. Помимо этого, попавшие в пузырек вещества вступают в самые необычные реакции; их изучение породило даже целую науку — сонохимию. Есть подозрения, что сила такого пузырька может оказаться достаточной для зажигания термоядерной реакции — слияния ядер дейтерия с помощью так называемого пузырькового синтеза. Строго экспериментально доказать это предположение не удалось, и история с пузырьковым синтезом вошла в число темных страниц науки XX века (см. «Химию и жизнь», 2016. № 4).

Как видно, последствия применения ультразвука могут оказаться диаметрально противоположными, и это породило два направления использования ультразвуковой техники. Высоко-частотный — 5—10 МГц — и маломощный звук применяют для неразрушающих исследований. А высокомогущный низкочастотный — 20—100 кГц — для разных технологических надобностей. В пищевой промышленности находят применение оба, но, поскольку эта область стала развиваться лишь в середине 90-х годов XX века, полного понимания механизмов еще нет. Например, приклеив кусок мяса жиром к металлической пластинке и подведя к ней ультразвук, можно за несколько минут сделать мясо существенно мягче. Однако почему так происходит, неизвестно — то ли волокна рвутся от кавитации, то ли ферменты активируются от сонохимии. Ультразвук явно ускоряет брожение вина или пива, но опять неясно: он разрушает клетки дрожжей, высвобождая ферменты, или способствует удалению углекислого газа, который мешает брожению. Вообще, дегазация жидкостей с помощью ультразвука — одна из значительных областей его применения в пищевой промышленности.

Звуковые волны и сами по себе, и созданные ими взрывающиеся пузырьки вызывают мощные микротечения, которые помогают перемешивать компоненты, а также измельчать структуры сложных жидкостей. Это очень полезно, когда нужно сделать эмульсию, например основу майонеза — масло в лимонном соке. Чтобы соус был хорош, эмульсия должна быть устойчивой, с мелкими каплями масла одного размера, и ультразвук быстро справляется с таким заданием. Причина, в частности, в том, что он избавляет смесь от попавшего в нее воздуха — его пузырьки мешают образованию правильной эмульсии.

Измельчение структуры способствует и быстрой заморозке: ультразвук, создавая стоячую волну, порождает многочисленные центры кристаллизации воды, и получающиеся мелкие кристаллы быстро заполняют весь объем продукта. Среди прочих физико-химических приложений ультразвука есть и противоположное образованию пены — каждый, кто наливал пиво в стакан или шампанское в бокал, знает, насколько это неприятное явление мешает быстро потребить напиток, что уж говорить о технологах, у которых каждая минута на счету. Облегчает ультразвук и фильтрацию — благодаря кавитации и микротечениям фильтры засоряются в гораздо в меньшей степени. Используют ультразвук и как моющее средство — кавитационные пузырьки проникают в почти недостижимые полости и отбивают налипшую там грязь гидроударами.

Очень интересное использование — ультразвуковые ножи. Продукты зачастую изготавливают большими кусками; это и огромные головки сыра, и пласты карамели, бисквита, и кубы масла. Их надо обязательно резать. Есть продукты, резать которые необязательно, но желательно — бекон, колбаса, хлеб и прочие, потребляемые тонкими ломтиками. При этом обрезков хочется избежать и добиться, чтобы продукты не липли к ножам, а сами ножи не тупились бы. Понятно, что на крупном, тем более

автоматизированном производстве все эти проблемы весьма важны, и тупые ножи могут приводить к немалым убыткам. Ультразвук, подведенный к лезвию каким-то чудесным образом, — видимо, входя в резонанс с внутренними колебаниями куска пищи, — обеспечивает движение ножа практически без усилий. Более того, липкие продукты к ножам не прилипают, а хрупкие — не крошатся. Судя по выдаче поисковой системы в Сети, такое оборудование пользуется огромной популярностью.

Другое важное применение — ускорение экстракции. Механизм этого явления также не очень понятен: то ли кавитация разрушает твердые структуры — кожицу ягод, частицы соевого жмыха, остающегося после извлечения масла, — и так высвобождает содержащиеся в них ценные вещества, то ли возникающие от звука микротечения обеспечивают лучшее проникновение в глубь вещества молекул растворителя. Коль скоро рассказ об Игнбелевской премии был связан с сыроделанием, логично рассмотреть применение технологии ультразвука для экстракции на примере изготовления неперменного спутника сыра на пиршественном столе — вина. Тем более что совсем недавно подробное исследование этой технологии предприняли итальянцы Эмилио Челотти и Паола Фарраретто из Удинского университета (Труды 39-го конгресса Организации лозы и вина, Бразилия, 2016 год).

Озвучивание вина

Идея итальянских исследователей состояла в следующем. Кожица виноградных ягод содержит множество ценных для вина веществ. У красного винограда это антоцианы и полифенолы, придающие вину насыщенный цвет и терпкость. У белого, особенно мускатного — всевозможные ароматы. Однако все они связаны с кожей весьма сильно и в сок попадают с трудом. Поэтому виноделы применяют мацерацию: сок на несколько дней оставляют бродить вместе с мезгой — раздробленными ягодами. Растворимые в воде компоненты из кожицы потихоньку выходят в сок, а скорость процесса определяется диффузией.

Потом скисший сок отжимают и отправляют бродить далее, а после того как дрожжи переработают достаточно сахара и получившийся спирт остановит их жизнедеятельность, вино следует на созревание или старение. И важнейшим процессом при старении вина оказывается образование комплексов из антоцианов и полифенолов, прежде всего танинов. Процесс этот еще менее быстрый, чем их извлечение из кожицы, оттого хорошее вино и должно стоять в погребе по меньшей мере два года, пока оно не стабилизируется и образующие его компоненты не придут в состояние равновесия. Не исключено, что при такой выдержке возникает еще и сложная иерархия кластеров из молекул спирта и воды — все-таки, как отмечает академик А. Л. Бучаченко в одном из докладов про химические нанореакторы, «система спирт — вода полностью кластеризована». А адепты сверхмалых доз и структуры воды отметят, что структурное состояние жидкости совсем не безразлично потребителю: в зависимости от него эта жидкость может оказаться более или менее вредной/полезной.

Традиция выдержки

Мнение, что выдержанное вино имеет не только другой вкус и аромат, но еще и иное физиологическое действие, нежели вино ординарное, возникло в незапамятные времена и подтверждено многосотлетней практикой. В качестве иллюстрации возьмем соответствующий фрагмент из «Пира мудрецов» Афиней.

«... Эвбул пишет:

Не странно ли — всегда в чести у девушек

Вино постарше, а мужчина свеженький?

<...> Старое вино, действительно, не только приятнее на вкус, но и гораздо полезнее для здоровья. Ибо оно лучше помогает усвоению пищи, а будучи составленным из более тонких частиц, быстрее выводится из организма; кроме того, оно взбадривает тело, улучшает состав крови, благотворно для кровотока, а также

улучшает сон. Гомер хвалит вино, которое допускает значительное разбавление водой, как, например, вино Марона; а много воды нужно именно старому вину, так как с годами оно становится крепче. Некоторые даже толкуют бегство Диониса в море как свидетельство давнего знакомства с виноделием — ибо вино действительно приобретает приятный вкус после разбавления его морской водой. <...> Об итальянских винах участник этой ученой компании Гален рассказывает следующее: «Фалернское вино приобретает приятный вкус после десяти лет выдержки и сохраняет его до пятнадцати или двадцати лет; превысившее этот срок вызывает головные боли и угнетающе действует на телесное напряжение. Существует два его сорта: сухой и сладковатый. Последний приобретает свои особенности, когда во время сбора винограда дует южный ветер, в результате вино получается более темным. Сбор в безветренную погоду дает сухое вино желтого цвета. Два сорта имеет также альбанское вино: сладковатый и кислый; оба приобретают наилучший вкус после пятнадцатилетней выдержки. Соррентинское же вино начинает приобретать приятный вкус только после двадцати пяти лет выдержки: из-за бедности жиром и очень грубого осадка оно едва дозревает даже за этот срок; впрочем, и после этого оно по вкусу только для привыкших к нему. Регийское вино, более жирное, чем соррентинское, становится годным уже после пятнадцатилетней выдержки. Такая же выдержка нужна и привернскому, которое суше регийского и совершенно не ударяет в голову».

Если считать, что этот перевод верен и что годы тогда считали так же, как и мы сейчас, получается, что в пору расцвета имперского Рима виноделы, а равно и потребители их продукции совсем не спешили; позволяли себе столь громадные сроки выдержки вина. В новейшее время такая неспешность — залог разорения. Ведь чем дольше хранится вино, тем в большей степени омертвляется капитал — тот, что вложен в винохранилище, и тот, что пошел на закупку винограда. И тут каждая неделя, каждый месяц сокращения срока изготовления вина без снижения качества дает конкурентное преимущество. Поэтому вино для массовой продажи выдерживают не более двух лет, и большинству из нас никогда не придется попробовать, что же за чудесное вино пили римские патриции, хотя совет Гомера разбавлять крепкое вино именно соленой водой может и пригодиться. Однако и два года виноделам кажутся чрезмерно долгим сроком, и вот возникают ускоренные методы старения вина. Разработкой одного из них и занялись исследователи из Удино. Инструментом им служил все тот же ультразвук, благодаря которому испанский коллектив получил заслуженную награду.

Старение звуком

В своих опытах Челотти и Фарраретто применяли звук с наиболее часто используемой частотой 20 кГц, а мощность, то есть амплитуду волн, меняли в пределах до 300 Вт. Сначала они озвучивали мезгу как красного, так и белого винограда во время мацерации. И результаты получились обнадеживающими. Так, концентрация антоцианов в соке после того, как мезгу озвучивали всего-то две минуты с мощностью в 80% от максимальной, увеличивалась втрое! Соответственно, усиливалась и окраска вина. Полифенольный индекс возрастал в полтора раза и более, а продолжительность мацерации удалось сократить с пяти дней до двух-трех без снижения качества. С белым вином все вышло еще удачнее: ультразвук за считанные минуты столь хорошо извлекал ароматические соединения из кожуры ягод, что можно было обойтись и вовсе без мацерации и сразу сливать сок, отжатый из озвученной мезги в чаны для брожения.

Затем пришел черед изучать воздействие ультразвука на само вино. Для опытов взяли молодое, четырехмесячной выдержки, то есть находящееся далеко от состояния равновесия. Ультразвук, несмотря на краткость воздействия — менее пяти минут, — сильно нагревал образцы, температура резко росла с 20°C до 43°C, однако этот кратковременный нагрев плохо на

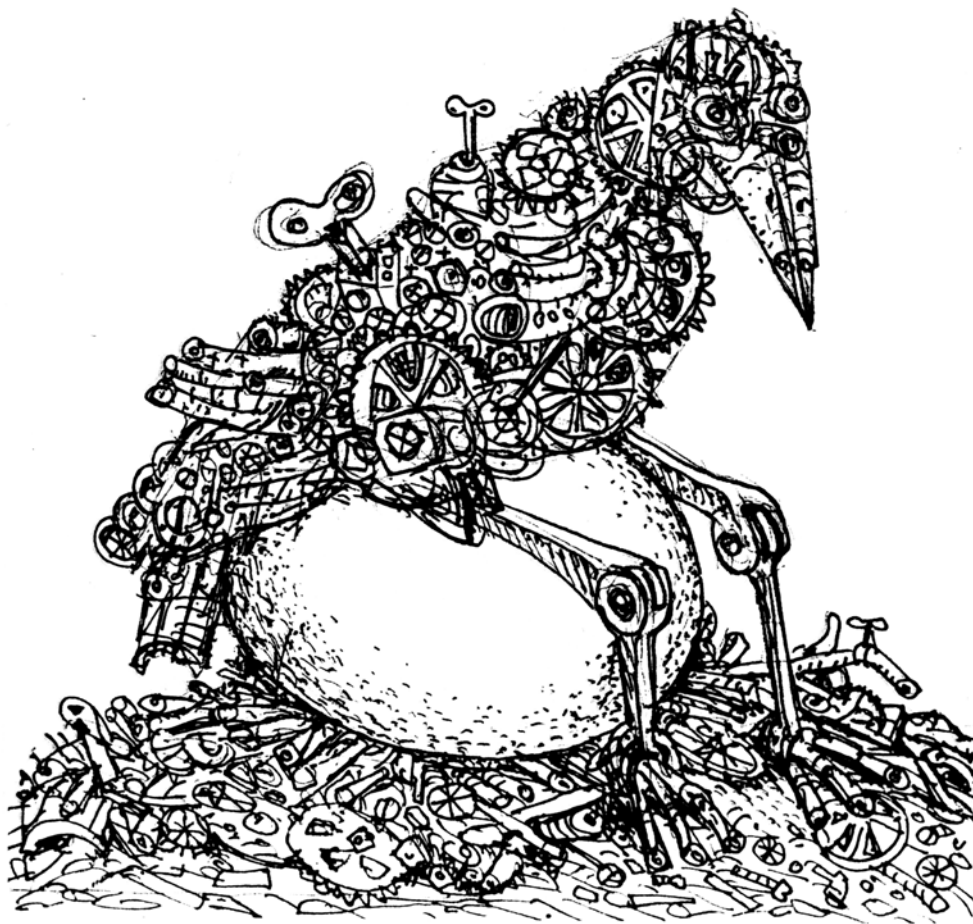
нем не сказывался, даже цвет не тускнел. Зато была замечена ускоренная полимеризация танинов: после ультразвука она вырастала с 23% до 30—35%. Это весьма важно, ведь свободные танины придают вину терпкость, а образование из них крупных кластеров ее снижает. Естественно, для этого нужно, чтобы в исходном вине было много свободных танинов, то есть оно должно быть молодым и терпким. Если же их мало, обработка может привести к ухудшению вкуса.

Ультразвук увеличивал и степень полимеризации комплексов танинов с антоцианами — это важно для обеспечения стабильности цвета вина. Интересно, что ультразвук оказал сильное влияние и на так называемый этанольный индекс. Этот параметр используют для быстрого определения крепости — оказывается, показатель преломления вина линейно зависит от концентрации спирта в нем. Поскольку несколько минут действия ультразвука никак не могло изменить химический состав, выходит, что оно сказалось на способности спирта связываться с какими-то находящимися в вине веществами, и тот ушел из поля зрения оптического прибора. Авторы хоть и объяснили эффект перераспределением спирта, вызванным изменением реакционной способности танинов и полисахаридов, однако это вряд ли можно считать решением очередной загадки взаимодействия ультразвука с жидкостями.

А потом пришло время озвучивать осадок. Ультразвук, разрушая клетки дрожжей, высвобождает из них содержимое, в котором виноделов интересуют полисахариды и гликопротеины, поскольку они наполняют вино коллоидными частицами, играющими важную роль в эволюции его консистенции и вкуса. И действительно, если вино с осадком всего пять минут обрабатывали ультразвуком, причем независимо от мощности, то десять дней спустя содержание этих веществ возросло втрое по сравнению с контролем. Однако спустя семь месяцев выдержки в винном подвале содержание и в контроле достигало того же уровня, что в эксперименте. Причина — естественный распад отравившихся спиртом дрожжевых клеток. То есть ультразвук и тут подтвердил свою способность существенно ускорять старение вина. Причем такое «физическое» состаривание обходится без добавок специальных ферментов, которые торопливые виноделы используют для того, чтобы ускорить распад дрожжей. То есть ультразвук позволяет не только ускорить процесс, но и обходиться без всяких излишних ферментов, а также без такого консерванта, как сернистый газ.

В общем, работа Челотти и Фарраретто, появившаяся как раз спустя десять лет после того, как комитет Игнобелевской премии оценил усилия испанского коллектива по созданию теоретических основ УЗИ сыра, свидетельствует, что потенциал применения ультразвуковых технологий в пищевой промышленности огромен и не исключено, что благодаря ему мы сможем познакомиться с какими-то неведомыми сегодня продуктами. Главное, чтобы заполнение отчетов по грантам не мешало исследователям в полной мере отдаваться своим удивительным фантазиям, даже если они на первый взгляд и не обещают какой-либо промышленно важный результат.





**Если вы
скачали этот
номер
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**

**внести посильный взнос на оплату труда
журналистов, редакторов, художников
и корректоров вы можете, оплатив один
номер или целую подписку
в нашем киоске по адресу:**

http://www.hij.ru/buy_subscribe/

**Если вам
надоело
скачивать
случайные
номера
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**



**с любого номера вы можете подписаться
на бумажную или электронную версию
журнала по адресу**

http://www.hij.ru/buy_subscribe/

Выкрасить и выбросить?



СТО ХИМИЧЕСКИХ МИФОВ

Пищевые красители, особенно синтетические, вызывают больше всего вопросов и возражений, когда речь заходит о пищевых добавках. В полном списке пищевых красителей (от E100 до E199) несколько десятков наименований, разрешенных к применению в пищевой промышленности в Российской Федерации. Не меньше список пищевых добавок, запрещенных или не имеющих разрешения к применению. Было показано, что некоторые пищевые красители могут вызвать аллергию. Однако аллергию могут вызывать чуть ли не все вещества. Но важно еще и то, что часто красители добавляют сверх меры, чтобы придать товару (ликеру, кетчупу или прохладительному безалкогольному напитку) более привлекательный вид. Потому что природные красители в разных фруктах и ягодах часто окрашены недостаточно интенсивно. Не следует думать также, что если краситель «натуральный», то есть выделен из природных источников, то он безвреден — это миф. Вот несколько примеров.

Краситель алкантин получают путем экстракции из корней растения Алканна красильная, растущего в Южной Европе. Этот пищевой краситель E103 не разрешен к применению в России в пищевой промышленности: обнаружено, что он обладает канцерогенным действием.

Рибофлавин-5-фосфат — природное соединение, образуется из рибофлавина. Однако его окрашенная натриевая соль (пищевой краситель E106) запрещена к применению в России. Как выяснилось, этот краситель «вызывает стойкие аллергические реакции, дисфункцию со стороны почек, а также влияет на зрение, вплоть до полной слепоты».

Зеаксантин, пищевой краситель E161h, является каротиноидным пигментом, родственником каротину из моркови. Он окрашивает в желтый цвет паприку, кукурузу, шафран, разные ягоды и фрукты. Тем не менее этот, казалось бы, безвредный краситель не разрешен к применению в пищевой промышленности в России и многих странах. То же относится к ряду других пищевых красителей сходного строения и цвета: флавоксантину (E161a) — «из-за неблагоприятного влияния на все органы человеческого организма»; криптоксантину (E161c); рубиксантину (E161d) — он может вызывать тяжелые аллергические реакции. Гардениевый желтый (E164), он же кроцетин, получают из высушенных цветков шафрана посевного; он не разрешен к применению в России, как и природный краситель гардениевый синий (E165).

Темно-коричневый краситель растительного происхождения орсеин (E182) в некоторых странах добавляют в муку для выпечки хлеба. Однако, по некоторым данным, он токсичен и потому не разрешен к применению в России и некоторых других странах. Из древесины сандалового дерева выделяют красный краситель (E166), который не прошел полную проверку на безопасность и потому не разрешен к применению в России и в некоторых других странах. Примеры можно продолжить.

Поэтому для признания пищевого красителя вредным или безвредным следует руководствоваться не тем, является ли он природным или синтетическим, а исследованиями его безопасности в качестве пищевой добавки. Следует также учесть, что краситель, выделенный из природного источника, часто является не индивидуальным соединением, а смесью веществ, часть которых может быть вполне безопасной, а часть — оказывать вредное воздействие на организм. Так что в некоторых случаях синтетические красители безопаснее, их проще очистить, чем сложную природную смесь.

Они имеют некоторые другие преимущества перед природными. Прежде всего, они намного стабильнее. Многие природные красители разрушаются при тепловой обработке и под действием кислорода воздуха, обесцвечиваются или приобретают неприятный цвет при изменении кислотности. В этом легко убедиться, если помыть питьевой содой эмалированную кастрюлю, в которой варилась краснокочанная капуста. Как отмечают авторы книги о химических мифах, «природа разрабатывала красители не с целью их использования на кухне».

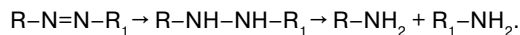
Для некоторых людей синтетический краситель может по религиозным причинам оказаться разрешенным для пищевых целей, а его природный аналог — запрещенным. Например, в 1998 году был впервые описан синтез карминовой кислоты, основы красителя кошенили («J. Chem. Soc. Perkin Trans». 1, 3, 575—582). Этот синтетический краситель вполне кошерный. В то же время природный пигмент того же состава и строения (кармин) получают из тела самок насекомых мексиканской кошенили или их яиц, что делает его полностью некошерным.

Синтетические красители чаще всего либо относятся к азокрасителям с общей формулой $R-N=N-R_1$, либо являются производными трифенилметана ($C_6H_5)_3CH$.

Азокрасители (их больше всего) раньше называли «анилиновыми»: анилин используется в качестве полупродукта в производстве красителей. Группы R и R_1 в молекуле красителя представляют собой разнообразные ароматические заместители, от которых зависят такие свойства красителя, как его цвет, кислотность и щелочность, стабильность и т. д. Важнейшее свойство красителя — его цвет; он определяется сопряжением π -электронов по системе связей в молекуле. Поэтому, меняя заместители, можно получать красители разнообразных цветов и оттенков. И таких красителей известно десятки тысяч. Но из соображений пищевой и экологической безопасности в качестве пищевого красителя используется лишь тысячная их часть. Эти азокрасители считаются безопасными для человека с учетом концентрации, в которой разрешено их применять. И хотя в природе азокрасители не встречаются, в организме человека они легко подвергаются метаболизму. Этот процесс происходит под действием азовосстанавливающих ферментов (азоредуктаз), которые разрывают связь $N=N$, образуя два амина. Реакция идет в две стадии; в ней принимает участие также кофермент никотинамидадениндинуклеотид в окисленной

Окончание. Начало в № 1—11.

форме (NAD^+) и восстановленной (NADH). Первичным продуктом восстановления является гидразосоединение:



Именно продукты этой и последующих реакций в случае ряда азокрасителей могут оказаться токсичными и даже канцерогенными. Таков, например, цитрусовый красный (E121), запрещенный в большинстве стран. Другие азокрасители, например тартразин, могут вызвать аллергию, и в ряде стран их не используют для детского питания.

Трифенилметановые (в общем случае триарилметановые) красители легко изменяют цвет при переходе в хиноидную форму. Знакомый всем химикам пример такого

перехода — изменение окраски раствора фенолфталеина при изменении кислотности среды. К трифенилметановым относятся также такие хорошо известные красители, как фуксин, бриллиантовый зеленый, метиленовый синий, кристаллический фиолетовый (генциановый фиолетовый). Они не пищевые, но их применяют в медицине; наличие диалкиламинных заместителей у бензольных колец усиливает их антибактериальные свойства. Из красителей этой группы в качестве пищевой добавки в некоторых странах (но не в России) применяется эритрозин (тетраиодфлуоресцеин). А из разрешенных в России — синий патентованный V (E131) и зеленый S (E141).

И.А.Леенсон

!!!ПОДПИСКА!!!

Если вы по какой-то причине не сумели подписаться на почте, это можно сделать в редакции.

Есть три способа.

Зайти на наш сайт www.hij.ru в раздел «Купить/подписаться», выбрать вид подписки, заполнить форму с адресом доставки и фамилией получателя журнала, а затем оплатить либо банковской картой через шлюз Сбербанка (выбрать верхнюю кнопку), либо электронными деньгами через сервис OnPay (выбрать нижнюю кнопку). При оплате картой зарубежного банка нужно выбирать сервис OnPay – Сбербанк такие платежи не пропускает.

Если у вас есть карта Сбербанка, то вы можете зайти в Сбербанк-Онлайн и выполнить платеж на наш счет. Реквизиты — ниже, однако, скорее всего, вам понадобится только наш ИНН: 7701325151. Аналогично можно оплатить картой любого банка, войдя в соответствующую систему мобильного банка. После оплаты обязательно пришлите нам по электронной почте redaktor@hij.ru сообщение с датой оплаты, адресом доставки, фамилией подписчика, месяцем начала подписки. Если вы платите не за себя, это хорошо бы отметить, чтобы нам было проще идентифицировать платеж.

Если у вас нет доступа к Сети и нет электронной почты, нужно прийти в Сбербанк с нашими реквизитами и сделать платеж с помощью операционистки. Попросите ее указать в назначении платежа не адрес прописки и фамилию плательщика, а адрес и фамилию подписчика. И хорошо бы через месяц позвонить нам, чтобы уточнить, правильно ли оформлена подписка. Почему через месяц? Потому что сведения из бухгалтерии поступают в отдел подписки около 25 числа каждого месяца.

Стоимость подписки на первое полугодие 2019 года

Бумажная версия с доставкой простым письмом по территории РФ: 1260 рублей

Электронная версия: 360 рублей.

Пополняемый архив журнала с 1965 года по настоящее время с дистрибутивом на флеш-карте: 1600 рублей (1300 при самостоятельном скачивании с нашего сайта).

Если вы хотите подарить наш журнал вашей любимой библиотеке, не отказывайте себе в удовольствии — это можно сделать на сайте biblio.planeta.ru

Справки по телефону (495) 722-09-46 (с 11 до 18, вторник — четверг) или по электронной почте redaktor@hij.ru.

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: ПАО «Сбербанк», г.Москва,
Номер счета: № 40703810938000000848, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225
Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»





Б Чужие против хищников

Божья коровка напоминает нарядную бронемашинку — литая капля в камуфляжных пятнах. К тому же она ядовитая. Но даже ее, такую неуязвимую, удается подколоть. Прилетает оса и откладывает яйцо прямо в тело жука. Не бойтесь! Пожирания заживо и прочих ужасов не будет. У божьих коровок все иначе. Или почти все.

Оса-паразитоид *Dinocampus coccinellae*, далее просто динокампус или оса, названа так потому, что специализируется на жуках семейства Coccinellidae, то есть на божьих коровках, хотя иногда посягает на долгоносиков. В списке ее жертв 61 вид коровок, причем оса предпочитает тех, кто покрупнее, даром что сама крошка — не длиннее 4 мм. Люди используют божьих коровок для биологической борьбы с вредителями и рассылают по всему миру. Осы едут с ними и заселили все континенты за исключением Антарктиды, хотя предпочитают умеренную зону Северного полушария.

Имея дело с божьими коровками, трудно остаться незамеченным, и динокампусы попали в поле зрения ученых еще в начале прошлого века, так что в наблюдениях за ними недостатка нет.

В отличие от многих паразитоидов, динокампусы предпочитают не личинок, а взрослых насекомых. Только при полном их отсутствии оса от безысходности откладывает яйцо в личинку или куколку. В этих случаях яйца дожидаются, пока личинка хозяина превратится во взрослого жука, и лишь потом начинают

развитие. Однако жука еще нужно найти. Ползущая божья коровка заметна издали и при этом наиболее уязвима. Во время движения голова насекомого вытянута вперед, а надкрылья приподняты, открывая мягкие ткани. Неподвижного жука, хоть он и ярок, оса видит лишь с малого расстояния, и наткнувшись на него, постукивает антеннами, побуждая сдвинуться с места.

В поисках хозяина своей будущей личинки динокампусы используют не только зрение, но и обоняние. Их привлекают запахи токсичных алкалоидов, которые божьи коровки выделяют, чтобы отпугнуть хищников. Особенно им нравятся прекоксинеллин и его стереоизомер миррин («Journal of Chemical Ecology», 2001, doi: 10.1023/A:1005611831786). Это довольно специфические соединения, присущие в основном жукам семейства Coccinellidae. Очевидно, оса к этим токсинам устойчива.

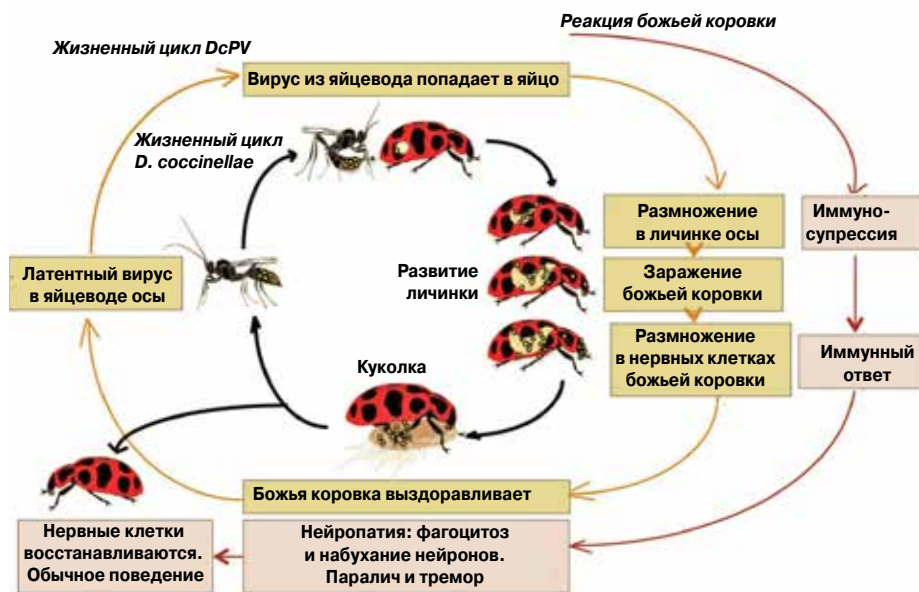
Паразитоиды стараются отложить яйца не в самцов, а в самок, причем молодых, а не перезимовавших, потому что они крупнее и активно питаются и, следовательно, представляют собой наилучший резервуар для яйца. Только не думайте, что, пока оса божью коровку обхаживает, обнюхивает и стучит по ней усиками, та спокойно дожидается своей участи. Жуки укусов не любят и стараются убежать, укусить нахалку, отпихнуть яйцеклад ногой, и это им удается: одним видам чаще, другим реже («BioControl», 2010, doi: 10.1007/s10526-009-9262-5).

Успех зависит от активности защитного поведения.

Но вот дело сделано, яйцо отложено. Оса не парализует коровку, и она ведет прежний образ жизни, а из яйца спустя неделю, не больше, выходит личинка с мощными челюстями. Она использует их для того, чтобы пожирать... других личинок. Одна оса откладывает одно яйцо, но жука могут уколоть несколько паразитоидов. Внутри божьей коровки бывает несколько десятков личинок, зафиксированный рекорд — 47, но до второго возраста доживет только одна. Покончив с конкурентами, личинка-



1
Семиточечная божья коровка
Coccinella septempunctata над коконом осы



2
Жизненные циклы осы и ее вируса.
На рисунке изображена двенадцатиточечная,
или розовая, божья коровка *Coleomegilla maculata*

победитель питается жировым телом жука. Однако после первой линьки она утрачивает челюсти и переходит на собственный провиант.

Одна из внутренних оболочек яйца распадается на отдельные клетки тератоциты, которые выходят в полость тела жука. Ими личинка и кормится. Сначала этих клеток около 500, но к тому времени, когда личинка покидает тело, их практически не остается. Тератоциты синтезируют белки и растут вместе с личинкой; те из них, которые доживают до конца, достигают полумиллиметра в диаметре. Если они растут плохо, развитие личинки замедляется. Тератоциты — пример идеально сбалансированного и практически безотходного питания, возможно, их изучение принесло бы большую практическую пользу.

А как себя чувствует коровка, внутри которой кипят такие страсти? По-видимому, неплохо. Во всяком случае, движется и охотится она как обычно, только гонады у нее перестают развиваться и жировое тело существенно уменьшается. На последней стадии развития паразитоида, когда личинка уже довольно крупная, зараженный жук ходит с растянутым брюшком и повисшими крыльями, однако, разрешившись от бремени, принимает прежний вид. Скорость развития зависит от разных условий, в среднем оно занимает около трех недель. Личинка выбирается наружу между сегментами брюшка хозяина, которому при этом практически не вредит. Казалось бы, можно мирно расставаться, но нет, тут-то и начинается самая жуть! Божья коровка парализована!

А личинка, пользуясь неподвижностью жука, сплетает у него под брюхом кокон,

в котором и развивается. Через 7—10 дней из кокона выходит взрослая оса. Чаще всего это самка, потому что яйца партеногенетические. Самцы появляются редко.

Все это время божья коровка неподвижно стоит на страже кокона, отпугивая хищников своей яркой предупреждающей окраской и защитной жидкостью, которую продолжает выделять (рис. 1).

Чтобы парализовать хозяина и подавить его иммунную систему, осы-паразитоиды обычно используют токсичные белки и полиднавирусы, которые вводят вместе с яйцами (см. «Химию и жизнь», 2018, 7). Однако *D. coccinellae* полиднавирусов не имеет, во всяком случае, их не нашли, зато обнаружили другой вирус, именуемый DcPV (*D. coccinellae* paralysis virus). В отличие от полиднавирусов, у DcPV не ДНК-, а РНК-геном («Proceedings of the Royal Society B», 2015, doi:10.1098/rspb.2014.2773). Вирус находится в яйцеводе осы, откуда попадает в яйца. Во взрослых осах DcPV не размножается, только хранится. Его репликация происходит в личинках. В конце личиночной стадии вирус выходит в полость тела божьей коровки, заражает ее нервные клетки и вызывает нейропатию. Поражение нервной системы парализует жука в момент выхода личинки, вынуждая выполнять обязанности телохранителя (рис. 2). Французские и канадские ученые, проводившие это исследование, бросали божьих коровок в чашку с водой или клали на спинку. Здоровые жуки легко пробегают по воде и мгновенно переворачиваются, а «телохранители» сделать этого не могут, хотя и пытаются — только лапки у них подергиваются.

От вирусной инфекции жук может умереть, а может и выздороветь. К тому времени, когда из куколки появляется оса, количество вирусов в организме коровки существенно снижается, к ней

возвращается подвижность, и она отправляется по своим делам. Некоторые даже размножаются. Жуки снова плавают и переворачиваются на ноги, хотя и не так быстро и плавно, как прежде, но вполне удовлетворительно.

Исход болезни во многом зависит от состояния иммунной системы божьей коровки. Здоровый жук успешно справляется с вирусом. Более того, гемоциты — клетки, определяющие иммунный ответ хозяина на паразитоидов, — инкапсулируют или разрушают яйца, и те погибают («Annals of the Entomological Society of America», 2012, doi: 10.1603/AN11026). В этом случае коровка не заболевает: вирус размножается лишь тогда, когда развивается личинка. Если яйцо все-таки устояло, развитию личинки может помешать малое количество или неправильный рост тератоцитов.

Судьба осы зависит от того, в какой из нескольких десятков потенциальных хозяев попадет ее яйцо, потому что разные виды различаются восприимчивостью к паразитоиду. В Европе, Западной Сибири и Японии один из самых привлекательных для осы хозяев — семиточечная божья коровка *Coccinella septempunctata*. Но даже она иногда переживает выход личинки и откладывает собственные яйца. А девятиточечная божья коровка-арлекин *Harmonia axyridis* — объект для динокампусов неподходящий. Ее иммунная система лихо уничтожает осиние яйца и успешно справляется с вирусом, так что из арлекина получается плохой телохранитель. Ученые наблюдали, как *H. axyridis* съела личинку осы, собравшуюся окукливаться у нее под брюхом («Biological Invasions», 2018, doi:10.1007/s10530-017-1608-9).

По сравнению с обычной атакой осы-паразитоида нападение динокампуса на божью коровку имеет счастливый конец. Жертва не страдает, часто выживает и даже может стать ловушкой для осы. Однако паразитоиды все-таки снижают численность этих полезных хищников. И ученые ищут средства защиты от ос. Например, их можно приманивать пахучими алкалоидами божьих коровок.

Н. Резник

Старая и новая наука Николая Кольцова

С. А. Ястребов

Научное наследие известного биолога Н. К. Кольцова очень многогранно. Занимаясь клеточной биологией и генетикой, он высказал опередившие свое время идеи, серьезно повлиявшие на науку XX века. Однако не стоит забывать, что в центре его интересов всю жизнь была морфология — учение о форме живых организмов (пусть и в самом широком смысле этого слова). И объективно оценить значение работ этого великого ученого не всегда так уж просто...



arrran.ru

Николая Константиновича Кольцова (1872—1940) никак нельзя назвать малоизвестным ученым. В последние тридцать лет о нем писали очень много. Его не без оснований считают вдохновителем молекулярной биологии — дисциплины, стремительное развитие которой во второй половине XX века, без преувеличения, изменило всю научную картину мира. Он сделал важные открытия в области биологии клетки. Он великолепно знал генетику и биологию развития — и воспитал учеников, ставших в этих науках настоящими классиками. Многие мысли Кольцова выглядят поразительно современными и сейчас, спустя несколько десятилетий после его смерти.

Между тем едва ли не самая известная из всех научных работ Кольцова посвящена не клетке и не генетике, а самой что ни на есть классической сравнительной анатомии — науке, расцвет которой обычно датируют второй половиной XIX века. Случайность ли это? Как получилось, что классический сравнительный анатом оказался среди основателей молекулярной биологии? Что на самом деле было в центре его интересов и как связаны между собой разные этапы его творческого пути?

К счастью, мы знаем о Кольцове достаточно много, чтобы поискать ответы на эти вопросы. Можно надеяться, что это будет интересно не только тем, кто читает Кольцова как учителя (а таких немало — многие его ученики дали «научное потомство», активно работающее до сих пор), но и всем, кто хочет узнать побольше о том, как биология XX века превращалась из классической в современную. С этой точки зрения фигура

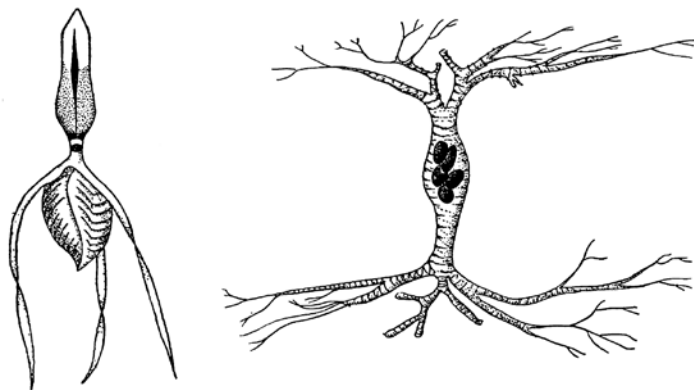
Кольцов в 1920-х годах, в пору, когда он руководил Институтом экспериментальной биологии и преподавал в Московском университете

Кольцова как нельзя более показательна: он оказался как раз на переломе эпох и сам вошел в число деятелей, этот перелом определивших.

Сумма биографии

Начнем с сухих фактов. Николай Кольцов окончил Московский университет в 1894 году. В 1901 году он защитил магистерскую диссертацию (по нашим меркам — кандидатскую), озаглавленную «Развитие головы миноги. К учению о метамерии головы позвоночных». Это и есть та самая знаменитая сравнительно-анатомическая работа Кольцова. Она вышла в виде книги, сразу получила среди специалистов заслуженную известность и регулярно цитируется в научных статьях по сей день.

Однако продолжать эту работу Кольцов не стал. Он переключился на изучение структуры живых клеток. На рубеже XIX и XX веков цитология (наука о клетках) только-только выделилась из гистологии (науки о тканях). Кольцов увлекся этой новой наукой, еще будучи студентом, и сохранил ей верность навсегда. Даже в 1940 году, в довольно мрачной обстановке и за считанные месяцы до смерти, он активно вел цитологические исследования, посвященные пигментным клеткам — одной из тем, занимавших его много лет.



Цитологические рисунки Кольцова. Слева — сперматозоид десятиногого рака *Galathea*, справа — мышечная клетка из мантии крылоногого моллюска

Тут нужно небольшое пояснение. В начале XX века, как в значительной мере и сейчас, квалификация биолога определялась прежде всего тем, что он умеет делать «руками». В этом смысле главным умением Кольцова была микротехника — комплекс методов, позволяющих рассматривать под микроскопом ткани и клетки, вплоть до самых тонких внутриклеточных структур, находящихся на пределе оптического разрешения (освоить электронный микроскоп Кольцов не успел). Подготовка объектов для микроскопического исследования, изготовление срезов нужной толщины, их окрашивание — все это сложные многоэтапные манипуляции, требующие творческого подхода, и даются они далеко не каждому. А вот Кольцов владел этим искусством виртуозно. то, что это отнюдь не свидетельствует о какой-то особой любви Кольцова к десятиногим ракам — причины выбора объекта были совершенно другими. Сперматозоиды заинтересовали Кольцова потому, что эти подвижные клетки имеют постоянную форму и четко выраженную систему внутренних опорных образований. А десятиногие раки — потому что у них сперматозоиды хоть и сложной формы, с выростами, но лишенные жгутиков: Кольцова привлекла именно эта структурная особенность. И для него это очень характерно. В отличие от многих других биологов, Кольцов при выборе направления исследований всегда ориентировался не на объект, а на проблему.

Докторскую диссертацию он не защитил. Она была завершена в конце 1905 года, когда в Москве происходили революционные беспорядки, поэтому назначенная на январь 1906 года защита должна была пройти при закрытых дверях, без студентов. Кольцов отказался защищаться в таких условиях и в результате не защитился вообще. Только в 1935 году, когда Кольцову было уже за шестьдесят, он получил докторскую степень без защиты — по совокупности работ.

Зато исследования он вел очень активно. В 1903—1915 годах вышла большая серия работ Кольцова по клеточной биологии — о скелете головки сперматозоидов, о сокращении стебельков сидячих инфузорий, о влиянии различных ионов на сократительную активность живых клеток. Эти работы создали Кольцову репутацию крупного ученого. Его с полным основанием можно считать пионером исследований цитоскелета — внутриклеточной системы опорно-двигательных структур, состоящей из микротрубочек, микрофиламентов и некоторых других образований, хорошо знакомых современным молекулярным биологам. Сейчас общеизвестно, что любая клетка животного, растения, гриба, инфузории или амебы — одним словом, любая эукариотная клетка — без цитоскелета немыслима (это ничуть не менее важный признак, чем клеточное ядро).



В 1909 году Кольцов расстался с Московским университетом, где он был оставлен после выпуска «для подготовки к профессорскому званию» и продолжал с тех пор там работать. Его учитель и начальник, известный зоолог Михаил Александрович Мензбир, начиная с 1906 года стал сокращать как преподавательскую нагрузку Кольцова, так и его возможности заниматься исследованиями на университетской базе; это происходило постепенно — какое-то время Мензбир, вероятно, надеялся, что Кольцов образумится, но в конце концов выставил его из университета вовсе. Что Мензбиру так не понравилось? Может быть, дело было в тогдашних революционных настроениях Кольцова. Может быть, в его слишком самостоятельных научных интересах: Мензбир ценил классические зоологические исследования, а ими-то Кольцов как раз и не хотел заниматься — он твердо сделал выбор в пользу новой науки о клетке. А может быть, Мензбир как администратор просто счел неперспективным сотрудника, отказавшегося от защиты уже готовой докторской и вообще относившегося к академической карьере совершенно наплеватьски: в лучшем случае его ждала бы участь вечного приват-доцента. Возможно, все три причины внесли в это решение свой вклад. Так или иначе, Кольцов был вынужден покинуть Московский университет (вернуться туда он смог только после революции 1917 года). На Мензбира он тогда крайне обиделся — правда, через несколько лет их отношения восстановились: злопамятными эти люди не были.

В 1915 году Кольцов внезапно получил предложение стать действительным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук (она не меняла названия, несмотря на то что Петербург уже был переименован в Петроград). Безусловно, это говорит о большой широте взглядов тогдашних академиков. Ведь кто такой Кольцов в 1915 году? Если мерить современными мерками — всего лишь 43-летний кандидат наук, вынужденно преподающий в частном вузе (а именно в Московском городском народном университете имени Шанявского — том самом, в здании которого сейчас находится Российский государственный гуманитарный университет). Отметим, что среди инициаторов избрания Кольцова были академики Иван Петрович Павлов и Владимир Владимирович Заленский; последний, в отличие от первого, сейчас малоизвестен, но это был прекрасный сравнительный эмбриолог, работавший в том же направлении, что и легендарный Александр Ковалевский.

Не менее интересно, что от избрания в полные академики Кольцов отказался. Дело в том, что условием для этого был переезд в Петроград — там «под него» обещали организовать лабораторию. Но Кольцов был слишком привязан к своей родной Москве; он ни разу за всю жизнь надолго ее не покидал, если не считать заграничных деловых поездок. И он предпочел стать членом-корреспондентом, чтобы не менять места жительства.

Тем временем Кольцов стал публиковать не только чисто исследовательские работы (заниматься которыми он никогда не прекращал), но и статьи обзорного характера по

генетике, эмбриологии, некоторым разделам физиологии и эволюционной теории; все эти науки он превосходно знал, умел заражать других людей интересом к ним, а зачастую и подсказывал, какие направления — самые многообещающие. Эта сторона Кольцова раскрылась в полной мере, когда в 1917 году он получил возможность организовать Институт экспериментальной биологии — небольшое, но очень активное научное учреждение, где отработывали и пускали в дело самые разные методы исследований (микроскопические, биофизические, эмбриологические, генетические и другие). В этом институте сделали много интересного: например, именно там под руководством Кольцова был открыт химический мутагенез — этой работой занимались его ученики Иосиф Рапопорт и Владимир Сахаров. Тут надо заметить, что Кольцов никогда не навязывал своим ученикам соавторство в публикациях — наоборот, отказывался от него (щепетильность, свойственная далеко не всем крупным ученым). Своим именем он подписывал только те работы, где сам же был и исполнителем.

В 1927 году Кольцов прочитал на открытии 3-го Всесоюзного съезда зоологов, анатомов и гистологов доклад «Физико-химические основы морфологии». Именно тезисы этого доклада, вскоре расширенные в большую статью, можно считать главной теоретической работой Кольцова. Во всяком случае, его репутация как автора, стоявшего у истоков молекулярной биологии, основана на тех самых идеях, которые были в этой работе впервые высказаны.

В 1930 году Кольцов во второй раз потерял работу в Московском университете, где он в послереволюционные годы возглавлял кафедру и читал блестящие суперсовременные лекционные курсы. На рубеже 1930-х в университете шла под давлением советского правительства лихорадочная реорганизация, в ходе которой, между прочим, впервые появился самостоятельный биологический факультет (раньше там было только биологическое отделение в составе физико-математического факультета). И вот при этой реорганизации созданная и руководимая Кольцовым кафедра экспериментальной зоологии просто-напросто исчезла — вместе с должностью заведующего; по собственным словам Кольцова, в университете ему даже стула не оставили. С этого момента он больше не преподавал, а занимался только Институтом экспериментальной биологии и своими исследованиями.

В тридцатых годах Кольцов опубликовал ряд интереснейших статей по биологии развития и генетике — как экспериментальных, так и обзорно-теоретических. В 1936 году вышел толстый том его работ, озаглавленный «Организация клетки». Именно эту книгу можно рассматривать как *magnum opus* Кольцова: он собрал туда лучшее, что написал, — во всяком случае, по его личному мнению.

В начале 1939 года Кольцов лишился должности директора Института экспериментальной биологии. Ему припомнили увлечение евгеникой, о которой он в двадцатые годы действительно много писал. Произнести ритуальное покаяние он отказался и в результате превратился из директора института в руководителя крошечной лаборатории. И сосредоточился на экспериментальной работе по пигментным клеткам.

В ноябре 1940 года Кольцов умер. Находился он в это время в Ленинграде на научной конференции. Судя по всему, он отравился рыбой в ресторане гостиницы, а отравление спровоцировало инфаркт. Свою последнюю работу — доклад под названием «Химия и морфология» — он не успел закончить.

Итак, научная деятельность Кольцова продлилась 46 лет (если отсчитывать с момента окончания университета), а его наследие составляет несколько сотен опубликованных работ на разные темы. Беглый поиск по научной литературе показывает, что чаще всего из этих работ цитируются две: опубликованная в 1901 году монография о голове миноги и опубликованная в 1934 году статья о гигантских хромосомах мухи-дрозофилы. Последняя являет собой отличный пример исследования материала, важного для генетики, хорошо знакомым Кольцову цитологическим методом, то есть с помощью микроскопа; все это вписывается в общий «тренд» его многолетних интересов.

А вот работа о голове миноги стоит особняком. Это самый уникальный фрагмент научного творчества Кольцова — и он же, как видим, один из самых ценных (во всяком случае, если считать критерием ценности востребованность). И вот тут сразу возникают вопросы. В чем был смысл этой работы? Почему она не имела никакого продолжения? И связано ли вообще как-нибудь это направление исследований со всем остальным, что Кольцов сделал?

Чтобы разобраться в этом, взглянем «с птичьего полета» на историческое развитие родной для Кольцова науки — сравнительной анатомии.

Сравнительная анатомия и время

Анатомия — древняя наука, занимающаяся одним из самых очевидных свойств биологических объектов: их пространственной формой, доступной исследованию уже при минимуме технических средств. Анатомия человека, ограниченная изучением единственного биологического вида, сама по себе является не более чем прикладной дисциплиной. Но как только кругозор исследователя начинает охватывать и других животных, перед ним открывается бесконечный океан разнообразных форм, поиск порядка в котором — задача, способная занять не одну человеческую жизнь.

Понимание этого возникло на заре научной революции Нового времени — или даже чуть раньше. Уже в XVI—XVII веках во Франции, Италии, Англии находились гениальные натуралисты, проводившие весьма интересные исследования устройства организма животных и людей. Но сравнительной анатомии как науки, имеющей свою собственную систему представлений и устойчивый метод, в те времена еще не было. Начало ей положил Луи Жан Мари Добантон — французский натуралист, занимавшийся в основном млекопитающими, вся жизнь которого прошла в XVIII веке (1716—1799). Именно с него начинается непрерывная традиция сравнительной анатомии как самостоятельной научной дисциплины.



Дом, где в 1925—1948 годах находился кольцовский Институт экспериментальной биологии. Этот дом стоит в самом начале улицы Воронцово Поле, и его прекрасно видно с того места, где Покровский бульвар переходит в Яузский (хотя здесь ракурс взят с другой стороны).

Поздравляем нашего автора!



15 ноября 2018 года состоялась XI торжественная церемония вручения премии «Просветитель» за лучшую научно-популярную книгу на русском языке. Премию в номинации «Естественные и точные науки» получил Сергей Ястребов за книгу «От атомов к дереву: введение в современную науку о жизни» (М.: Альпина нон-фикшн, 2018)

Первый период развития сравнительной анатомии можно назвать доэволюционным. Он начинается с работ Добантона, а заканчивается в 1859 году, в момент выхода книги Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора». В этот период идея биологической эволюции — как тогда говорили, трансформизма — или отвергалась сравнительными анатомами вовсе, или принималась ими в достаточно нечеткой форме. Это не помешало исследователям сделать великое множество фактических открытий, описать основные планы строения многоклеточных животных и установить ряд важнейших теоретических понятий. Однако в середине XIX века подход сравнительных анатомов-дотрансформистов стал исчерпывать себя: к этому времени они добрались до таких деталей, продолжать исследовать которые без внятного представления об эволюции было просто бессмысленно. Только победа эволюционизма вывела биологию из намечавшегося тупика.

Тем самым начался второй период развития сравнительной анатомии — последарвиновский (на самом-то деле больше половины этого периода прошло при жизни Дарвина, но уже на фоне вызванного его работами переворота в научных представлениях). Началом этого периода, безусловно, является 1859 год, за конец же его можно принять 1900 год, когда благодаря работам Уильяма Бэтсона и нескольких других ученых были переоткрыты законы Менделя и началось бурное развитие генетики. Последарвиновский период нередко — и с полным на то основанием — называют золотым веком сравнительной анатомии. В новой обстановке произошел буквально взрыв сравнительно-анатомических исследований, теперь уже чисто эволюционных. Многие рожденные в то время концепции актуальны по сей день, а крупных ученых, на открытиях которых они основаны, трудно даже перечислить; ярким собирательным образом биолога этого периода является бессмертный конандойловский профессор Челленджер. Стремительное развитие сравнительной анатомии

и сопутствующих наук продлилось до конца XIX века, после чего темп стал несколько замедляться: сливки были сняты, наступило своего рода насыщение.

И как раз в этот момент общий «ландшафт» биологии в очередной раз принципиально изменился. Люди, имеющие подходящее образование и потенциально вполне способные сделать что-то в сравнительной анатомии, стали массово уходить из нее, предпочитая заниматься более молодыми биологическими науками — той же генетикой, например. Хорошим примером тут служит Николай Тимофеев-Ресовский, который, имея прекрасную зоологическую подготовку, сознательно оставил зоологию ради генетики и никогда больше к ней не вернулся (хотя и гордился до конца жизни тем, что он зоолог, да еще и «мокрый»). Те же, кто в этот период в сравнительной анатомии остался, в основном продолжали классические анатомические или палеонтологические исследования в том же методическом русле, которое установилось в XIX веке. С другими биологическими науками сравнительная анатомия взаимодействовала очень слабо. Эту эпоху ее развития можно назвать периодом изоляции, и продлился он почти весь XX век.

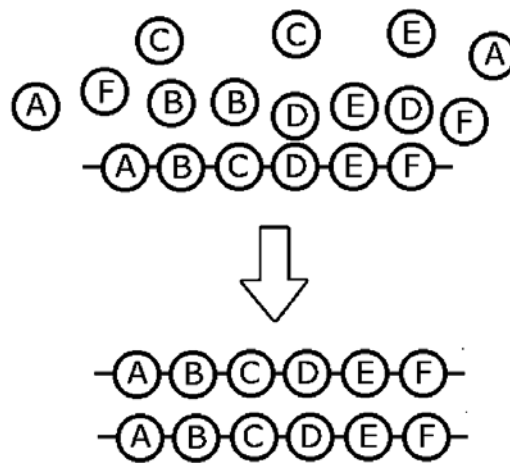
Тем временем биология стала молекулярной — и это имело свои последствия. Во-первых, к концу XX века биология развития (то есть эмбриология, дополненная молекулярной генетикой) вышла на уровень, где ее объединение с классической эволюционной биологией наконец-то стало не только возможным, но и действительно необходимым. Во-вторых, возникла и расцвела молекулярная филогенетика — наука, способная устанавливать родственные связи организмов по генетическим данным. В итоге сравнительные анатомы наконец-то обрели ценнейшую, немыслимую ни в какие более ранние времена возможность: получить от молекулярных филогенетиков готовое эволюционное древо с уже установленным родством, а самим заниматься только своим делом — эволюцией органов и планов строения. Раньше

такое было невозможно, потому что никаких независимых от сравнительной анатомии способов установления родства организмов просто не существовало. Любому сравнительному анатому приходилось одновременно строить и гипотезы об эволюции органов, и гипотезы о родстве их обладателей, шаг за шагом проверяя одно по другому. Это было утомительно и часто заводило в тупики. Теперь же сравнительная анатомия получила возможность «эмансипироваться» от филогенетики, став полностью самостоятельной наукой — как в додарвиновские времена, только на другом витке развития.

Наложив биографию Кольцова на эту периодизацию, мы сразу увидим, что начало его научной деятельности приходится в точности на переход от последарвиновского этапа развития сравнительной анатомии к периоду ее изоляции. Он прекрасно понимал это и сам. В одной из обзорных статей 30-х годов Кольцов берет за датировать появление четырех наук, изменивших биологию на рубеже XIX и XX веков. Физиология развития, она же механика развития — иными словами, экспериментальная эмбриология, — возникла в 1895 году, когда Вильгельм Ру начал выпускать журнал «Archiv für Entwicklungsmechanik». Генетика возникла в 1900 году, когда были переоткрыты законы Менделя (хотя свое название она обрела несколько позже). Цитология — наука о клетке — сложилась между выходом первого (1896) и второго (1902) изданий известной книги Эдмунда Вильсона «Роль клетки в явлениях наследственности и изменчивости»; по словам Кольцова, достаточно сравнить эти издания, чтобы отнести формирование современной цитологии к этому промежутку времени. И наконец, рождение современной биохимии Кольцов датирует 1906 годом, когда начал выходить британский «Biochemical Journal»; это, пожалуй, спорно — с тем же успехом можно говорить, например, о 1897 годе, когда Эдуард Бухнер открыл спиртовое брожение в бесклеточной среде, но в любом случае даты получаются близкие. По этим данным вполне можно представить, в какую интеллектуальную обстановку попал биолог, окончивший университет в 1894 году, защитивший диссертацию в 1901 году и все это время внимательнейшим образом следивший за научными новостями. Неудивительно, что свой выбор он сделал в пользу новой экспериментальной биологии.

Молекулы наследственности

В Московском университете Кольцов получил великолепную подготовку в качестве зоолога. Эту квалификацию он поддерживал всю жизнь, используя зоологические навыки в своих



Схема, поясняющая представление Кольцова о копировании наследственного материала. Буквами обозначены разные аминокислоты. Они свободно плавают в растворе, сталкиваясь с уже существующей белковой цепочкой, но «прилипают» только к своим аналогам (А к А, В к В и так далее). Так образуется вторая белковая цепь — копия первой. С реальным механизмом наследственности это имеет мало общего, но принцип «каждая молекула — от молекулы» (*omnis molecula e molecula*) Кольцов установил совершенно верно

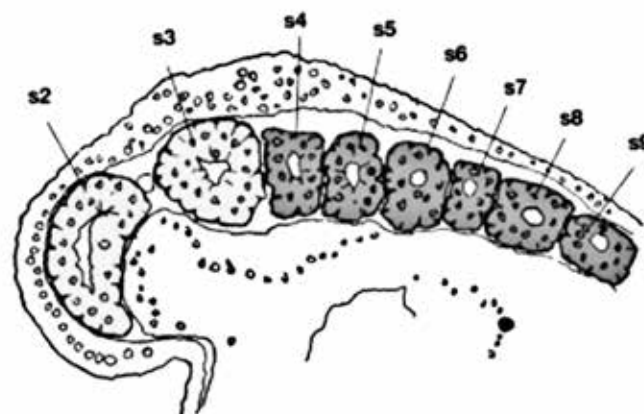
исследованиях и читая в том же Московском университете прекрасные курсы общей зоологии и зоологии беспозвоночных — несомненно, основанные на глубоком знании самой современной научной литературы. Кроме того, в 1933 году Кольцов опубликовал исключительно интересную большую статью под названием «Проблема прогрессивной эволюции», в которой он толково и профессионально обсуждает структуру эволюционного древа животного мира. Так что зоологом он остался навсегда.

Иное дело, что его интересы очень рано перестали ограничиваться зоологией — во всяком случае, классической. Наряду с Михаилом Александровичем Мензбиром (который был типичным зоологом «образца девятнадцатого века» и навсегда таким остался) университетским учителем Кольцова был Василий Николаевич Львов, блестящий эмбриолог, передавший своему студенту интерес к самой тонкой — клеточной — структуре развивающихся организмов животных. Львов рано умер от туберкулеза, и много работать с ним Кольцову не довелось, но этого своего учителя он с благодарностью вспоминал всю жизнь.

Кроме того, на втором курсе университета Кольцов прочитал книгу Августа Вейсмана — великого немецкого биолога, знатока — опять же — строения клеток и автора собственной теории наследственности, которая в дальнейшем стала логи-

Голова миноги. Слева — голова взрослой ручьевой миноги.

Справа — сильно упрощенная версия рисунка Кольцова, изображающего продольный срез головы зародыша миноги, на котором видны серийно расположенные головные полости (сомиты)



ческим фундаментом важнейших наук — генетики и биологии развития. Это, в частности, на всю жизнь привило Кольцову предельно скептическое отношение к любым версиям ламаркизма — учения о наследовании благоприобретенных признаков, рецидивы которого в биологии первой половины XX века были еще нередки. Однажды, уже в двадцатых годах, у него даже случилась на этой почве научная дискуссия с Иваном Петровичем Павловым, причем Кольцов в ней победил: знаменитый физиолог признал справедливость его замечаний.

Но гораздо важнее для Кольцова была положительная сторона учения Вейсмана. Это учение побудило его заинтересоваться новой наукой о наследственности — генетикой, которой сам Вейсман, уже пожилой к тому времени человек, заняться толком не успел. Интерес Кольцова к генетике нарастал постепенно, но неуклонно. В 1915 году он опубликовал в журнале «Природа» (том же, который выходит под этим названием и сейчас) свою первую крупную работу о наследственности — статью «Взгляды Лотси на эволюцию организмов».

Известный голландский ботаник Ян Паулус Лотси считал, что гены абсолютно стабильны — примерно как атомы не-радиоактивных химических элементов — и эволюция идет исключительно путем создания новых комбинаций древних генов, возникших при зарождении жизни на Земле. Кольцов отвечает на эту теорию абсолютно логичными возражениями. Почему Лотси берет за сравнение гены с атомами стабильных изотопов? Из его же собственных рассуждений вытекает гораздо более правдоподобная идея: ген — это *органическая молекула*, построенная на основе цепочки атомов углерода. А все без исключения органические молекулы могут вступать в те или иные химические реакции. Например, в любом органическом соединении атом водорода может быть скачкообразно заменен метильной группой ($-\text{CH}_3$). Не следует ли предположить, что именно в таких химических изменениях и заключается механизм генетических мутаций?

В последующие годы Кольцов основательно развил эту мысль. Итак, будем исходить из того, что ген — это органическая молекула. Главные органические молекулы, определяющие функционирование всего живого, — это белки (нуклеиновые кислоты на тот момент были изучены гораздо хуже, и роль их была неясна). Любой белок представляет собой цепочку молекулярных «кирпичиков», называемых аминокислотами, которые должны для правильной работы белка соединиться друг с другом в строго определенном порядке — примерно как буквы в напечатанной фразе. Никакие внешние условия химической реакции не могут обеспечить такую точность синтеза заданного белка. Остается только предположить, что новый белок «собирается» из находящихся в растворе отдельных аминокислотных ионов по образцу уже существующей белковой молекулы, играющей роль затравки, — приблизительно так же, как образуется в насыщенном растворе кристалл обычной соли. Получается, что любая информационная молекула возникает на основе уже существующей аналогичной молекулы, служащей матрицей для нового синтеза. «Размножение, считавшееся до сих пор отличительным признаком организма, распространяется, таким образом, на химические вещества», — пишет Кольцов в тезисах доклада, прочитанного на 3-м Всесоюзном съезде зоологов, анатомов и гистологов в 1927 году.

Доклад этот с полным основанием можно назвать историческим. Кольцов открыл одно из основных понятий современной биологии — понятие репликатора, молекулы, способной копировать себя. Рассуждения Кольцова о том, как эволюция хромосомных молекул, управляемая естественным отбором фенотипов, определяет собой эволюцию всего органического мира, до сих пор выглядят грамотными и актуальными. В конце двадцатых годов он первым в мире начертал исследовательскую программу, которую эволюционная биология по сей день продолжает выполнять.



Именно опираясь на идеи Кольцова, его знаменитый ученик Тимофеев-Ресовский провел в 1930-х годах эксперименты, в результате которых он сначала определил приблизительный размер гена, а потом сумел подсчитать число генов в одной из хромосом мухи-дрозофилы, ошибившись всего-навсего в полтора раза — при том, что реальный химический состав генов тогда еще не был известен (Тимофеев-Ресовский пользовался исключительно биофизическими данными). Эти работы послужили своего рода прологом к становлению настоящей молекулярной биологии.

Разумеется, пророком Кольцов не был. Он был ученым, а никакая научная концепция не может абсолютно точно предвосхитить более поздние открытия. С эволюцией идей дело обстоит примерно так же, как с эволюцией организмов, запечатленной в палеонтологических рядах: ни одна предковая форма никогда не характеризуется идеальным переходным состоянием абсолютно всех признаков. Даже у самого великого ученого наряду с верными утверждениями можно найти и неверные. Например, Кольцов не предугадал принципа комплементарности: на самом деле новая молекулярная цепочка является химическим «зеркальным отражением» своей матрицы, а вовсе не ее точной копией. Более того, Кольцов отвергал идею, что наследственность связана с молекулами нуклеиновых кислот. Он считал, что природа генов — белковая. Но тут надо сказать, что в тридцатые годы так думали почти все биологи. До экспериментального доказательства роли нуклеиновых кислот в переносе генетической информации, которое опубликовала в 1944 году группа Освальда Эвери, Кольцов не дождался.

Конец и вновь начало

Лучшим проявлением нашего уважения к Кольцову будет адекватная оценка его достижений. Например, его не стоит называть великим генетиком — это преувеличение. Генетику он очень любил, но крупных фактических открытий в ней не сделал (если не считать открытия химического мутагенеза, совершенного учениками Кольцова под его руководством, — но тут он, по своей всегдашней порядочности, сам отказался от претензий на авторство). С другой стороны, ни в какой момент жизни Кольцова генетика не была единственной сферой его интересов. Он отдавал много сил и своей любимой цитологии, и биологии развития, где его работу продолжил Борис Астауров. Не случайно кольцовский Институт экспериментальной биологии после всех административных слияний и разделений стал Институтом биологии развития (ИБР РАН).

Есть и области, где заслуги Кольцова определенно недооцениваются, — причем в какой-то мере он виноват в этом сам. Прежде всего это относится к уже упоминавшемуся исследованию развития головы миноги. В чем же тут дело?

А дело в том, что к началу этой работы интересы Кольцова уже переключились с классической зоологии и сравнительной анатомии на новую экспериментальную биологию — и сам он вполне отдавал себе в этом отчет. Работа о голове мино-



ги была изначально задумана как чисто квалификационная: видимо, Кольцов не хотел раньше времени огорчать своих учителей, прежде всего М. А. Мензбира, да и ему самому защита магистерской диссертации по слишком необычной теме могла создать проблемы. Но продолжать заниматься сравнительной анатомией после защиты он не планировал.

В свете сказанного неудивительно, что никакой особенно пылкой любви к миногам Кольцов не питал. Минога просто послужила ему удобным объектом. Настоящей же темой работы была проблема метамерии головы. Метамерия — это разделение тела животного или его части (например, позвоночника) на повторяющиеся вдоль продольной оси сегменты сходного строения. А метамерия головы — пожалуй, самая старая и самая запутанная научная «интрига» во всей сравнительной анатомии позвоночных; корни ее растут из поставленного еще Иоганном Вольфгангом Гёте (в его научной, а не литературной ипостаси) вопроса: «Есть ли в голове что-то подобное позвонкам?» Биологи бьются над этой проблемой двести лет — даже сейчас, в начале XXI века, ее нельзя считать окончательно решенной. Выбрав для магистерской работы такую тему, Кольцов убедительно продемонстрировал свой максимализм: мол, если уж браться — так за что-то серьезное.

И работа получилась великолепная. Единственное, чего там, по современным меркам, не хватает — картирования областей экспрессии регуляторных генов; это неудивительно, сто лет назад никто и слов таких не знал. Само же описание развития головных полостей, жаберных дужек и черепно-мозговых нервов выполнено образцово. Достаточно сказать, что монография проиллюстрирована несколькими десятками рисунков, сделанных под рисовальным аппаратом с точностью до отдельных клеток, и данные этих рисунков сведены в полную реконструкцию — все в лучших традициях кольцовского учителя Василия Львова, эмбриологические работы которого были не хуже. Современные ученые даже с помощью электронного микроскопа далеко не всегда добиваются подобных результатов.

Диссертация Кольцова формально посвящена единственному объекту — ручьевой миноге. Но, во-первых, этот объект, с точки зрения любого зоолога, исключительно важен — как-никак одно из самых примитивных современных позвоночных. А во-вторых, Кольцов обстоятельно рассматривает каждый открытый им факт в контексте общей картины, во многом сохраняющей свою значимость по сей день. Подход у него был серьезный.

Мировое научное сообщество оценило эту работу по достоинству — и не забыло о ней. Поисковая система Google Scholar показывает, что после 1990 года диссертация Кольцова о миноге (или ее републикация на немецком языке) цитировалась в научных статьях не меньше 40 раз, причем самые свежие ссылки относятся к 2018 году, в конце которого пишутся эти строки. Для частного сравнительно-анатомического исследования более чем столетней давности это очень неплохо. Вторая по цитируемости работа Кольцова — ис-

следование гигантских хромосом дрозофилы — набрала за те же годы заметно меньше ссылок.

Итак, Кольцов благодаря одной-единственной работе сразу стал авторитетным сравнительным анатомом. Проблема в том, что сам он ценил это не слишком высоко. Мы уже говорили, что в начале XX века развитие сравнительной анатомии явно затормозилось. Институты и кафедры соответствующего профиля по всему миру стали закрываться, не в последнюю очередь из-за уменьшения числа людей, желавших идти в эту науку. Сам Кольцов пишет, что спустя много лет он вспомнил о своей студенческой статье, тоже посвященной классической сравнительно-анатомической теме (эволюции брюшных плавников рыб), и спросил своего учителя М. А. Мензбира:

— Скажите, Михаил Александрович, за тридцать пять лет после того, как я подал вам свое студенческое сочинение, была ли высказана по этому вопросу какая-нибудь действительно новая, свежая мысль?

— Никакой! — решительно ответил Мензбир.

Того же мнения «поздний» Кольцов был и о хорошо знакомой ему проблеме метамерии головы: если вникнуть, наверняка окажется, что ничего нового по этому вопросу двадцатое столетие не дало. Был ли он прав — сказать трудно. Примерно тогда же, когда происходил разговор Кольцова с Мензбиром, и эволюция плавников, и метамерия головы стали темами интересных новых исследований, принадлежавших крупным эволюционным биологам (тут достаточно назвать американца Уильяма Кинга Грегори и петербуржца Петра Павловича Иванова). Иное дело, что современнику эти работы могли казаться скорее рутинной, чем началом переворота в знаниях о мире. Не потому ли, что такой переворот еще был слишком далеко впереди?

Здесь следует добавить, что объективной ценности классических биологических дисциплин (сравнительной анатомии и шире — морфологии, учения о форме живых организмов и ее динамике) Кольцов, в отличие от иных своих коллег, все же не отрицал. В конце концов, интерес к форме биологических объектов не покидал Кольцова всю жизнь — это видно хотя бы по его работам о структуре клеток. Показательно, что знаменитый кольцовский доклад 1927 года, в котором говорилось о молекулах наследственности, называется «Физико-химические основы *морфологии*»; и даже самая последняя работа, которую он не успел дописать, называлась не как-нибудь, а «Химия и морфология». Он просто считал, что для бурного развития морфологических наук еще не пришло время.

«Чистый сравнительный и описательный методы исчерпали свои возможности и свою проблематику, — писал Кольцов в 1936 году. — Только в соединении с экспериментальной методикой новых биологических дисциплин — в особенности физиологии развития и генетики — старая сравнительная анатомия и эмбриология могут возродиться как активные творческие науки». Курсив здесь принадлежит не Кольцову, а автору настоящей статьи; выделенные слова демонстрируют, что более точное предсказание прямо-таки трудно вообразить — хотя исполняться оно стало лишь через полвека после того, как Кольцов ушел из жизни. Сейчас, в начале XXI века, морфология и палеонтология в полном союзе с генетикой и биологией развития («физиологией развития») у нас на глазах выводят понимание эволюции живых организмов — во всяком случае, таких, как многоклеточные животные, — на совершенно новый уровень. Но все это стало возможно только в рамках современной биологии, в создании которой сам Кольцов когда-то принял активное участие.





Роковой комитет

НАНОФАНТАСТИКА

Тимур Хаиров

Совещание совета директоров коммерческого звездолета МЗ432 протекало в конструктивном и эффективном ключе. Первым на повестке дня был вопрос развития программы «Бытовой комфорт для каждого». Директор по конструированию доложил, что завершены работы над апартаментами для топ-менеджмента, завершается подготовка апартаментов для высшего менеджмента и начаты работы над апартаментами для среднего и младшего менеджмента. Кроме того, озвучены перспективы начала обеспечения апартаментами рядового состава уже в следующем году, при условии успешного пополнения запасов сырья в следующей планетной системе.

Конструирование шло не без проблем — не хватало материалов, производство которых замедлилось в связи с устранением повреждений от метеоритов. Начальнику отдела производства и директору по конструированию было поручено составить подробный отчет о ситуации с перечнем мер по ее улучшению.

Следующим на повестке дня был вопрос реорганизации производственных служб из системы узкоспециализированных отделов в систему универсальных многофункциональных квазигрупп. При рассмотрении этого вопроса директор по развитию сообщил о том, что в отделах обслуживания реакторов и двигателей его консультантов обругали нецензурными словами прямо посреди презентации новой, более эффективной структуры. Главному инженеру и директору по персоналу было поручено разобраться в ситуации и не допускать ее повторения.

За двадцать минут до обеда исполнительный директор звездолета неожиданно поднял вопрос о ситуации в бытовом секторе, с которой он столкнулся в этот день: в кают-компании для высшего менеджмента автоофициант выдал ему только кофе и пирожное — еду получить не удалось. Кроме того, он обнаружил погасшую лампу в коридоре модуля руководства, засохшую лужу чая, пролитого им вчера в транспортере, и несвежее вчерашнее полотенце в ванной своих апартаментов.

В следующие несколько минут совместными усилиями было выявлено еще несколько десятков крупных и средних нарушений правил быта и снабжения, объявлены выговоры

директорам по снабжению, персоналу и быту, после чего наступило время обеда, и руководители перешли в гостиную, находившуюся в соседнем помещении. К их величайшему удивлению, вместо обеда там их ждали лишь неубранные после вчерашней встречи столы. Попытка вызвать секретаря, уборщика и даже охранника не принесла никаких результатов. В отвратительном настроении руководство вернулось в конференц-зал и вынесло постановление об отстранении от должностей руководителей служб охраны и быта.

Тем временем есть захотелось уже всерьез, и было принято решение пересмотреть регламенты нахождения обслуживающего персонала на рабочих местах, обеспечить дублирование сотрудников на самых ответственных участках и обеспечение конференц-комнат запасом еды.

Попытки вызывать кого-либо из персонала через коммуникационную сеть результатов не дали. Руководители даже попробовали походить по близлежащим коридорам, но и в них никого не нашли.

В конце концов президент нехотя вынул из стола микрофон общекорабельного оповещения: «Всем, кто меня слышит, просьба немедленно явиться в конференц-зал в модуле руководства».

Через двадцать минут в зал вошел один человек. Это был аналитик службы навигации, который провел ночь в автоматическом госпитале. Ему была поставлена задача разобраться в ситуации и доложить непосредственно исполнительному директору звездолета.

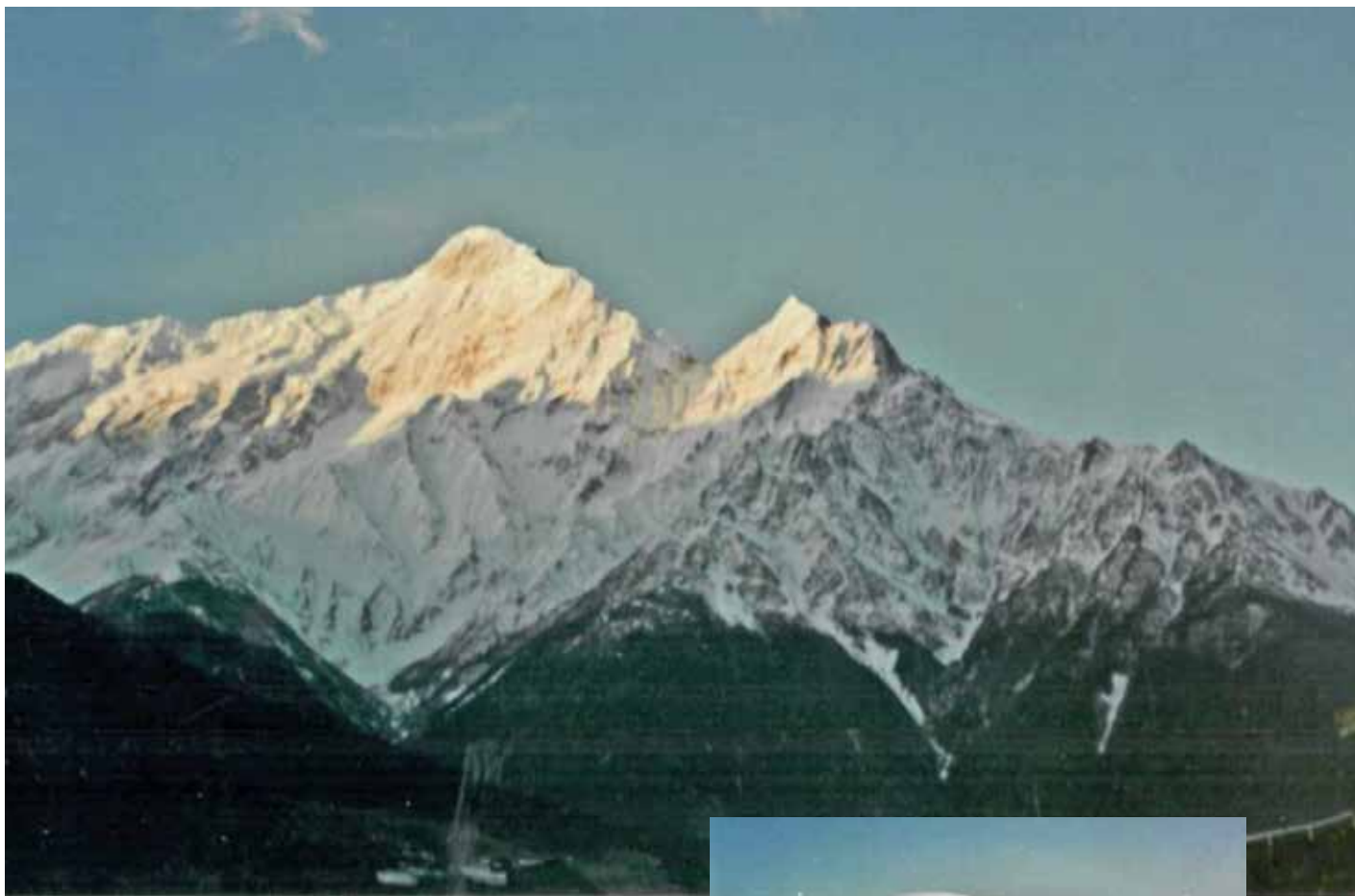
Проработав два часа с комм-сетью, удалившись куда-то на час и наконец вернувшись, аналитик сделал доклад директору лично в его кабинете.

Выйдя из кабинета с посеревшим лицом, исполнительный директор хриплым голосом обратился к совету:

— Коллеги, вы помните вчерашнее заседание нашего комитета по метеоритной безопасности, на котором мы рассматривали возможность переброски части энергии силовых щитов с менее важных конструкций на свежестроенные апартаменты для высшего менеджмента? Так вот: в списке незащищенных модулей оказались кубрики персонала.

Как я ходил с шерпой в Гималаях

Представляем читателю главу из книги химика и охотника за бабочками Л. В. Каабака — «Тревожное ожидание чуда» (М.: «Техника — молодежи», 2018). Мы публиковали рассказы Леонида Владимировича о Памире, Венесуэле, Камеруне, Киргизии. Сегодня будет Непал.



Мечты — не уход от действительности, а средство приблизиться к ней.

Сомерсет Моэм

Старость хранит возможности не меньше, чем юность, но в других одеждах.

Генри Лонгфелло

Светало, когда наш небольшой самолет, мест на тридцать, взлетел и взял курс на Джомсон. За штурвалом — молодая, красивая и элегантная в летной форме непалка. Я сижу рядом с открытой кабиной летчиков и снимаю ее видеокамерой.

Четкого маршрута у меня нет — решил определиться на месте. В общем, в духе доселе незнакомого мне состояния беззаботности и спокойствия, в котором, вероятно, оказываются многие из прибывших в эту сказочную страну. Да и вдоль туристских троп здесь достаточно приютов, чтобы не заботиться ни о ночлеге, ни о питании.

Летим на север над долиной реки Калигандаки. В иллюминаторе правого борта появляется сияющая ослепительной белизной высоченная гора — Южная Аннапурна (7219 м). Ее сменяет Вароха Шикхар (7847 м) и главная вершина массива — Аннапурна I (8091 м). Как все гималайские семи-вось-

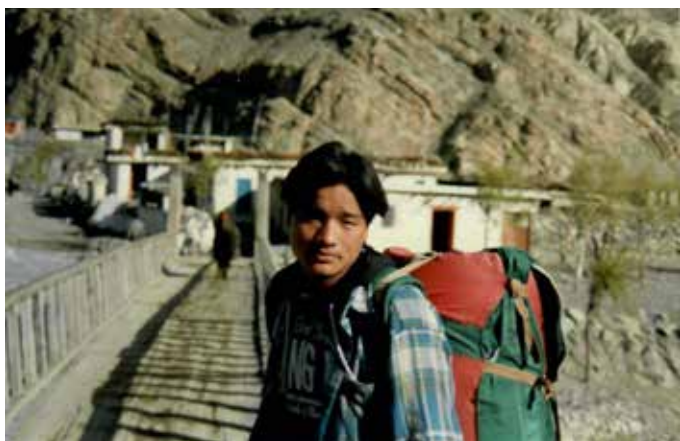


Гималаи

Аэропорт
в Похаре

митысячники, они потрясают своей высотой от подошвы до вершины. Гигантские белоснежные клыки уходят в голубую небесную высь. Огромные, нестерпимо яркие склоны то скрывают стремительные сизо-багровые тучи, то их едва прикрывает легкая вуаль просветленных солнцем облаков. Наконец, в иллюминаторе слева вижу фантастическую, чудовищную глыбу Дхаулагири (8167 м). Ее склоны так круты, что непонятно, как бесконечные снежные мантии держатся на них. И лишь отвесные черные скалы не позволили снегу прикрыть себя.

На небольшом поле аэропорта в Джомсоне туристов и альпинистов встречают десятка два проводников. Ко мне подходит коренастый, высокий для непальцев парень и спра-



Мой проводник шерпа Дева

шивает, нужен ли гид. Я отказываюсь: у меня хорошая карта, и рюкзак, и маршрут легкие. Из аэропорта выходили вместе. Домики поселка начинаются сразу. Это очень маленькие, прилепившиеся друг к другу гостиницы. Надо всем — почти достигающая зенита красавица Южная Нилгири (7061 м).

Мы не сделали и ста шагов, как мой спутник начинает настойчиво советовать остановиться в гостинице, с которой как раз поравнялись. Уверяет, что это — лучший отель во всем Джомсоне. И хотя внешне он не отличался от соседних гостиниц, я свернул к открытой двери: хотелось побыстрее сбросить рюкзак и отправиться на склоны, с двух сторон вплотную подступившие к поселку. В маршрут же я решил выйти ранним утром следующего дня.

Заходим в неожиданно оказавшееся весьма просторным помещение. Хозяину — лет двадцать. Он радостно встречает меня и сразу начинает восхищаться моим выбором гида — «самого опытного и самого сильного проводника в районе Аннапурны». Их «сыгранность» забавляет, и все же я подумал: «А может, взять шерпа, ведь не подойди он ко мне, другой турист и согласился бы идти с ним. Да и ходить около недели в горах с весом три-четыре килограмма лучше, чем с пятнадцатью, и повеселее вдвоем». И я пригласил гида в отведенную мне комнату, чтобы обговорить условия.

Когда мы согласовали оплату, маршрут и сроки, Дева — так звали парня — спросил, сколько мне лет, и, узнав, что шестьдесят три, очень удивился и сказал, что с такими старыми он еще не ходил. Затем, подумав, добавил: «У нас столько не живут».

Едва рассвело, Дева, как условились, пришел за мной. Ничего теплого на нем не было, лишь ветровка поверх рубашки. Не заметив у него никакой поклажи, спрашиваю, зайдем ли мы за ней по пути. Он ответил, что ему ничего больше из одежды не надо, а в горах сейчас тепло. Мне оставалось только пожать плечами, ведь я предупреждал его о подъеме до 5,5 километра, а возможно, и выше.

В первый день мы должны дойти до Муктинатха. Расстояние 20—25 км, набор высоты около километра. Сначала дорога некруто идет вверх берегом реки. Через час с небольшим Дева спрашивает, не устал ли я, не хочу ли отдохнуть? Предлагаю остановиться километров через пять. В его глазах удивление, даже растерянность. И тут до меня доходит: он, учитывая мой возраст, решил, что я «загнусь» где-то после часа подъема и мы спокойно вернемся в Джомсон. Поэтому он ничего и не взял с собой! Предлагаю ему сходить домой за теплыми вещами, пока мы еще близко, а я подожду его в первой же закусочной на пути в Еклебхатти. Дева не соглашается.

Никогда в горах мне не приходилось ходить такой нахоженной тропой. Встречаем и обгоняем многих туристов. Снимаю фото- и видеокамерой. После Еклебхатти подъем становится



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

покруче, но идти с трех-четырекилограммовым рюкзаком очень легко. Для Девы мой основной рюкзак, в котором всего двенадцать килограммов, тоже не вес. Солнце касалось гор, когда мы вошли в Муктинатх (около 3400 м). На пункте полицейского контроля дежурный назвал меня первым россиянином на этом маршруте. Дева спрашивает, где я научился так ходить. Отвечаю — на Памире. Затем следует: «Много ли в России таких сильных?» Говорю, что у нас я — слабак. Гид не скрывает восхищения.

Останавливаемся в маленьком приюте. На самом видном месте, как и во всех гостиницах, — портрет короля Бирендры Бир Бикрама и молодой красавицы королевы. Похоже, их в Непале действительно любят. Крошечная комнатка — две койки и столик со свечой между ними. Цена всего доллар. На койке — матрац без простыни и подушка без наволочки. Быстро темнеет и холодает. Кладу на койку свой пуховик с вкладышем, а для Девы прошу у хозяина одеяло. Он щедро дает два толстых ватных. Несмотря на небольшой размер приюта, удобства на высоте, есть даже душ; вода нагревается солнцем в баке на крыше. Ну а кухня, как везде в Непале, выше всяких похвал: не только очень вкусная, но и на удивление разнообразная.

В закусочных, где мы останавливались, а затем и в столовой в Муктинатхе я познакомился с туристами из США, Германии и Австралии. Все они, независимо друг от друга, задавали мне одни и те же вопросы: зачем я оплачиваю еду шерпа и почему в России женщины уходят на пенсию раньше мужчин, хотя и живут намного дольше? На первый я отвечал, что у нас, когда садишься есть, принято приглашать к столу знакомого человека. На второй вопрос отвечать потруднее. Отшучивался: «Мы, мужики, — рыцари». Сами же собеседники начали путешествовать после ухода на пенсию, и, значит, им не менее 65 лет. Каждый из них ходил с шерпом. Получалось, я не единственный старец в Гималаях. Поэтому вечером я спросил своего «самого опытного проводника в районе Аннапурны», сколько он водил туристов. Оказалось, я был только седьмым.

Еще затемно мы плотно позавтракали и вышли к перевалу Тхиунгла (5416 м). Светало. Звучали буддистские молитвы. На холодном ветру трепетали полотнища с записанными молитвами. Путь предстоял нелегкий. Расстояние примерно 10—12 километров. Набор высоты километра два. На юге и западе солнце зажигало снеговые вершины. Но даже когда солнце появилось из-за гор, теплее не стало: с подъемом ледяной ветер усиливался.

Часа через четыре мы поднялись до 5 километров над уровнем моря. Туристов здесь не было. Серые белесые тучи оседали на многие вершины и опустили на склоны седые космы метелей. Я глянул на посиневшего гида и отдал ему штормовку. До перевала оставалось примерно 350 метров. Синими мы были уже оба. Сюда бы мою памирскую пуховку. Надо рвать назад. За час-полтора добежали до Муктинатха. Согрелись обжигающим обедом и продолжили спуск к поселку Карбени (2895 м) на реке Калигандеки.

Несколько слов об окрестностях Муктинатха. В это время года здесь очень сухо; из бабочек лишь изредка проносится желтушка Фильда. Массивы Аннапурны и Дхаулагири не пропускают влажный воздух ни с юга, ни с запада. Лишь в конце мая — июне индийский муссон принесет влагу. Тогда и оживет природа.

Из Кагбени решаем подниматься по Калигандаки к Мустангу. Туристы тут встречались редко. Чаще — груженные караваны яков и ослов, идущие на Тибет и оттуда. Над головами ослов обычно возвышались волосяные «хвосты» — для отпугивания злых духов. По мере набора высоты мы снова стали замерзать. Да и путь этот уже не был столь интересен. И когда резко похолодало, мы повернули назад, не дойдя до Мустанга километров десять.

В Джомсон вернулись через шесть дней после начала похода, пришли в ту же гостиницу. Расплатился с Девой. Хотя в школе он не учился, четким почерком пишет мне свой адрес и просит сообщить, когда я приеду сюда снова. Тогда он будет ждать меня и ни с кем не уйдет в горы. Я спрашиваю, возьмет ли он тогда теплую одежду? «Конечно», — ответил гид, широко улыбаясь. Мы рассмеялись.

Но весело мне не было. Скорее грустно. Вернусь ли я в эту необыкновенную страну, где мне было так легко и беззаботно? Страну, которая за последние десятилетия стала одним из самых замечательных мировых центров туризма. Но удивительнее всего — народ Непала, в котором сочетаются глубокая интеллигентность, трудолюбие и уважение к Знанию. Чтобы понять это, достаточно увидеть школьников в черных костюмчиках, в белоснежных рубашках, при галстуках. Так, несмотря на жару, они ходят в школу. А в основе — тысячелетняя культура, созданная буддизмом и индуизмом.

В Похаре, в гостинице, узнаю, что Виктор Павлович (писатель Виктор Зуев. — *Примеч. ред.*) уехал в Лумбини, где, по преданию, родился Будда. Знаток и исследователь религий, возникших на юге Азии, он с увлечением посещал исторические памятники Непала.

Быстро позавтракав в тенистом саду гостиницы, спешу к озеру. И вот уже плыву со знакомым лодочником на другой берег. Говорю, что каждое утро в течение восьми дней буду плавать туда с ним. Пожилой индеец благодарит, но все дни он не сможет: надо дать заработок и другим лодочникам. Поэтому сменяться они будут каждый день. Договариваюсь о времени возвращения за мной, схожу на песчаный берег и сразу вижу сказочного птицекрыла — огромную тропическую бабочку тройдеса елену (*Troides helena*). Величественно, редко взмахивая крыльями, она стремительно летела вдоль заросшего лесом склона. На фоне зеленой, блестящей под солнцем плотной листвы на удивление ярко светились золотисто-желтые задние крылья, будто принадлежащие другому существу. Вся загадочность, пышная красота и величие тропиков слились в этой бабочке.

В поисках посещаемых тройдесами мест выхожу к зарослям кустов, густо усыпанных средней величины нежно-розовыми цветами. Их сладкое благоухание я ощутил еще за несколько метров. На цветках пировали несколько крупных темно-синих лаковых шмелей и разные бабочки — от скромных коричневых толстоголовок до роскошных парусников. Были здесь и необычные бражники — с прозрачными, как у шмелей, крыльями. Так, подражая вооруженным жалом шмелям, они обманывают врагов.

А около двух часов к кустам подлетел тройдес. Громадная бабочка, трепеща бархатно-черными удлинненными передними крыльями и округлыми золотыми задними, зависла над цветком, едва касаясь его длинными ножками. Не задерживаясь, она перелетала с цветка на цветок, успевая насладиться нектаром из каждого. В глаза бросилось ее ярко-желтое брюшко — сигнал: бабочка ядовита. И царственно спокойный полет — следствие такой защищенности. У съедобных же па-



Kallima inachus

flickr.com / Henry Bushflickr

русников полет нервный, стремительный, даже дергающийся, а сами они очень осторожны и пугливы.

Вскоре я уже знал: прекрасные тройдесы — *helen* и *aeacus* — прилетают сюда полакомиться нектаром около девяти утра и двух часов дня...

Стою я около цветущих кустов и сквозь редкую рощицу любуюсь большими белыми королевскими цаплями. Они расселись на ветвях у самого озера. И вдруг сверху, по дуге, как и должен слетать лист в штиль, он летит и падает мне под ноги. Вижу — сухой коричневый лист лег наклонно, упершись черешком в землю. Вглядываюсь: это и не лист, а тропическая бабочка каллима инхас (*Kallima inachus*) — форма сухого сезона. С нижней стороны ее сложенные крылья отличить от листа почти невозможно: есть и жилки, и острая верхушка, и черешок, даже белые, будто проеденные, дырки. А у формы сезона дождей появляются серые и коричневые пятна, изображающие плесень, естественную при повышенной влажности. Бабочка и в полете иногда подражает падающему листу. Маскировка потрясающая! С верхней же стороны эта крупная нимфалида прекрасна — крылья сияют чистыми синим, оранжевым и коричневым цветами.

В лесу часто встречаются буйволы и обезьяны. На человека — никакого внимания, ведь тут на них и руку нельзя поднять. Когда я слышал приближение стаи обезьян, старался побыстрее оказаться поближе к рюкзаку и фотоаппаратуре.

Я познакомился с известным энтомологом Колином Смитом, автором определителей бабочек Непала. Побывал и в созданном им большим оригинально оформленном музее насекомых. Этого высокого худого англичанина с длинной седой бородой и стремительной летящей походкой легко представить бегущим с поднятым сачком за бабочкой. Колин прожил в Непале больше тридцати лет и остаток жизни хотел провести здесь. Для этого было необходимо непальское гражданство. С просьбой о предоставлении он обратился к премьер-министру. Как раз при мне стало известно об отказе, страшно огорчившем его. В том же году Колин Смит вернулся в Англию.

Мне очень хотелось увидеть и снять на видео восход солнца, но проснуться так рано нелегко. Наконец заставил себя встать на рассвете. Поднимаюсь на смотровую площадку. На западе — полная луна совсем рядом с краем черных холмов, восток едва светлеет. Тишина. И тут раздались голоса птиц. Луна опустилась за холм, и оттуда встало серебристое зарево. Пока заход луны эффектнее восхода солнца. Небо на востоке становится серо-голубым. Такой же цвет приняла снега Аннапурны и Дхаулагири. В посветлевшем небе заметны темные, легкие, как кисточки, облака. К хору птиц присоединились новые певцы и даже петухи. И вот уже в лимонный

*Troides helena*

цвет окрасились снега на западных склонах Дхаулагери и Аннапурны, оранжевым светом вспыхнули облака. Разные цвета приняли цепи лесистых гор: ближние стали зеленовато-черными, за ними протянулась синяя, а еще дальше — голубая туманная гряда... К озеру летят стаи королевских цапель, а с востока, на полнеба от еще невидимого солнца, протянулись светлые полосы и тени от вершин гор...

Всю ночь лил дождь, лениво рычал гром. И хотя к утру прояснилось, в последнюю экскурсию к «своим» кустам я захватил зонт. Около девяти, как обычно, к цветам «на завтрак» прилетели два царственных тройдеса. «Обед» у них — в два часа. Тоненького, сантиметра в два длиной червячка, ползущего по ботинку, заметил не сразу. Это пиявка, ожившая под ночным дождем. Скинул и забыл о ней. Неожиданно к двенадцати появились тройдесы. Это уже интересно. Что же заставило их изменить четкий режим? Разгадка наступила быстро. К часу тучи, угрожающе почерневшие на западе, оказались над головой. Молнии и гром — не впечатляющие, но ливень обрушился тропический. Бегу к беседке рядом с моим причалом. По зонту яростно стучат, а по взмокшей земле прыгают, крупные, как перепелиные яйца, градины. От потопы с неба зонт не спасает, но без него было бы хуже. В беседке несколько мокрых туристов. За мной вбегает парень в шортах, вода с него — потоками, а к ногам присосались пиявки, раздуваясь на глазах. Ливень продолжался около часа. Едва проглянуло солнце, сразу потеплело, над мокрым лесом поплыл туман.

Вскоре за мной приплыл лодочник.

В гостинице снимаю ботинки и с ужасом и отвращением вижу намокшие кровью носки, а в них — раздувшихся пиявок. Только промыл спиртом места укусов — пошла кровь и долго не останавливалась.

Второго мая, ранним утром, Гиан проводил меня к берегу, к остановке автобусов на Катманду. Место он забронировал заранее. Так закончились мои дни в Похаре, одни из самых спокойных и счастливых в жизни.



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

На следующий день я приехал к горе Фульчоки, километрах в двадцати от Катманду. Пасмурно было уже с утра. Не прошел и половины пути к вершине, как начал накрапывать дождь. Пришлось спускаться. Дождь усилился. По дороге познакомился с молодым индийцем — жителем деревни под Фульчоки. Он пригласил к себе домой переждать ливень. Никогда такой бедности я не видел.

Когда за пару дней до вылета накопленные камни и окаменелости были уложены в сумку, стало ясно: с таким весом в самолет не пустят. Особенно увесист — не меньше 6 килограммов — серый валун с небольшой друзой аметиста, увиденный и купленный первым. Надо обменять булыжник на маленькую друзу горного хрусталя — заметил ее в магазине в день приезда из Похары. Обмен состоялся. Я даже доплатил — думал, будет наоборот. Поговорили о жизни. Парень спросил, когда у меня вылет. Прежде чем сказать «after tomorrow», я на мгновение замешкался. И тут продавец на чистом русском произносит: «Послезавтра?» Я опешил. Ведь, кроме Сурии (владелец гостиницы в Катманду, выпускник ленинградского географического вуза. — *Примеч. ред.*), все непальцы, с которыми я общался, по-русски не знали ни слова. Кажется, если бы буйвол в лесу у озера Пева заговорил, — удивился бы не больше. Спрашиваю: «Откуда вы знаете русский?» — «Учил».

В последний день Сурия пригласил меня на «прощальный ужин». Вхожу в огромную, богато обставленную комнату, а приглядевшись, вижу — она почти пустая: маленький стол, стулья, да во весь пол изумительной красоты ковер. Это ковер создал иллюзию роскошной обстановки. Сурия познакомил со своей улыбчивой красавицей женой. Вечер прошел тепло и весело. А об ужине надо писать отдельно и лучше — стихами.

...Лететь больше десяти часов. Есть время хотя бы предварительно определить впечатления от другой страны и оценить итоги экспедиции. Удивительно — в одних и тех же местах, при разнице во времени всего в месяц, я и Андрей встретили совсем разных бабочек. И хотя поиск и ловля сказочных тропических бабочек, о которых я мечтал, сколько себя помню, — занятие волнующее и очень увлекательное, здесь, в отличие от Памира, исследования не было. И по двум причинам: дневные бабочки Непала неплохо изучены, да и знаю я их слишком слабо, чтобы надеяться найти что-то новое. Значит, отправлюсь по возможности в дикие, труднодоступные джунгли и начну с Южной Америки, с сельвы Амазонки. А общение с доброжелательными и жизнерадостными непальцами еще раз убедило — везде отношения между людьми «зеркальны»: человек «отражает» на тебя свое отношение к нему.

И наконец, самое ценное, что я везу, — память о Гималаях. Знаю — воображение в любой миг покажет мне гряды неправдоподобно высоких белоснежных вершин, сияющих в голубом небе, и я снова испытаю счастье, с которым увидел их впервые.



Съедобная шляпа.

Худия гордони

В пустыне Калахари сухо и жарко, там мало что растет и почти никто не живет, потому что пищу в таких условиях найти непросто. У местных жителей бушменов охота порой затягивается на несколько дней, и все это время они под-держивают силы мякотью растения *Hoodia gordonii*. Она, по преданию, заглушает голод и утоляет жажду.

В последние два десятка лет худия стала знаменита на весь мир как средство, подавляющее аппетит. Из нее делают таблетки, кремы, гели, напитки. Производители обещают потребителям потерю веса, а с недавнего времени худии приписывают антидиабетические свойства.

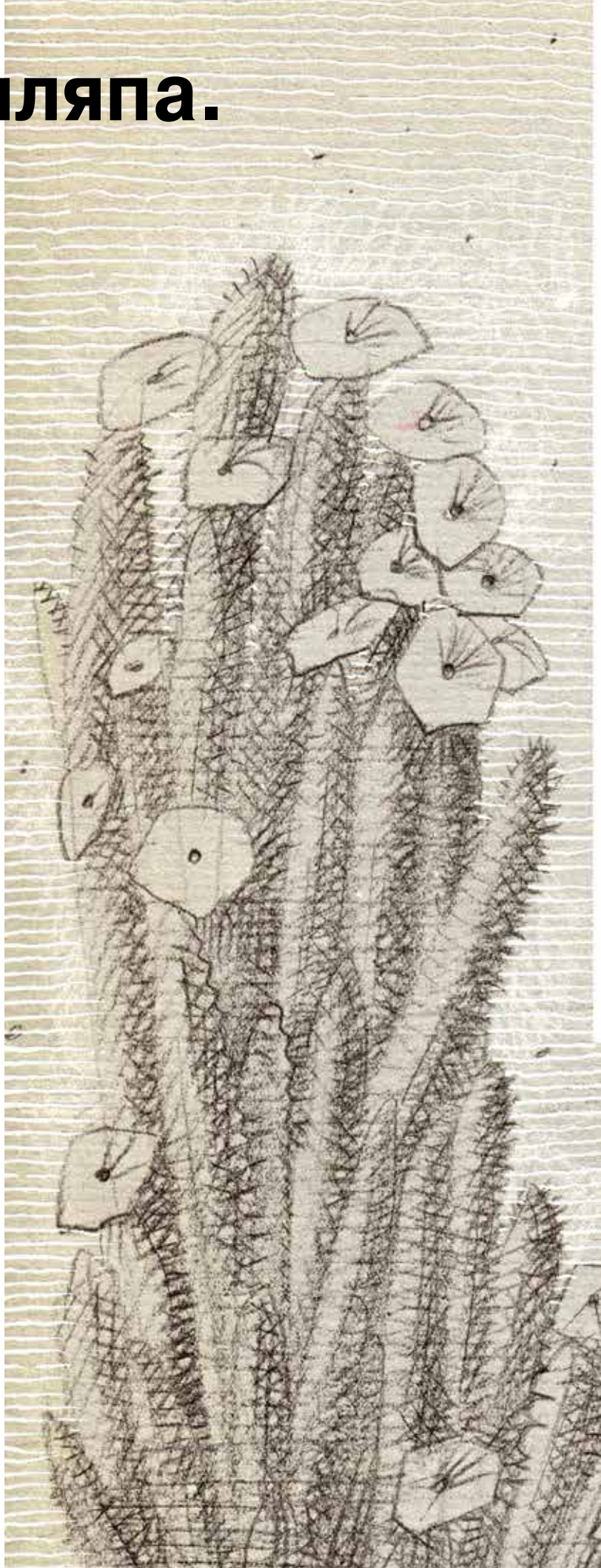
Hoodia gordonii относится к семейству кутровых *Aposynaceae*. Все виды рода *Hoodia* растут в Южной Африке и Намибии и хорошо адаптированы к жаркому сухому климату. У них толстые прямые стебли, мясистые и довольно твердые. Вместо листьев колючки, поэтому худию в популярной литературе часто называют кактусом, или кактусом Калахари. Неправильно называют. Настоящие кактусы, принадлежащие к семейству *Cactaceae*, можно отличить по ареолам — это сильно измененные почки. Ареола выглядит как бугорок, из которого растут колючки. Настоящие кактусы сплошь покрыты колючими «бородавочками».

Среди *Hoodia* встречаются виды с крупными и мелкими цветками, раньше их даже относили к разным родам, потом объединили. У самого известного мелкоцветкового вида *H. pilifera* диаметр цветков всего 6—18 мм. У *H. gordonii* они крупные, до 10 см в поперечнике, и формой напоминают чашу, отсюда еще одно традиционное название растения — шляпа бушмена. Цветки пахнут сильно, но весьма неприятно.

Первое сообщение о том, что бушмены едят стебли худии, появилось в 1796 году. Они действительно ели сырые или жареные стебли многих мясистых растений пустыни. Что касается худии, то в пищу шли мелкоцветковые виды, в первую очередь *H. pilifera*. Мякоть у нее безвкусная, по другим свидетельствам, сладковатая, прохладная и водянистая, и хорошо утоляет жажду. Белые исследователи отмечали это свойство еще в 1930-е годы, и этим свидетельствам можно верить, поскольку они появились задолго до вспышки коммерческого интереса к растениям. Что касается *H. gordonii*, то ее, как и другие крупноцветковые виды, считали несъедобной, уж очень она горькая, твердая и колючая. Хотя по другим данным, к югу от Оранжевой реки в Калахари бушмены едят побеги *H. gordonii* после хорошего дождика. Обычно местные жители используют ее и некоторые другие виды *Hoodia* в медицинских целях. По литературным данным последних пятидесяти лет, от диабета они лечатся *H. curreri*, от туберкулеза — *H. gordonii* и *H. officinalis*, а от рака — медом, который получают из цветков худии гордони (лечатся — не значит вылечиваются).

В начале 1960-х годов Совет по научным и промышленным исследованиям Южной Африки (СНПИ) приступил к изучению питательной ценности и возможной токсичности «пищи из вельда». Эти исследования проводили в интересах Министерства обороны. Ученые проверили более тысячи видов, употребляемых в пищу коренными народами Калахари. *H. gordonii* попала в проект в 1963 году. Дальнейшие публикации о растениях рода *Hoodia* посвящены преимущественно этому виду.

В экстракте мякоти стебля *H. gordonii* обнаружили стероидные гликозиды прегнанового ряда, то есть содержащие 17β-ацетильную боковую цепь, жирные кислоты, стеролы,



α -токоферол и спирты. Основным компонентом, ответственным за подавление аппетита, исследователи сочли прегнанный гликозид 12 β -тиглоилокси-14 β -гидроксипрегн-5-ен-20-он, получивший название P57AS3, для знакомых — просто P57.

В 1998 году, после длительных экспериментов на мышах, СНПИ запатентовал P57AS3 как нетоксичное вещество, подавляющее чувство голода. Тогда же Совет передал лицензию на использование P57AS3 британской компании «Фитофарм», которая должна была его производить и продавать. Реализация проекта потребовала привлечения спонсора, которым стал фармацевтический гигант «Пфайзер». Однако вскоре «Пфайзер» прервал сотрудничество в связи с реорганизацией. В 2004 году «Фитофарм» нашел другого спонсора, компанию «Юнилевер». Вместе они начали разрабатывать новую пищевую добавку для снижения веса, сообщили об успешных клинических испытаниях, однако специалисты «Юнилевера» засомневались в безопасности P57 и вернули права «Фитофарму», который так и не смог превратить экстракт худии в коммерческий продукт. В настоящее время на рынке присутствуют только нелегальные препараты худии сомнительного состава и качества, зато их много — похудеть каждому хочется!

Спрос на худию огромный, а растет она медленно, на всех желающих сырья не хватает. В результате до 75% продуктов, якобы содержащих экстракт худии, фальсифицированы и содержат инжирную опунцию *Opuntia ficus-indica* (о ней см. «Химию и жизнь» 2018, 6) и другие соединения. Из-за усиленного сбора растений виды *Hoodia* находятся под угрозой исчезновения. В Южной Африке для выращивания, сбора, перевозки или экспорта растений нужно получать специальное разрешение от властей. Возможно, придется выращивать худию на плантациях, а это непросто. В свое время компания «Юнилевер» проводила эксперименты по культивированию *H. gordonii*, но сейчас они прекращены.

История худии неразрывно связана с политикой. Бушмены сан, старейшие обитатели Южной Африки и один из самых маргинализованных народов этого региона, узнали о патентовании P57 из прессы. Они сочли, что их обокрали, безвозмездно используя традиционные знания народа сан. К тому же сан спасаются с помощью этого растения от голода, а белые повывели всю худию, чтобы лечить ожирение! Когда СНПИ обвинили в биопиратстве, он ответил, что считал сан вымершим народом. У Совета были основания так думать. Белые поселенцы начали нападать на людей сан в 1652 году, едва высадившись на мыс Доброй Надежды. Еще в 1960-х годах в Ботсване была официально разрешена охота на сан. В результате геноцида племя оказалось рассеяно по территории Анголы, Ботсваны, Намибии, Южной Африки, Замбии и Зимбабве. Сейчас в Калахари и при-



ПАНАЦЕЙКА

легающих районах Намибии живет около 90 тысяч человек, а когда-то было 300 тысяч. Сан до сих пор продолжают ущемлять, однако времена все-таки изменились. Южноафриканский совет сан подал иск против СНПИ и выиграл дело. Оказывается, СНПИ, не заплатив бушменам, нарушил множество соглашений и конвенций. Теперь племені положено 6% от продаж продуктов, содержащих экстракты *H. gordonii*. Потенциальная прибыль должна быть значительной.

А что получит потребитель, покупая эти средства? На этот вопрос с уверенностью ответить нельзя. Экстракт испытывали преимущественно на животных и выяснили, что в желудке и кишечнике P57 очень быстро разрушается, превращаясь в агликаны, то есть не содержащие сахаров соединения худигенина А, он же худигенин А или гордонозид А (3 β , 12 β , 14 β -тригидроксипрегн-5-ен-20-он). Худигенин А проходит через гематоэнцефалический барьер, проникает в гипоталамус и, возможно, активирует там какой-то энергетический центр. В результате в гипоталамусе возрастает синтез АТФ и снижается аппетит. А сам P57 в кишечнике стимулирует секрецию холецистокинина, который воздействует на блуждающий нерв и тоже подавляет аппетит.

На основании этих исследований P57 и худигенин А считают ответственными за физиологические эффекты *Hoodia gordonii*. Однако клинические испытания эти эффекты не подтверждают. Собственно, и самих испытаний буквально раз-два и обчелся. Есть неопубликованные данные СНПИ, которые показывают, что грубый экстракт худии действительно подавляет аппетит. Результаты опубликованных результатов противоречивы, в одних исследованиях экстракт позволяет снизить вес, в других — не позволяет. Однако проблема в том, что для существенного снижения аппетита худию приходится принимать помногу, около грамма очищенного экстракта ежедневно, а такие дозы вызывают нежелательные побочные эффекты.

У людей и животных, принимавших экстракт, может подскочить давление и увеличиться частота сердечных сокращений, а гипертензия смертельно опасна. В крови возрастает уровень билирубина, что свидетельствует о поврежденной печени. Исследователи также сообщали о тромбозе глубоких вен, метеоризме, тошноте и рвоте, потере кожной чувствительности. Специальных исследований по определению безопасной и эффективной дозы экстракта не проводили, поэтому научно обоснованных рекомендаций, в каком количестве, как часто и долго его следует принимать, нет.

Взаимодействие экстракта с другими лекарствами также не изучено. Из-за отсутствия специальных исследований по безопасности препарат не рекомендуют к применению, особенно беременным, кормящим матерям и людям моложе 18 лет.

И точные механизмы действия экстракта *H. gordonii* неизвестны. Скорее всего, за похудательный эффект худии (если он есть, конечно) ответственны гормональные и метаболические изменения, вызванные экстрактом. Он очень сложен по составу, его действие нельзя свести к действию одного-двух веществ. Возможно, растение содержит соединения, позволяющие безопасно сбросить вес, но мы его пока не знаем.

Н.Ручкина

Художник П. Перевезенцев





Ольга Рэйн



«Химия и жизнь», 2018, № 12, www.hij.ru

— Ты теперь не Васечка, а Висечка, — сказал Коля пупсу. Тот светло и по-идиотски улыбался розовыми губами.

В целлулоидную голову Коля затолкал три Вистовых волоска — два русских и один седой совсем. В грудь — порванную на полоски страничку из задачника.

«Баржа прошла против течения реки сорок верст и вернулась в пункт отправления...», «Из города А в город Б одновременно выехали два экипажа...», «Поезд, двигаясь равномерно, проезжает мимо придорожного столба за 36 секунд...»

А потом Коля поднял дощечку под окном и достал волшебный талисман, что у него был припасен для куклы вуду, — темно-синюю стеклянную пирамидку размером с мизинец ноги, которую он нашел прошлым летом, когда гостил у бабушки в Царицынском уезде, в селе со смешным названием Песковатка. Лето тогда стояло душное, тучи обложили небо серой ватой, но дождя не давали, погромыхивало только, да сквозь низкий облачный слой ночами виднелись яркие разноцветные вспышки.

— У Бога чудес много, — пожимала плечами бабушка. — Разные явления бывают в атмосфере, свет по-разному преломляется. Пойдем спать, Коленька.

Бабушка выписывала «Вестник науки» и держала над кроватью портреты Ньютона и Фарадея. А на третью ночь загрохотало неподалеку так, что земля дрогнула, будто великан с облака сверзился, обманутый коварным мальчишкой Джеком, не вернув себе ни золотой арфы, ни волшебной несущки. Коля проснулся с бьющимся сердцем, по всей Песковатке дети закричали, а собаки завывали. Раздался страшный плеск, и тут же тихо опять стало, дождь хлынул, забарабанил по крышам, успокоил пробудившихся, потянул обратно в сон ровным своим, древним ритмом.

Наутро Коля проснулся от веселых возгласов на улице и удивленных разговоров. На берег ночью рыба выбросилась, снулая, но живая: чехонь, жерех, лещ пудами, плотва сотнями, пара огромных икрных осетров и судаков без счету. Жители Песковатки радостно бежали к реке с ведрами, корытами, мешками. Всю соль в сельском магазине скупили в первый час после открытия, рыбный дух долго еще витал в воздухе, а у детишек бедняцких за ту неделю славно щеки округлились.

— Есть многое на свете, друг Горацио, что и не снилось нашим мудрецам, — говорила бабушка, раскатывая тесто на пирог с осетриной. Эту цитату она приберегала для совсем особых случаев, когда сказать было нечего.

— Больше нигде такого феномена не было, — говорил кавалерист в отставке и заядлый песковатский рыбак Степан Антонович, частенько навещавший Колину бабушку; вдовела она десятый год и натуру имела приветливую. — Только нам подарок от Волги-матушки. А рыба-то какая! Половина — вообще проходная, те, что из Каспия заходят. Ты, Николай, помнишь, куда Волга впадает?

— В Каму, а та — в Каспийское море, — умничал Коля и бежал на речку, нырять с мальчишками. Там-то, на дне, рядом с сомовым омутом, он и нашел синюю пирамидку. Вода в реке в тот день была прозрачная, он нырнул и сразу отблеск приметил. Боязно было, но он поплыл вниз за синим сиянием — сквозь холодные струи придонного течения, сквозь противные скользкие водоросли, сквозь воображаемые голодные взгляды сомов, — ухватил блестяшку, всплыл с нею к солнышку.

— Стекло, — сказала бабушка, снимая очки. — Простое стекло, вроде бутылочного. Очень красиво граненое, ин-

тересно зачем. И значки вырезаны на гранях странные. Еврейские, может?

— Экая забавная штуkenция, — сказал папа, прищуриваясь и глядя сквозь пирамидку в окно поезда, увозившего их обратно в Санкт-Петербург. — И что она на дне делала? Давай, Коля, стелиться, дорога дальняя. Я когда маленький был, однажды нырнул и солдатику оловянного нашел, старого, с краской облупленной. Долго он моим любимцем был, не помню, куда потом делся. Ужинать будешь? Яички, помидоры, и рыбки тебе бабушка пожарила. Ты стекляшку эту Дарье везешь подарить? Она по тебе скучала все лето.

— Вот еще, — буркнул Коля, кокая сваренное вкрутую яйцо о раму окошка. — Моя пирамидка. Дашке вон кубики бабушка передала.

Он сказал папе, что стекло иногда светится в темноте, как маленький синий звездный осколок, а папа не поверил. Но Коля помнил о волшебстве, и сейчас синему стекляшку предстояло стать гри-гри для куклы вуду.

Он зашил мягкое тельце пупса через край суровой ниткой. Теперь надо было закончить ритуал, призвав Дьявола, но Коля боялся, да и устал уже, спать хотелось. Решил обойтись по-доброму, без сатаны.

«Теперь ты — Виссарион, — сказал он кукле, прежде чем убрать ее под подушку. Пупс смотрел глупо, выпучив голубые глаза. — Виссарион Степанов. Ты в моей власти. Уколю иголкой в живот — тебя возьмет и поносом скрутит. А в голову уколю — будешь мигренью маяться!» — Коля говорил строго, но уже знал, что не станет ни колоть, ни щипать Висечку — не было в нем колдунской черной жилки, добрый он был мальчик.

«Меня зовут Максим», — вдруг отчетливо произнес пупс вуду, но Коля уже совсем спал и подумал, что голос ему снится.

Наутро встал вопрос: как быть с вольтом? Спрятать в комнате было негде — так, чтобы мать точно не нашла. В ранец класть тоже было боязно — залезет кто-нибудь за учебником, позора не оберешься. Поэтому сунул пупса Коля в карман своих коротковатых форменных брюк.

— Ты куда без попрощалки! — Дашка на лестницу выскочила, стояла маленькая, смешная, у Коли аж в сердце что-то заболело. Он ее чмокнул в щеку, покружил по площадке, она ему волосы взъерошила.

— У тебя хороший будет день, вот увидишь, — сказала она. Много понимала, малявка шестилетняя. Ничто ведь не предвещало.

— К доске, — сказал Вист, поморщившись, будто Колино имя у него кислело во рту. — Вот пример задачи, которые вам, балбесам, — он повернулся к классу, — предстоит завтра решать на контрольной. Извольте прочитать вслух, Желтяков.

Коля сжимал в кармане магического пупса, душил его за шею, а Виссарион Иванович даже не закашлялся.

— Каждый из портных может сшить костюм за пятнадцать часов, — монотонно читал Коля. — Через три часа после того, как первый начал пошив, к нему присоединился второй портной, и работу они довели до конца уже вместе. Сколько часов потребовалось на пошив всего заказа?

«Так-так, интересная задачка. Давненько я не брал в руки шашек...» — сказал пупс из кармана, громко и отчетливо. Коля уронил мел и подпрыгнул, ударившись спиной о доску. Обвел класс безумными глазами. Все сидели спокойно, будто ничего не слышали, но головы подняли посмотреть, как он у доски скачет.

— Вас что, Желтяков, блохи кусают? — удивился учитель; он тоже не слышал, как говорила кукла вуду. — Почесаться всласть и попрыгать сможете на перемене. А сейчас расскажите нам, как вам видится решение данной простой задачи.

«Портной за час пошивает одну пятнадцатую часть костюма, правильно? — сказал пупс громко, но слышно только для одного Коли. — Значит, за три часа, пока он работал один...»

Коля так удивился, что у него даже паника прошла.

— За первые три часа портной успел пошить три пятнадцатых, или одну пятую заказа, — сказал он и написал на доске дробь. Вист поднял голову от журнала и смотрел чуть удивленно и с интересом. — То есть осталось четыре пятых... Так... значит...

«Производительность», — подсказал пупс; он, кажется, был доволен Колей.

— Производительность, — сказал Коля, думая напряженно. — Если они вместе работают, то делают две пятнадцатых в час. То есть если мы разделим четыре пятых... на две пятнадцатых...

Мел стучал по доске. Портные кивали, склонившись над расчерченным меловыми линиями раскроем, иголки в их проворных руках так и сновали. Сенечка улыбнулся Коле со второй парты и показал большой палец. Вист смотрел на Колю со странным удовлетворением, словно вызвал его не для того, чтобы унижить, а и вправду хотел, чтобы он решил задачу.

— Девять! — сказал Коля победно. — Девять часов!

— Садитесь, Желтяков, — сказал Вист. Помолчал и добавил: — Хорошо.

Весь остаток дня Коля пытался уединиться, чтобы хоть немножко поговорить с пупсом. Но никак не удавалось, а кукла молчала в его кармане, будто и не волшебная была.

Уже на выходе со двора, после уроков, Коля увидел группу шестиклассников — четверо, крупные все бугаи. Двое из них были сыновьями рабочих с Путиловского завода, остальных Коля не знал. Что-то будто толкнуло его, он подошел поближе и увидел, что перед мальчишками стоит Сенечка Генинг, надувшись, как котенок перед барбосами: плечи подняты, грудь вперед, руки в кулаки сжаты.

— Ну что, гномик, озолотишь нас? — сказал один, по виду зачинщик безобразия. — Мы тебя поймали.

— Он не гном, он лепреккон, — усмехнулся второй. — Но денежки мы с него стрясем, как ни называй.

Сеня поднял сжатые кулаки к груди.

— Оставьте меня в покое, — сказал он отчаянно. — Денег я вам не дам.

Коля вздохнул тяжело, поставил ранец у стены, фуражку снял, чтобы сильнее не поломалась. Пупса тиснул в кармане.

— Выручай, Висечка, — прошептал.

Тут сзади, не было печали, Мишка Некрасов подошел. Коля только на него огрызнуться собрался, а он тоже ранец к стене поставил и рядом встал.

— А скажут — скажут! — что нас было трое, — усмехнулся он и поправил воображаемую шпагу.

— Ага, защитники? — протянул главный хулиган, когда пятиклассники встали против них плечо к плечу. — Вы считать умеете? Нас четверо, а вас двое и гном.

Сенечка взвизгнул, прыгнул на него и вцепился в нос, засунув пальцы прямо в широкие ноздри.

— В покое меня оставьте! — крикнул он и дернул пальцы на себя. Хулиган заорал.



ФАНТАСТИКА

Коля только приготовился броситься на ближнего к нему врага, как из-за угла выбежал сторож гимназии Сильвестр, как две капли воды походивший на бюст Гомера в кабинете литературы, но распространявший обычно совсем не эллинские ароматы, а дух селедки, лука и перегара.

— А ну, ишь! — рявкнул он. — Вздумали тут! Ну-ка вон! А то я вам!

Разбежались быстро, кто куда.

Домой мальчишки шли втроем, пока по пути было. Генинг все молчал, носом шмыгал, руки тер о шинель.

— Здорово ты его, — осторожно сказал Коля.

— И вправду три мушкетера, — рассмеялся Мишка. — Молодец, Сеня. Будешь у нас... ну, Портос.

— Мне Атос больше нравится, — вздохнул Сеня.

— Нет! Атос, чур, я! — Мишка ударил себя в грудь.

С тех пор они все время вместе домой ходили. И с математикой у Коли стало хорошо налаживаться — и Сенечка помогал, и пупс вуду.

«Что за имя — Висечка? — спросил как-то пупс. — Почему меня так зовешь?»

— Ну Виссарион же, — ответил Сеня, а когда пупс долго замолчал, спросил: — А что, имя тебе не нравится?

«Имя... наверное, как имя, — сказал пупс. — Но уж очень от него отчество... памятное».

Пупс вообще много всего непонятного говорил. И произносил слова странно: вроде и чисто по-русски, а не так, гласные глотал, где не надо, согласными то пришепetyвал, то щелкал. А голос у него был глубокий, спокойный, немножко усталый только. Говорил он не все время, а лишь когда Коля его в руках держал и сильно сжимал, чувствуя сквозь слои ваты жесткие грани своей волшебной пирамидки. Слышал пупс очень хорошо, даже шепот, а отвечал громко, но только для самого Коли. Когда он Мишку попросил ухом к пупсу приложить, тот вроде бы что-то услышал, но не слова, а треск непонятный.

Коля пупсу много всего рассказывал — про папу с мамой, про гимназию, про Дашку, про бабушку, про книжки. Пупс был очень умный и понимающий, никогда над Колей не смеялся, а всегда отвечал хорошее и умное.

«Нельзя детей бить, — например, говорил он Коле, когда тот ворчал, потирая седалище после отцовской порки за драку; эх, те шестиклассники подстерегли их таки в конце апреля, фуражку окончательно скособочили и тужурку порвали. — Вообще нельзя бить того, кто тебе ответить не может. Хотя это, конечно, доставляет удовольствие на каком-то низком уровне, но его стоит в себе давить, и чем раньше в жизни, тем лучше».

Когда у Коли был грипп и он лежал в постели, чуть не плача от слабости и одиночества, потому что доктор строго-настрого наказал маме к нему не заходить (беременным опасно), пупс рассказывал ему сказки, истории

интересные, стихи читал. Жалко только, что все их вышло из памяти страшным болезненным жаром: через неделю Коля ничего вспомнить не смог, только что-то про огненную гору, кольцо и черного властелина, а еще строчка в голове засела: «...свеча горела на столе, свеча горела».

Задач пупс за него не решал, но подсказывал, как именно думать, чтобы понятно стало, и слова и числа разложились в голове у Коли на формулы и дроби. А разобравшись, Коля внезапно так математику полюбил, что до конца мая весь задачник прошел, вечерами сам для себя задачи решал, как семечки их щелкал. И было у него чувство, будто он всю жизнь сиднем сидел, а теперь вдруг бегать научился — и его ум мчался с холма, радостно разбивая ветер, и трава ложилась под ноги, и дроби не громоздились больше унылыми закорючками, а описывали мир не хуже слов.

Вист качал головой и с каждой неделей все меньше к Коле придирался, к доске вызывал уважительно, а не как щенка, чтобы тыкать носом в лужу в прихожей.

Экзамен Коля сдал на «блестяще».

— Желтяков, — позвал его Виссарион Иванович в коридоре, когда Коля, в купленном наконец родителями парадном мундире из синего сукна, с серебряными галунами по воротнику, уже спешил на улицу, в июньскую петербургскую морось, в каникулы и свободу на целых два месяца.

Коля остановился, подошел к учителю. Тот смотрел исподлобья, чуть смущенно.

— Вы отлично справились, — сказал Вист. — Не ожидал от вас. Так держать, Желтяков. — И сунул ему небольшой пакет, завернутый в коричневую бумагу.

— Вам на лето пригодится, — сказал он. — Хороших каникул. Увидимся в августе.

Повернулся и пошел по гулкому коридору, отражаясь в натертом мастикой до блеска паркете, — высокий, чуть сутулый, с намечающейся лысиной, на которую были зачесаны полуседые волнистые волосы.

Коля открыл пакет. Там был задачник, тот самый, с которым Вист не расставался, из которого Коля в свое время украл страницу для черной магии. «Задачи повышенной сложности». Коля сглотнул подступивший к горлу комок и сжал в кармане мундира своего волшебного пупса.

— Я плохой человек, да? — спросил он.

«Нет, Коля, ты очень хороший мальчик», — ответил пупс, но голос у него был какой-то надтреснутый, больной, и Коля ему не очень поверил.

— Брат или сестра вам родится в августе, — сказал папа, усадив Колю с Дашей за стол. — Маме нездоровится, поэтому в этом году вы оба поедете к бабушке на все лето. Коля, ты можешь с собой кого-нибудь из класса пригласить, если у них нет других планов. Мишу или Сеню, чтобы не скучно вам было. Дарья, а ты должна пообещать слушаться бабушку все время.

Дашка пищала от восторга и обещала слушаться, и суп есть весь, даже гущу, и бабушке помогать по дому всячески, например пыль вытирать.

Коля долго мучился, кого же позвать из друзей, но решилось все само собой: Сенечка сказал, что его родители в Вену увозят, вроде бы там профессор нашелся, который болезни роста лечит. Они сидели втроем на бортике большой купальни против памятника Петру, день был жаркий, а Генинг, бледный от волнения, мокрым пальцем на досках рисовал мозг в разрезе и где может корениться проблема. Проведет доктор процедуру — и станет Сеня, как все, до-

гонит ростом Колю с Мишкой. Потом перегонит. И мамка будет причитать, что брюк и ботинок не напасешься.

— Не будет, — сказал Коля.

— Конечно, не будет, — признал Сенечка. — Это я так, для красного словца.

Купальня была большим плотом на Неве с кабинками по периметру и огромным решетчатым ящиком в вырезанной середине. Сеня с Колей в нем плавали, а Мишка считался хорошим пловцом, его выпускали через маленькую дверь наружу, он бросался в воду, оплывал купальню широким кругом, возвращался, потягивался.

— Хороша водичка! — важно говорил он.

Родители его были заняты в столице, очень обрадовались, что Мишку можно отправить в деревню на лето. Он с собой в новом чемодане вез настольную игру «Синопское сражение», пазл на сто кусочков с Медным всадником и грампластинку в подарок Колиной бабушке.

«Что вы головы повесили, соколики, что-то ход теперь ваш стал уж не быстрехоне-е-ек», — мальчишки на весь вагон распевали популярную песню, а Дашка танцевала, а когда поезд притормаживал, падала то на Колю, то на папу и хохотала.

«Слушай, — спросил пупс из кармана, когда Коля ждал очереди в уборную, глядя в окно, за которым леса и холмы уже сменялись бесконечными царицынскими степями. — Коля, а какой сейчас год?» — Коля не очень удивился, пупс часто спрашивал странное. — «Одна тысяча девятьсот десятый от рождения Христова», — сказал он. — Пупс надолго замолчал.

Лето было очень хорошее, жаркое. Все трое отъедались клубникой, малиной, огурцами — бабушка слыла передовой огородницей, выписывала из Саратова новейшие удобрения. В конце июля помидоры пошли — огромные, сладкие, назывались «бычье сердце». Жара стояла такая, что все косточки плавились, расплывались в прогретой, забывшей сумрачную петербургскую промозглость плоти горячим воском. Бабушка и ее кавалер, Степан Антонович, сидели на веранде, обмахивались бумажными китайскими веерами, пили пиво со льдом.

Вечерами, когда жара чуть спадала, Степан Антонович водил мальчишек рыбачить, учил удить, подсекать, костер разводить. Темнело поздно, звездное небо над степью казалось огромным — больше, чем в городе. Бабушка доставала из футляра телескоп, они смотрели с веранды на лунные моря и долины, на полосы на Марсе, на почти живое, влажное мерцание звезд. Дашка не выдерживала, засыпала в кресле в обнимку с медведем Иннокентием. Бабушка ее потом уносила в кровать, укладывала, пела колыбельную.

Коля с Мишей на чердаке тоже слушали, а потом долго шепотом болтали про все-все: про японскую кампанию, про волшебство у разных народов, про будущий год в гимназии, про Шерлока Холмса и капитана Немо. Потом засыпали крепким мальчишеским сном, не слыша, как шурудят в потолочных балках наглые мыши, как идет за ними черный бабушкин кот. Да и кот ли? Или само их детство неслышно кралось на мягких лапах, останавливалось посмотреть на спящие лица, чуть коснуться сомкнутых ресниц, выйти по трубе на крышу и щуриться там сквозь темноту космоса на далекие загадочные звезды?

В тот день Коля чудом не забыл пупса на чердаке. Уже на речку убежали — и Дашка с ними увязалась. Коля подумал-подумал, но все же вскарабкался по скрипучей лестнице, выхватил Висечку из-под своей подушки со смешной детской наволочкой в зайчиках, сунул под ремень.

— Глаз не спускать с Даши! — крикнула бабушка с веранды. — Дарья, а ты в воду не смей лезть! Не зная броду — дальше что?

— Знаю я броду, знаю, — бормотала Дашка. — И пословицы все знаю. Сами с усами. Коль, а на закорках прокатишь?

На пляже не было никого, дети собрали сухой травы, запалили костерок в тени небольшого вяза, без удовольствия выживавшего здесь, на скудном волжском песке. Пожарили на палочках колбасок, которые бабушка с собой дала, помидорок, кривой кабачок, цапнутый с краю огорода.

— Вкуснота! — сказала Дашка, вытирая рот об медведя. Уселась в теньке, велела Коле себя развлекать, читая по памяти «Конька-Горбунка» — он хорошо стихи запоминал. Мишка поплавать пошел, а Коля лег рядом с малявкой на песок.

— За горами, за лесами, за широкими морями, не на небе — на земле, — начал он и широко зевнул. — Жил... старик в одном... селе...

Проснулся он от нереального, оглушительного ужаса. Вскочил с бьющимся сердцем, не зная, где он и что ему послышалось сквозь сон такое страшное. Огляделся безумными глазами. Мишка еще не вернулся — наверное, на тот берег заплыл да валяется, там песок лучше. Под деревом было аккуратно сложено Дашкино платье, а сверху сидел медведь Иннокентий, смотрел стеклянными глазами, черными и тусклыми, как бездна, в которую ухнуло Колино сердце.

— Дашка! — Коля заорал, побежал к воде, увидел, как что-то мелькнуло под поверхностью в паре саженей от берега. — Дашка!

«Не стой столбом, прыгай же, Коля! — крикнул пупс, прижатый его поясом. — Гребь быстрее!»

Коля увидел, как с другого берега в воду сиганул Мишка, перепуганный его криком, — и сам прыгнул с берега уточкой, сразу ушел на глубину, мучительно пуча глаза, сжимая и разжимая веки, чтобы видеть получше. Вынырнул, когда воздух закончился, — дыхание вырвалось с рыданием, спину сводило от страха.

«Не паникуй, — сказал пупс громко и твердо. — Ныряй. Чувствуй течение и туда гребь. Пузыри ищи глазами — их солнце подсветит, видно будет».

Коля увидел! Увидел пузыри, не стал за воздухом подниматься, хоть уже грудь теснило, поплыл вниз, в темноту, сквозь холодную струю течения к самому сомовьему омуту. Ничего не видно было, но он, молясь, зашарил руками по дну.

«Боже, — думал он, — Боже, Боже, Боже!»

И было в этих словах огромное, испепеляющее обещание — всего себя он бы сжег, по кусочку сам разрезал и скормил Всемогущему, все свое будущее счастье, жизнь, все чаяния свои отдал бы, не раздумывая, скопом, прямо сейчас — за одну только возможность надежды. И когда он почувствовал под рукой шелковые, плывущие в воде волосы, ухватил, потянул, намотал их на запястье быстрым движением и из последних сил рванулся вверх, к свету. Не выплыл бы, если б не Мишка, — в глазах потемнело, грудь огнем жечь начало, когда тот его ухватил и к берегу потянул. Вдвоем Дашку вытащили — маленькую, обмякшую, мертвую.

Мишка за свои волосы схватился, стал их тянуть, будто вырвать хотел.

— Она мертвая, мертвая, не дышит! — закричал Коля в отчаянии.



ФАНТАСТИКА

«Глубоко вдохни и выдохни, — сказал пупс. — Соberись. Дай себе по морде, что ли. Быстро!»

Коля ударил себя по щеке так сильно, что язык закровил о зубы. Сглотнул соленое.

«Переверни ее, — скомандовал пупс. — Представь, что это чужая девочка, которую надо спасти. Так, два пальца в рот, нажми на корень языка ей. Еще раз. Пошла вода?»

— Н-н-нет, — промычал Коля, чувствуя, как стучат зубы.

«Быстро ее на спину. Мишку за помощь. Голову ей запрокинь. Рот открой. Нос зажми и два вдоха ей в рот, губы к губам. Сильно воздух вдуй. А теперь руки на грудину, нависни над нею на прямых руках и качай тридцать раз. Всем весом, Коля. Два вдоха...»

Коля зажимал Дашкин нос-пуговку, вдывал ей в грудь воздух и пытался закачать его в кровь быстрыми движениями. Малая, слабая часть его орала и билась о стекло в панике и ужасе оттого, что губы у нее были совсем ледяными и синими, что глаза закатились, только чуть белков виднелось, что ничего не менялось, жизнь не возвращалась. Но этого себя он запер крепко, заставил не слышать, а слушал только счет в голове, будто превратился в другое существо, неподвластное отчаянию, устремленное к одной только цели и неспособное от нее отвлекаться.

«Боже, — говорил он мысленно, отсчитывая тридцать качков над маленьким телом, — Божебожебоже...»

Через пять кругов, на «Боже» номер двадцать четыре, Дашка всхрипнула, и изо рта у нее полилась вода.

— Вода! — взвизгнул Коля, чуть-чуть отмирая, — Живая!

«Быстро переверни ее! — сказал пупс. — На бок. Дышит?»

Дашка вроде дышала — с хрипом, с клекотом, но дышала.

«Укутай во что-нибудь и неси, — скомандовал пупс. — А мне что-то... Коля... Неси ее к врачу, все объясни. До трех суток потом возможно вторичное... Ох...»

— Висечка? — спрашивал Коля, оборачивая Дашу своей рубашкой. — Висечка, или как там тебя по-настоящему... Ты чего?

Но пупс замолк, а Дашка прохрипела, чтобы ей дали в руки Иннокентия, и потом Коле было совсем ни до чего больше, когда он бежал по палящей жаре вверх по склону с полуживой сестренкой на руках, и ноги скользили на горячем песке. И так он бежал, равномерно, как железный, со скоростью пять верст в час, а из деревни навстречу ему со скоростью шесть верст в час бежала толпа народу — Мишка Некрасов, и бабушка, и врач, и соседи, и рыбаки, и почтальон, — и найдите точку дороги, в которой они встретятся. И, Боже мой, когда же этот бесконечный день кончится! Нет, не хочу есть, спасибо, баб, и Мишка тоже молодец, ну прости, прости, не усмотрел, мия куля, давай сам пойду утоплюсь, нет не плачу, не маленький,

Дашунь, ну ты как тут, сильно больно, серьезно? Эх, ну ладно, слушай: Горбунук-Конек проснулся, встал на лапки, отряхнулся, на Иванушку взглянул... Нет, не плачу я...

Бабушка сидела за столом на веранде, лампу не зажигала. Коля подошел поближе и увидел, что она курит папиросу, и огонек дрожит.

— Баб... — начал он.

Она ухватила его за руку, притянула к себе, расцеловала в обе щеки, обдавая сладковатым табачным дымом.

— Телеграмму принесли, пока ты с Дашей сидел, — сказала она. — Две сестренки у тебя со вчерашнего дня: Даша и Катюша. Танечка поправляется, скучает по вам, привет передает. Тринадцатого обратного поезде, двадцатого уже учебный год начинается. Я с вами поживу пару месяцев, тут Степа за домом присмотрит.

Коля опять разреvelся, будто ему три года было, а не тринадцать.

— Поешь иди, — сказала бабушка, откидываясь в плетеном кресле и глядя в темноту сада. — Мишка там на кухне уже оладьи жмет.

С Мишкой они решили быть друзьями навсегда и завтра побрататься, порезав руки и смешав кровь, — на ночь не хотелось возиться.

«Тебе, Коля, надо быть врачом, — сказал пупс, когда Коля уже засыпал, привычно сжимая его под подушкой. — Побеждать смерть, забирать у нее намеченное — лучше нет в мире власти». И были эти слова как свет, осветивший Колины мечты и устремления. Засыпал он еще обычным мальчишкой, а проснулся будущим врачом, победителем над смертью.

Доехали обратно весело, играли в «Сражение», Мишка Колю все время заставлял за Турцию играть, а сам, хитрец, за Россию кубики бросал. Дашка еще была бледновата, а уже хотела бегать и беситься. Но Коля ей с важным видом пульс щупал и язык показывать заставлял.

— Нет, — говорил, — лежи пока, Дарья Вячеславовна, тебе еще отдых предписан. Она вздыхала и покорно ложилась, а он ей покрывало поправлял и насмотреться на нее не мог.

Пупс вот только все время молчал.

На вокзале встречали их папа с мамой с запеленатой колбасой младенца на руках и Мишкины родители, а лица у них были радостные, но и тревожные. Мама сразу к Дашке бросилась, на колени упала, целовала ее со слезами, потом Колю, потом Мишку. Все переобнимались, но по лицам было видно — не все еще сказано.

— Пойдемте... — Мишкин папа откашлялся. — Пойдемте в чайную через дорогу, присядем.

— Таня, вы езжайте с девочками, — велел папа. — Извозчика возьмите, а мы потом на конке.

Мишка с Колей сидели над чаем с пирожками и, волнуясь, друг на друга поглядывали: что за напасть?

— На прошлой неделе, — начал папа, — у Казанского было покушение анархистов на обер-полицмейстера фон Гредера... Праздник был кондитерский там же... конфеты раздавали... — Папа потемнел лицом и отпил чаю.

— Бомбу кинули, но она не сразу взорвалась, — монотонно сказал Мишин отец. — Полицмейстер успел за колонну кинуться. А народу много пострадало — шестьдесят человек ранило, пятерых убило. — Он потер виски. — Ребята, среди них были ваш товарищ Сеня Генинг и ваш преподаватель математики Степанов. Его друг пригласил на гуляние... Газеты писали, он Сеню и другого мальчишку собою закрыл, сразу погиб, на месте. Сеня вчера в больнице умер. А второй мальчик поправляется. Вот так.

Коля долго сидел в своей комнате, сжимая в руках пупса Висечку. Если пупс вуду был вольтом Степанова, то со смертью Виссариона Ивановича и магия ушла? Следовало ли похоронить вольта? На следующей неделе Сеню будут хоронить. Так он и не вырос, даже если профессор в Вене ему в мозгах все поправил...

Коля разреvelся прямо в пупса, прижимая к лицу потрепанное, грязное сатиновое тело, чувствуя внутри клочья бумаги и острые грани пирамидки.

— Не хочу, чтобы так было, — плакал он. — Не хочу такой мир, не хочу!

«А давай его попробуем поправить? — вдруг предложил пупс и невесело рассмеялся. — Что случилось, то уже случилось, Коля. Но мы можем попытаться изменить то, что будет. Я не историк, но кое-что читал. Первым делом, думаю, надо попытаться войны не допустить. Твой отец на почте с письмами работает? Ты по-немецки пишешь? А почерк у тебя хороший? Не боишься? Записывай с моих слов, потом набело перепишешь, у отца на работе проштампуешь так, чтобы они через проверяющих охраны не проходили... Черновики сожги сразу, как отправишь. Готов? Ну, пиши:

«Любезный государь Василий Николаевич. Вы вряд ли поверите мне сейчас, но довольно будет и возможности, что Вы это письмо запомните или сохраните, и когда через четыре года начнут разворачиваться следующие события, Вы поступите...»

Коля писал до полуночи, пока глаза не стали закрываться. Когда мама зашла и лампу забрала, достал свечку и спички, припрятанные за шкафом. Писал по-русски, писал по-английски и немецки, трети слов не понимая.

— Я отправлю все письма, — пообещал он пупсу, уже лежа в кровати и сжимая его в руке. Не знал, что пупс с ним больше не заговорит никогда, останется молчаливым свидетелем последнего года его детства, а через пять лет Висечку и вовсе утащит из его комнаты сестричка Катюша, назовет Жоржем и назначит наездником плюшевого медведя Иннокентия. Потом подарит подружке во дворе. А самому Коле станет не до того — он сдаст экзамены в Императорскую медико-хирургическую академию, будет заказывать форменную шинель, волноваться об учебе, вздыхать по хорошенькой племяннице Мишки Некрасова, с которой познакомится на выпускном балу гимназии... — Очень плохое будущее в этих письмах, — зевая, говорил Коля пупсу вуду. — Ужас просто. А если никто не поверит письмам, ничего не поменяется? Так и будет? Мне придется все это прожить?

«Да, — сказал пупс тихо. — Придется прожить, уж как получится, Коленька. Оставаясь собой, таким, каким ты хочешь быть и каким можешь гордиться. Вот я тебечитаю свое любимое, а ты спи, спи, дорогой мой мальчик:

...и хрипло кричат им птицы, что мир останется прежним, да, останется прежним, ослепительно снежным и сомнительно нежным, мир останется лживым, мир останется вечным, может быть, постижимым, но все-таки бесконечным...

* * *

Максим Ильич откинулся на подушки, сжимая в руке маленькую синюю пирамидку. В коробке, что Галя тогда принесла, было много хлама, он его перетряхивал и умилялся. Многих вещей он не помнил. Откуда эта ржавая машинка? Автобусный билет? Треснутый мумифицированный каштан?

Другие предметы били его током, память вспыхивала картинкой, запахом, чувством — и он будто снова заворачивал стерку в бумажку от конфеты «Тузик», чтобы надурить Витальку Сидорова, и хихикал в кулак, представляя его разочарованное лицо. Опять стоял на пляже «Артека», выиграв областную математическую олимпиаду, подбирал гладкий красный камушек, чтобы кинуть в море, но, передумав, прятал в карман, а перед отъездом в Ленинград, поступать в медицинскую академию, клал в эту самую коробку.

Максим Ильич перебирал высохшими руками свое детство — клеенчатую бирку из роддома, где ручкой было написано, что Смирнов Максим Ильич родился 16 сентября 1951 года, октябрьскую звездочку, крохотную пенопластовую Снегурочку, самолетик, два билета в кино на «Гиперболоид инженера Гарина» — он еще приглашал эту... как ее... зеленые глаза, светлые косы, родинка на шее. Трофейный термометр с фашистским орлом — дед вернулся с войны живым-здоровым.

Странного выцветшего пупса, древнего и облезлого, Максим нашел на чердаке в Вышнем Волочке. Когда прабабушка Рита умерла, деревянный дом собрались сносить, а он, десятилетний, искал в завалах хлама старинные сокровища.

Максим поднял пупса и почувствовал в его тканевом теле что-то твердое, правильной формы, с жесткими гранями.

— Галя, — позвал он, но голос сорвался, — Галя!

Дочка не услышала, тогда он сам поднялся, толкая перед собой капельницу и держась за нее, дошел до комода, взял ножницы. Подпорол боковой шов. Пупс смотрел в пространство и улыбался. Максим пошарил в кукле, достал пожелтевшие полоски бумаги — старые, с ятями и твердыми знаками. А потом выпала маленькая синяя пирамидка, вроде бы из стекла, с едва заметными значками на гранях. Легла в ладонь и засветилась в полумраке вечерней комнаты, где занавески уже пару месяцев не открывались — после операции головные боли чуть отступили, но свет глаза резал. Из пирамидки вдруг послышался четкий мальчишеский голос: «Ты в моей власти, — сказал он. — Уколю иголкой в живот — тебя возьмет и поносом скрутит. А в голову уколю — будешь мигренью маяться!»

Максим Ильич маялся мигренью уже три года, так ему опухоль и продиагностировали.

— Меня зовут Максим, — осторожно сказал он в пирамидку, как в микрофон. Но тут она погасла, а в комнату вошла Галя.

— Ой, пап, ну ты чего вскочил? — вскинулась она. — Как голова? Ты голодный? Я сейчас поеду Марину и Петю забирать из музыкальной школы, могу салатиков купить. Хочешь?

Максим Ильич отказался от еды, попросил подать ему ноутбук — с капельницей самому было неудобно. Галя обложила его подушками, поцеловала, побежала вниз.

— Хотя вообще-то хочу салатик, — передумав, сказал он ей вслед. — С кальмарами. — Галя рассмеялась, дверь хлопнула, во дворе зафырчала машина.

Максим Ильич держал на ладони пирамидку и искал символы с ее граней в Интернете. Не нашел.

Так он познакомился с Колей и очень его полюбил. Как любил того мальчика, которым был когда-то сам. Которого хотелось уберечь и спасти от грядущих испытаний и сердечной боли, понимая в то же время, что без них он не станет тем человеком, которым должен.



ФАНТАСТИКА

— Пап, ну мы волнуемся, — говорила Галя. — Ты сам с собой все время разговариваешь. Тебе одиноко? С нами невесело?

Максим Ильич гладил ее по голове и улыбался — потому что видел сквозь ее нынешнее, тридцатилетнее лицо все ее лица. И то первое, толстошее, с заплывшим веком и пятном зеленки, когда ее вынесли ему из роддома...

— Мне весело, Галя, — говорил он. — Позови Петю с Маришкой, я им «Конька-Горбунка» читаю.

Он сжимал в руке синюю пирамидку и читал стихи сразу всем — и своим внукам, и мальчику Коле.

— Пап... — говорила Галя, — ну а вот ты разговариваешь... Доктор говорил, возможны галлюцинации...

— Доча, отстань, — отмахивался Максим Ильич. — Я умираю, дай мне спокойно погаллюцинировать. Беспokoишься обо мне? Хочешь скрасить?

— Ага, — всхлипывала Галя.

— Тогда иди мне блинчиков напеки. У тебя же еще куча времени до совещания по скайпу.

Галя ворчала и шла печь блины.

Закончив диктовать, Максим Ильич поднял к глазам руку с пирамидкой. Она все еще чуть-чуть светилась, ярче на значках, которые ему идентифицировать так и не удалось. Страшная мысль вдруг пронзила Максима: а что, если, отправив письма, Коля действительно изменит будущее? Ведь если хотя бы два адресата из десятка поверят... Франц Фердинанд не поедет в Сараево, полиция арестует членов «Молодой Боснии», Россия не объявит мобилизацию, Ленина не освободят из тюрьмы в Порогине... Не погибнут миллионы, не восстанет из горького жирного пепла Первой мировой Гитлер и не начнет Вторую... Революция в России случится по-другому... или не случится вовсе... Все будет иначе, а в этой новой, другой реальности родится ли в медобъединении завода «Свободный сокол» он, Смирнов Максим Ильич, встретит ли в Ленинграде Людочку, будут ли у них Галя и Андрей?

Максим Ильич был плохим историком, плохим предсказателем. Но знал наверняка, крепче любой веры — будут! Голову проткнула раскаленная спица, в глазах потемнело, пирамидка выпала из руки.

— Галя, — позвал он из последних сил, — Галочка!

Умирая, ждал, прозвучат ли в коридоре шаги, откроется ли дверь, успеет ли он посмотреть в последний раз на ее лицо, убедиться, что после него останутся те, кого он любил.



Картоиды для путешествующих туда и обратно

В.Д. Киселев

Цикл поисков смысла подошел к концу. За год на страницах журнала было рассказано о нескольких взаимосвязанных инструментах, помогающих такому поиску. Сначала был простой инструмент визуализации смыслов на примере сонетов, позже мушкетеры и Балда помогли понять устройство формулы власти. Сказка о старухе и Золотой рыбке, как оказалось, содержит в себе эталонные стратегии менеджмента и любви. Циклы периодических изменений экономики, как и жизненные циклы героя мифа, удалось проследить в историях про Павла Ивановича Чичикова и Буратино. Фрактальную атомарную модель социума продемонстрировали приключения героев из «Трех толстяков». Технология создания волшебной палочки с помощью Красной Шапочки помогла наполнить смыслом классическую методику структурирования научных и управленческих исследований, ну а технология «волшебного гребня» позволила обнаружить скрытые смыслы в сказке про Конька-горбунка.

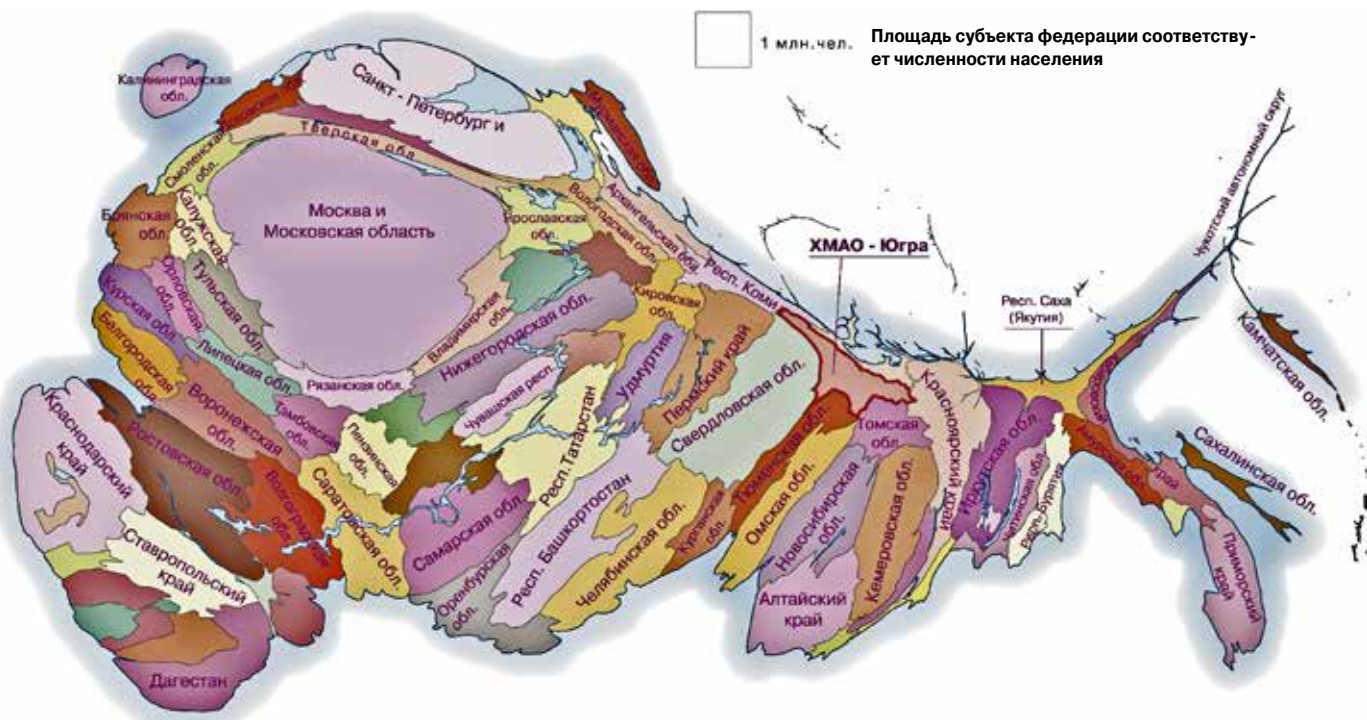
Закончим же мы этот цикл возвращением к началу – к превращению текста в графический образ. Как показал опыт работы с сонетом Шекспира (см. «Химию и жизнь», 2018, 1), превращением текста в графический неметрический мем, единицу информации, так называемый картоид, понятный большинству людей без дополнительных объяснений и очень удобный для разнообразных ментальных путешествий, удастся выявить смысловой инвариант, не зависящий от культурного кода читателя. В условиях высокой неопределенности, картоид – навигационный инструмент, который позже можно превратить из качественного в количественный, то есть традиционный метрический. Каждый узел на сети, которую порождает картоид, можно представить человеком или группой, у которых есть индивидуальные интересы, ценности и цели, стратегии и тактики, затруднения, соответствующие конкретному этапу развития в рамках жизненного цикла. Люди в процессах своей деятельности не безмолвствуют. Они активно разговаривают, заблуждаются и даже

искренне врут себе и другим. Картоид позволяет связать исследовательские инструменты, облегчающие поиски смыслов, в единый целостный оркестр, обеспечивая им взаимную и самопроверку. Нам помогут два великих открытия отечественных географов, которые предложили замечательные неклассические способы картографирования, которые по какой-то причине не очень знакомы широкой общественности.

Анаморфированные карты

Традиционные карты включают в себя систему знаков, символов, пиктограмм, идеограмм, текстов, таблиц, графиков, многоцветных рисунков и фотографий, имеющих отношение к конкретной территории, ее точным размерам и формам. Это вербализованное евклидово изображение, которое можно читать как обычный научный текст, с подлежащими

1
Анаморфированная карта
«Численность населения России в 2002 году».
По атласу Ханты-Мансийского
автономного округа, 2006 год



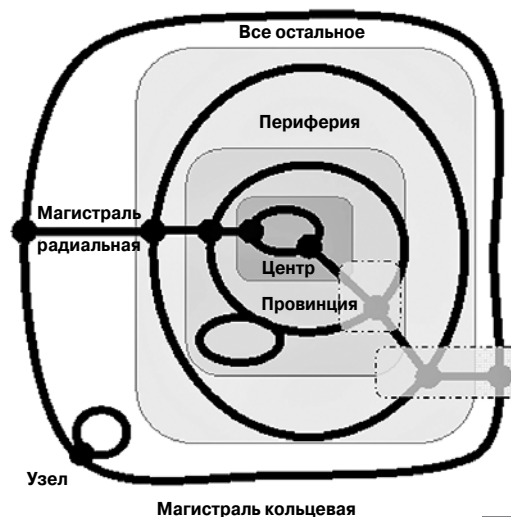
и сказуемыми. Однако Л. И. Василевский, работавший тогда, в 60-х годах, в Институте транспортных проблем при Госплане СССР, открыл неклассический способ картографирования – создание анаморфированных карт. Анаморфозы можно описать как производные от традиционных карт графические изображения, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины явлений на исходной карте. Например, анаморф плотности населения Российской Федерации (рис. 1) показывает нам совсем другую страну, нежели та, к которой мы привыкли. При этом из такой карты без всяких слов для думающего человека становятся очевидны многие опасности для будущего страны.

Теория картоидов

Другое значимое достижение теории картографии — теория картоидов Б. Б. Родомана, подхваченная его учеником В. Л. Каганским. Б.Б. Родоман — человек непростой судьбы. Его считают создателем принципиально новой теоретической географии, однако именно его в 1985 году выгнали с географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, а докторскую диссертацию он защитил лишь в 1991-м, после того как противники попросту вымерли. Затем были Московский институт развития образовательных систем, РНИИ культурного и природного наследия им. Д. И. Лихачева. Его географические картоиды сегодня признаны произведениями современного концептуального искусства и выставляются на отечественных и международных выставках.

Картоид в еще большей степени свободен от традиционных правил картографии, например от масштаба, он заменяет геометрию топологией для наглядного выражения продвигаемой идеи, по сути, превращается в архетипичную структурную графическую формулу, отображенную в двух- или трехмерном пространстве. Теорию картоидов можно использовать для описания субъектов/объектов исследования и актуальных для них коллизий в виде полей исследовательских вопросов и типовой проблематики, полей эталонных задач и альтернативных решений. В результате такой формализации упрощается навигация, то есть способность вырабатывать стратегии поведения и маршруты, которые соответствуют целям, ценностям и самой идентичности лица принимающего решения, а также делать прогнозы.

Ключевые термины теории картоидов: «Центр», «Провинция», «Периферия» (рис. 2). Между ними расположены границы. Они могут быть самого



2

Типичный картоид содержит зоны — центр, провинция и периферия, которые связаны магистралями. На последних располагаются узлы, где идет концентрация ресурсов

разного типа: географические, государственные, этические, этнические и прочие. Понимание того, что у каждого объекта и субъекта существует граница, очень важно. Георг Гегель по этому поводу говорил: «Лишь в своей границе и благодаря своей границе нечто есть то, что оно есть». Ему вторил Юрий Лотман: «Всякая модель... имеет внутренние разграничения, из которых одно является основным и делит ее на внутреннее и внешнее пространства». Проблематика границ, сам их феномен часто остается неотрефлексированным и за скобками научных обсуждений, его заслоняют драматические последствия существования границ. А ведь с наличием границ неизбежно связано существование серых зон — в теории их называют «зонами неопределенности». Такие зоны возникают постоянно и на самых разных уровнях. Например, в семье — это ситуация, когда нет четкой договоренности о том, кто из супругов моет посуду, забирает ребенка из детского сада, принимает решение о его дальнейшем обучении: здесь неопределенность проходит по границе периферии ответственности двух центров — супругов. В межгосударственных отношениях такой зоной может оказаться прибрежный шельф, когда нет договорных отношений о его использовании. Зона неопределенности, с одной стороны, может порождать конфликтные ситуации, а с другой — быть зоной организационного развития, быстрого и адекватного вызовам изменяющейся (иногда катастрофически) внешней среды.

Есть в теории и такие понятия, как магистрали, которые бывают радиальными вылетными и внутренними кольцевыми. На магистралях обяза-

тельно имеются узлы. В простейшем случае, это транспортно-пересадочный узел, который создает коллизию для водителя — ехать на своей машине в центр города или оставить ее на перехватывающей парковке. Концентрация ресурсов (материалы, энергии, люди, информация, технологии и др.) в узлах на магистралях приводит к «Ресурсному обмену», к порождению встречных «Потоков ресурсов» (это тоже понятия теории картоидов).

Иногда «Центров» может быть несколько. Тогда суммарный картоид может приобрести более причудливое и даже изощренное очертание. При всей кажущейся простоте концепции «Центр-Провинция-Периферия-Магистраль» комбинаторика и динамика их сочетаний может быть очень богатой и нетривиальной, что демонстрируют четырехмерные изображения картоидов в виде голливудских фантастических или сказочных сюжетов.

Неожиданное путешествие Людмилы

В качестве примера возьмем невольное путешествие, совершенного Людмилы в известной сказке А. С. Пушкина. Переводя его текст в термины теории картоидов, получается, что она перемещается по культурному ландшафту литературных территорий и событий, который содержит несколько центров со своими провинциями и перифериями. Наиболее серьезный конфликт возникает в серой зоне между перифериями миров Руслана и Черномора, где статус Людмилы оказывается не определен — каждый из центров предъявляет на нее свои права: один право закона, другой — право силы. В сущности, именно путешествие героини по этому ландшафту, последовательной и разнообразной сменой ее индиви-



ПОИСКИ СМЫСЛА



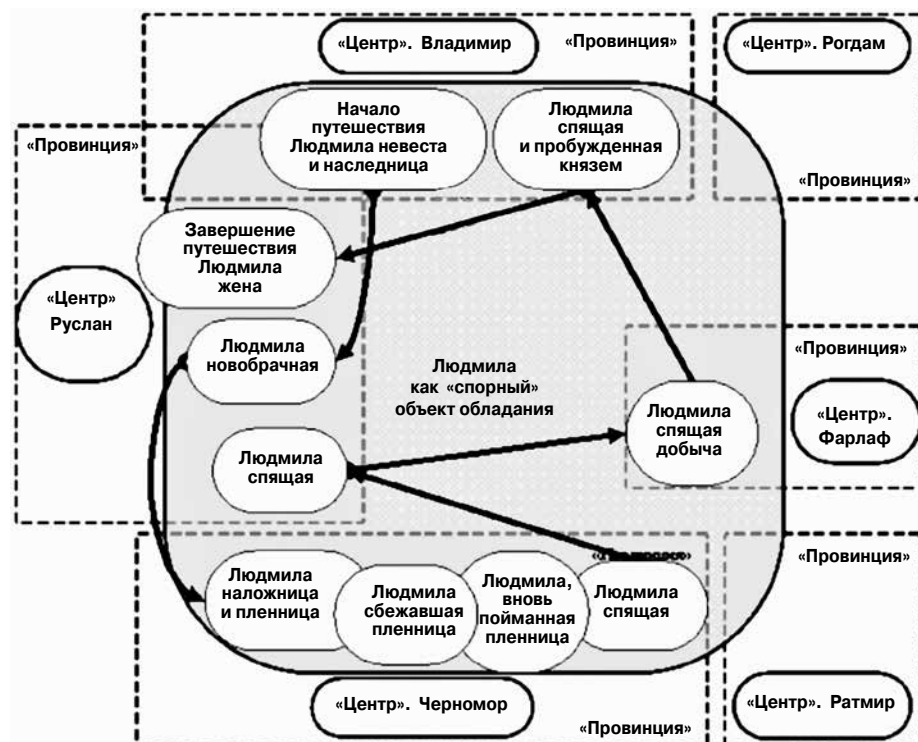
дуальных ролей и групповых статусов автор привлекает внимание читателя, завораживает, вовлекая в процесс сопереживания удивительным трансформациям невесты героя. В итоге Руслан в супруги получает опытную женщину, прошедшую горнило испытаний разными моделями семьи. Ну а супруг, двигаясь по магистрали из своего центра в серую зону, продемонстрировал себя во всем мужском великолепии и доказал искреннее желание вступить в долговременный, счастливый и достойный брак. Все коллизии сказки легко изображаются картоидом на рис. 3.

Ментальное путешествие менеджера

Менеджеру — в широком смысле этого слова, то есть от человека руководящего страной, до человека, управляющего своей собственной судьбой, — также полезно использовать картоиды. Этот

3

Путешествие Людмилы туда и обратно



инструмент, по сути инновационный, позволяет строить организационные структуры и насыщать их смыслами, стратегиями, сценариями и планами дальнейшего поведения и развития. Картоид, описывающий организацию и ее окружение, позволяет не упустить ключевых контрагентов, корректно формулировать для них все типы деятельности, определять место организации в отрасли, выявлять ее отличительные достоинства и недостатки по отношению к контрагентам (рис. 4). Структура такого картоида обладает свойствами фрактальности, и поэтому по такой схеме можно описать любую страну, отрасль, отдельное предприятие и отдельного человека. Картоиды можно завязывать в сети, например, при

4

Идеальный картоид позволяет понять, как действовать в той или иной ситуации стране, организации или отдельному человеку

описании технологических кластеров, региональной или всей национальной экономики.

Подобный графический образ позволяет анализировать любые коммуникации, не только экономические отношения. Примем за «Центр» рассказчика-интерпретатора, который работает с чужим текстом. Таким интерпретатором может быть тот же пресс-секретарь должностного лица. Текст ему кто-то сообщил — это будет поставщик, а кто-то услышал рассказ — это будет потребитель. Текст создал автор, переработал рассказчик и передал для дальнейшей доработки и трансляции аутсорсеру-пересказчику. На интерпретатора обязательно будут оказывать действие внешние положительные и отрицательные влияния, которые внесут изменения в исходный авторский текст. Для такой специфической предметной области построение картоидных сетей может дать удивительные исследовательские и литературные результаты, способствующие пониманию смысла полученной от интерпретатора информации.

Навыки регулярной навигации и перемещения по разомкнутым и кольцевым маршрутам, выработанным адекватно обнаруженному ландшафту, целям/ценностям/идентичности/проблемам/стратегиям/прогнозам героя-исследователя или сплоченной группы героев, позволяют не утонуть в океане противоречивой информации и при известном искусстве обязательно приведут путешествующих к успеху, как это и обещают добрые сказки.



С.В.Наугольных

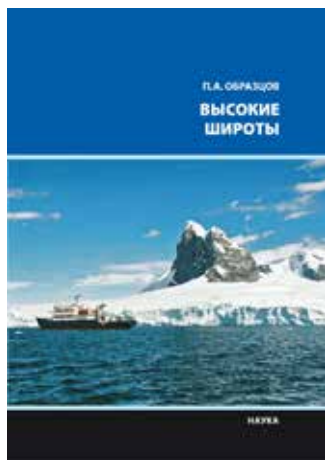
Встречи
с доисторическими мирами
М.: Наука,
2017



Автор книги, известный российский палеонтолог Сергей Наугольных, приглашает читателей отправиться в далекое геологическое прошлое нашей планеты, в мир давно исчезнувших животных и растений. Книга написана увлекательно, легко и доступно для неспециалистов. В ней много иллюстраций, на которых изображены представители фауны и флоры минувших геологических эпох, а также подводные и наземные ландшафты, существовавшие на нашей планете в различные периоды ее истории.

Петр Образцов

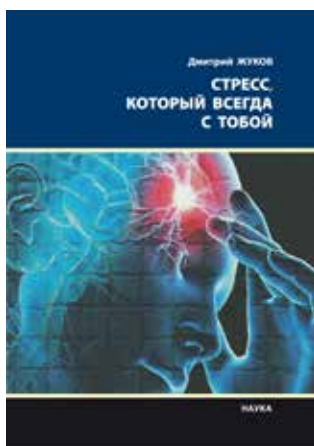
Высокие широты
М.: Наука,
2018



Книга Петра Образцова, известного популяризатора науки, автора более десятка книг, повествует об открытии и освоении Арктики и Антарктики, этих двух полюсов холода, о мужестве отважных героев, благодаря которым человечество узнало о природе, животном мире самых северных и южных земель, а также о том, какая непростая и вместе с тем увлекательная жизнь идет сегодня в этих суровых, таинственных и манящих краях.

Дмитрий Жуков.

Стресс, который всегда
с тобой
М.: Наука,
2018



Книга доктора биологических наук, лауреата премии «Промисветитель» (2013) Дмитрия Жукова — о стрессе, его механизмах, физико-химических основах и особенностях психологических и физиологических реакций в стрессовых ситуациях.

Но эта книга не только о стрессе — она вообще о человеке: о различиях мужчин и женщин, о том, как мы реагируем на новое, сложное, неожиданное, как ведем себя в трудных жизненных ситуациях — как зайцы, предпочитающие затаиться и переждать, или как гончие, способные к быстрым, а порой и рискованным решениям.



КНИГИ

Ирина Опимах

Медицина как искусство
М.: Наука,
2018



Медицина играет огромную роль в нашей жизни. Она помогает нам справиться с самыми разными недугами — и не только физическими, но и душевными. Недаром многие считают ее скорее даже не наукой, а искусством. Как и в истории других наук, в истории медицины были открытия, во многом определившие ее развитие. О некоторых из таких открытий, настоящих прорывах, и рассказывает Ирина Опимах.

Герои книги — выдающиеся ученые, без которых сегодняшняя медицина была бы невозможна. Это не только врачи, но и физики, химики, фармакологи. Среди них — Уильям Гарвей, открывший систему кровообращения, основоположник генетики Грегор Мендель, Александр Флеминг, с которого началась эра антибиотиков, выдающийся хирург Кристиан Барнард и многие другие.

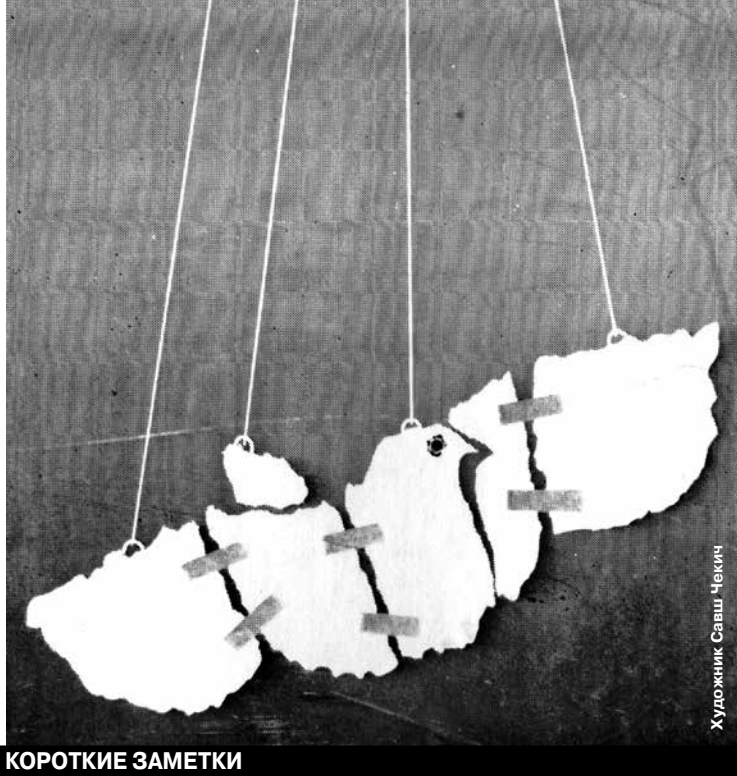
С.В.Наугольных

Палеонтология
Москвы и Подмосковья
М.: Наука,
2017



Книга российского палеонтолога Сергея Наугольных посвящена наиболее важным геолого-палеонтологическим памятникам Москвы и Подмосковья. Приведены сведения о географическом и стратиграфическом положении самых представительных геологических разрезов, которые могут посетить любители палеонтологии. Даны изображения различных представителей ископаемой фауны и флоры, встречающихся в Москве, Московской области и прилегающих регионах. В специальном разделе — рекомендации, как организовать геолого-палеонтологическую экскурсию, что надо знать и уметь юному геологу и его учителям.

**Подробности на сайте: www.naukaran.com/
Книги можно приобрести в сети магазинов «Академкнига»
и в интернет-магазине naukabooks.ru**



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Голубка мира

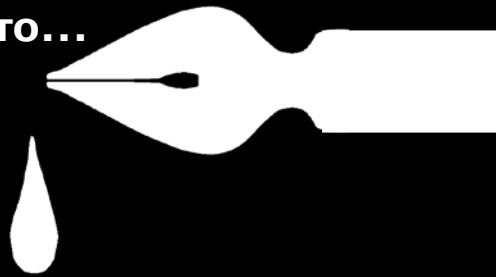
Горлица — дикий голубь, довольно близкий родственник обитающих в городах голубей. Обыкновенная горлица в городах не живет, а предпочитает редкие лиственные леса, парки, большие сады, где ее можно опознать по характерному мелодичному звуку воркования: «турр-турр». Из-за этого звука римляне называли ее «turtur», что англичане потом и переделали в «turtle», хотя птица на черепахе никак не похожа. Обыкновенная горлица весьма ярко окрашена — верх у нее черный и красно-коричневый, низ — белый, на шее имеется узор из черно-белых полосок, но никаких зеленых или голубых оттенков, присутствующих на шее городского голубя-сизаря, у нее нет.

К нам она прилетает выводить птенцов, а зиму проводит в Южной Африке. Поскольку обыкновенная горлица — объект охоты, она стала очень пугливой: увидеть ее не так уж просто, можно только услышать. Считается, что охота — птицы попадают на мушку охотникам Мальты, юга Испании, Франции во время массового перелета к местам гнездования, — а также исчезновение сорняков (их семенами горлица питается) на полях Европы ведут к уменьшению численности этих птиц, и она попала в список уязвимых видов. Есть и еще одна причина: вытеснение кольчатой горлицей (у нее есть черное полукольцо на шее); в 30-х годах она начала победное шествие по Европе с Ближнего Востока и Балкан, которое продолжается по сию пору. Занимая, прежде всего, городские территории, кольчатая горлица селится в парках и пригородных лесах, создавая конкуренцию обыкновенной горлице.

Эта птица в английской поэзии считается символом верной любви и даже преданности до гробовой доски. В частности, Шекспир сделал ее главным персонажем стихотворения «The Phoenix and the Turtle»: тут обретшим крылья партнером Феникса служит совсем не черепаха, как считают многие не очень образованные переводчики великого поэта. Скорее всего, образ верности следует из римской традиции, согласно которой горлица — неперемнная спутница богини Фидес, а именно ее считали хранительницей нравственных устоев и верности договорам. В храм этой богини, храм Верности, построенный на Капитолии консулом Авлом Атилием Калатином во время Первой Пунической войны, римляне складывали свои международные договоры. Видимо, грядущий год нас порадует или удивит какими-то мирными соглашениями, которые в своем клюве принесет обыкновенная горлица.

С.Анофелес

Пишут, что...



...на Марс совершила посадку первая геофизическая обсерватория InSight, представители NASA заявляют, что работы будут протекать по плану (<https://mars.nasa.gov/news/8392/nasa-insight-lander-arrives-on-martian-surface/?site=insight>)...

...предложен механизм, объясняющий смещение центра масс Луны к востоку физически неизбежным округлением ее формы при удалении от Земли, он также позволил определить ее весьма значительное сжатие в раннюю эпоху и предположить, как близко к Земле она могла образоваться («Астрономический журнал», 2018, 95, 10, 745—752)...

...человек может наследовать митохондрии не только от матери, но также от отца, и это бывает причиной патологий («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2018, doi: 10.1073/pnas.1810946115)...

...получены данные, свидетельствующие о влиянии диаметра фовеолы (центральной ямки желтого пятна сетчатки глаза) на характеристики когнитивных процессов при чтении («Физиология человека», 2018, 44, 5, 22—29)...

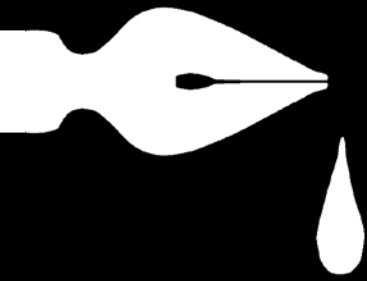
...идентифицированы гены биолюминесцентной системы грибов, которые можно экспрессировать в эукариотических клетках подобно зеленому флуоресцентному белку CFP («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2018, doi: 10.1073/pnas.1803615115)...

...затмение Солнца не вызывает ночную активность у птиц, летучих мышей и насекомых, но подавляет дневную активность («Biology Letters», 2018, 14, doi: 10.1098/rsbl.2018.0485)...

...исследованы геномы 16 клонов винограда шардоне, обнаружено более 1620 генетических маркеров, определяющих различия между ними; также выявлена высокая степень родства между предковыми сортами шардоне — пино нуар и гуэ блан («PLoS Genetics», 2018, 14, 11, e1007807, doi: 10.1371/journal.pgen.1007807)...

...муравьи *Formica archboldi*, украшающие свои жилища головами и другими частями тел муравьев *Odontomachus*, имитируют запах своих жертв («Insectes Sociaux», 2018, doi: 10.1007/s00040-018-0675-y)...

...«сибирские единороги» — эласмотерии продолжали встречаться в позднем плей-



стоене, а окончательно вымерли лишь около 35 или даже 30 тыс. лет назад («Nature Ecology & Evolution», 2018, doi: 10.1038/s41559-018-0722-0)...

...вероятно, во второй половине XIX века некоторые тундровые виды куликов временно гнездились в бывшем Оренбургском крае, но потепление климата вынудило их оставить эти территории («Зоологический журнал», 2018, 97, 12, 1513—1524)...

...семена многолетних злаков тимофеевки луговой и пырея ползучего способны прорасти в присутствии широкого спектра концентраций цинка и накапливать его в корнях с минимальными потерями для фотосинтеза, что говорит в пользу их применения для фитостабилизации загрязненных почв («Известия РАН. Серия биологическая», 2018, 5, 512—518)...

...метод оценки антиоксидантных свойств природных и синтетических препаратов в модельной системе на основе каротиноидов паприки может быть использован для анализа защитных свойств пищевых биополимеров («Прикладная биохимия и микробиология», 2018, 54, 6, 644—651)...

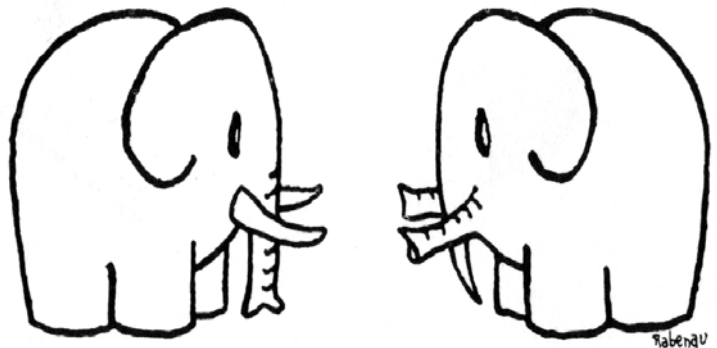
...возраст образцов наскальной живописи на острове Борнео — не менее 40 тыс. лет; на сегодня это самые древние изображения («Nature», 2018, doi: 10.1038/s41586-018-0679-9)...

...впервые на территории средневековой Руси в слое второй половины XIII века в Великом Новгороде найдено миниатюрное металлическое зеркало с изображением китайско-тюркского 12-летнего календарного цикла, изготовленное из продукта плавки медной руды («Российская археология», 2018, 3, 142—153)...

...слабое статическое магнитное поле, воздействуя на органотипическую культуру тканей коры головного мозга, печени и селезенки крыс, стимулирует развитие этих тканей, вызывая усиление регенерации («Доклады Академии наук», 2018, 481, 4, 25)...

...изучено влияние транскраниальной электромагнитной стимуляции на вызванное иммобилизационным стрессом повреждение клеток мозга крыс, предложена биофизическая модель механизма антистрессорного эффекта («Биофизика», 2018, 63, 6, 1171—1181)...

Художник Дитхарт фон Рабенау



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Отбор на дурака: механизм

Восемь лет назад иностранный член РАСХН В. И. Глазко рассказал нашему журналу про гипотезу отбора на дурака (см. «Химию и жизнь», 2010, 5). Согласно ей, стресс — тяжелые условия жизни, радиоактивное облучение, химическое загрязнение — ведет к тому, что среди эмбрионов выживают менее специализированные формы, а остальные погибают вскоре после зачатия. В таких условиях резко снижаются качество нового поколения и, если речь идет о человеке, его умственные способности. Гипотеза была обоснована наблюдениями за стадом коров, живших много лет в эпицентре радиоактивного загрязнения Чернобыльской зоны, за коровами, пасущимися на засоленных почвах, ну а потом применена к людям. Похоже, что исследователи из Лейденского и Лундского университетов во главе с Бастианом Хеймансом из Лейдена нашли механизм такого отбора («Cell Reports», 2018, 25, 10, 2660—2667, doi: 10.1016/j.celrep.2018.11.023). Они изучали потомков жертв так называемого Голландского голода 1944—1945 годов.

Биологи до сих пор считали, что эмбрион, мать которого оказалась в трудных условиях, сам начинает менять активность своих генов и приспосабливается к этим условиям, например к недостатку питательных веществ. Оказалось, это не так. Изучение генотипов упомянутых жертв голода позволило обнаружить у них интересную деталь: отсутствие определенного узора метилирования ДНК, который имеется в среднем по человеческой популяции. Напомним, метилирование ДНК — эпигенетический механизм приспособления к условиям окружающей среды, когда метильные группы, присоединившись к участку ДНК, деактивируют соответствующий ген.

Единственное объяснение феномена было таким. Метилирование ДНК — случайный процесс, и, несомненно, в утробах матерей, переживающих голод, были эмбрионы со всеми возможными узорами. Но те, у кого узор оказался неудачным, не стали развиваться, как не смогли выжить и определенные эмбрионы чернобыльских коров. Зато выжившие были приспособлены: в случае голландок — к голоду, а в случае коров — к повышенной радиации. Однако это приспособление сыграло злую шутку. Так, у детей жертв голода, когда они достигли возраста 60 лет, было зафиксировано гораздо больше проблем с сердцем, чем в среднем. А ничто, кроме обстоятельств рождения и узора метилирования, их не объединяло. Чернобыльские же коровы, изначально молочные, моментально выродились и стали менее специализированными, мясными.

Эта работа открывает интересные перспективы перед социологами и популяционными генетиками — посмотрев с такой точки зрения на генотипы людей, рожденных вскоре после чернобыльской катастрофы или в ходе социально-экономической катастрофы 90-х годов, они, похоже, смогут найти немало интересного в современном этапе эволюции человека.

А. Мотыляев



В.С. ЗУЕВОЙ, Санкт-Петербург: *Водостойкая тушь для ресниц может содержать, например, додекан.*

А.В. КОНОНОВУ, Самара: *Цапонлак относится к нитролакам, это раствор нитроцеллюлозы в органическом растворителе.*

С.К. МУРАВЬЕВУ, Зеленоград: *Крупнейшей катастрофой на химическом производстве и, возможно, крупнейшей техногенной катастрофой считается авария 1984 года на заводе американской корпорации Union Carbide в Бхопале (Индия), когда из-за выброса паров метилизоцианата сразу погибло более 3000 человек, а всего, по некоторым данным, до 19 000.*

Антону СЕРГЕЕВУ, электронная почта: *На фотографии, которую вы прислали, филаментная светодиодная лампа, LED filament light bulb; она похожа на обычную лампу накаливания, но то, что в ней светится, — не вольфрамовая нить (хотя она по-английски тоже называется филаментом), а светодиодная, на ней размещены светодиодные чипы, покрытые люминофором.*

Л.В. МУРАДОВУ, Москва: *Как мы уже отмечали, одежду из мембранной ткани категорически нельзя стирать обычными стиральными порошками; ничего не поделаешь, она требует особого ухода.*

Н.Н. ЭРБИС, Уфа: *Самый простой способ против запотевания зеркала в ванной — протереть его мыльным раствором и так оставить.*

Л.Д. РЯБОВОЙ, Тольятти: *Замерзший кефир или ряженка после размораживания прежними не будут, но, если завернуть получившийся брикет в марлю и аккуратно сцедить сыворотку по мере оттаивания, получится «сырный продукт», который можно приправить солью и специями и мазать на хлеб.*

ВСЕМ ООО НПО В ПОЧТЕ ЖУРНАЛА: *Нам очень интересны ваши рекламные сообщения, однако, если хотите опубликовать в журнале или на сайте свою рекламу, лучше прислать об этом официальный запрос; мы открыты для сотрудничества со всеми, кроме «биоэнергетиков», хиромантов и астрологов.*

И животноводство!..

С трибуны неслось:

— ...и в такие дни, как наши, когда каждый из нас должен отдать все свои силы на развитие конкретных лингвистических исследований, на развитие и углубление наших связей со смежными областями науки, в такие дни особенно важно для нас укреплять и повышать трудовую дисциплину всех и каждого, морально-нравственный уровень каждого и всех, духовную чистоту, личную честность...

— И животноводство! — вскричал вдруг требовательно Петенька Скоробогатов, вскинув вперед и вверх вытянутую руку с указательным пальцем.

А. и Б. Стругацкие. Хромая судьба

Слова у нас — вплоть до важного самого — внезапно оказываются под неожиданными угрозами. Пришла пора озаботиться судьбой величественнейшего во времена недалекого прошлого слова — «Мясо». Вдруг над его будущим нависла нечаянная угроза? А ведь как хорошо мечталось! Вот как было в мире Полдня — «Возвращении» Аркадия и Бориса Стругацких (1962):

«...с гулом и непрерывным шуршанием, хрустя, чавкая и пережевывая, с душе-раздирающими вздохами проходило организованное стадо живого мяса. Время от времени какая-нибудь буренка вскидывала из травы огромную слюнявую морду, измазанную зеленью, и испускала глухой глубокий рев.

Затем Поль увидел киберов. Они шли на некотором расстоянии вслед за шеренгой, юркие плоские машины на широких мягких гусеницах. Они то и дело останавливались, копались в земле, отставали и забегали вперед. Их было немного, всего десятка полтора, и они со страшной скоростью носились вдоль шеренги, веером выбрасывая из-под гусениц влажные черные комья».

Киберы работали не зря. Проблема питания перестала существовать, как не существовала проблема дыхания.

«...ему давали на дегустацию мясо, которое не требовало специй, мясо, которое не нужно было солить, мясо, которое таяло во рту, как мороженое, спецмясо для космонавтов и ядерных техников, спецмясо для будущих матерей и даже мясо, которое можно было есть сырым».

Братья, как и во многих других вопросах, оказались прозорливыми, но чрезмерными оптимистами. О проблемах дыхания в XXI веке могут рассказать китайские горжәне, проблема питания все еще стоит перед значительной частью человечества.

Фантастическое животноводство редко оказывалось в центре внимания фантастов, даже ближнего прицела. Возможно, их отвращало то же самое соображение, что смущало героя рассказа Антона Павловича Чехова «Печенег» (1897). Мясоед-человек будущее или вегетарианское — но вот свиньи... Как быть со свиньями? Да ну их совсем! И животноводство с ними...

Но если уж фантасты брались за дело, результат бывал интересный.

Вот, к примеру, Роберт Шекли в «Рейсе молочного фургона» (1954) расширил рамки межпланетного скотоводства. Квилы, обитатели планеты Тенсис V, это «Queelis Tropicalis — мелкие тонкорунные млекопитающие, находятся в отдаленном родстве с овцами Земли». И шерсть их, стремительно отрастающая, способна доставить немало неприятностей, поскольку обладает еще и свойствами тончайшей и прочнейшей проволоки. А оказавшиеся в компании с квилами фиргели — лучшие в Галактике кондиционеры воздуха, замечательное подспорье землянам в terra-формировании жарких планет.

Впрочем, не только земляне способны преобразовывать планеты для себя. Планеты могут платить землянам тем же. И здесь эксперты по использованию инопланетных видов в сельском хозяйстве могут наткнуться на неожиданности. В повести Клиффорда Саймака «Упасть замертво» (1956) корабль разведчиков опускается на идилическую планету-пастбище. Равнины, поросшие травой, по которым бродят стада животных, способных дать человеку что душе угодно. «Мы имеем в распоряжении ходячее меню. Куставры дают молоко, несут яйца, собирают мед. Их туши состоят из шести сортов мяса животных, двух сортов птичьего, рыбного филе и еще какой-то съедобной массы, но что она такое, мы определить не смогли», — заявляет один из исследователей. «Ходячее мясо, косяки рыбы, птицефабрика, молочное хозяйство, сад, огород — все это скомпоновано в теле одного животного — полнокровная ферма!» По всем признакам, биосфера планеты только и жаждал разнообразно кормить и ублажать пришельцев. Вот только не очень долго. И они, и их подопытные животные скоро сами становятся куставрами. Чтобы ожидать новых пришельцев, как мы понимаем.

Инопланетная живность, достойная применения в сельском хозяйстве, варьируется от всем известных склиссов из повести Кира Булычева «Путешествие Алисы» (1974) до мехов с планеты Зигра из повести Джона Браннера «Ваша собственная планета» (1966). На первый взгляд в склиссе нет ничего особенного — подумаешь, корова с крыльями! «Зато склиссы могут перебираться через глубокие реки, если



ХИМИКИ И ЛИРИКИ

пастбище на другом берегу», — глубокомысленно замечает папа Алисы. Как тут не вспомнить классика, радовавшегося, что коровы не летают. Но вот мех с Зигры — совсем другое дело. Идеальная одежда для женщины, этот организм, больше всего отвечающий в биологии земным мхам, способен изменять цвета и текстуру, да еще и выделять умопомрачительные запахи, соответствующие своим узорам. Правда, и цена у него соответствующая. Зато вряд ли к его хозяйке придерутся экоэкстремисты, мех — это сам организм и есть, никто его не убивал.

Стремление приобщиться к освоению степных просторов с помощью скотоводства было не чуждо и другому классику отечественной научной фантастики — Ивану Антоновичу Ефремову. Путешествуя по Западной Сибири, к тому времени превратившейся из страны тайги и болот в степь, Дар Ветер и Веда Конг из «Туманности Андромеды» (1957) натываются на «стадо черно-белого скота — потомков животных, выведенных путем скрещивания яков, коров и буйволов». Маленькая коррида с тамошним быком кончается в пользу пришельцев, и они могут наблюдать с башни скотоводов, как «зелеными концентрическими кольцами лежали в степи дойные лабиринты, через которые два раза в сутки прогоняли молочные стада. Молоко, не скисавшее, как у африканских антилоп, сливалось и замораживалось тут же, в подземных холодильниках, и могло храниться очень долго».

Животноводство не обязано ограничиваться просторами суши. Как-никак, а она занимает всего лишь около трети поверхности планеты. Издавна океаны приносили добычу не только рыбакам, но и охотникам. Жители СССР начала 60-х годов прошлого века наверняка вспомнят консервы «Азу из китового мяса с овощами», продукт не слишком большого спроса, несмотря на дешевизну.

Братья Стругацкие в одном из рассказов «полуденного» цикла (потом, впрочем, исключенного из канона) «Моби Дик» (1962) показывают будни китовых пастухов, чей враг — «кашалот, громадный самец в двадцать метров длиной, в сто тонн весом, грузный и грациозный. С тупой мордой, похожей на обрубок баобаба бревна, твердой и жесткой снизу и мягкой, расплывчатой сверху, где под толстой черной шкурой разлиты драгоценные пуды сперматозоидов». Взгляд хоть и утилитарный, но верный.

А вот еще один классик фантастики, Артур Чарльз Кларк, посвятивший скотоводам моря целый роман — «Большая глубина» (1954—1957). Его герои обеспечивают китовым мясом и жиром 12 процентов пищевых потребностей человечества, с амбициозной

целью — довести этот процент до 15. При этом они соревнуются с планктонниками — добычками пищевого белка непосредственно из морской мелочи. В основе всего этого — не китобой, а китобойни:

«Фотоэлектрические глаза уже прошупали могучую тушу и сообщили все данные счетной машине, которая управляла операцией. Этот секрет был всем известен, и все же нельзя было без содрогания смотреть, с какой точностью ножи и пилы раздвигают свои суставы, делают в нужных местах надрезы и снова прячутся. Громадные пальцы захватывали футовый слой жира и сдирали его, как снимают кожуру с банана, а голая окровавленная туша скользила дальше».

Конвейер двигался со скоростью шагающего человека, и кит был рассечен на части на глазах у зрителей. Куски мяса величиной со слона уходили вниз по боковым слипам; в облаке костной пыли вгрызались в ребра циркулярные пилы; оттаскивались в сторону набитые тоннами рачков и планктона сообщающиеся мешки внутренностей.

Меньше двух минут понадобилось, чтобы превратить владыку морей в кровавые куски, которые опознал бы только специалист. И кости не пропали: в конце конвейера распиленный скелет упал в яму для размола на удобрение».

Немного поправить терминологию — и описывается работа крупной китобойной базы. Однако защиты требуют не только киты. В последнее время все чаще раздаются голоса, что неплохо бы людям поумерить свою кровожадность, сократить потребление мяса, — и ликвидировать с этим соответствующее количество скота, уж больно много от него углекислого газа и метана, объявленных виновниками глобального потепления.

С резкими и глобальными поворотами надо быть осторожным — помните трагедию СССР позднесоветских времен, когда только попытка ликвидации приусадебных хозяйств заставила затянуть пояса и город, и деревню? Если же встать на конспирологическую точку зрения, то наша цивилизация сама подталкивает человечество к краю пропасти. За которой — решение «парадокса Ферми». Не в нашу пользу.

Впрочем, не будем забывать, что при всех обстоятельствах нам останется оленеводство. Пусть только в виде оленей из упряжки Санта-Клауса.

**Владимир Борисов,
Александр Лукашин**

Вам без нас темно, нам без вас – холодно!



720 рублей за полгода, если забираете в редакции сами.

1260 рублей за полгода, если мы отправляем вам журнал по почте в любой город РФ.

Оплата наличными, банковскими картами, в том числе через Сбербанк Онлайн, системы электронных платежей.

Подробности смотрите на сайте www.hij.ru

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,

ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: ПАО «Сбербанк», г.Москва,

Номер счета: № 40703810938000000848, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225

Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >