



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

5 / 2023





НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н. Стрельникова

Художники

А. Астрин, К. Гусалов,
А. Кук, Н. Колпакова,
П. Перевезенцев,
Е. Станикова, С. Тюнин

Редакторы и обозреватели

Л.А. Ашкинази,
В.В. Благутина,
Ю.И. Зварич,
Е.В. Клещенко,
С.М. Комаров,
В.В. Лебедев,
Н.Л. Резник,
О.В. Рындина

Сайт и соцсети

Д.А. Васильев

Сайт: hij.ru

Соцсети:

<https://dzen.ru/hij>
https://vk.com/khimiya_i_zhizn
<https://ok.ru/group/53459104891087>
https://t.me/khimiya_i_zhizn
twitter.com/hij_redaktor

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь» обязательна

Адрес для переписки
119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

Подписано в печать 26.04.2023
Типография ООО «Экспокошта»
123001, Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д.1, с.7

Наши подписные агентства

«Почта России», индексы в каталоге П2021 и П2017
НПО «Информ-система», (495) 121-01-16, (499) 789-45-55
«Урал-Пресс», (495) 789-86-36
«Руспресс», тел. +7 (495) 369-11-22
«Прессинформ», +7(812) 786-58-29, +7(812) 337-16-26 г.
С-Петербург

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
рисунок Александра Кука

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
картина художника Владимира Любарова
«Примус». Наука всё глубже проникает
в суть вещей, используя самые разные
инструменты. Иногда это удивляет, а
иногда пугает. Об этом читайте в ста-
тье «Микропластик»

*Химики — я утверждаю это с полной
ответственностью — могут, если захотят,
изменить судьбы человечества.*

*Уилки Коллинз
«Женщина в белом», 1860 г.*

Содержание

Событие

НАУЧНОЕ КАФЕ: ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ. С.М. Комаров 2

Проблемы и методы науки

СЕКРЕТЫ СЕЛЕНЫ. А. Гурьянов 4

Технологии и природа

КОЛОНИЗАЦИЯ МИРА ПЫЛИ. С.М. Комаров 12

Вернадский-160

«Я СДЕЛАЛ ВСЕ, ЧТО МОГ...» А. Лубков 22

Что мы едим?

МИКРОПЛАСТИК: УГРОЗА ИЛИ НЕТ? А. Мотыляев 30

Панацея

ЧЕСНОК – ГРОЗА ВАМПИРОВ. Н. Ручкина 44

Проблемы и методы науки

ЭКСКРЕМЕНТАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ. Н.Л. Резник 48

Наука и общество

КОЛДОВОСТВО И МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА. Н.Л. Резник 50

Размышления

ЧИТАТЕЛЬ-ГЕРОЙ. М. Эпштейн 55

Фантастика

МАЯК ВОЛЧЬЕГО УТЕСА. А. А. Спивакова 58

Нанофантастика

СКВОРЕЧНИК. О. Вэдер 64

Результаты: физика

27

Разные разности

40

Книги

39, 47

Короткие заметки

62

Пишут, что...

62

Научное кафе:

второе дыхание

Четвертого апреля 2023 года Фонд Андрея Мельниченко при сотрудничестве с «Химией и жизнью» возобновил любимое мероприятие научных журналистов – научное кафе. Здесь, в неформальной обстановке, журналисты имеют возможность не только пообщаться друг другом, хотя навык такого общения и был несколько утрачен за время пандемии и последующих событий, но и послушать увлекательный рассказ ведущих ученых страны и задать вопрос по обсуждаемой теме. А темы научных кафе всегда горячие и актуальные.



Фото: Дмитрий Васильев

Вот и на этот раз тема была чрезвычайно важная и интересная – возвращение человека на Луну. Последний раз человек там было в 1972 году, после чего возникла пауза более чем на полвека. Да и автоматические станции прекратили полеты примерно на то же время: в 1976 году последняя советская «Луна-24» доставила на Землю 170 грамм лунного грунта. И вот начался новый этап: в 2013-м, спустя 37 лет, новая, на сей раз китайская, автоматическая станция «Чанъэ-3» доставила на Луну луноход «Лунный заяц».

А дальше события пошли по нарастающей. Американцы не только объявили о программе «Артеми-



Фото: Дмитрий Васильев

В Москве возобновило работу Научное кафе по инициативе Фонда Андрея Мельниченко. Там же, в траптории на Шаболовке, научные журналисты вновь будут регулярно встречаться с учеными, чтобы в неформальной обстановке обсуждать горячие темы

да», которая должна увенчаться созданием лунной колонии, но и сделали два шага к достижению цели: в 2022 году космический корабль «Орион», пока без экипажа, облетел Луну, а в 2024-м на нем полетит экипаж, членов которого предъявили публике как раз накануне кафе, 3 апреля 2023 года.

Летом же 2023 года должна возобновиться и отечественная программа освоения Луны: станция «Луна-25» впервые в истории осуществит посадку в



Фото: фонд Андрея Мельниченко



Фото: фонд Андрея Мельниченко

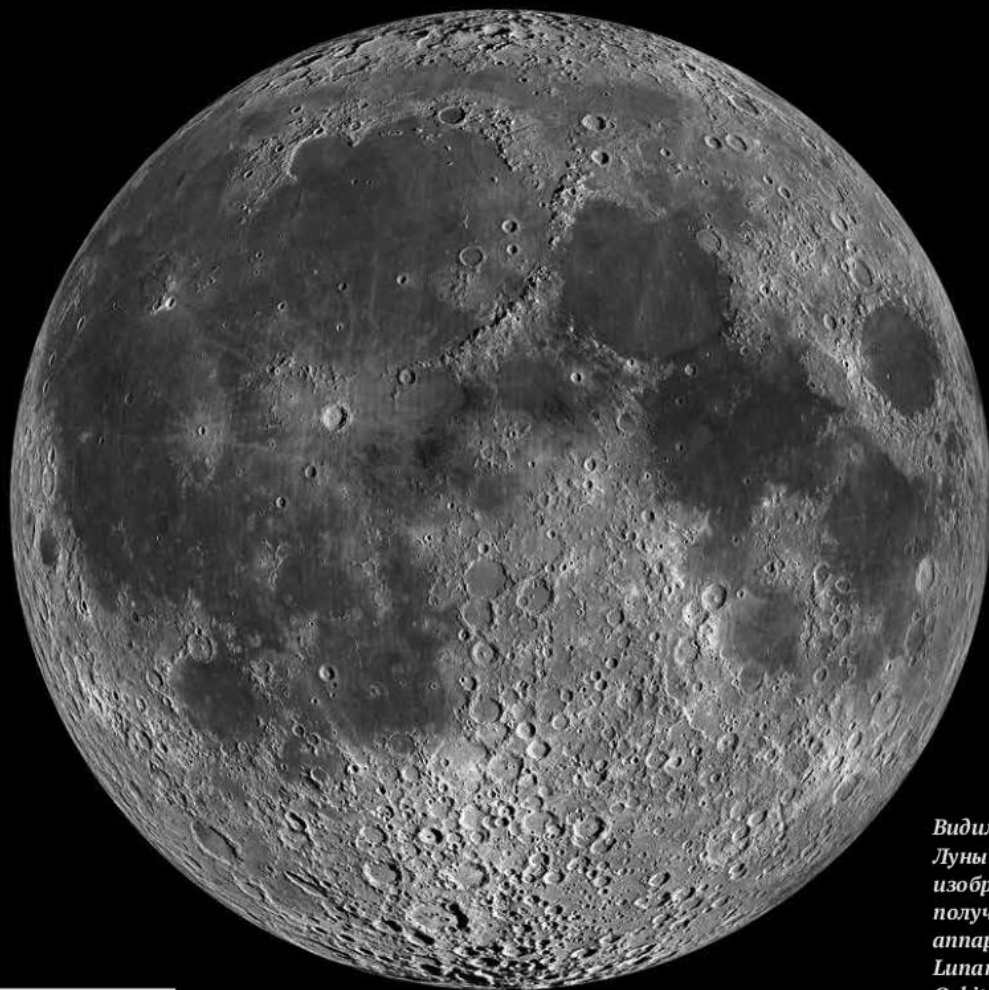
районе Южного полюса и проведет там бурение грунта с целью найти следы воды. А далее все идет к тому, что на Южном полюсе будет создана силами РФ и КНР Международная научная лунная станция, соглашение о которой подписано в апреле 2022 года.

Чем Луна стала интересна для человека? Какие на ней есть ресурсы? Какой смысл в колонизации Луны? Какие опасности подстерегают человека во время межпланетных перелетов и можно ли от них защититься? Что нужно сделать в системе образования, чтобы мечта об освоении космоса снова стала актуальна у подрастающего поколения? Своими мыслями на эти темы поделились гости кафе – кандидат геолого-минералогических наук С.И. Демидова (ГЕОХИ РАН),

доктор физико-математических наук М.Л. Литвак (ИКИ РАН), доктор физико-математических наук В.В. Сазонов (МГУ имени М.В. Ломоносова), доктор технических наук В.А. Шуршаков (ИМБП РАН) и исполнительный директор Фонда Андрея Мельниченко А.М. Чередник.

Интересно, что Фонд Андрея Мельниченко осуществляет программу поддержки одаренных школьников, в частности ориентируя их на область космических исследований.

Предлагаем вашему вниманию две статьи, подготовленные по результатам дискуссии и разговоров на научном кафе, – «Секреты Селены» А. Гурьянова и «Колонизация Мира пыли» С.М. Комарова.



*Видимая сторона
Луны — мозаика
изображений,
полученных
аппаратом НАСА
Lunar Reconnaissance
Orbiter*

Проблемы и методы науки

А. Гурьянов

Загадки Селены

*В небе вон Луна такая молодая, что ее
без спутников и отпускать рискованно.*

В. Маяковский

Ее называют ночным светилом. Она непостоянна, бледна и светит отраженным светом. Мифы приписывают ей разные женские качества. Таинственность — главное из них. Выдающиеся умы человечества веками разгадывают секреты Луны. И конца им не видно...

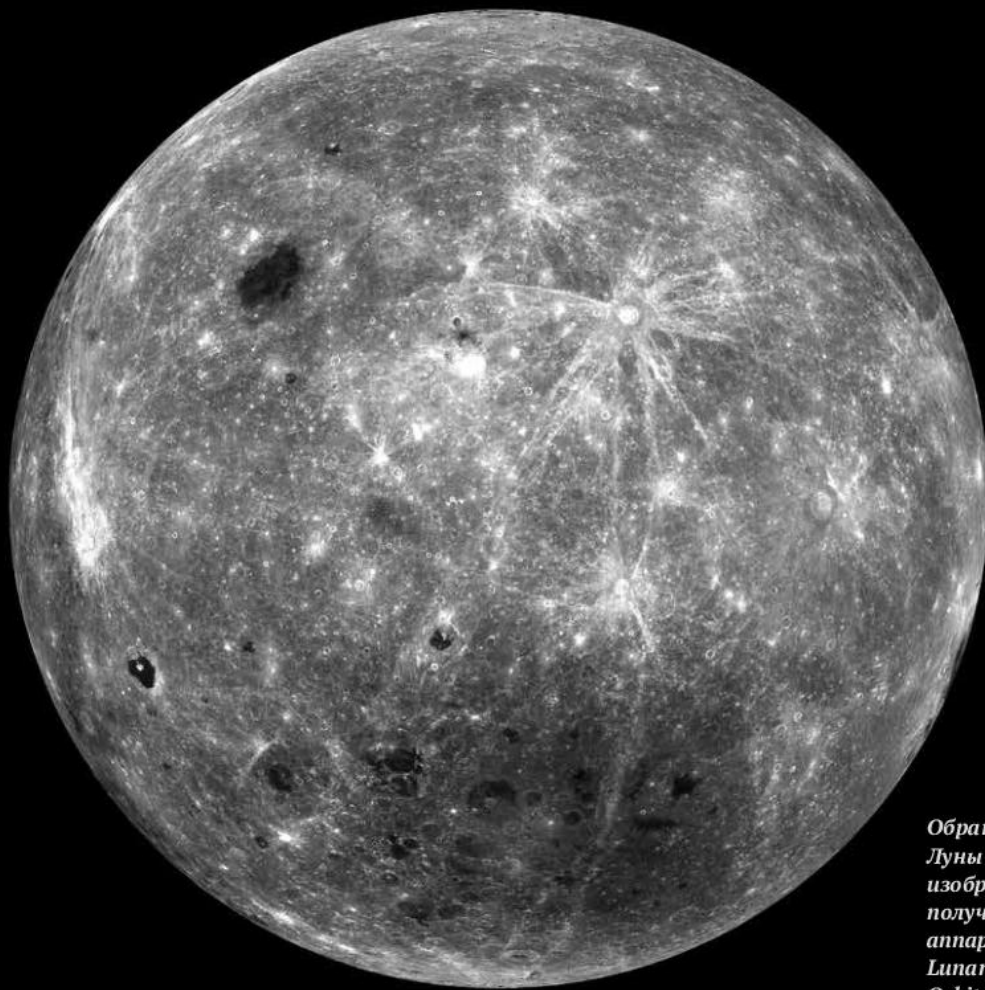
Селену древние греки считали богиней небесной спутницы Земли. Имя богини означает светлая, мерцающая. Сестра греческого бога Солнца Гелиоса, в римском пантеоне Аполлона, она в одиночку управляла летящей по небу колесницей Луны. Так ночное светило звали древние латиняне, так его до сих пор зовут люди европейской культуры

Сколько земляне наблюдают Луну, столько спорят о ней. Люди с не очень острым зрением замечают лишь регулярную эволюцию формы. За лунный месяц, примерно 29 дней, полнолуние сменяется ущербной Луной, затем новолунием, молодым месяцем и снова полнолунием. На самой лунной поверхности изменений обычно не видно.

На земной спутнице, всегда повернутой к нам одной стороной, ярко выражены крупные темные пятна так называемых морей и светлые области материков, более древняя и гористая местность. Моря — это низинные регионы, которые образовались более четырех миллиардов лет назад. Появились они при застывании базальтовой лавы, залившей древние кратеры. Относительно молодые моря занимают шестую часть поверхности Луны и сосредоточены в основном на видимой стороне.

Почему — загадка.

Старые горы состоят из плагиоклазовых полевых шпат. В них часто встречаются кратеры и скалы из пород, подвергнутых воздействию высоких температур и давле-



*Обратная сторона
Луны — мозаика
изображений,
полученных
аппаратом НАСА
Lunar Reconnaissance
Orbiter.*

ний. Вся поверхность ночного светила покрыта реголитом, смесью мельчайшей пыли, мелких, острых силикатов и разрушенных горных пород. На морях толщина реголита составляет единицы метров, вне морей – десятки.

Самые зоркие наблюдатели и вооруженные приборами астрономы столетия подряд видят на поверхности Луны бегающие тени; разноцветные огни, даже фейерверки; приближающиеся и удаляющиеся объекты, прочие необычные явления. Подобные наблюдения настолько часты, что отмахнуться от них нельзя. Такие странные явления до сих пор не имеют устоявшегося научного объяснения. Афишировать свой интерес к ним среди астрофизиков не очень принято, можно и без грантов остаться.

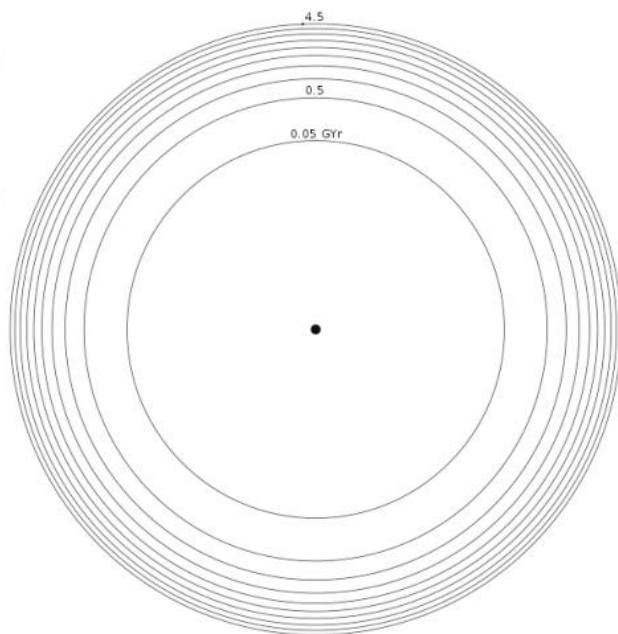
Так было всегда. Когда выдающийся (язык не поворачивается сказать советский) физик и астроном Н.А. Козырев получил спектры водорода и углерода в вулканических выбросах кратера Альфонс, ему никто не поверил. А один крупный американский астроном обвинил его в подделке результатов наблюдений, подобно советским нобелиатам, которые шельмовали ученого в газете «Правда» за разработку теории причинной механики. Партия и правительство сразу сделали соответствующие оргвыводы. Впоследствии в 1969 году за открытие лунного вулканизма НАСА присудило бывшему политэку именную золотую медаль, оставшуюся единственной наградой выдающегося ученого.

Сейчас загадками Селены в основном занимаются всяческие уфологи и лжеученые. Научный истеблишмент закрывает глаза на эти тайны. Официальная наука нашла элегантный способ оставить их за кадром. Удивительные лунные явления отнесли к так называемым транзиентам, то есть быстрым, преходящим событиям. Значит, к таким, которые в целом не влияют на размеренное течение жизни естественного спутника Земли и потому не стоят особого внимания астрофизиков. Тем не менее описанию кратковременных явлений на Луне посвящены целые книги и многочисленные сайты.

Классическая Селена

Астрономы всегда интересовались Луной. Четыреста с небольшим лет назад Галилео Галилей, член римской Академии рысьеглазых, впервые направил на нее оптический прибор, который он назвал телескопом. Великий ученый увидел кратеры и горы, существование которых доказывали их тени. Многие столпы астрономической науки потом долго твердили, что это оптические иллюзии. Но их время ушло безвозвратно. С открытий Г. Галилея начался новый научный период, в том числе в изучении спутницы Земли.

Астрономическими триумфами той эпохи стали открытие И. Кеплером, коллегой и корреспондентом Гали-



▲ Расчетная эволюция лунной орбиты за последние 4,5 миллиарда лет. Концентрические орбиты проведены через 0,5 миллиарда лет.

лея, законов движения планет и, как выяснилось позже, лун, а также установление И. Ньютоном закона всемирного тяготения. Его ученик и друг, выдающийся астроном Э. Галлей, активно интересовавшийся Луной, даже считал ее полый внутри. И как оказалось, у него могли быть для этого основания.

Еще древние греки с высокой точностью определили размер Луны примерно в четверть земного диаметра, а радиус орбиты – в тридцать диаметров. Астрономы знают, что Луна обращается вокруг Земли по слабо эксцентричной орбите почти в плоскости эклиптики, то есть земной орбиты вокруг Солнца. Интересно, что плоскости орбиты, эклиптики и лунного экватора пересекаются по одной прямой. Ответ на вопрос о причинах такого совпадения, по-видимому, появится лишь после создания детальной теории происхождения Луны.

Ось ее вращения лишь немного наклонена к ее орбите, в отличие от Земли, наклон оси которой в $23,5^\circ$ задает регулярные изменения солнечной освещенности, а значит, контрасты времен года. Поэтому их смена на Луне незаметна, а в некоторые углубления ее полярных кратеров свет не проникает совсем. Зато разница дневной и ночной температур может достигать нескольких сотен градусов. Правда, она нивелируется уже под дециметровым слоем реголита.

Другой интересный факт состоит в том, что на земном небе видимый размер Луны примерно равен видимому размеру Солнца. Именно это обуславливает существование полных солнечных затмений. В учебниках астрономии равенство угловых диаметров принято считать случайным. Но спутники других планет Солнечной системы также имеют угловые размеры нашей звезды.

Любой следователь уголовного розыска скажет, что это серьезные зацепки и надо копать в этом направлении.

Большинство ученых пока так не считает. Однако нынешние астрономические открытия, резкий рост интереса к астрофизике и приток в нее молодых исследователей наверняка заставят поднять этот вопрос. Ждать недолго. Жизнь показывает, что человеческая наука более непостоянна, чем спутница Земли.

Прерывистая история

Освоение и изучение ночного светила космическими аппаратами также идет непостоянными темпами. Шестьдесят пять лет назад оно началось с прилета советской автоматической станции «Луна». С тех пор у земной спутницы побывали миссии США, России, Китая, Объединенной Европы, Японии, Индии, Кореи, Израиля. Число стран с национальными программами лунных исследований постоянно растет.

Более пятидесяти лет назад стартовала самая знаменитая программа освоения Луны с помощью пилотируемых полетов. Она продолжалась с 1969 по 1972 год. По программе «Аполлон» американские пилотируемые аппараты доставили сотни килограммов лунного грунта. Их собирали американские астронавты, среди которых даже был профессиональный геолог.

Одним из выдающихся достижений программы стали сейсмометры, установленные на поверхности Луны. Они дали возможность определить ее внутреннее строение, в частности размеры ее коры, мантии и ядра. Сейсмометры показали, что частые лунотрясения длятся необычно долго. Вначале это даже навело исследователей на мысль о пустотах внутри земной спутницы.

На ее поверхности астронавты «Аполлонов» также расположили угольные отражатели света. Они отбрасывают посланный с Земли лазерный луч точно в обратном направлении. Многолетние наблюдения позволили определить, что Луна удаляется от нас со скоростью 3,8 см/год. Этот факт удовлетворительно объясняет классическая теория приливов. Однако есть ученые, которые выводят его из более общих представлений о Вселенной.

Интересно, что половина нашего и американского лунного грунта была убрана в специальные хранилища, заполненные инертными газами. Другая же подверглась скрупулезному изучению. Это дало человечеству основные знания об элементном и изотопном составе Луны, ее минералах и породах, их примесях и условиях возникновения. Ученые смогли определить возраст Луны. Она оказалась лишь немного моложе Земли.

Специалист по лунной геологии кандидат геолого-минералогических наук С.И. Демидова из Геохимического института РАН рассказывает, что все лунные грунты очень древние. Они имеют непохожее на земное соотношение железа и марганца в главных породообразующих минералах (оливинах и пироксенах – силикатах железа и магния), а также особый состав минералов, например, высокое содержание кальция в плагиоклазе. Эти отличительные черты свойственны всем образцам грунтов, будь они доставлены на Землю при выполнении наших, американских или китайских космических программ.

Решение о консервации части лунного грунта оказалось очень дальновидным. Сейчас, с появлением принципиально новых научных приборов, химия и геология Селены переживает второе рождение. В печати растет число работ, посвященных ее эволюции, геологическим датировкам, строению и свойствам ее вещества и т. д. Родилась даже новая наука селенология.

Программа «Аполлон» была внезапно свернута НАСА. Впрочем, как и наши исследования автоматическими аппаратами. Почему, широкой публике любителей астрономии неизвестно. Ходят слухи, что Луна оказывала такое сильное действие на людей, что они начинали слышать неземные голоса, видеть странные предметы, существ и явления.

В сети гуляют рассказы, рисунки и записи переговоров астронавтов с центром управления, из которых ясно, что реальность полетов была очень далека от известной всем парадной картинке. Бравые выступления самих астронавтов перед широкой публикой, их рассказы и книги не всегда выглядели убедительными. Все это породило массу спекуляций о программе «Аполлон», которые продолжают до сих пор. Просачивались слухи, что астронавты и космонавты единогласно убеждены в особой опасности пребывания человека на Луне.

Действительно, она не комфортна для человека. У нее нет атмосферы, поэтому ее поверхность открыта влияниям жестких излучений и ионов Солнца и космоса. Защита от них – это постоянная головная боль разработчиков техники для пилотируемых космических миссий. У опасений за здоровье исследователей есть четкие научные основания. Доктор технических наук В.А. Шуршаков из Института Медико-биологических проблем РАН сообщает, что если на орбитальной станции Земли космонавт получает среднюю дозу облучения в 220 раз превосходящую земную, то на Луне эта цифра еще в два раза больше. Так что, проведя здесь пару лет, человек заработает предельную для российских космонавтов дозу облучения за всю жизнь.

Доктор физико-математических наук В.В. Сазонов из МГУ уверен, что эти данные не отражают всей полноты картины. Он считает, что суммарные трудности пребывания человека на Луне неизмеримо больше. Тем не менее он уверен, что она, как и другие космические тела, в будущем станет для нас, землян, одним из источников полезных ископаемых. Этой теме даже посвящена книга, подготовленная сотрудниками руководимого им факультета космических исследований.

В середине восьмидесятых годов прошлого столетия исследования ночного светила космическими аппаратами практически остановились. Полеты советских станций к Луне и путешествия луноходов по ее поверхности были прекращены в середине семидесятых годов. Видимо, две сверхдержавы двадцатого века пришли тогда к негласному консенсусу и решили сосредоточиться на исследовании других планет и малых тел Солнечной системы. Правда, в самом конце двадцатого века американские зонды дважды провели подробное картирование земной спутницы.

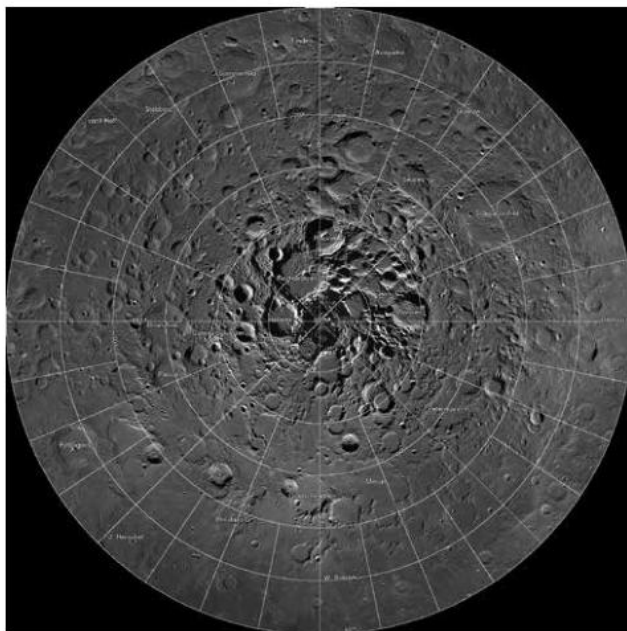
Всем миром на Луну

Несколько десятилетий спустя появилась третья сила. В начале века Китай заявил о своей обширнейшей космической программе колонизации Луны. Для Поднебесной она стала своего рода программой «Аполлон», которая духовно объединила страну в едином космическом порыве. Тогда китайское телевидение даже показывало маленького мальчика, который лихо отвечал на вопросы корреспондента во время одной из космических выставок. Ребенок заявил, что каждый китаец должен осуществлять планы освоения космоса и думать о них больше, чем о своих собственных родителях. Они стояли рядом и одобрительно улыбались.

Десятилетия назад начались десанты китайских ученых на мировые мероприятия, связанные с космосом. В то время российские организаторы космических выставок в Сокольниках удивлялись, почему команды китайских специалистов игнорируют показы новейшей российской техники, но большими группами собираются послушать разработчиков советских луноходов, с которых уже давно реголит сыплется. Сейчас, когда по невидимой стороне Луны прошел китайский луноход «Нефритовый заяц», вопрос этот не возникает.

После китайского «большого скачка» космическим державам пришлось вспомнить о своих успехах в освоении ночного светила. Стоит отметить, что ионизирующие излучения и космический ветер Солнца модифицируют состав реголита. Кроме прочего, он при этом обогащается легким изотопом гелий-3. Физики считают его отличным термоядерным горючим и для разового, и для непрерывного применения. Правда, термоядерные электростанции непрерывного действия пока не построены, но сейчас в мире идут активные международные исследования на плазменных установках типа токамак.

▼ Северный полюс Луны — мозаика изображений, полученных аппаратом *HACA Lunar Reconnaissance Orbiter*





▼ *Кратер в кратере. Меньший кратер диаметром около 14 километров внутри кратера Джоуль Т (Joule T) назван в честь бывшего главного ученого НАСА Майкла Варго (Michael Wargo).*

Осенью прошлого года в печати прошло сообщение о достижении положительного выхода энергии на крупнейшей в мире американской установке лазерного синтеза в лаборатории им. Лоуренса в городе Ливермор (см. «Химию и жизнь», 2022, 2). На ней маленькую мишень с термоядерным горючим со всех сторон одновременно облучают короткими и мощными лазерными импульсами. В оболочке мишени они порождают рентгеновское излучение, которое и сжимает горючее подобно тому, как это происходит при самых мощных земных взрывах.

Полтора десятилетия назад академик Э.М. Галимов заявлял, что по его расчетам, чтобы обеспечить все человечество энергией на год, необходимо всего два-три полета за реголитом кораблей грузоподъемностью десять тонн, а затраты на такую доставку будут в десятки раз меньше, чем себестоимость электроэнергии всех атомных электростанций человечества. Собирать реголит, который, как известно, пахнет порохом, правда сгоревшим, предлагалось специальными лунными бульдозерами. Оценки общей массы изотопа гелий-3 на Луне дают миллионы тонн, в то время как на Земле его около тонны.

Как бы ни были загадочны причины возобновления исследований ночного светила, сейчас они идут полным ходом. Китайский аппарат уже доставил на Землю больше килограмма реголита. Лидируют американцы, правда, при нынешних демократах программы, одобренные республиканцами, несколько буксуют.

К настоящему времени НАСА провело тщательное картирование поверхности спутника и с высочайшей точностью изучило распределение его силы тяжести, то есть

неоднородности его плотности. Внутреннее строение и особенности гравитационных полей Луны детально выясняла миссия GRAIL. Эта программа была выполнена в 2012 году и стала одной из самых успешных беспилотных миссий НАСА нашего века.

По возмущениям в движении искусственных спутников Луны астрофизики давно знали, что под ее морями находятся более плотные породы, масконы. Это название происходит от слов масса и концентрация. Миссия не только детально картировала их, но и обнаружила другие гравитационные аномалии. Интересно, что под поверхностью выявлены даже строгие геометрические фигуры аномалий: линейные, треугольные и прямоугольные. Причины такой экзотики неясны.

Оказалось, что масконы есть не под всеми кратерами. Так южный полюс Луны – это сплошной кольцевой кратер, бассейн в десяток километров глубиной и две с половиной тысячи диаметром. Его считают одним из самых больших в Солнечной системе. Его дно выстлано неплотными глубинными магний-железистыми породами, которые дают отрицательную гравитационную аномалию. Как он образовался – загадка.

Другая успешная программа НАСА – это работа аппарата под названием «Лунный орбитальный разведчик» (Lunar Reconnaissance Orbiter). Вместе с другим аппаратом для наблюдения и зондирования лунных кратеров и рельефа (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite), который был разбит о поверхность Луны, он образует ядро миссии по возвращению астронавтов на Луну.

Разведчик несет на борту семь приборов, предназначенных для всестороннего изучения земной спутницы. Это измеритель воздействия космических лучей и солнечной радиации на биологические объекты, инфракрасный радиометр для замера теплового излучения поверхности, спектрометр для поиска льда в неосвещенных

кратерах по отраженному ультрафиолетовому излучению звёзд. На зонде также есть оптический блок камер высокого и низкого разрешения, точный лазерный альтиметр (высотомер) и миниатюрный радар с синтезированной апертурой.

Разведчик предназначен для поисков следов воды, выяснения радиационной обстановки, определения химического и минерального состава поверхности по спектрам и пр. В 2009 году разведчик был запущен на высокую полярную орбиту с расчетом на год исследований. С тех пор он постоянно летает вокруг Луны. Он успешно исследовал химический состав пыли, поднятой в 2009 году своим разбитым товарищем, и сделал тогда ряд неожиданных открытий. Ресурса разведчика хватит до 2025 года.

Интересно, что радар зонда десять с половиной лет назад открыл залежи водяного льда в стенках кратера Шеклтона. Эта находка на порядок повысила оценки запасов воды на Луне. Так был решен один из принципиальных вопросов ее колонизации.

Воды в лунном грунте нет, во всяком случае, в больших количествах. По словам С.И. Демидовой, исследования лунных пород показывают, что лунные магмы безводны. Это одно из отличительных свойств Луны. Но радиолокация с орбиты показала лед в постоянно затененных регионах полюсов. Здесь температура всегда остается у отметки минус 200 градусов Цельсия, а в неосвещенных кратерах найдены валуны, содержащие десятки процентов водяного льда. Как там оказались глыбы со льдом – непонятно. Официальная наука склоняется к мнению, что лед принесли метеориты и мелкие астероиды, упавшие у полюсов и хорошо там сохранившиеся.

На орбитальном разведчике установлен и нейтронный детектор российского производства, разработанный в Институте космических исследований РАН. Он помо-

жет в создании подробных карт распределения атомов водорода на лунной поверхности. Один из основателей ядерной планетологии доктор физико-математических наук М.Л. Литвак из Института космических исследований РАН говорит, что интерпретация измерений детектора не так проста, как на Марсе. Там водяной лед был не только зарегистрирован с орбиты, но и найден марсоходами. Тем не менее детектор нейтронов – это ключевой прибор для поиска воды.

По заявлению НАСА, полученные зондом карты поверхности имеют разрешение не менее полуметра. Это позволило не только выбрать лучшие места для будущих посадок космических аппаратов и исследовать полсотни самых интересных для ученых местностей Луны, но и найти точки прилунений всех предыдущих экспедиций с остатками их аппаратов. Кроме этого, зонд выявил следы намеренных ударов космических аппаратов о лунную поверхность, а также определил места аварий и неудачных посадок, например, китайских, индийских или израильских аппаратов. НАСА обнаружило даже советские луноходы и трассы их движения. На фотографиях зонда видны следы их колес, а также колеи, проложенные в реголите четырехколесными роверами, на которых передвигались астронавты миссии «Аполлон».

В картировании поверхности ученым помогают любители, настолько велик объем полученной информации. Для этого создан проект гражданской науки под названием «Лунный зоопарк» (Moon Zoo). Его участники скрупулезно и подробно анализируют данные приборов орбитального зонда.

▼ *Астронавт геолог Харрисон Шмитт (Harrison H. Schmitt) у большого лунного валуна. Фото сделано в 1972 году во время полета Аполлона 17.*



Загадка на загадке

В результате последних космических исследований Луны научный уровень ее загадок, крупных и мелких, существенно вырос. В нашем веке их стало не меньше, а больше. Изучение спутницы Земли дало подробную информацию о ее характеристиках, в некотором смысле даже избыточную. Ее так много, что это мешает выделить главные моменты при создании теории происхождения и эволюции Луны.

На сегодня известно, что ее плотность составляет $3,3 \text{ г/см}^3$, для сравнения, у Земли – $5,5 \text{ г/см}^3$. Луна имеет массу в восьмидесятую часть земной, объем – в пятидесятую часть. Сила тяжести на ней вшестеро меньше земной. У нее нет магнитного поля, но некоторые ее породы проявляют намагниченность. Это может свидетельствовать о его существовании в прошлом.

Возраст лунных пород, определенный изотопными методами, составляет от 3 до 4,5 миллиардов лет. Однако, по словам С.И. Демидовой, они гораздо менее разнообразны, чем земные. Геологическая активность Луны существенно меньше земной, однако она заметна и необычна. Наука пока не имеет объяснения для многих ее явлений, например образования глубоких цилиндрических пещер, выходящих на дневную поверхность.

С прошлого века известно, что спутница Земли состоит из минералов, близких к земным. Вместе с тем у нее гораздо меньше доля легколетучих элементов и соединений, таких как водород, инертные газы, азот, вода и пр. Земля никогда не была полностью расплавлена, в отличие от Луны, кора которой представляет собой застывшие после плавления анортозитовые мантийные породы, силикаты с примесями кальция и алюминия.

Соотношение трех изотопов кислорода одинаково на Земле и Луне. Эта, так называемая кислородная подпись, сильно отличается от подписей метеоритов, а также других планет Солнечной системы и их спутников. Лунные подписи некоторых других элементов, например титана, также идентичны земным.

Схема глубинного строения Луны повторяет земную, но соотношения толщин другие. У нее толстая кора (100–200 км), толстая трехслойная и неоднородная мантия. Кора занимает 10% ее объема, у Земли – 1%. У Луны маленькое железоникелевое ядро в четверть диаметра, которое отделено от мантии жидкой прослойкой.

С видимой стороны лунная кора имеет среднюю толщину 60 км. С невидимой стороны – на две трети больше (100 км). Интересно, что Луна чуть вытянута по радиусу ее орбиты. Центр ее тяжести смещен в сторону Земли на два километра относительно геометрического центра лунной сферы. Причины такой специфичности размерных параметров загадочны.

Внешний вид обратной стороны также вызывает вопросы. Например, слабые волнистые изменения цвета ее поверхности в море Мечты. Эти так называемые свирли, то есть завитки, петли, круги представляют собой небольшие изменения окраски поверхности, не связанные с рельефом.

Дочь Земли?

Самая главная загадка Луны – это, конечно, история ее появления на свет. За предыдущие два столетия устоявшие мнения об этом менялись. Существовало и существует несколько разных сценариев ее рождения. Теориями их назвать нельзя. Речь идет лишь о более-менее разумных гипотезах, качественно объясняющих набор фактов.

До начала полетов в космос в астрономии в разное время их было несколько. Первая из них – это сформулированная еще в XVIII веке гипотеза Канта – Лапласа. Она включала формирование Луны в единовременный процесс образования Солнечной системы. Согласно ей, Солнце и планеты, в том числе Земля и Луна, появились одновременно в процессе аккреции, то есть слияния частиц газопылевого облака в крупные небесные тела. Это автоматически определяет общность возрастов и химического состава двух небесных тел.

Некоторые астрономы и сегодня разделяют аккреционные модели. Однако вывод конкретных параметров, например изотопного состава Земли и Луны или различия их плотностей, в этих гипотезах связан с неочевидными, порой изощренными предположениями.

Другая гипотеза утверждает, что Луна могла быть захвачена Землей уже после образования их обеих. Однако этой модели трудно объяснить геометрию орбит и потерю углового момента системы после создания двойной системы. Да и расчеты показывают, что вероятность такого развития событий невелика. Луна должна была резко замедлиться после перехода на орбиту Земли. Здесь рождаются идеи о прошлой плотной атмосфере Земли, способной замедлить спутник, и другая астрофизическая экзотика.

На рубеже XIX и XX веков в астрономии господствовала гипотеза известного английского астронома Джорджа Дарвина, сына великого создателя эволюционного учения. Согласно ей, Луна отделилась от Земли в далекой древности, когда слегка вытянутая Земля вращалась очень быстро. Из-за центробежных сил на ее экваторе вырос и обособился горячий магматический выступ. Однако расчеты вращения показывают, что скорости Земли в прошлом для этого было недостаточно. Земля должна была совершать оборот вокруг оси всего за один-два часа. Да и двойная система после рождения имела бы вращательный момент, в разы превышающий современный.

С началом космического века все эти гипотезы в том или ином виде пережили резкое увеличения данных, поэтому сейчас существуют их многочисленные модификации. Например, захват не одного спутника, а множества мелких тел, которые затем слиплись в более крупное. Или отделение не магматического выступа, а выброс с горячей Земли мелких частиц и испарение газов, которые затем собрались на орбите и образовали Луну.

После начала космической эры и, главное, полетов «Аполлонов» стало ясно, что ни одно из предположений полностью не объясняет ключевые наблюдения. Поэтому во второй половине прошлого века У. Хартман и Д. Дэвис сформулировали новую ударную гипотезу, теперь

общепринятую. Через два года ей исполнится полстолетия. Идея в том, что несколько миллиардов лет назад, 50 миллионов лет спустя после рождения Земли, с ней столкнулось тело величиной с Марс. Косой удар вырвал из нашей планеты большой кусок мантии и частично или полностью разрушил налетевшее тело. Из их обломков за счет гравитационного притяжения и собралась Луна. Этот подход в общих чертах объясняет единство химического состава и вращательный момент двойной системы.

Понятно, что ее свойства должны сильно зависеть от характеристик энергичного «отца» Луны. Его же происхождение до сих пор загадка. Некоторые научные мечтатели полагают даже, что он должен был родиться не иначе, как в точке Лагранжа системы Солнце – Земля.

Существуют и необычные гипотезы рождения Луны. Наименее экзотичная из них сформулирована тринадцать лет назад голландским ученым Робом Де'Мейером. Это взрыв ядерного реактора в глубинах Земли, который выбросил на ее орбиту горячие обломки мантии, затем слипшиеся в спутник. Катастрофа случилась из-за концентрации тория и урана на границе мантии и ядра в экваториальной плоскости Земли. Причиной этого автор считает центробежные силы.

Эта идея выглядит нереальной лишь для тех, кто не знает о том, что еще в середине XX века в Габоне был обнаружен природный ядерный реактор, действовавший в далеком прошлом. Заметим, что области повышенной концентрации радиоактивного тория образуют два громадных пятна на лицевой и обратной стороне Луны.

Можно сказать, что Луна сильно отличается от Земли. Можно сказать, что нет. Гораздо сильнее она отличается от других планет Солнечной системы, а также их спутников. Именно отношение общего и частного в строении двух космических тел и разделяет приверженцев разных гипотез. Поэтому теория должна объяснить и единство, и различия двух тел. Она должна быть подробной и выстроить явления в ясную логическую цепочку. Если она появится, то ее принципы и станут окончательными.

Очевидно, для этого требуется что-то принципиально новое. Ученые должны будут учесть и одно из главных достижений астрономии последних лет – обнаружение лун у других планет. Правильная теория должна стать универсальной для всех планетных систем и быть частью общей теории образования всех звездных систем.

Колонизация Луны неизбежна?

Теория теорией, однако и без нее практика может развиваться успешно. Научные проблемы, сдерживавшие создание лунных станций, принципиально решены. Вода на Луне есть. От всепроникающей лунной пыли, космической радиации и излучений, особенно жесткого солнечного рентгена, колонистов защитят глубокие пещеры. Температура внутри Луны остается постоянной уже на небольших глубинах.

Последние данные показывают места, где удобно разместить лунные базы. Летом прошлого года инфракрасный радиометр лунного разведчика нашел регион с

комфортными температурными условиями в море Спокойствия. В теневой области цилиндрической впадины глубиной 100 метров температура всегда постоянна и равна 17°C.

Колонизация Луны интересна не только военным, которые надеются с ее орбиты контролировать Землю. Однако наполеоновские планы построения лунных баз, обнародованные сверхдержавами еще два десятилетия назад, пока не реализованы. Китай тоже не спешит. По его планам массовая экспансия на Луну будет происходить в середине нашего столетия. Стоит заметить, что многочисленность участников освоения Луны – это гарантия от монополии, которая может нанести вред остальным жителям планеты.

У ученых есть идеи вынести на Луну особо вредные производства, чтобы не загрязнять Землю их отходами. На спутнике нет окисления, но есть масса полезных ископаемых, в которых нуждается особо чистая электроника. Правда, придется разработать защиту от всепроникающего лунного реголита, который, как показывает опыт астронавтов, способен забраться в любую щель, даже в космические скафандры.

Существуют планы разместить на Луне автоматизированные космические обсерватории. Здешним телескопам не будет мешать искусственная засветка, как это происходит на Земле. Да и атмосферы на Луне нет. Правда, возможным это станет лишь некоторое время спустя, после создания надежной лунной инфраструктуры. По словам В.В. Сазонова, одна из главных проблем освоения Луны – это надежная связь.

Пока же все идет своим чередом. В мире созданы целые институты для изучения земной спутницы. Космонавтика и развивающаяся селенология приносят регулярные открытия. Происходит удешевление космических миссий и снижение размеров космических аппаратов. Если раньше космонавтика была полностью плановой, то теперь в ней появился рынок, на который вышли десятки инновационных компаний. Есть они и в нашей стране.

Тем временем земляне активно совершенствуют робототехнику. Созданы всевозможные виды роботов, бегающих и ползающих, прыгающих и летающих, твердых и мягких, автономных и контролируемых, одиночных и групповых. Сейчас многие из них оборудованы системами управления с интеллектуальными алгоритмами.

В связи с технической сложностью, опасностями и дорогостоящей пилотируемых полетов на Луну очевидно, что первым этапом ее колонизации станет размещение на ее поверхности и орбите разнообразной роботизированной техники с искусственным интеллектом.

Современные роботы дешевы и надежны. Их легко ремонтировать. Цена их потери несравнима с ценой человеческой жизни. Они вполне смогут изучить Луну вдоль и поперек и помогут разрешить критическую массу ее загадок. После этого и станет возможным освоение Луны человеком.



Технологии и природа

Кандидат физико-математических наук

С.М. Комаров

Колонизация Мира пыли

При каких условиях может возникнуть колония людей на Луне? Попробуем путем рассуждений прийти к какому-то разумному выводу. А значительную часть информации для этих рассуждений удалось получить благодаря научному кафе с провокационным названием «Колонизация Луны неизбежна?», которое организовал Фонд Андрея Мельниченко в сотрудничестве с «Химией и жизнью».

Колонизация — какая?

Колонизация — понятие многозначное. Бывает так, что человек приходит на какую-то землю, устанавливает там свою власть и начинает выкачивать ресурсы. Это империалистическая колонизация.

Другой тип колонизации процветал в Античности и в Средние века, целью же было не освоение ресурсов, а сброс пассионарности. Именно так возник Рим: жители Альбы решили избавиться от буйных молодых людей, размножившихся сверх меры, и отправили их с глаз долой. Эта традиция пришла в Италию от греческих полисов: именно так, выводом части молодых граждан в какую-то отдаленную землю, эллины избавлялись от демографического давления. Знаменитые Крестовые походы с колонизацией франками Ближнего Востока также можно считать способом решить проблемы перенаселения и пассионарности. Порой колонии создавали вполне устойчивую государственность и экономику на основе местных ресурсов, порой, как это случилось с Иерусалимским королевством и другими крестоносными государствами, без связи с метрополией колонии хирели и исчезали.

*Вот так Искусственный интеллект
видит освоение Луны человеком.
Картинки сгенерировала нейросеть
Midjourney по запросу «Колонизация Луны»*



Бывали еще военные колонии-поселения. В России их созданием по поручению Александра I занимался граф А.А. Аракчеев. В таких поселениях крестьяне были обязаны жить по воинскому регламенту, обеспечивать провиантом и жильем расквартированные части. Колонии какого же типа реально создать на Луне?

Гелий и металл с Луны?

Для того чтобы проводить империалистическую колонизацию, нужно иметь в отдаленных осваиваемых землях ценный для метрополии ресурс. Тогда его добыча и доставка за тридевять земель могут стать выгодным делом, что и обеспечивает экономическую самостоятельность колониальному проекту. Второе важное условие: добыча этого ресурса должна стоить гораздо дешевле, чем если получать его в метрополии или где-то закупать.



Перспективы колониального товара могут быть обусловлены и политически. Например, блокада Англией берегов Франции в ответ на континентальную блокаду периода наполеоновских войн обрезаала поставки тростникового сахара из колоний: его доставка стала очень рискованной и, значит, дорогой. В результате появилась технология производства сахара из свеклы, выращивать которую во Франции вполне возможно, в отличие от тростника. А не будь сахара в свекле, пришлось бы французам забыть о сладких пирожных либо платить за них баснословные деньги.

Имеются ли на Луне нужные условия для развития колониальной экономики? Теоретически там есть дефицитные для Земли ресурсы, причем не только на Луне, но и на астероидах. Это прежде всего уникальное вещество, гелий-3, а также жизненно необходимые для декарбонизируемой экономики редкоземельные (РЗМ) и цветные металлы и конечно же драгоценные металлы, которые всегда в цене.

Однако это теоретически, а практика такова. Чтобы возникла потребность в гелии-3, нужно запустить управляемый термоядерный синтез (неуправляемый человечество давно уж освоило стараниями академика А.Д. Сахарова и его коллег по созданию водородной бомбы). Пока что с этим имеются определенные трудности. Так, Международный термоядерный реактор (ИТЕР), реализующий самый перспективный способ синтеза, когда в гигантский токамак подают гранулы из замороженного трития и дейтерия, пока что не построен, и дата его ввода в строй все время переносится,



Фото фонда Андрея Мельниченко

◀ *Исполнительный директор Фонда Андрея Мельниченко А.М. Чередник: «В деле освоения космоса важнейшее место занимает система образования. Она должна быть направлена на то, чтобы молодые люди умели не только потреблять, но и мечтать о великих свершениях»*

по последним данным, теперь на 2025 год. Если ИТЕР покажет, что такая конструкция дает превышение выходящей энергии над входящей, пойдет работа по отлаживанию технологии, и на каком-то этапе радиоактивный тритий заменят на стабильный гелий-3. Вот тогда-то Луна с ее огромными запасами гелия-3 и пригодится. Вряд ли такое случится раньше 2050 года.

Однако есть и другой подход: сдавить шарик из замороженной смеси дейтерия и трития лучами сверхмощных лазеров. Кажется, американцам в конце 2022 года удача улыбнулась: они сообщили, что энергия выхода превысила затраченную. Если это удастся повторить, и не один раз, тогда идеи добычи гелия-3 на Луне перестанут базироваться на голой фантазии энтузиастов.

Что же касается редких земель и других металлов, то пока что и на Земле их имеется в достатке и даже перспективные месторождения порой десятилетиями не могут освоить из-за слишком высокой цены получаемой продукции. Такова ситуация, например, с открытым полвека назад Томторским месторождением РЗМ в Якутии, работы на котором в очередной раз намечено начать в 2027 году. Какие уж тут экономически выгодные редкие земли с Луны.

Есть, конечно, ситуация, когда лунные редкие земли и астероидные цветные металлы окажутся столь же востребованы, как свекольный сахар в наполеоновской Франции: если мир окончательно раздробится на фрагменты, граждане которых станут не торговать, а разглядывать друг друга через прицельную планку. Тогда ЕС лишится поставок редких земель из КНР, никеля, меди, титана, палладия из РФ, и его странам



▲ *Кандидат геолого-минералогических наук С.И. Демидова, ГЕОХИ РАН: «Для того, чтобы заинтересовать публику, надо предъявлять подлинные сокровища. Например, так сделали американцы, сообщив, что в привезенных образцах лунной породы есть золото»*

придется либо отказываться от декарбонизации, либо искать другие источники. В этом случае, кроме Луны и астероидов, ничего не приходит в голову. В мирное же время идея ввозить полезные ископаемые из космоса выглядит как утопия, впрочем, мы к ней приглядимся ниже.

Гений места

Помимо минеральных ресурсов у Луны есть еще такой интересный ресурс, как местоположение. В принципе, в космосе есть несколько областей с особым местоположением. Например, это геостационарная орбита, где спутник постоянно висит над какой-то точкой Земли, или точки Лагранжа, для пребывания в которых нужно затрачивать минимум усилий из-за компенсации сил



◀ Доктор физико-математических наук М.Л. Литвак, ИКИ РАН: «Американцы доказали, что на Луне есть именно вода, а не гидроксил, получившийся при имплантации протонов солнечного ветра в лунный грунт. Они это сделали по наблюдениям спектра молекулярной воды в выбросах после того, как в Луну врезался отслуживший космический аппарат»

▼ Доктор технических наук В.А. Шуришаков, ИМБП РАН: «Сейчас невозможно сказать, сколько раз астронавт сможет слетать на Луну, однако очевидно, что доза облучения, получаемая за один полет у него будет очень высокой. Радиация может приводить не только к онкологии, также страдает и мозг и, соответственно, умственные способности»



◀ Доктор физико-математических наук В.В. Сазонов, МГУ имени М.В. Ломоносова: «Мы на факультете космических исследований подготовили книгу об экономических и юридических перспективах освоения космоса и, в частности, разработках там полезных ископаемых для покрытия их дефицита на Земле. При существующей ракетной технике никакого коммерческого успеха от такой деятельности не просматривается»

тяготения небесных тел. Луна в этом списке не исключение: ее близость к Земле, низкая сила тяжести, отсутствие атмосферы, а также наличие твердой почвы под ногами позволяют использовать ее как для размещения научных установок, так и в качестве перевалочной базы для полетов к астероидам и планетам Солнечной системы. Сколь востребован такой ресурс?

Уникальность спутника Земли привлекает прежде всего ученых. Вообще-то их фантазиям нет предела. Как только американцы заговорили о программе «Артемиды» и частногосударственном партнерстве в деле освоения Луны, сразу же появились идеи, как это обратить на благо науки. Возьмем ускорительную физику.

Сейчас самый мощный ускоритель, Большой адронный коллайдер ЦЕРНа (БАК), обеспечивает

энергию столкновения ионов в 14 ТэВ. А чтобы достичь большего, надо значительно увеличивать протяженность ускорителя. Однако планета Земля оказывается тесновата для таких проектов. Самые разумные из них предполагают максимум десятикратное увеличение энергии. Почти фантастический проект коллайдера, плавающего на воде Мексиканского залива, занимая при этом его периметр, дает увеличение энергии до 500 ТэВ. А что-то более масштабное можно разместить разве что на дне океана. На суше же тоннель гигантского коллайдера будет пересекать границы нескольких государств, и наверняка придется рубить шахты для доступа к тоннелю и размещения аппаратуры в густонаселенных районах.

Зато на Луне можно свободно разместить коллайдер длиной под 11 тысяч километров (длина мериди-

ана Луны), и он обеспечит тысячекратный рост энергии по сравнению с тем, что дает БАК. Строить его нужно вдоль какого-то меридиана, а на экваторе потребуются разместить непрерывное поле солнечных батарей — такое поле шириной 100 км будет бесперебойно обеспечивать коллайдер необходимой энергией. Кстати, строительство лунного энергетического пояса на экваторе — не пустопорожние фантазии: этот проект присутствует в перспективных планах компании «Симадзу» и Японского аэрокосмического агентства. Такая электростанция, если ею кто-нибудь когда-нибудь реально займется, конечно же будет снабжать энергией не только гипотетический коллайдер, но и множество других объектов лунной колонии.

На Земле для коллайдера пробивают тоннель, по которому в созданном там вакууме и летят заряженные частицы, разгоняемые сверхпроводящими магнитами. На Луне, в принципе, можно вообще обойтись без тоннеля, и частицы полетят над ее поверхностью, надо лишь найти способы охлаждения магнитов на солнечной стороне и предусмотреть защиту от метеоритов. Если же этого сделать не удастся, то придется строить тоннель. И тут пригодятся те роботизированные проходческие щиты, без которых не обойтись при сооружении обитаемой базы, ведь для защиты людей от радиации на Луне придется закапываться на несколько метров. В общем, опять-таки получается, что научный прибор оказывается не сам по себе, а становится одним из элементов сложной системы лунной колонии.

Когда гигантский коллайдер на Луне удастся создать, это, по мнению физиков, станет важным шагом к сверхогромному коллайдеру, способному изучать материю на планковском размере, то есть на масштабах кипящей пены виртуальных частиц, слагающих вакуум, что ныне скрыто от нас плотной завесой неведомого. Для этого нужно увеличить энергию столкновений не в тысячу, а в десять квадриллионов раз по сравнению с БАКом. Такой коллайдер будет уже космического базирования — его минимальный размер измеряется не в километрах, а в астрономических единицах — он составит десятую часть расстояния от Солнца до Земли.

Отсутствие атмосферы, ветров, магнитного поля, антропогенного загрязнения радиоволнами, низкая сила тяжести — все это делает Луну уникальной площадкой для размещения телескопов. Например, на Земле астрономам пришлось отказаться от проекта Ошеломляюще большого телескопа (OWL), с диаметром зеркала 100 метров. Оказалось, что сила тяжести и ветер не позволяют его построить, предел — 39 метров, как у строящегося Чрезвычайно большого телескопа (ELT). А на Луне это можно сделать. Такой телескоп позволит подглядывать за тысячами экзопланет и находить на них следы биосферы и техносферы, различать детали рельефа. Гигантский спектрометр, работающий в дальнем инфракрасном спектре, сумеет познать Вселенную, какой она была в первые месяцы Большого взрыва. Удастся разглядеть первые звезды,

зародыши галактик, разобраться с динамикой облаков водорода и многом другом. В общем, космологам освоение Луны сулит много плюсов.

Кто-то скажет, что эта деятельность — сплошное разбазаривание казенных денег и перспектив тут еще меньше, чем с поставками лунных редких земель. Это не совсем так. Правительства развитых стран так или иначе выделяют средства на проведение фундаментальных исследований. Это позволяет не только получать научные данные, но и обеспечивает заказами предприятия, занятые высокими технологиями, так сказать, поддерживает их в тонусе. В результате на Земле появляются гигантские дорогие приборы. Например, Большой адронный коллайдер обошелся в 6 млрд долларов с дальнейшим ежегодным бюджетом под 1,5 млрд; идущее строительство Чрезвычайно большого телескопа приближается к 1,5 млрд евро, орбитальный телескоп Джеймс Уэбб потребовал почти 10 млрд долларов.

Строительство на Луне гигантских приборов, невозможных на Земле, станет просто продолжением имеющейся тенденции. И поскольку речь идет не об экономической целесообразности, а о необходимости преодолеть ограничения, накладываемые самой Землей, шансов у такой колонизации совсем не равно нулю. При этом в финансировании могут принять участие и частные компании, рассчитывающие так работать на продажах лунных минеральных ресурсов.

Более того, Объединенный альянс пусков, созданный компаниями «Боинг» и «Локхид-Мартин» в 2008 году, уже объявил о готовности покупать воду на околоземной, геостационарной и лунной орбитах от любых поставщиков и вообще планирует создать сеть заправочных станций, спутников связи, жилых модулей в пространстве между Землей и Луной с предполагаемым обитанием 1000 человек, так называемый план «CisLunar 1000». Поскольку альянс работает по заказам Пентагона, очевидно, что недостатка средств у него не будет. Зачем им вода — поговорим ниже.

Поскольку использование каких-то ресурсов Луны требует строительства из местного материала многокилометровых полей солнечных батарей и вообще разворачивания лунной металлургии, лунное приборостроение может стать тем локомотивом, который потянет всю лунную экономику. Ведь все полученные вещества — кремний для солнечных батарей, титан, алюминий и железо для элементов конструкций, редкие земли для изготовления сверхпроводящих магнитов — можно будет не возить на Землю, а продать прямо на месте, что гораздо дешевле. Значит, государственное финансирование научных программ окажется неплохим подспорьем для частных компаний, стимулом, который поможет им проявить присущую частному бизнесу изобретательность, что и создаст более-менее прочную основу лунной колониальной экономики. Во всяком случае, именно такова идеология американской программы «Артемиды».



Вода Луны

А сможет ли Луна послужить перевалочной базой для освоения астероидов и Марса? Теоретически — да, и это направление выглядит перспективней, чем добыча металлов на Луне для доставки их на Землю. Дело в том, что на Луне, как и на Земле, металлы входят в состав минералов и нужно тратить энергию для их извлечения из этих соединений. А вот некоторые астероиды состоят из чистых металлов, прежде всего железа и никеля; они не испорчены процессами окисления и не требуют сложной переработки. Один никелевый астероид обеспечит потребности человечества в этом дефицитном металле на столетия вперед.

Однако добыча металлов на астероидах при стартах с Земли обходится очень дорого: масса возвращаемого груза составляет менее 1% от массы взлетающей ракеты, а 90% приходится на топливо. Выходит, что тонны астероидного вещества привезти можно, а миллионы тонн совершенно нереально. Если же на Луне и астероидах есть запасы воды, то ситуация меняется: топливо можно делать на месте, разлагая воду на кислород и водород солнечной энергией. Тогда, создав лунную базу и организовав при ней топливный заводик, можно медленно, но верно развивать транспортную инфраструктуру на астероидах, выискивая те, что обладают большими запасами воды, и оборудуя там все новые топливные заводы, создать сеть заправочных станций в космосе. После этого освоение и доставка металлов с астероидов могут оказаться несколько более привлекательными, чем если делать это, стартуя с Земли.

▲ Такая водяная заправка может в будущем появиться рядом с космической станцией. Тогда не надо будет возить на нее топливо с Земли

Понятно, что создание такой инфраструктуры затянется на многие десятилетия и, вкладывая в это дело средства, нужно обладать железными нервами, ведь возвращаться они будут в руки внуков, а то и правнуков.

Вообще, лунная вода сегодня оказывается самым ценным ресурсом нашего спутника. Так, при полете с Земли на низкую околоземную орбиту, где находится МКС, полезная нагрузка составляет 15% взлетной массы, на геостационарную — 10%, на Луну — 5%, а на Марс — и вовсе 2%. Все остальное — топливо. Если же возить грузы даже с низкой околоземной орбиты, то выходит, что до геостационарной орбиты долетит полезный груз в 58% от стартовой массы, а до Марса — в 40%. И вот тут лунная вода как источник водород-кислородного топлива оказывается просто подарком. Ведь благодаря слабой лунной гравитации вывод на орбиту с Луны некой полезной нагрузки потребует в шесть раз меньше топлива, чем при взлете с Земли. В результате лунная вода, завезенная на МКС, обойдется в 20 раз дешевле, чем при доставке с Земли.

В принципе, ее можно и не разлагать на водород и кислород, а заливать в буксир на ядерной тяге и использовать как рабочее тело реактивного двигателя. Такое использование лунной воды качественно изменит современную космонавтику: грузы можно будет забра-



▲ Роботы методом трехмерной печати возводят конструкции производственных корпусов лунной колонии. Для этого есть все возможности: в лунном реголите много легкоплавких стекол, и при нагреве они прекрасно спекают все в монолит. Для производственных роботов радиация не страшна, поэтому производство расположено на поверхности. А людям надо прятаться в недрах Луны. Расчет показывает, что именно трехмерная роботизированная печать сооружений базы дает самые низкие затраты на ее возведение

сывать с Земли на низкую орбиту, а затем растаскивать их межорбитальными буксирами. Этот подход, похоже, сократит затраты во вполне коммерческом секторе — выводе спутников на геостационарную орбиту.

Неудивительно, что альянс «Боинга» и «Локхид-Мартина» уже готов покупать воду в космосе: взяв подряд на доставку воды по «земным» ценам, а купив ее на Луне, можно получить прибыль, сравнимую с той, что имеет наркомафия. Более того, уже появлялась компания, «Shackleton Energy», которая обещала за 10 млрд долларов начать добычу лунной воды с тем, чтобы возить ее на околоземную орбиту и при этом достичь первой прибыли на четвертый год проекта, а за 12 лет полностью окупить затраты. Жаль, что последняя новость на сайте компании датирована 2015 годом.

Люди на Луне?

А как с перспективами использования Луны для создания человеческих колоний на других планетах? С планами снять демографическую нагрузку за счет вывода большого числа людей в инопланетные колонии нужно сразу же расстаться: при эффективности доставки по-

лезного груза с Земли хоть в 5%, хоть в 15% от взлетной массы много людей увезти в космос невозможно в принципе. Однако есть другой резон.

Мечтатели указывают: колонизация планет нужна хотя бы для того, чтобы сохранить человечество на случай глобальной катастрофы, преодолеть то, что исследователи космоса называют Большой фильтр. Согласно некоторым идеям, великое и загадочное молчание космоса свидетельствует, что любая цивилизация, достигнув определенного уровня развития, изобретает такой эффективный способ убийства себе подобных, что быстро самоуничтожается. Поскольку человечество на Земле вплотную подошло к этому фильтру, создание некоего инопланетного резервного человечества более чем актуально. Оптимальным местом размещения такой колонии станет Марс, который в какой-то степени подвержен терраформированию.

А что Луна? Скорее всего, она послужит лишь уже упомянутым источником топлива для перевозки поселенцев и оборудования с низкой околоземной орбиты на Марс. Впрочем, не исключен и вариант, когда с Луны на Марс отправляются и различные металлы. Расчет дает, что затраты энергии на строительство из местного материала производства, способного ежедневно отправлять с Луны 300 тонн металлов и 100 тонн воды, в два раза меньше, чем аналогичного производства на Марсе. В связи с этим перед освоением Марса логично развить производственную базу на Луне, откуда доставлять конструкционные материалы в точку Лагранжа Земля — Луна и затем медленным, но энергоэффективным ионным буксиром везти на Марс. Конечно же это будет гораздо дешевле, чем везти все с Земли.

Однако лунное производство будут строить роботы, и работать на нем станут тоже роботы, управляемые

всезнающим Искусственным интеллектом. А для человека Луна — чрезвычайно враждебная среда. Чтобы в ней выжить, нужно создавать искусственную биосферу, которая представляет собой маленький кусочек Земли с ее атмосферой, климатом, защитой от радиации, может быть, с непременным магнитным полем. И обязательно источниками воды, еды, энергии. Из местных ресурсов, естественно.

Если речь идет о лунной базе как пункте перевалки грузов при освоении минеральных ресурсов космоса или для создания научных приборов, то тут можно обойтись роботами с минимальным присутствием человека. Роботам не нужен кусочек Земли, более того, он для них может быть вреден. Поэтому Луна как мир, населенный роботами, обходится дешевле, чем мир с постоянным поселением людей. Если на Луне есть вода, упроблемы постоянного поселения людей все же есть решение, потому что вода — это жизнь.

Обладая неограниченным ресурсом энергии в виде солнечного света, можно, имея воду, организовать производство пищи и накормить колонистов. Из нее можно сделать кислородную атмосферу. Толстым слоем воды можно защититься от солнечной радиации, которая особенно опасна во время вспышек, можно создать и экран, защищающий от тора с его эманациями, если лунные недра окажутся опасно загрязнены этим радиоактивным элементом. А зачем все это нужно? Чтобы разместить штат специалистов, которые станут обслуживать роботов.

И скорее всего, человек, прилетевший на Луну, навсегда на ней останется: из-за радиации Солнца и космических лучей работать на Луне вахтовым методом получается не очень. Ведь вылетов из зоны действия магнитного поля Земли, которое концентрирует космические заряженные частицы в виде поясов Ван Аллена и ограничивает их проникновение на поверхность планеты, космический корабль и находящиеся в нем экипаж и пассажиры оказываются практически беззащитны. Более того, если во время двухнедельного перелета к Луне, не говоря уж о многомесячном путешествии на Марс, произойдет солнечная вспышка, опасность будет смертельной.

В повести Гарри Гаррисона «Врач космического корабля» люди в этих обстоятельствах спаслись, спрятавшись под слоем воды. Насколько реально на самом деле создать такую защиту не очень понятно, специалисты же вполне серьезно советуют космонавтам носить шлемы, заполненные водой для защиты от радиации самого главного органа человека — головного мозга. Интересно, что металлическая обшивка корабля не только не спасает, но делает ситуацию хуже — из-за наведенной радиации она сама становится источником радиоактивного излучения.

Эти же радиационные соображения дают, что полет на астероиды и ближайшие планеты Солнечной системы — это полет в один конец: на обратный рейс не хватит никакого здоровья. Ну да, в принципе, колонисты из греческих полисов тоже не предполагали возвращаться

домой, а летчик-космонавт В.В. Поляков, совершивший самый длительный непрерывный космический полет в 437 суток, говорил: будь у меня шанс слетать на Марс даже без возможности возвращения, я бы обязательно полетел. Однако в этом случае человек должен лететь не в чистое поле, а в уже освоенный роботами район, где для него приготовлено безопасное жилище с всем необходимым для долгой жизни.

Совершенно очевидно, что рано или поздно в колонии на Луне, созданной вполне прагматично для обслуживания техники, начнутся привычные социальные процессы: образование семей, рождение детей. Вот так, вполне буднично, будет положено начало внеземному человечеству. А рассчитывать на то, что кто-то профинансирует создание и последующее снабжение колонии с какой-то романтической целью довольно наивно. Все указывает, что присутствие человека на Луне, равно как и его перемещения по маршруту Земля — Луна — Земля будут сведены к минимуму для экономии затрат.

В общем, как видно, человек появляется на Луне как не очень обязательный элемент разработки лунных ресурсов. Соответственно, если такая разработка оказывается невозможной в силу высоких затрат, отсутствия рынка сбыта, а тем более если запасы воды на Луне ничтожны, тогда и всякие надежды на появление там обитаемой базы надо оставить — постоянного присутствия человека на Луне не будет никогда. За исключением одной возможности.

Сферомехия

Есть один-единственный вид человеческой деятельности, когда никто не считает затрат и, более того, когда для заказчика и подрядчика выгодно, чтобы затраты были как можно больше. Это война. Удивительно, но даже у самых нищих стран, где народ с голоду собирает корни в лесу, всегда есть деньги как на закупки вооружений, так и на их разработку, причем по последнему слову науки и техники.

А при чем тут Луна? Об этом великий футуролог Станислав Лем размышлял в романе «Фиаско», а затем кратко сформулировал в одной из публицистических статей, написанных незадолго до смерти. Речь идет о концепции сферомехии, то есть войны сфер, если переводить этот термин дословно. Вот как об этом писал сам мастер:

«Если дело доходит до равновесия сторон в конфликте, то какая-нибудь из сторон пытается преодолеть потолок. Потолком предкосмической фазы можно считать состояние, при котором каждая из сторон может как локализовать, так и уничтожить средства противника. В конце этой фазы становятся доступными для уничтожения как баллистические ракеты глобального радиуса действия, помещенные в кору планеты, так и все подвижные стартовые установки на поверхности или даже на плавучих средствах.

В создавшемся таким образом равновесии взаимного поражения самым слабым звеном становится система связи, выведенная в Космос спутниками распознавания и слежения, то есть дальней разведки, а ключевой является, очевидно, связь этих спутников со штабами и боевыми средствами. Чтобы и эту систему вывести из-под неожиданного удара, который может разорвать ее или ослепить, создается следующая система на более высоких орбитах. Таким образом, мы имеем вид сферомехии, которая начинает раздуваться. И чем больше становится спутников одной и другой сторон, тем чувствительней к повреждениям делается их связь с наземными штабами.

Штабы пытаются избежать этой угрозы. Как морские острова являются непотопляемыми авианосцами в эру обычных войн, так и ближайшее небесное тело, то есть Луна, может стать неуничтожимой базой для той стороны, которая первой освоит ее в военных целях. Поскольку Луна только одна, то каждая из сторон пытается первой на ней обосноваться.

Единственной стратегически оптимальной реакцией на способность противника прерывать связь является придание собственным вооружениям в Космосе возрастающей боевой автономии. Возникает ситуация, при которой все штабы осознают бесполезность централизованных командных операций. Равновесие становится все более шатким: если однажды случится прямой конфликт между спутниками, которые будут ослеплены или уничтожены, то, как пламя во время степного пожара, он перебросится на саму планету.

Здесь действует так называемый эффект зеркала. Одна сторона причиняет другой какой-нибудь вред, нарушая ее связь, и в обмен получает аналогичный ответ. После состязания в точности и мощности баллистических ракет наступает борьба за сохранение связи. Первое было накоплением средств разрушения и только угрозой их применения. Вторая — это война связи, или информационная. Битвы за нарушение связи реальны, хотя не влекут за собой ни разрушений, ни кровавых жертв.

Таким образом, вначале мы имеем порог для лобового столкновения сил на планете, а следующая фаза — милитаризация Космоса. Наиболее важная вещь — от этого вида состязания с определенного момента уже не удастся отказаться».

Тем, кто следит за событиями на фронтах, эти слова, написанные в начале 2000-х, выглядят как удивительно сбывающееся пророчество. Не секрет, что использование спутниковой системы связи Старлинк, номинально созданной подрядчиком Пентагона Илоном Маском для благой цели, предоставления доступа к Интернету из любой точки земного шара, обеспечивает недостижимую ранее точность и оперативность управления войсками, подразделения которых оснащены терминалами этой системы. И опять же не секрет, что Илон Маск всерьез опасается, а российское командование всерьез предупреждает,

что при эскалации конфликта спутники системы могут быть выведены из строя.

Более того, ходят слухи, что применение такого противоспутникового оружия уже было продемонстрировано, причем обеими сторонами. То есть дело дошло именно до того, о чем писал Лем: война сама собой, в силу внутренней логики развития конфликта, переходит в космос, и под ударом оказываются именно спутники, обеспечивающие связь. Вполне логично предположить, что на следующем витке развития сферомехии подобные спутники будут развернуты не как сейчас, на нижней околоземной орбите в районе 550 км, а выше, чтобы выйти из зоны действия противоспутникового оружия. Что вызовет, опять же по Лему, уже прямую милитаризацию космоса, благо размещение там обычного вооружения не запрещено договорами.

Ну и, естественно, несбиваемый спутник Луна неизбежно оказывается на каком-то этапе втянутым в раздувающуюся сферомехию. И к этому надо готовиться заранее.

В этой связи планы подрядчиков Пентагона развить транспортную инфраструктуру на различных орбитах между Землей и Луной, обеспечив там присутствие не только роботов, но и развернуть ограниченный человеческий контингент численностью в полк начинает выглядеть уже не как идиллический альтруизм, да и сама программа «Артемиды», задуманная в рамках реализации лозунга «Сделаем Америку великой вновь!» тоже. Не исключено, что некоторые аналитики время от времени читают труды именитых футурологов.

Как же меняется судьба лунной колонии при переходе земной цивилизации в период сферомехии? Прежде всего, появление и развитие, невзирая на затраты, постоянно обитаемой базы становится жизненной необходимостью. Всякая другая деятельность вроде создания лунной промышленности, добыча и перевозка полезных ископаемых, сооружение гигантских приборов оказывается факультативом к главной цели — поддержание паритета в рамках сферомехии. Фактически эти службы оказываются в роли крестьян аракчеевских военных поселений.

Уникальный ресурс, обеспечивающий как жизнедеятельность базы, так и решение ею стратегических задач по управлению и снабжению околоземной спутниковой группировки, — это вода. Вода есть на полюсах, в глубоких ложбинах кратеров в зонах вечной ночи. По иронии судьбы там же, на полюсах, но уже на вершинах стенок кратеров расположены и зоны вечного дня: они постоянно освещены лучами Солнца. Совершенно логично располагать базу на полюсе. Тогда в зоне вечного дня ставят солнечные батареи. Скорее всего, их привезут с Земли: коль скоро речь идет о приоритетах в скорости развертывания базы, заниматься долгой историей с созданием на Луне полупроводниковой промышленности просто нет времени, максимум — напечатать здания из лунной пыли. А из зоны вечной ночи станут добывать воду, используя ее на нужды базы и

для отправки на околоземную орбиту для спутниковой группировки.

Тут возникает интересный нюанс, не учтенный Лемом. Полусов-то у Луны два, и они практически эквивалентны. Значит, разворачивать базы в рамках сферомехии там смогут не одна, а две страны или два противостоящих блока стран. И мы прекрасно знаем, кто это. С одной стороны — НАТО во главе с США, а с другой стороны — БРИКС во главе с КНР и РФ; между последними уже подписано соглашение о совместной работе по созданию Международной лунной станции.

Более того, практические работы по этой программе начаты. Так, «Луна-25», старт которой намечен на лето 2023 года, должна впервые прилуниться именно на Южный полюс и там провести бурение на глубину два метра, чтобы оценить наличие воды. Туда же в 2025—2026 годах должны прилететь станции «Чанъэ-6» и «Чанъэ-7», а в 2028 году «Луна-27».

Все идет к тому, что Южный полюс Луны окажется под контролем РФ и КНР, а США и странам НАТО автоматически достается Северный полюс. Конечно,

договоры о космосе не ставят никаких запретов любой стране заниматься мирной научной деятельностью где угодно, но логика развития сферомехии подсказывает, что договоры, заключенные в предшествующий период истории, могут быть подвергнуты некоторой фактической корректировке.

В принципе в распоряжении всех, кем движет не доступ к воде для питания военных спутников различных сфер, а научный интерес, оказываются обширные экваториальные области, где можно заниматься прекрасными научными проектами, речь о которых шла в начале этой статьи. Что же касается сферомехии, то, как видно, именно она дает стопроцентный шанс человечеству выйти из своей колыбели и начать экспансию по крайней мере на спутник своей планеты. Собственно, и сама космическая эра человечества началась с необходимости разработать средства доставки ядерных боеголовок на другой континент, а Спутник стал тем приятным бонусом, с помощью которого создатели грозного оружия смогли реализовать свои романтические мечты.

Отставание от графика освоения

Как спрогнозировать будущее? Надо построить формулу, которая свяжет по меньшей мере две тенденции, и посмотреть, как она станет работать на стреле времени. Именно такую работу провели Джонатан Цзян, Кристен Фахи из знаменитой Лаборатории реактивного движения Калифорнийского технологического института и отставной инженер-энергетик Филипп Розен из Ванкувера (Jonathan H. Jiang, Philip E. Rosen, Kristen A. Fahy), выложив статью на сайте препринтов arxiv.org. Они взяли тенденции в развитии вычислительной техники, пресловутый закон Мура, и изменение дальности успешного полета от времени, прошедшего с начала космической эры. Обе зависимости оказались линейными, а корреляция между ними очень высокой, в результате чего удалось связать изменения дальности полета с ростом числа транзисторов на процессоре.

Дальше — больше. Аналогичные зависимости удалось построить для времени от первого успешного про-

лета автоматической станции мимо какого-то небесного тела до ее первой успешной посадки и до первой высадки людей. Честно говоря, насчет второго авторы явно преступили математические правила, все-таки пытаться строить осмысленные зависимости, имея одну-единственную точку, дату высадки человека на Луне, несколько самонадеянно.

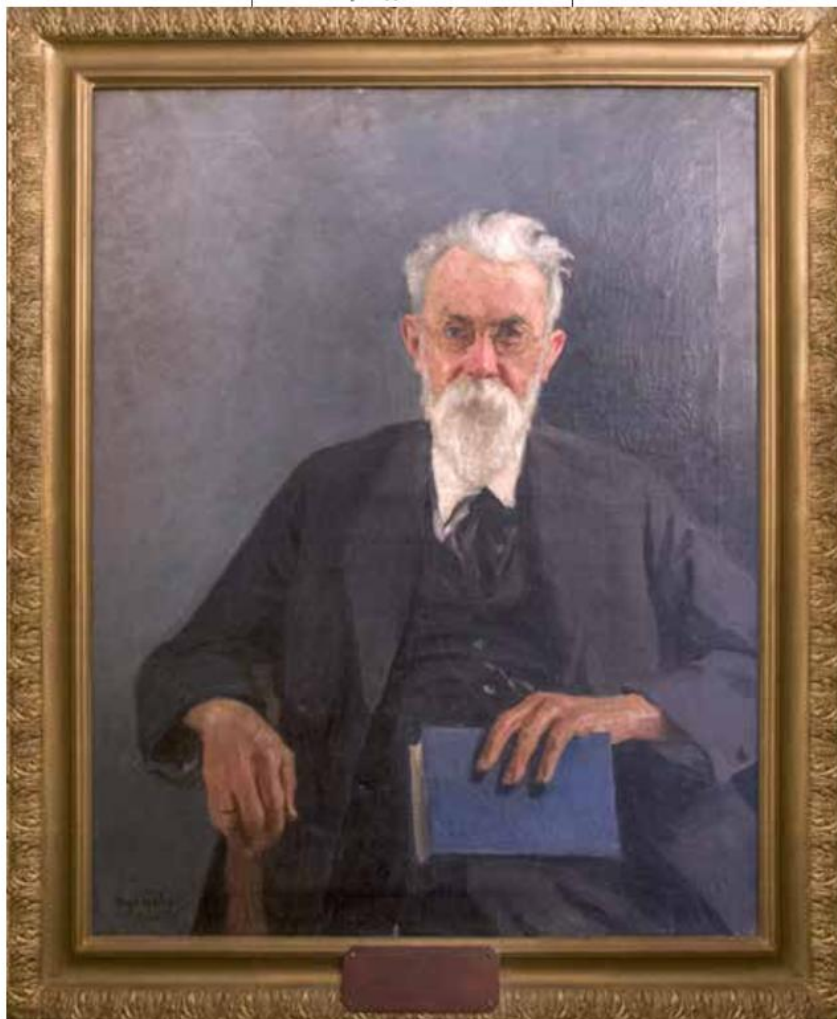
А в результате возник прогноз. Из него следует, что первая высадка человека на Марс произойдет в 2038 году, на астероид в 2064-м, на спутники Юпитера и Сатурна соответственно в 2076 и в 2086-м. Эти данные стоят на прочном фундаменте уже совершенных пролетов автоматических космических станций вокруг соответствующих объектов. Даты, как видно, получились вполне разумные, и, кто знает, может быть, открытая закономерность окажется не менее строгой, чем закон Мура.

А вот с межзвездными путешествиями идет сильное отставание. Так, первую автоматическую станцию к ближайшей звезде, Проксиме Центав-

ра, мы должны были отправить в 2007 году, а зонд, способный совершить посадку на имеющейся у нее планете, — в 2018-м. Аналогичные экспедиции к Тау Кита должны были стартовать в 2010 и 2022-м, к системе Траппист-1, где есть три каменные планеты в зоне обитаемости, — в 2014 и 2025-м. Ну а к центру Галактики — в 2032 и 2043-м. Как видно, ни одна из этих экспедиций не только не состоялась, но даже не была запланирована. Можно, конечно, счесть, что первый межзвездный полет прошел в соответствии с графиком, ведь «Вояджер-1» в декабре 2012 года вылетел за пределы Солнечной системы, но это явное не то: цели достичь какой-то звезды у него нет.

Что же касается экспедиций с участием человека, то, согласно расчета, они могут состояться в далеком будущем: к каждому из четырех перечисленных объектов соответственно в 2254, 2270, 2290 и 2383-м. Наверное, надо бы приложить усилия, чтобы наверстать график.

С. Анофелес



В нашем сериале Вернадский-160 представляем эссе Алексея Владимировича Лубкова — ректора Московского педагогического государственного университета, автора книги о судьбе князя Дмитрия Шаховского, одного из близких друзей Владимира Вернадского. Эссе — об этических идеалах и жизненной этике В.И. Вернадского, о нравственных мировоззренческих ориентирах как ресурсе жизнеспособности цивилизации. Составитель и редактор сериала Виктор Лось

Алексей Лубков

«Я сделал все, что мог...»

Время Вернадского

Выступая в декабре 1931 года в Академии наук СССР, В.И. Вернадский поразил собравшихся неожиданной трактовкой категорий пространства и времени, которые, по его мнению, вне живого существа нераспознаваемы. Время, в интерпретации Вернадского, было не просто категорией физики или математики, но приобретало индивидуальные свойства физических тел. Речь шла не о геометрии евклидовых пространств

или о пространстве Эйнштейна. Время становилось четвертым измерением единого пространства.

Вслед за античными мыслителями, английскими просветителями и немецкими философами академик Вернадский обосновывал тезис о неразрывной связи понятий пространства и времени. Более того, он пошел еще дальше, рассуждая о «пространстве натуралиста», отождествляя при этом время и пространство с реальными свойствами живых существ, в том числе и человека.

Дело в том, что реальность бытия человека, как и любого живого существа, включает элементы настоящего, прошлого и даже будущего. Все живые организмы рождаются, развиваются и умирают, то есть «время Вернадского» отражает внутреннюю сущность живого организма. Оно индивидуально и определяется уникальностью биоритмов. В пределах нашего времени характер энергии планеты меняется неизменно в сторону увеличения тепловой энергии. Согласно второму закону термодинамики, который утверждает, что термодинамические процессы имеют определенный вектор, допускается вероятность состояния энтропии в самопроизвольно развивающейся макросистеме, то есть некоторой меры хаоса — отклонения от организационной упорядоченности. Дисбаланс системы в последующие отрезки времени будет усугубляться, поскольку возрастает состояние беспорядка и необратимости протекающих процессов. Так, необратимы радиоактивный распад атомов материи, эволюция типов звезд в связи с изменением их температуры, размеров и спектра; необратима история земной коры нашей планеты.

Необратимы эволюция всех видов живого вещества и история человеческого общества. Нет повторений пройденных этапов ни в микро-, ни в макробиологических системах живых организмов. Поскольку категория времени или «длание» по Вернадскому, причинно обусловлено жизнедеятельностью живых существ, то и время необратимо. Ценность времени состоит в том, что каждое настоящее состояние живого организма обладает потенциальными возможностями.

Вот почему в письме жене (от 10 июня 1893 г.) Вернадский признает, что процесс эволюции, а в широком смысле и исторический процесс, становится для него все менее и менее понятен. Порой он представляется «известным перенесением на окружающее антропоморфических представлений — детства, мужества, старости человека». И если есть нечто абсолютное и вечное, то оно исключает, как ему представляется, понятие прогресса, которое вообще даже не встречается в целом ряде философских и религиозных систем.

Тленность и недолговечность всего живого — закон материального мира. Поэтому сам собой отпадает вопрос о «машине времени»: совмещение настоящего с прошлым, или прошлого и будущего, или настоящего и будущего невозможно. Вернадский предложил человечеству новый взгляд на эволюцию, завершением которой станет «небывалое господство разума», творческой силы человека и созидательной, преобразующей все вокруг энергии. Откроется новая ступень в развитии всего живого — царство ноосферы как искомой гармонии человека и среды его обитания.



▲ Владимир Вернадский, Париж, 1889 г.

Его древнегреческий эллинизм

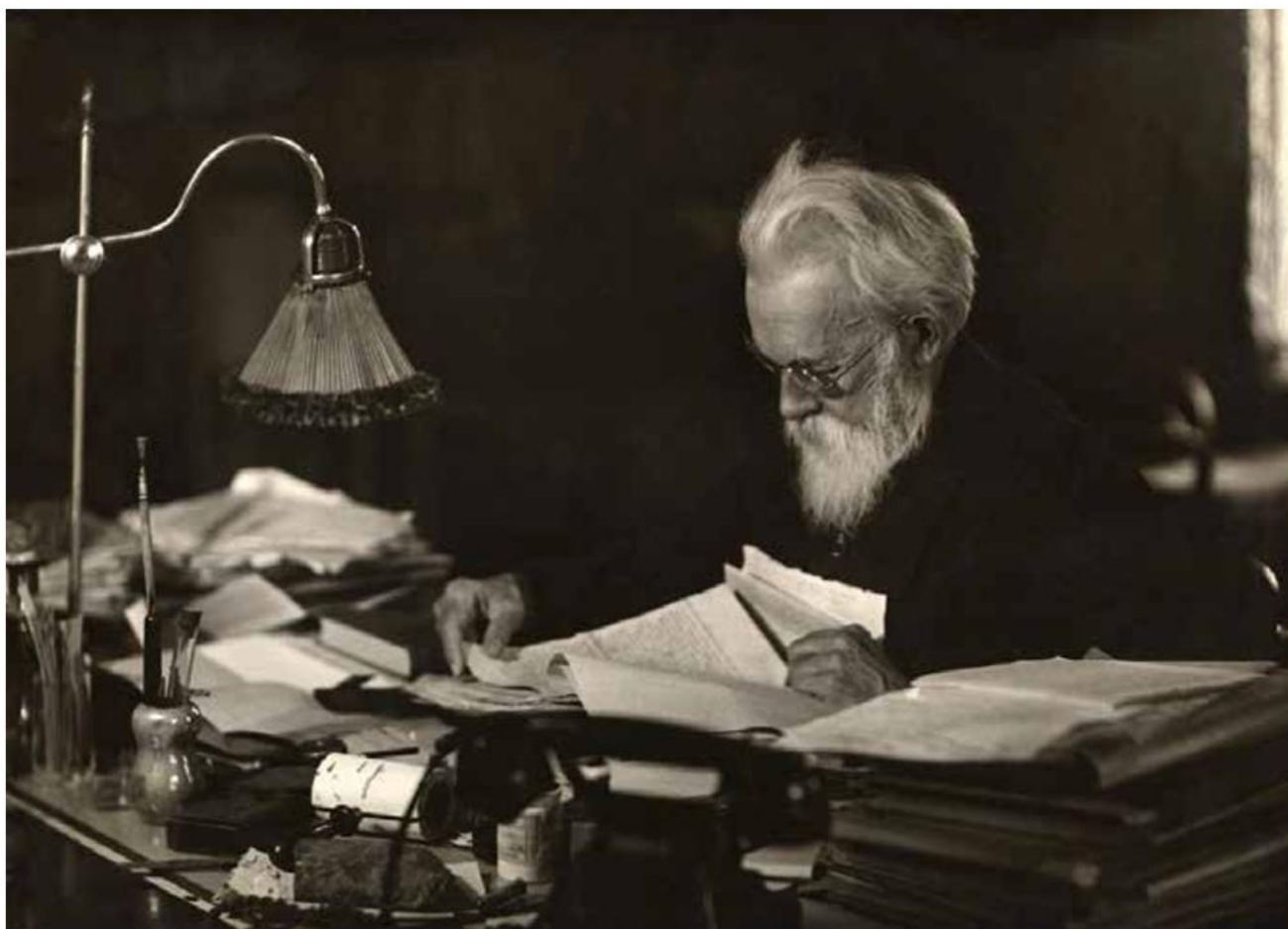
Каким же виделся Вернадскому человек в этом царстве и что считал он главным его достоинством?

Вот его предсказания: «Мы стоим на границе величайших изменений в познании мира, оставляющих далеко за собой эпоху создания новой науки в XVII в.». Грядущий перелом научных свершений человечества Вернадский сравнивал с эпохой зарождения эллинской научной мысли, которая дала миру великих мыслителей, указавших человечеству пути совершенствования личности. Их великие прозрения способствовали преобразованию человеческой истории.

Обращаясь к истокам тех или иных концепций и идей мыслителей ушедшего, можно определить ориентиры в познании сущности бытия современного человека, даже предвидеть возможные перспективы развития человечества.

При всем разнообразии подходов и размышлений мыслителей выявляется некий стержень, вокруг которого возводились контуры здания науки о человеке.

Греки искали единение в космосе, гармоничном взаимодействии макрокосма и микрокосма. Поиск гармонии между вечным и преходящим, между космосом и душой человека определяет идеал античной личности. Человек, стремящийся к совершенству в мужестве и стойкости, в отваге и самоотверженности, в физической



▲ *Владимир Иванович Вернадский работал в своем любимом кабинете за своим любимым рабочим столом до последних дней своей жизни*

красоте тела и нравственной красоте души путем воспитания и самовоспитания, в развитии интеллекта как силы суждений и тяги к познанию.

Имидж человека, от природы стремящегося к знанию, выявлен Аристотелем — создателем логического аппарата, который остается до сих пор фундаментом формальной и математической логики, а значит, и теоретической предпосылкой кибернетики, программирования и искусственного интеллекта, то есть знания, куда только проникает современная мысль. И человек подстраивает свой образ под научные стереотипы времени.

«Знание — сила» — девиз Фрэнсиса Бэкона. Ему принадлежит одно из первых мест среди творцов интеллектуальной революции Нового времени. Человек «знающий» стал идеалом личности не только для его эпохи. Европейское Средневековье возродило этот тип человека в стенах университетских корпораций, экстраполируя его в современные времена.

На рубеже XX–XXI веков человек познающий (и знающий) становится идеалом личности современного социума — «общества знания». И если Бэкон призывал

пользоваться разумом как инструментом преобразования окружающего мира и овладения силами природы в гармонии с ней, то в современную эпоху предтечи ноосферы (пользуясь термином, распространенным В. Вернадским) приходится признать: человек, неуклонно превращаясь в реального господина природы, открывает шлюзы грядущей социально-экологической катастрофы, актуально угрожающей позитивному существованию человечества.

Этика познания

Человек живет в своеобразную эпоху догмата технологий, кардинально меняющих жизнь во всех ее сферах. В век искусственного разума и цифровизации человеческой деятельности, в том числе образования и общественно-политических процессов, можно ли (и надо ли) отказаться от многовековой мудрости, накопленной человечеством в процессе исторической динамики?

Успех всякого социального строительства, писал В.И. Вернадский академику В.П. Волгину (от 19 июня 1930 г.), связан с новым научным творчеством. И пояснял свою мысль. Жизненный идеал, предложенный Иисусом или Сократом, новыми или древними моралистами, требует существенного дополнения. Наука и только наука, по его мнению, способна указать путь достижения идеальной гармонии в развитии человечества, «направить силы на самые коренные причины» общественных

противоречий. Человек существует для науки — именно этот факт «вносит в жизнь светлые лучи идеала».

Культу служения науке и творческому исканию Вернадский оставался верным всю жизнь. Провозгласив науку главным двигателем человечества, а человека — творцом, меняющим реальные контуры планеты, он направляет наше внимание как луч прожектора в сторону мировоззренческой проблематики. «Есть общие задачи, которые затрагивают основные вопросы, которые затрагивают идеи, над решением которых бились умы сотен и сотен разных лиц, разных эпох, народов и поколений. Эти вопросы не кажутся практически важными, а между тем в них вся суть, в них вся надежда к тому, чтобы мы не увлеклись ложным камнем, приняв его за чистой воды бриллиант». Это — из письма жене (от 2 июля 1887 г.). Иначе говоря, этические нормы отнюдь не фантом, а имманентный атрибут реального научного процесса.

Недавно окончив Петербургский университет, он уже твердо шел по выбранному пути академического исследователя — докопаться до истины, найти разъяснение вечных вопросов бытия: «отчего» и «почему». С молодых лет Вернадский стремился «понять те силы, какие скрываются в материи», «узнать те причины, которые заставляют ее являться в тех правильных, математически гармоничных формах, в каких мы всюду видим и чувствуем ее». Одним из звеньев этой гармонии материи являемся, как думалось ему, «мы сами и все живые существа». Он не мог смириться с «бесследным исчезанием и временным существованием в качестве звена этой цепи — без конца и начала». «Ты чувствуешь свою мелкоту, когда видишь бесчисленные массы людей, здесь прежде живших и бесследно исчезнувших».

Что же вечное и нетленное в этом мире? — задавал он вопрос самому себе и отвечал: «Мысль — основа личности — бессмертие, и что она создатель гармонии в мировом хаосе, что она сама себе господин...». Ему всегда помнились слова Декарта: «Я мыслю, следовательно,

существую» (*Cōgitō, ergō sum*), поставившего личность в центре мироздания. Жить — значит мыслить, а мыслить — значит жить. Иного не дано, ибо только осмысленное существование раскрывает просторы, глубины и красоту жизни. И это отчетливо связывает гуманистические идеи разных времен и народов, открывших микрокосм человеческой души и научные методы познания мира как компас в поисках истины. Ведь без нее человек незащищен, в сущности, в окружении природных и социальных процессов.

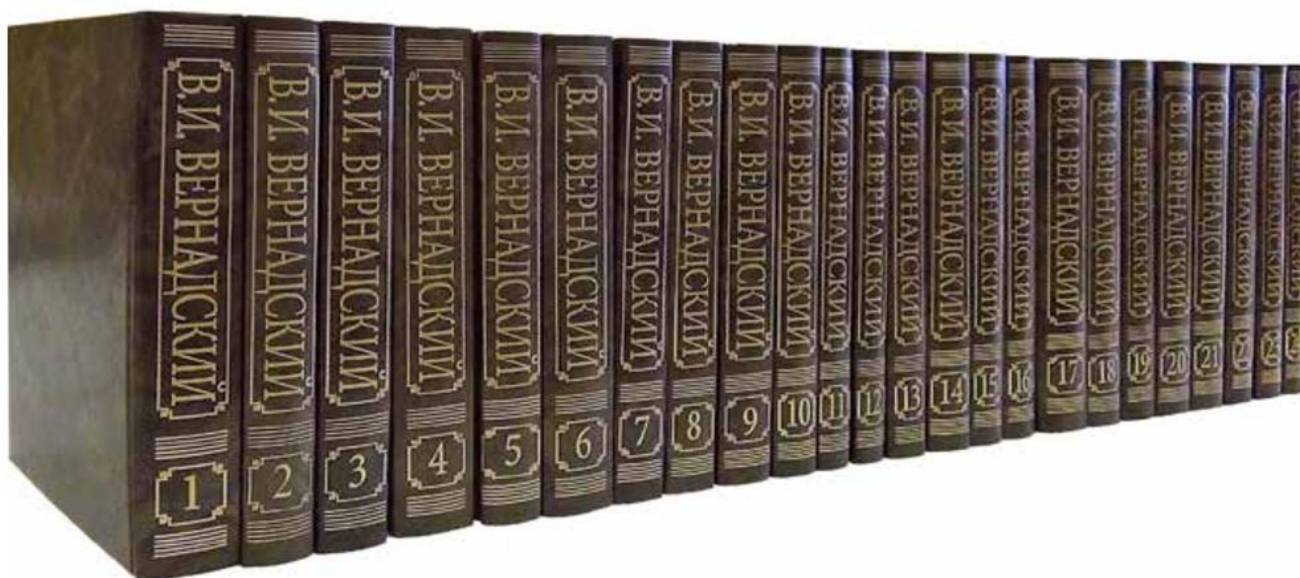
Его «золотое правило»

«Мыслящим тростником» назвал человека французский мыслитель Блез Паскаль. Человек представлялся ему загадкой даже для самого себя.

Человек как король, но «король, лишенный трона». Разум человека, пояснял он свою мысль, не всемогущ и имеет свои границы. И задает вопрос: «Что такое человек?» — и отвечает: «Мы есть нечто, но мы не есть всё». Мыслящая, творческая индивидуальность живет в осязаемом мире. Идея гармонии в природе и человека с природой — это «канат», связующий взгляды мыслителей разных эпох.

И Вернадский — в их числе. «Великие создания философского мышления никогда не теряют своего значения», — разъяснял он. Поэтому «старые философские системы Платона, Аристотеля или Плотина бесконечны, их понимание так же безгранично, как бесконечно все, к чему прикасается человеческий дух». Идеи мыслителей прошлого оплодотворяют — дают стимул для современного постижения бесконечности бытия.

▼ В.И. Вернадский оставил нам огромное научное наследие, актуальность которого с годами только нарастает



К примеру, вопрос, волнующий смолоду В.И. Вернадского: как достичь искомой гармонии человека и природы? В поисках ответа на него он обращался к размышлениям и древнеримского императора (и философа) Марка Аврелия.

Вернадский отмечал: в высказанных им суждениях «не было что-нибудь нового». Это были взгляды и мнения, пояснял он, которые не раз высказывались в греческой философии», но «главным поводом действия и здесь является любовь к людям». Искать добро в себе и творить его вовне — вот философское кредо Марка Аврелия — олицетворение «золотого века». Душа «велит любить ближнего», учил философ-император, что есть в его понимании и истина, приближающая человека к смирению.

Человеку подвластен, пояснял Марк Аврелий, только его внутренний мир. Внутри — источник добра, который никогда не истощится, если вникать в себя.

Молодой Вернадский, размышляя о сущности человека, написал важные для него (и нас) строки: «Представляется мне время иное, время будущее. Поймет человек, что не может любить человечество, не любя отдельных лиц, поймет, что не любовью будет его сочувствие к человечеству, а чем-то холодным, чем-то деланным, постоянно подверженным сомнениям или отчаянию, что много будет гордости, много будет узкости, прямолинейности — невольного зла — в его поступках, раз он не полюбит, раз не забудет самого себя, все свои помыслы, все свои мечты и желания в одном великом чувстве любви. И только тогда способен он <...> все время и все силы свои направить на борьбу за идею, за тот идеал, какой носится в уме его» (Н.Е. Старицкой от 2 июня 1886 г.).

Убежденно преданный идеалу науки и научному творчеству, он ценил знание как непреходящую драгоценность, а человека воспринимал не только, как биологическое существо, но и его духовную сущность. Ему близки были суждения Аристотеля, одним из первых поставившим проблему нравственного выбора человека. Идеал человека для Вернадского — разумная личность, движимая простым и понятным чувством любви к ближнему, свободной от примесей высокомерия и притворства, где доброта и сострадание способны превозмочь личный эгоизм.

Человек, в границах своей эпохи, открывает такого рода любовь внутри себя. Быть может, и нашему миру и каждому из нас предстоит прийти к этому открытию внутри себя? — задавался он вопросом. В.И. Вернадский утверждал «великую силу разума» и творческой способности человека, перед которой расступаются все внешние границы.

Внутренние же границы человека оставались, как он полагал, для него непререкаемыми. Они создавались на принципах все той же любви, формирующей человека как личность, побеждающей животные начала в себе. «Мысль постоянно направляется к ясному сознанию чувства общей преемственности в истории челове-

ской мысли, в истории развития человечества», — писал Вернадский в дневнике.

Эти внутренние границы предотвращали расчеловечивание, то есть превращение человека «в господина всего», не властвующего лишь над собой. Во время своих европейских путешествий, восхищаясь коллекциями римских памятников в музеях Зальцбурга и Инсбрука, посещая Рим и руины Помпей, он в своих размышлениях о духовном наследии Рима пишет: «Многие дурные стороны жизни и теперь — следствие его падения»; «погиб тот класс людей, который среди порочных, может быть, преступных действий охранял все то, что особенно дорого нам в древней цивилизации: они охраняли науку, искусство, философию... С их гибелью рушилось и это все».

Идеи В.И. Вернадского составляют важнейший арсенал мировой (но особенно — отечественной) науки XXI века. Каковы же ее ключевые тренды, определяющие становление и развитие «общества знания»?

Несомненно, что именно его научные идеи, неуверенно воспринимаемые современниками, неуклонно входят в систему современных представлений и активных действий социума. К примеру, постоянный тезис Вернадского о необходимости баланса взаимоотношений человека и биосферы для исторического выживания цивилизации (и его идеи в этом контексте — к примеру, идея социальной автотрофности, которые в 30–40-х годах казались утопичными, находят воплощение в реализации современной мировой стратегии устойчивого развития.

Однако, быть может, еще более важным является его неуклонное стремление возродить и сохранить прозрение мыслителей прошлого о необходимости гармонии человека внутри себя и взаимоотношениями с себе подобными, ибо наука творится людьми, требующими человеческого (дружеского и любовного) отношения. Известно, что в жестокие 30-е годы Вернадский делал все, что было в его силах, чтобы помочь своим коллегам, оказавшимся в трудных жизненных ситуациях.

История цивилизаций, которую он изучал внимательно, свидетельствует о том, что общество, игнорирующее нравственные законы, обречено на деградацию и постепенный уход с исторической авансцены. Может быть, и нам, в турбулентных условиях социокультурной реальности, следует обратиться не только к научному, но и этическому наследию В.И. Вернадского, которому было близко «золотое правило нравственности».

Вот оно: не делайте другим то, что вы не желаете для себя, и поступайте с другими так, как хотели бы, чтобы с вами поступили.

По латыни это выглядит так: *Aliis ne feceris, quod tibi fieri non vis*.

И В.И. Вернадский следовал, невзирая на социальные пертурбации и жизненные коллизии, этическим и научным заповедям древних мыслителей, что было отнюдь не просто. Этим интересен нам и сегодня.



Атомный бейсбол

Ученые давно научились захватывать мельчайшие частички вещества с помощью света. Оптические ловушки, — хорошо известные технологии удержания отдельных атомов фокусированным лазерным пучком. С его помощью можно даже переместить выбранный атом в нужное место. Методы эти постоянно развиваются. Недавно появилась новая работа, посвященная им. Под руководством доктора Евука Ана (Jaewook Ahn) ее выполнили физики из Корейского института передовых технологий в Таджоне.

С помощью пинцета ученым впервые удалось кинуть и поймать одиночный атом. Охлажденные почти

до абсолютного нуля атомы рубидия летали со скоростью в десятки сантиметров в секунду на микронные расстояния, на порядки превышающие их собственные размеры. Оптические ловушки физики создавали с помощью инфракрасного лазера. Для броска ловушку ускоряли, а затем выключали лазер. Освобожденный атом продолжал движение и попадал в другую ловушку, включенную в нужный момент. Сначала она замедляла атом, а затем останавливала его.

Авторы проверили возможности нового метода в нескольких экспериментах. Интересно, что брошенный атом может свободно пролетать через неподвижную ловушку с захваченными атомами, не взаимодействуя с ними. Экспериментаторам удалось даже выстраивать атомы в ряды. Опыты показали, что успех достигается в 94 случаях из 100.

Исследование было частью большого проекта, посвященного квантовым эффектам. Все эксперименты имели целью отработать технологии динамических квантовых компьютеров. Элементарные вычисления в них осуществляют так называемые кубиты (квантовые биты), которые могут одновременно принимать целый набор состояний. Создать кубит можно из захваченного в ловушку атома. Авторы надеются, что их метод позволит свободно манипулировать кубитами, что он даст возможность выстраивать атомы в ряды, добавлять их, восстанавливать и создавать новые кубиты.

Управляемый полет также позволит изучать столкновения отдельных атомов. Он пригодится и для выяснения механизмов химических реакций. Сейчас физики трудятся над достижением стопроцентной точности перемещения. Статья опубликована в журнале *Optica*.

Скоро и детально

Успехи современной микроскопии стимулируют развитие таких наук, как биология, медицина, физика, материаловедение. Однако она, как и любой научный метод, имеет свои принципиальные ограничения. Одно из них — это предел пространственного разрешения, называемый дифракционным. Он примерно равен длине волны видимого света. Другие ограничения накладывают алгоритмы и скорость электронной обработки изображений.

Чтобы преодолеть предел и получать тонкие элементы изображений, исследователи придумали десятки разных техник, базирующихся на различных физических принципах. Как правило, детальной картины достигают, снижая скорость получения изображения, сканируя объект по точкам и делая вычисления по многим кадрам. Высокое разрешение и большая скорость записи изображения «в одном флаконе» — это вызов для микроскопистов. Быстрота получения одного кадра и максимальная частота их следования ограничены современными технологиями, и это не позволяет наблюдать быстрые процессы.

Увеличить скорость получения изображений недавно удалось китайским ученым из нескольких университетов, руководимым профессором Жанг Шианом (Shian Zhang) из Лаборатории прецизионной микроскопии Восточно-китайского педагогического университета в Шанхае. Новейший метод представляет собой комбинацию двух известных.

Первый — это микроскопия временного сжатия, которая позволяет увеличивать скорость записи изображений, потому что получает многочисленные изображения из одного сжатого.

Второй — восстановление картинки с лучшим пространственным разрешением с помощью искусственного интеллекта. Идея эта родилась не на пустом месте. Как известно, в Китае активно развивают интеллектуальные подходы. Здесь повсемест-

ная видеосъемка для социального контроля стали нормой жизни.

Для проверки своего набора алгоритмов, восстанавливающих изображения, исследователи провели эксперименты. В них при скорости съемки 1200 кадров в секунду удалось достичь разрешения в 100 нанометров. Объектами служили флуоресцирующие капли размером в 100 мкм, взвешенные в дистиллированной воде. В опытах вода текла по стеклянному микроканалу высотой 10 и шириной 120 микрон.

Профессор уверен, что новый метод дает мощный инструмент для исследования высокоскоростных динамических явлений в гидромеханике. В биомедицине он поможет изучать микропотоки жидких сред, взаимодействия органелл клетки, внутриклеточный транспорт, быстрые изменения в мозгу и т. д. Метод будет полезен в голографии высокого разрешения, профилометрии, для получения когерентных дифракционных изображений. Статья появилась в журнале *Advanced Photonics*.

Транзистор на фосфоре

Все знают о графене, полупроводниковом моноатомном слое углерода. Однако двумерные пленки, которые позволяют создавать ультратонкие проводящие каналы для миниатюрной электроники будущего, можно делать не только из графена. Один из таких материалов — это фосфорен, открытый девять лет назад. Это голубой ультратонкий слой черного фосфора, самой стабильной его аллотропной модификации.

Электронные свойства фосфорена легко регулировать. Его электрическую проводимость можно менять с полупроводниковой на металлическую, если действовать на него механически или помещать между другими пленками.

Полевые транзисторы, основной прибор современной компьютерной электроники, применяют и для уси-

ления, и для переключения тока. В них напряжение на металлическом электроде, контактирующем с телом транзистора, изменяет ток в проводящем полупроводниковом канале. Однако между электродом и полупроводником существует сопротивление, ограничивающее инжекцию носителей в канал. Оно ухудшает качество транзистора.

Снизить это сопротивление удалось группе профессора Удо Швингеншлэгла (Udo Schwingenschlögl) из Научно-технологического университета им. короля Абдаллы. Физики разработали принципиально новый полевой транзистор на фосфоре. Они смогли получить такие кристаллические ориентации слоев транзистора, которые резко уменьшили контактное сопротивление. Полупроводниковый монослой голубого фосфорена действует как канал такого транзистора. Его поместили между двойными слоями металлического фосфорена, которые работают как электроды.

Фактически ученые создали бесшовный транзистор, ведь материалом всех его частей служит фосфорен. Его слоистая структура непрерывна и практически бездефектна. Характеристики транзистора превосходят приборы на других двумерных материалах, например монослое дисульфида молибдена. Ученые также построили теоретическую модель своего прибора для двух разных пространственных конфигураций.

У авторов работы есть много вариантов улучшить конструкцию. Сейчас они стараются снизить токи утечки, а также применить материалы Ван-дер-Ваальса, которые состоят из слоев, связанных слабыми межмолекулярными силами. Физики также надеются распространить свои идеи на магнитные материалы. Статья опубликована в одном из журналов группы *Nature*.

Что внизу, то и наверху

Внесенную в заголовок максимуму недавно еще раз подтвердили американский хи-

мик и космолог. Они выполнили и опубликовали пионерскую работу по применению в астрофизике галактик методов статистической механики сплошных сред. Она на микроуровне изучает распределение частиц среды. Ее цель — предсказать физические и химические свойства разупорядоченной гетерогенной среды на макроуровне, будь это жидкости, коллоидные суспензии или композитные материалы. Для характеристики широкого диапазона микроструктур теория предлагает широкий набор математических подходов, расчетных схем и вычислительных методов.

В этот ряд ученые успешно добавили и галактические кластеры, и всю наблюдаемую Вселенную. Профессор химического факультета Принстонского университета Сальваторе Торкватто (Salvatore Torquato) и доктор Оливер Филкок (Oliver Philcox) из Института перспективных исследований в Принстоне подробно изучили новейшие обзоры галактик, с помощью которых астрофизики ищут темное вещество.

В журнале *Physical Review X* они опубликовали статью под названием «Разупорядоченная гетерогенная Вселенная: распределение галактик и их кластеризация на разных пространственных масштабах». Авторы не только показали, что принципиально возможно применять статистические методы ко всей Вселенной, но и получили новые интересные результаты.

Для самых крупных масштабов ученые рассматривали галактики как точки, подобные атомам вещества. Удалось определить корреляционные функции галактик, распределения пустот в них, статистические характеристики их кластеров, меры порядка и беспорядка на различных космических масштабах. Исследователи нашли параметры космоса, которые были аналогичны тем, что обычно используют при классификации микроструктуры материалов. В работе авторы вводят новые величины, характеризующие разномасштабную структуру галактик.

Свой набор теоретических и расчетных техник профессор называет «зоологией», по-видимому намекая

на сложность их интерпретации. Он говорит, что работа также заставила его задуматься об обратном применении галактических параметров к науке о материалах, которую он изучает всю жизнь.

Статистика Вселенной дает коррелированный беспорядок, определенно неслучайную структуру. Причиной космологи считают начальный плотный контакт зародышей галактик после Большого взрыва. Авторы обсуждают и вычисляют космологические параметры, например скорость расширения Вселенной, которые накладывают ограничения на амплитуду квантовых флуктуаций при Большом взрыве. Работа ставит новые вопросы и сужает требования к теории образования галактик. Фактически она закладывает новое направление в астрофизике.

Прорывное УЗИ

Ультразвуковую диагностику применяют и в медицине, и в технике. УЗИ позволяет выявить неоднородности, нарушения сплошности объекта, даже построить трехмерную карту его плотности. В медицине ультразвук нужен для исследования внутренних органов. Однако почти всегда его недостаточно для однозначного выявления патологии в органах или тканях, особенно если не произошло их явного перерождения.

Обычное УЗИ не видит разницы между изначально жестким и механически напряженным объектом, а это важно. Биологи знают, что механический стресс существует и изменяется во всех живых организмах, поэтому может служить критерием их нормальной работы.

Многие из окружающих нас материалов мягкие. Как и мы сами. В таких материалах звуковые волны распространяются немного по-другому, чем в твердых и упругих объектах, с которыми привыкли работать инженеры или строители. Как известно, звуковые волны бывают продольными, когда частицы вещества в них колеблются вдоль направления распространения, вперед-назад, и поперечными, когда перпендику-

лярно ему. Особенность мягких тел, которые способны сильно упруго растягиваться и сжиматься, состоит в том, что продольная волна движется в них со скоростью на порядки больше скорости поперечной.

Это свойство и позволило ученым, которые занимаются диагностикой напряжений в рельсах, придать новое качество ультразвуковому исследованию. Международная команда под руководством доктора Артура Говера (Artur Gower) с факультета механической инженерии Шеффилдского университета впервые создала неинвазивный метод определения напряжений в мягких объектах, в том числе во внутренних органах человека. Статья с описанием этого успеха появилась в журнале *Science Advances*.

Идея состоит в том, чтобы послать две поперечные звуковые волны в перпендикулярных направлениях. В направлении высокого напряжения волна будет двигаться быстрее. Измеряют же скорости двух волн с помощью продольной, распространяющейся на три порядка быстрее. Вычисление механических напряжений по разнице скоростей дает их абсолютные, а не относительные значения, и не требует знаний о механических характеристиках объекта. Авторы продемонстрировали это экспериментально, когда измерили одноосные и изгибные напряжения в гидрогеле, а также растягивающие напряжения внутри мышц.

Новый метод облегчит диагностику различных заболеваний внутренних органов, ведь изменения механических стрессов в них — это первый индикатор начальных нарушений. Метод позволит выявлять перерождение тканей, шрамы, застой крови и пр. После массового внедрения исследование облегчит раннюю диагностику заболеваний.

Похоже, мы скоро узнаем о появлении нового раздела медицины. Новый метод пригодится при разработке мягких бионических роботов, имплантов разного рода и т. п. Он позволит вести неразрушающий контроль биологических объектов в самых разных средах, *in vivo* и *in vitro*.

Выпуск подготовил
И. Иванов



А. Мотыляев

Микропластик: угроза или нет?

*Пластмассовый мир победил.
Макет оказался сильнее.
Последний кораблик остыл.
Последний фонарик устал...*

Егор Летов

У тех, кто занимается экопродукцией и вообще здоровым образом жизни, появилась новая страшилка: микропластик. В нездоровой промышленной пище он присутствует всегда, а вот в суперэкоздоровой — никогда, поэтому она дорогая, но того стоит. Микропластик действительно есть в пищевых продуктах, но он есть в любых продуктах. Однако сколь это опасно и опасно ли? Попробуем приглядеться к проблеме микропластика с помощью доклада, подготовленного в 2022 году силами экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), которые обобщили труд огромного числа исследовательских групп со всего мира.

Хемофобия как она есть

Я слушал интернет-семинар по экопчеловодству. Вел его человек, представившимся успешным экобизнесменом, изготавливающим и продающим дорогие продукты, чистые от всякой химии. Что такое в его понимании химия и как без нее можно сварить, скажем, суперэкомыло, если это процесс омыления жиров кислотой, установить не удалось. А вот понять, что его продукты очень дорогие по определению, потому что эко-, удалось.

В выступлении было много забавных хемофобских казусов вроде того, что мед нельзя откачивать



Иллюстрация Сергея Тюнина

в алюминиевой медогонке, потому что там же «оксид алюминия, ну вы понимаете» (напомним, что оксид алюминия химически инертен и вполне входит в состав эмульсий для лечения раздраженного желудка вроде Маалокса). Однако один тезис сильно заинтересовал: в неэкомеде много вредного микропластика, потому что пчеловоды накрывают рамки с сотами положком из полиэтиленовой пленки, а то и вовсе используют для изготовления ульев пенополиуретан или строительный пенополистирол (такие ульи весьма популярны, потому что они теплее, легче и зачастую дешевле, чем деревянные). А действительно, как обстоят дела с микропластиком в меду да в других продуктах?

Кулинары, похоже, пока что о микропластике в приготавливаемой еде не задумываются, но они точно знают, что такое хорошо, а что такое плохо. Например, совсем не трудно встретить на сайтах здорового питания такой пассаж: «по определению Всемирной организации здравоохранения, здоровое питание включает в себя фрукты и овощи, бобовые, цельные злаки и орехи». Или такой: «с каждым годом приверженцев здорового питания становится все больше. На рынке появляются природные аналоги искусственно произведенных продуктов. На полках супермаркетов встречается морская пищевая соль, польза которой очевидна». Как соль, вываренная из той же рапы, что и морская, оказалась в числе «неприродных искусственных продуктов» не очень понятно, оставим на совести автора цитаты.

«Ну, про мед и пластик понятно, а соль, яблоки и морковь тут при чем, откуда там какая-то химия? Ладно бы речь шла о пестицидах и удобрениях, а то ведь тема статьи микропластики», — спросит иной читатель. А вот сейчас узнает при чем.

Микропластик в интерьере Земли

Проблема микропластика возникла не одновременно с массовым внедрением синтетических материалов в нашу повседневную жизнь, а примерно десятилетие спустя, в 70-х годах XX века. И это было связано, скорее, не с самим появлением в глобальной экосистеме мелких и мельчайших частичек пластика из-за износа сделанных из него предметов, а с развитием и широким распространением точных методов анализа, например хороших микроскопов или спектрометров.

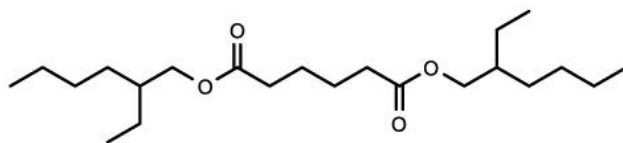
Поначалу исследователи ограничивались тем, что с помощью красителей разделяли частицы синтетической органики и природной. Сейчас же появились методы, которые не только видят микро- и наночастицы пластика, не только отличают их от природных пылинок и волоконца, но и определяют их состав, а равно фиксируют мельчайшие примеси, которые выходят из полимера и оказываются в продуктах питания.

В общем, к настоящему времени, благо прошло уже больше полувека эры полимеров, человечество вполне неплохо вооружено, чтобы сказать: «Нет разницы, применяешь ты пластик в своем производстве или нет. Твой продукт все равно будет содержать микроскопические и наноскопические частицы наиболее распространенных пластиков, а также имеющиеся в них функциональные добавки».

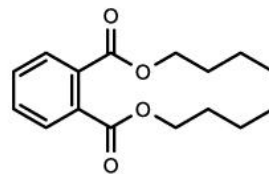
Порой про истинный источник такого загрязнения мы и не догадываемся. Возьмем элементарный полиэтилен, пленочное укрытие, которым огородники накрывают парники. Всем известно, что у него, да и у многих других массовых полимеров, есть неприятное качество, а именно биохимическая инертность. Никто, ни простейшие, ни бактерии, ни грибы, ни водоросли, не желают его потреблять, а если все-таки дело до этого доходит, то потребляют крайне медленно и с нескрываемым отвращением.

Казалось бы, какого подвоха можно ожидать от такого материала в плане биосовместимости? Максимум он станет хрупким под действием ультрафиолета и разрушится на мелкие, мельчайшие и ультрамелко-мельчайшие фрагменты и фрагментики. Ну да, засорит почву на века, но это же инертный засоритель. А вот и нет!

Оказывается, для того чтобы пленка была прочной, пластичной, устойчивой к ультрафиолету, в полиэтилен могут ввести немного добавок. Например, в роли пластификатора выступают диэтилгексиладипат (ДЕГА) и некоторые фталаты, например дибутилфталат (ДБФ). Часть таких добавок не связывается в полимерном материале, а остается в свободном состоянии. То есть способна мигрировать.



Диэтилгексиладипат (ДЕГА)



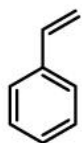
Дибутилфталат (ДБФ)

Конечно, все эти вещества сертифицированы для использования с пищевыми продуктами, однако есть допустимые дозы. Однажды исследователи из КНР решили разобраться, а что там, в растениях, которые живут под пленочным укрытием. И намерили, что в салате, сельдерее, листовой горчице содержание ДЕГА и ДБФ высоковато, больше, чем разрешают нормы ЕС и США: в горчице 5,84 мг/кг, в салате 3,49 мг/кг. Раз-

решенная же доза 300 мкг на кг веса для ДЕГА и 50 мкг для ДБФ, или, в пересчете на вес взрослого человека в 70 кг выходит 21 мг и 3,5 мг соответственно. То есть съесть за день килограмм таких салатных листьев не полезно. И что интересно, в почве фталатов меньше, чем в листьях: 2,38 мкг/кг. То есть пластификаторы испаряются из пленки, попадают в атмосферу и оттуда переходят в листья.

Судьба добавок

Упомянутый сюжет — лишь малая доля видимой части айсберга выщелачивания технологических добавок из полимеров при их соприкосновении с продуктами питания. Например, установлено, что упакованные курятина и говядина впитывают мономеры стирола, соответственно 2,6 и 5,6 мкг/кг. В упакованных сэндвичах, опять-таки с курятиной и говядиной, стирола больше: 16,3 и 10,7 мкг/кг. Видимо, этот стирол выходит из белых вспененных полистирольных лотков и подложек (на них кладут порционное мясо и оборачивают пленкой), в которых всегда есть немного непрореагировавшего мономера.



Стирол



Винилхлорид

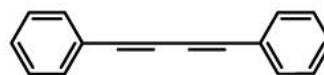
Впрочем, источник может быть и иной — плесень. Например, изучение итальянского сыра горгонзола с голубой плесенью показало: если он упакован в пластик, то содержание стирола в нем 803 мкг/кг, а если в фольгу, то 250 мкг/кг. Исследователи полагают, что в этом сыре стирол естественного происхождения: его синтезирует та самая голубая плесень. (Для любителей подробностей сообщаем, что факт производства стирола из фенилаланина за счет работы ферментов пенициллиновой плесени установили в 2007 году французские исследователи, желавшие разобраться: отчего у сыра порой появляется неприятный «целлулоидный» запах.) Любители выпить кофе из полистиролового стаканчика потребляют до 8 мкг стирола с каждым литром напитка.

В принципе, история со вполне съедобной горгонзоллой подсказывает, что указанные выше концентрации стирола, проникшего из упаковки в продукт, никак не могут сказаться на здоровье при разумном потреблении. Тем более что нормы ЕС допускают 60 мг стирола в килограмме съедобного продукта.

Если обернуть твердый жирный сыр в пвх-пленку, то из нее в поверхностный слой станет проникать уже знакомый пластификатор ДЕГА: за 250 часов его окажется около 15 мг на квадратный дециметр площади

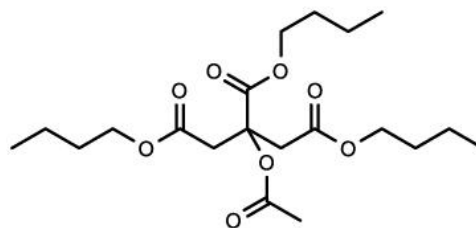
поверхности. Впрочем, далее поверхностного слоя это вещество не пройдет.

Прямых опытов по загрязнению мяса пластификаторами полиэтиленовой и полипропиленовой пленок, в которые любят упаковывать такую продукцию, пока не поставлено. Однако проведены опыты с модельным веществом, аналогом всех пластификаторов, дифенилбутадиеном. Его специально вводили в полиэтиленовую пленку, а затем заворачивали курятину и свинину. Ожидается, чем жирнее было мясо, чем выше температура хранения, тем больше оно поглощало модельного пластификатора: свиная шейка за 10 дней хранения в холодильнике забрала 90 мкг/дм², а постная курятина 11 мкг/дм². А всего в пленке было 491 мкг/дм².



1,4-дифенилбутадиен-1,3

Пластификаторы и антиоксиданты довольно легко переходят из упаковки в кукурузные, картофельные чипсы, а также в кексы и прочую выпечку. Так, пластификатор ацетилтрибутилцитрат присутствует в кукурузных чипсах и выпечке в количестве 2–7 мг/кг, а в картофельных преобладает диизобутилфталат в том же количестве. Интересно, что этот пластификатор для пищевых пленок не сертифицирован. Встречаются в чипсах и ДЕГА и другие фталаты. А в саке из пластиковой крышечки мигрирует до 7 мг/кг того же ацетилтрибутилцитрата.



Ацетилтрибутилцитрат

Впрочем, все эти концентрации совершенно незначительны. Расчет, выполненный с учетом средних рационов питания, дает следующее. Суммарное ежедневное потребление всех добавок, которые могли попасть в продукты из упаковки, составляет 0,003, 0,04 и 0,02 мг на килограмм веса соответственно взрослому, подростку и ребенку. Так что беспокоиться нечего.

Темное царство микропластиков

Выше речь шла о миграции веществ из, так сказать, макропластика. А что у нас с микропластиком? Очевидно, что у него гораздо более развита поверхность и, значит, миграция небезопасных добавок будет

идти гораздо эффективнее. Кроме того, опять-таки благодаря поверхности, микропластик сорбирует различные вещества из той же воды, и концентрация их способна вырасти многократно. Таким образом микрочастицы становятся средством транспорта в организм для различных загрязнителей.

Однако, как известно со времен М.В. Ломоносова, все зависит от пропорции: много ли этих частиц человек съедает каждый день, что это за частицы, в какой степени и чем они загрязнены. Попытаемся приглядеться к этому аспекту пластикового загрязнения нашей экосистемы, хотя сделать это весьма непросто. Причина в отсутствии стандартов.

Так, определение микропластика было дано в 2008 году. Это частицы размером менее 5 мм, которые живое существо проглотит и не заметит. Однако нижняя граница для микропластика, в сущности, не установлена, и получается, что каждый исследователь волен поставить эту границу, как он хочет, точнее, как позволяет разрешающая способность его аппаратуры. В результате выходит статья с сообщением, что измерено столько-то микрочастиц пластика. Затем группа каких-нибудь экспертов проводит обзор научной литературы, собирает сведения, кто сколько измерил за предыдущее десятилетие, усредняет, не вникая в методику работы, и получает полную чушь.

Вот яркий пример. По оценкам 2019 года, человек за год съедает 52 тысяч частиц микропластика, а если учитывать те, что он вдыхает, то суммарное количество потребляемого микропластика достигает 120 тысяч частиц. Так и написано во Введение к докладу ФАО 2022 года. Однако в 2019—2020 годах вышли свежие данные по пластиковому загрязнению бутилированной воды, а также овощей и фруктов. С учетом этих данных человек ежегодно съедает аж 29 миллиардов микрочастиц пластика!

Однако в той же работе написано, что вдыхает он не десятки тысяч, а всего две тысячи частиц микропластика в год. Очевидно, что тут взяты явно заниженные данные, 0,68 частиц на кубометр воздуха. Где-то может быть и так, однако другие исследователи дают разброс от одной штуки до трех тысяч частиц в кубометре воздуха. С учетом того, что человек за день пропускает через легкие 8,64 кубометров, верхняя оценка дает все девять миллионов пластиковых микрочастиц в год. И опять-таки неизвестно, а до какой нижней границы размеров были проведены эти подсчеты.

Как видно, наука о микропластиковом загрязнении делает лишь первые шаги, поэтому приходится ориентироваться на такие противоречивые и недостоверные данные. Но при этом держать в уме, что если речь идет о сотнях частиц, значит, исследователь измерял частицы размером в доли миллиметра, если о десятках тысяч — то размер измеряется в десятках микрон, ну а когда появляются миллионы и миллиарды, значит, имелся хороший автоматизированный микроскоп, различающий объекты в микроны, а то и сотни нанометров.

Итак, какими же частицами микропластика и в каком количестве приправлена наша еда?

Волокна в меду

Возьмем мед, с которого начат этот рассказ. Удивительно, но равноосных, или плоских, частиц микропластика от полиэтиленовых ведерок и полипропиленовых контейнеров, положков из полиэтиленовой пленки на рамках ульев или самих пенопластовых ульев в нем практически не замечено. А что есть? Пластиковые микроволокна. Откуда они могут взяться? Есть один очевидный источник — тканые холстики: не все покрывают рамки полиэтиленом, а экопчеловоды и вовсе пластик презируют. Однако холстики делают из льна, а синтетические волокна там могут быть по недоразумению, когда досталась ткань с добавками синтетических волокон, кто в пчеловодческом магазине разбирается в таких тонкостях? Еще есть пчеловоды, которые используют полипропиленовые тканые мешки из-под сахара.

Однако исследователи микропластика вообще не считают, что пластик в меду как-то связан с технологией пчеловодства. Единственное объяснение, которое им удалось найти, — пыль. Пыль оседает на цветках, пчела ее переносит в улей, и каким-то образом компоненты пыли оказываются в меду. Поскольку пластики вездесущи, в частности входят в состав тканей, того же агротекстиля, используемого в сельском хозяйстве, воздух повсеместно загрязнен его микроволокнами.

В общем, в килограмме немецкого меда находят от 10 до 336 микроволокон и от 2 до 83 равноосных фрагментов. К сожалению, хоть работы и проходили совсем недавно, в 2015 году, микропластик выявляли методом окрашивания и состав этих частиц и волокон неизвестен. В противном случае идентифицировать источник загрязнения было бы проще.

Приправа к рыбе

Море считается неиссякаемым источником микропластика, поскольку именно туда в конечном счете стекается переработанный пластиковый мусор, а также продукты его разрушения. И далее он логично оказывается в желудках морских обитателей. Если пластик тяжелый, например ПЭТ или ПВХ, то это будут желудки донных обитателей, а если легкий, вроде полиэтилена, полипропилена, то тех, кто плавает у поверхности.

Марикультура добавляет свою толику загрязнения, ведь садки оплетены пластиковыми канатами, для выращивания моллюсков и водорослей используют пластиковые тросы, которые подвешены на пенопластовых поплавках. В общем, много принадлежностей для получения морепродуктов сделано

из синтетических полимеров. А они разрушаются, например истираются, и получают микропластики, сконцентрированные в воде марикультуры фермы.

Неудивительно, что микропластики в морепродуктах вызывают особую озабоченность исследователей. В этой связи микропластик в морских организмах изучен неплохо; тут ученые не ограничиваются фиксацией наличия микрочастиц, но и измеряют их состав. Результат таков. В моллюсках оказалось больше всего полипропилена и пористого полистирола. Впрочем, и полиамиды вроде нейлона, и полиэфиры также присутствуют. В рыбе есть все массовые пластики фактически в соответствии с долями мирового производства. Лидеры — полиэтилен и полипропилен, за ними следуют полистирол, полиамид и поливинилхлорид.

К счастью, рыбу, за исключением мелких рыбешек, едят без потрохов и подавляющее большинство съеденного ею микропластика уходит в мусорное ведро. Но кое-что остается, и пропорция такая: если в килограмме непотрошеной рыбы имеется от 160 до 34 тысяч микрочастиц, то в съедобной части из них остается от 50 до 1850 микрочастиц. Наиболее сильно загрязнена речная рыба, обитающая в устьях крупных рек: там сосредоточивается много микропластика, раздробленного на своем длинном пути к морю.

Впрочем, источник микропластика может находиться вовсе не в воде. В консервированную рыбу попадают микропластики от промышленного оборудования, используемого при ее переработке, например — от пластиковых разделочных досок.

С моллюсками вопрос сложнее, ведь зачастую их поедают вместе с внутренностями. Измерения показывают, что в килограмме съедобных частей мидий и устриц, выращенных в садках, микропластика гораздо больше, чем в рыбе: 7—20 тысяч частиц. В диких ракушках микропластика меньше — около 4 тысяч частиц на килограмм. С учетом того, что в странах, где едят много моллюсков, а это Испания, Италия, Бельгия, за год съедают до 3 кг на человека, выходит, годовое потребление микропластика только с этим видом пищи составляет 12–60 тысяч микрочастиц пластика.

Впрочем, есть очень интересные соображения, которые свидетельствуют, что обращать внимание на эти частицы нет никакого смысла. Был проведен такой опыт. На кухне рядом с плитой поставили чашку Петри размером с мидию и ждали 20 минут, предполагая, что это время приготовления пищи; на чашку упало 5 микроволокон из воздуха. Затем ее перенесли на стол и подержали еще 20 минут — время потребления пищи; упало одно волокно, различие очевидно, связано с разной интенсивностью циркуляции воздуха.

В общем, выходит, что на тарелку диаметром 12,5 см за время ужина упадет 114 микрочастиц, а в сковородку при приготовлении пищи в пять раз больше. Конечно, это могли быть вполне природные микроволокна, однако есть оценка: треть микропластиков домашней пыли ныне предоставлены пластиком.

Значит, за год человек съест почти 14 тысяч частиц, упавших в тарелку, и 60 тысяч, упавших в сковородку. Так что полученная от съедания ракушек доза пренебрежимо мала.

Чистота соли

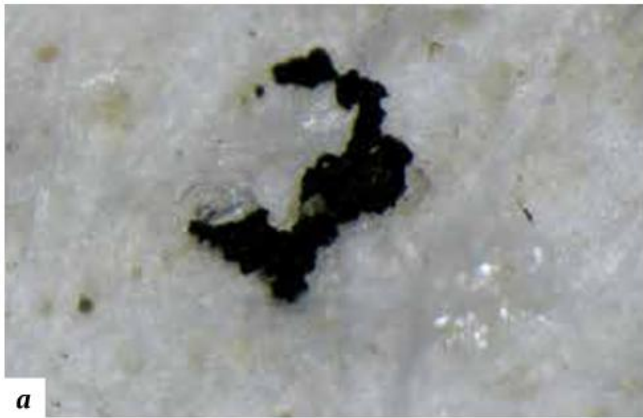
Как нетрудно догадаться, микропластик из загрязненной им морской воды неизбежно оказывается в той самой, безусловно, полезной морской соли, которую получают просто выпариванием воды на солнце и не подвергают серьезной очистке с перекристаллизацией. И действительно, изучение соли из разных стран показало, что чем грязнее вода у берегов страны, тем больше пластика в соли. Лидер — Индонезия с 12 тысячами микрочастиц пластика в килограмме соли, за ней идет соль с побережья острова Тайвань — полторы тысячи. В килограмме европейской морской соли насчитывают десятки микрочастиц.

На основании этих данных даже сделано предположение, что соль может служить индикатором пластикового загрязнения прибрежных вод и европейские воды гораздо чище азиатских. Однако есть и иные исследования, например йодированной соли производства Италии и Хорватии. Они показывают, что, независимо от цены и бренда, микропластик в такой соли исчисляется тысячами штук в килограмме, лидером же стала Хорватия с 13—20 тысячами микропластиков.

Значит ли это, что хорватская Адриатика очень грязная? Нет. Если считать только частицы размером больше 500 мкм, то легко удастся выйти на типичные показатели по ЕС в десятки микропластиков на килограмм морской соли. А если взять микроскоп получше и сосчитать микронные частицы, то и выйдут тысячи. Интересно, что итальянская соль с загрязнением 1,6—8,1 тысяч микропластиков на килограмм содержит микропластик разнообразных форм с минимальным размером 4 мкм, а в хорватской соли доминируют волокна полипропилена минимального размера около 24 микрон, причем так во всех изученных образцах.

Авторы исследования предполагают, что волокна нападали с одежды работников при фасовке соли либо из тары, ведь хорваты упаковывают ее в пластиковые пакетики, а итальянцы — в картонные. Однако, скорее всего, это волокна от оптовой тары — тканых мешков, которые как раз делают из полипропилена.

Казалось бы, каменная соль, образовавшаяся в древности, когда никакого пластика не было, должна быть чиста от микропластика. Нет, это предположение неверно. В такой соли находят до 9–16 микропластиков на килограмм, которые предположительно попали в продукт при переработке и фасовке. Сахар тоже бывает загрязнен пластиковыми микроволокнами — 300—500 штук на килограмм; скорее всего, это волокна из тех же полипропиленовых мешков. Очевидно, что с учетом объемов потребления соли



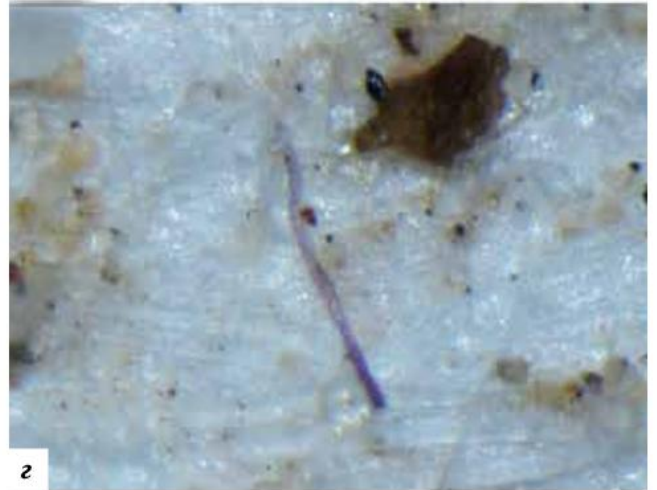
a



б



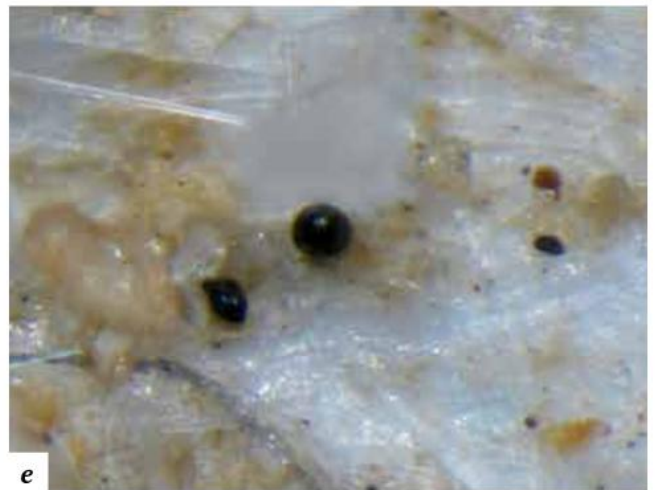
в



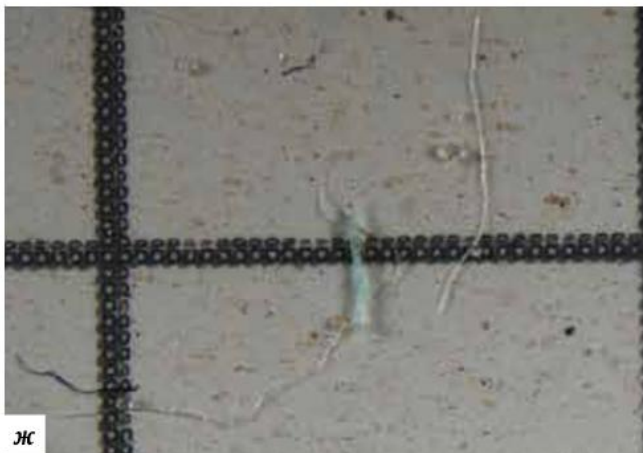
г



д



е



ж



з

◀ В итальянской соли (а-г) встречаются микрочастицы пластика разнообразных форм, а в хорватской хоть и гораздо больше числом, но разнообразием меньше, сплошные волокна. *Monia Renzi, Andrea Blašković, Marine Pollution Bulletin, 2018*

и сахара всем этим пластиком можно смело пренебречь, но запомнить: даже в таких продуктах микропластик имеется.

Короли царства микропластиков

Микропластик, происходящий из тары и технологического оборудования, — тот самый пластик, что находят в бутилированных напитках. Как правило, его частицы имеют форму микрогранул; он явно не связан с текстильными волокнами, витающими в атмосфере любых помещений. Первые работы показывали, что пластика в напитках немного. Так, в литре пива — от 2 до 112 микрочастиц, минеральной воде — до 60 микрочастиц, в водопроводной — менее 15. Как правило, это ПЭТ из самой бутылки и полипропилен из крышки.

Другие пластики в напитках редки, они могут взяться из материала труб и сосудов для хранения воды. Самое большое загрязнение дают многоцветные пластиковые бутылки: напитки, расфасованные в них, имеют в своем составе во много раз больше микропластика, чем в новых бутылках, — до 15 тысяч микрочастиц на литр.

Казалось бы, сотня микрочастиц на литр — совсем немного, пей пиво, минералку и ни о чем не думай. Увы, тут сказилось уже отмеченное пребывание науки о микропластике в младенческом возрасте. Исследование 2019 года показало, что в литре итальянской минеральной воды из пластиковых бутылок содержатся не сотни и не тысячи, а за полсотни миллионов микрочастиц! Причина все та же — учет разных размеров: итальянцы в своей работе считали мелкие частицы, размером от 0,5 до 10 мкм, а ранее смотрели на крупные.

Казалось бы, сотни тысяч микрочастиц пластика, потребляемые с каждым глотком минеральной воды, — это нечто чудовищное. Однако пересчет в граммы дает максимум один миллиграмм микропластика в литре или ежедневное потребление с водой 40 мкг пластика на килограмм веса человека. Отсюда сразу же следует, что никакие добавки, которые могут выделиться из микропластика, никакие шубы из сорбированных на них веществ не способны нанести вред здоровью, ведь вес и добавок, и шуб составляет ничтожную долю от веса самих частиц, которые их переносят. То есть выходит наногаммы на килограмм веса человека.

Удивительно, но очень грязными, гораздо грязнее морепродуктов, оказались продукты, на которые совсем уж не подумаешь, так сказать, образец естественности и полезности, — овощи и фрукты. Так, в одном килограмме яблок и груш может содержаться почти по 2 миллиона микрочастиц пластика. В килограмме моркови — 1 миллион, брокколи — 1,2 миллиона, в листьях салата 500 тысяч микрочастиц. Интересен их размер — около 2 микрон независимо от овоща и фрукта. Это вполне соответствует диаметру сосудов в тканях растений — 4–100 мкм. То есть частицы микропластика явно попадают в плоды, двигаясь с соками.

Источник пока что неясен, но выбор невелик: почва и воздух. Откуда и там, и там, а овощи-фрукты для исследования покупали в лавках вполне сельской Катании, что на востоке Сицилии, столько микропластика, не очень понятно. Единственное, что приходит в голову, — системы мульчирования нетканым агротекстилем и орошения, в частности капельного, которое делают именно из пластиковых труб, трубок, трубочек, а обитатели почвы охотно этот пластик грызут, приводя в негодность. Разрушают трубки и прорастающие внутрь них корни растений. Чтобы не бороться с повреждениями, многие трубки так и делают одноразовыми — их укладывают ежегодно, отправляя отслужившие на свалку.

Как бы то ни было, из всех изученных овощей и фруктов яблоки дают наибольшую ежедневную дозу потребления микропластика на единицу веса тела — 462 тысячи штук для взрослого и 1 миллион 410 тысяч для ребенка, что и понятно: яблок они съедают поровну, а веса тел сильно отличаются. Это в обоих случаях значительно меньше потребления микропластика с бутилированными напитками — 1,5 миллиона и 34 миллиона соответственно.

Так, на основании свежайших исследований, именно бутилированные в пластиковую тару напитки оказываются главным источником микропластика в наших организмах. На втором месте, как видно, фрукты — овощи, а на третьем — домашняя пыль, падающая в тарелки, открытые кастрюли и сковородки при приготовлении пищи. На фоне этих пластиков, неизбежно имеющих в самой распространенной пище, нет смысла задумываться о пластике в соли, меду или той же рыбе. Согласно имеющимся данным, этой долей можно смело пренебречь.

Как жить с пластиком?

Что же со всем этим счастьем нам теперь делать? Есть ли повод для беспокойства? Прямого ответа на этот вопрос нет, однако имеются общие соображения. Главное из них гласит: важнейшая характеристика — это размер пластиковой частицы. Сейчас на основании имеющихся опытов, которые проводили не с участием людей, а на рыбах и рачках, в редких

случаях на мышах, можно утверждать: все те микропластики, о которых шла речь выше, неспособны преодолеть стенку кишечника. И значит, благополучно выходят с калом.

Возможную опасность представляют частицы размером в полмикрона и менее, то есть нанопластик. Вот они могут просачиваться сквозь стенку кишечника, попадать в межклеточный матрикс, оказываться в крови и далее попадать в клетки различных тканей, прежде всего печени. Результат опять-таки не очень ясный.

Прежде всего исследователи предполагают, что нанопластик может вызвать иммунную реакцию, ведь размер таких частиц соответствует размеру клеток бактерий, грибов и частиц вирусов, а некоторые клетки иммунной системы как раз и предназначены для поглощения частиц этого размера. Да и не только иммунные клетки умеют так делать. Предположение не лишено оснований: частицы полистирола, полиэтилена, ПВХ размером 100—500 нм вызвали признаки иммунной реакции у отдельных культур клеток рыб, либо будучи впрыснутыми в икринки. Правда, их содержание было во много раз больше, чем содержится в пище или в воде, где живут рыбы.

Наночастица пластика, попавшая внутрь какой-то клетки, также способна вызвать неприятности. Так, она соединяется с некоторым белками, обрастает так называемой короной, чем вносит искажения в работу клеточной машины. Расположенные в частице добавки, несмотря на всю ничтожность своего содержания, могут вызвать выработку активных форм кислорода, а значит приведут к окислительному стрессу.

И действительно, если рачков держали в воде с большим, в сотни микрограмм или даже в целый миллиграмм наночастиц полистирола на литр, то у них начиналась повышенная выработка антиоксидантов, причем интенсивность синтеза зависела от размера наночастиц: наиболее сильна реакция на частицы диаметром 50 нм. Высокая, в десятки миллиграммов в литре воды, концентрация нанопластика приводит уже и к явно видимым поражениям печени рачков, правда, такой концентрации нет в природе.

Как все эти данные переводить на здоровье человека, пока не знает никто. Очевидно, что сделать это непросто. Интригу добавляет и тот факт, что пока исследователи больше сосредоточены не на нанопластике, а на микро-, который, как было сказано, скорее всего, проходит по желудочно-кишечному тракту и в организм не проникает. Не ожидает ли их сюрприз, как это случилось с солью и бутилированной водой, когда снижение нижнего предела размера определяемых частиц увеличило их число в этих продуктах во многие тысячи раз, не очень ясно. Тут вся надежда на улучшение качества приборов, используемых в таких исследованиях.

Как бы то ни было, пока что не выработаны никакие рекомендации, ни международные, ни национальные, по нормированию содержания микро- и нанопласти-

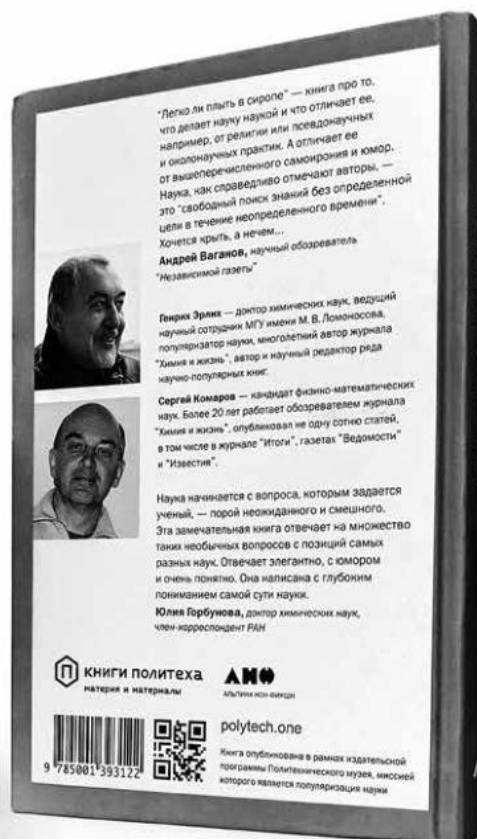
ков в пище. Единственная рекомендация принята австралийцами — ограничивать содержание микропластиков в косметике, поскольку через сточные воды они попадают к водным обитателям и далее следуют по пищевой цепи. Более-менее подробные рекомендации и нормативы касаются веществ, которые могут выходить из пластиковой упаковки и переходить в продукты питания. В общем, у специалистов имеется непаханое поле, на котором они могут ярко проявить свои способности, выясняя непростые отношения микро- и нанопластиков с живыми существами и, прежде всего, с человеком.

Ну а пока они пашут, праздно публике нужно осознать простую мысль. С середины XX века мы живем в мире, где есть синтетические полимеры, созданные человеком и без человека не существующие. Это время не так давно было принято с гордостью называть эрой полимеров. Сейчас такое название несколько забылось, однако именно оно как нельзя лучше передает суть нашего времени.

Пластики не просто ворвались в историю человеческого общества, позволив создать вещи, без которых современная цивилизация немыслима. Они в прямом смысле слова вошли в жизнь человека, не только заполнив пластиковыми предметами окружающую его среду, но и попав в организмы всех живых существ. Сейчас нет никакой возможности спрятаться от пластика, особенно в микро- и наноформе. Даже забравшись на крышу мира, Тибетское нагорье, что лежит на высоте 4877 метров и где живут разве что буддийские монахи с плотностью один человек на квадратный километр. Даже там, зачерпнув воду из горной реки, человек обнаружит до 2686 микрочастиц пластика в кубометре воды.

В этой ситуации глупо искать какой-то оазис, какой-то продукт, где нет микропластика. Такого просто нет, даже если в производстве пластик не применяют, а все работники одеты исключительно в экоодежду из чистого льна и хлопка. Микрочастицы пластика обязательно прилетят с движениями воздуха, приплывут с водой, проникнут из почвы по сосудам растений. Пока нет никаких научных данных, что частицы микропластика при имеющихся в продуктах и в природе концентрациях способны оказать в какой-то степени различимое влияние на здоровье человека.

В сущности, если не разводить хемофобию, они оказываются небольшой добавкой к общему объему природной пыли, с которой человек сталкивался на протяжении всей своей истории, а также к техногенной пыли от износа металлов, текстиля, посуды, стройматериалов, продуктов горения дров и другого топлива. В общем — ко всем тем микро- и наночастицам, что появились в нашем окружении с возникновением технической цивилизации. Будучи компонентом этой самой техногенной пыли, с которой человечество вполне справилось, вряд ли микропластики обещают какие-то сюрпризы.



Книги

Легко ли плыть в сиропе?

**Откуда берутся странные
научные открытия**

Генрих ЭРЛИХ, Сергей КОМАРОВ

Альпина нон-фикшн, 2021



Очередная прекрасная
книга наших авторов

ИЗ КНИГИ ВЫ УЗНАЕТЕ:

- **ЗАЧЕМ** годами смотреть на каплю битума, считать сперматозоиды в кока-коле, коллективно думать о мире или выбирать начальника жребием?
- **ПОЧЕМУ** настоящий ученый не побоится влезть в шкуру козла, заселить клещей в свое ухо, полвека хрустеть пальцами одной руки или жалить себя пчелами в самые разные места?
- **КАК** работают приманиватель молодежи, отпугиватель голубей, переводчик со звериного, поцелуи, мнимые числа и, вообще, легко ли плыть в сиропе...



Как осьминоги пробуют жертву на вкус

Представьте ситуацию. Перед вами стоит закрытая коробка с дыркой в стенке. В коробке лежит еда. Но вы ее не видите. Вы только можете запустить руку в дырку и эту еду потрогать.

И вот вы засовываете руку, трогаете это нечто мягкой консистенции и понимаете, что эта еда — очень вкусная, сладкая с кислинкой, мягкая, прямо бальзам для вкусовых сосочков на языке. Или — что это очень калорийная еда, а точнее — поджаренный кусок мяса, в меру соленый и перченый.

Картина фантастическая, потому что человек не обладает такими способностями. Его руки — для тактильных, а не вкусовых ощущений. Природа предусмотрела для человека зрение, обоняние и развитый мозг. Этого достаточно, чтобы не засовывать в рот всякую гадость.

А вот осьминог отлично справляется с таким фокусом. Года два назад ученые из Гарвардского университета обнаружили, что осьминоги способны пробовать свою добычу на вкус, прежде чем съесть. И делают они это щупальцами.

Осьминоги, как правило, охотятся «вслепую» — просовывают свои конечности в отверстия и щели, чтобы найти спрятавшуюся добычу на темном дне. Мудрая природа предусмотрела это и снабдила осьминогов тестовой системой, чтобы он не тащил всякую ядовитую дрянь в рот.

Головоногие моллюски, а это осьминоги и кальмары, всегда восхищали нейробиологов. У осьминогов, например, в руках-щупальцах больше нейронов, чем в центральном мозге. Поэтому каждая рука может работать независимо, как будто у нее есть свой собственный мозг.

Вообще, исследователи давно знали, что сотни присосок на каждом щупальце постоянно анализируют воду вокруг и пробуют ее на вкус. То есть оценивают свою среду обитания. Но теперь предстояло понять, как щупальца определяют вкус добычи.

Молекулярные биологи из Гарвардского университета в Кембридже обнаружили на поверхности клеток, выстилающих присоски осьминога, полые трубочки, сложенные из пяти разных белков. Они и были рецепторами вкуса.

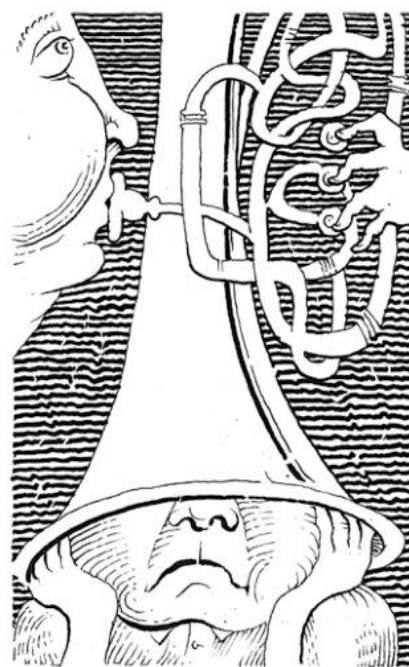
Эти пять белков можно комбинировать в разных соотношениях. И это будут миллионы комбинаций, которые определяют миллионы разных вкусов. Регулируют синтез этих белков 26 генов в геноме осьминога.

Исследователи обнаружили, что эти рецепторы предпочитают связываться с «жирными» молекулами, которые не растворяются в воде. Именно жирные вещества находятся на коже рыб и другой живности. Эти рецепторы пробуют на вкус поверхность жертвы и тут же сообщают, можно ее есть или нельзя.

Аналогичные рецепторы есть и в присосках полосатого клецкообразного кальмара. Что неудивительно, ведь они в прошлом родственники: предки осьминогов и кальмаров разошлись около 300 миллионов лет назад и стали эволюционировать самостоятельно. Правда, рецепторы кальмара реагируют только на молекулы, которые создают горький вкус. Почему такая разница?

В природе все имеет смысл. Кальмары плавают в воде и видят свою добычу. Рецепторы на щупальцах помогают им отличать горькую, а значит — ядовитую добычу. Это на глаз не всегда распознаешь. А для осьминогов, которые, как правило, сидят в темноте на морском дне, плохо видят и потому ощупывают добычу, наличие множества чувствительных присосок имеет решающее значение.

Вот и получается, что щупальца осьминога универсальны. Это не только руки, не только глаза, но еще и язык. Природа не перестает удивлять и восхищать.



Не слышно шуму городского

Вы никогда не слышали сочинение для вольного состава инструментов, которое называется «4'33''» («Четыре минуты тридцать три секунды»)? Его создал в 1952 году американский композитор и философ Джон Кейдж. Мне довелось послушать его на концерте в церкви Святого Мартина на Трафальгарской

площади в центре Лондона. Место в данном случае имеет значение. И вы сейчас поймете почему.

Концерт был прекрасный. И вот конферансье объявляет: «Джон Кейдж, "Четыре тридцать три"». Все музыканты встают и уходят со сцены. Появляется дирижер, взмахивает палочкой и тоже уходит. И публика остается наедине сама с собой, а точнее, по замыслу автора, с тишиной, чтобы слушать ее в течение четырех с половиной минут, — мельчайшие шорохи, скрипы, покашливание, шепот.

Но ничего этого в церкви Святого Мартина не было слышно. Все заглушало громкое буханье низких частот, которое прорывалось в концертный зал с улицы, где возле колонны Нельсона начался концерт какой-то рок-группы. Да еще крики толпы. Публика в зале смущенно переглядывалась, кто-то осторожно хихикал. Большинство честно и безуспешно старалось проникнуться замыслом автора.

Прав был Кейдж — тишина действительно безгранична в своем многообразии. Хотя, на мой взгляд, да простят меня музыкальные критики, тишина вместо музыки — это авангардный выпендрей. Недаром Кейджа называли «Малевичем в музыке». Однако эта история, которую я рассказала, ясно дала понять, что скрыться от шума в городе сегодня очень трудно.

Не слышно шума городского.

Над Невской башней тишина...

Эти времена Блока ушли безвозвратно.

Самый шумный крупный город Европы — это по-прежнему Париж. Теперь он не только город любви, но и шума. По данным Европейского агентства по окружающей среде, 5,5 миллиона человек в Париже страдают от ночного шума, превышающего 55 децибел. Всемирная организация здравоохранения рекомендует не более 40 децибел в ночное время. Это эквивалентно небольшому дождю, шуршащему за окном.

Казалось бы, не так уж и велика разница между 40 и 55 децибелами. Но это так кажется, потому что в основе единицы лежит десятичный логарифм.

Поэтому интенсивность звука и звуковое давление увеличиваются не линейно, а логарифмически — в десятки, сотни и тысячи раз. Например, если громкость звука возросла на 10 дБ, то это значит, что интенсивность звука возросла в 10 раз, а звуковое давление — приблизительно в 3,16 раза. Вот почему 60 децибел — это не вдвое больше, чем 30, а примерно в 1000 раз.

В Париже в «черную зону» с уровнем шума свыше 70 дБ попадает более 7% территории города. Это в два с половиной раза больше, чем в Лондоне или Берлине. А в зону акустического комфорта, где максимальный уровень шума не достигает и 55 дБ, отнесено всего 17% городской площади. Причем если утром в городе шумно из-за транспорта, то вечерами в Париже гудят толпы туристов и гремит музыка.

Львиная доля шума в Европе исходит от автомобильного транспорта, и только после этого следуют самолеты и железные дороги. Исследователи обнаружили, что наибольший шум в ночном Париже вызывают мотоциклы, работающие на холостом ходу.

Рев мотоциклов по ночам, который прекрасно слышен и в Москве, не только доставляет неприятности, но и вредит здоровью. Это не только нарушения слуха, но и стресс, за которым следуют высокое кровяное давление и сердечно-сосудистые заболевания. Один только шум стоит парижанам почти целого года жизни. По оценкам ВОЗ, в странах Западной Европы каждый четвертый житель постоянно подвергается воздействию звуков чрезмерной громкости.

В Нью-Йорке девять из десяти взрослых окружены постоянным шумовым загрязнением. Гудки такси на забитых улицах, круглосуточные сирены, отбойные молотки на строительных площадках и бурная ночная жизнь людей... Не хотела бы я жить в Нью-Йорке — этот город никогда не спит.

Но некоторые, особенно молодежь, добровольно подвергают себя риску воздействия сильных шумов. Я говорю о различных современных

фестивалях рок-музыки. Один такой популярный в Европе ежегодный рок-фестиваль уже более 50 лет проходит в Роскилле в Дании. Площадка фестиваля занимает 80 га, гости живут в палаточном лагере. Сюда приезжают рок-группы и джаз-банды со всего мира. Зрителей собирается неимоверное количество — больше ста тысяч человек. И грохот здесь стоит конкретный. В течение четырех дней.

На одном из последних фестивалей команда исследователей Датского технического университета провела эксперимент — установила на поле фестиваля так называемый звуковой кристалл, Sonic Crystal. И не один.

Выглядит он как очень правильный голый лес из примерно 100 деревянных столбов высотой три метра. Установлены они не абы как, а в строгом порядке, напоминающем расположение атомов в кристалле, скажем, поваренной соли. Если звук попадает в такой антишумовой лес, то звуковые волны отражаются и рассеиваются от одного столба к другому. При этом падающие и отраженные звуки часто стирают друг друга.

Конструкция выглядит довольно простой. Но на самом деле она очень точно спланирована. Ученые рассчитали толщину этих антишумовых столбов, их поперечное сечение и расстояние друг от друга, чтобы они поглощали звук.

Как правило, расстояние между столбами должно быть меньше половины длины волны звука, с которым борется звуковой кристалл. Вот почему каждый отдельный Sonic Crystal может фильтровать только определенные звуки.

Ученые расположили на площадке фестиваля звуковые кристаллы для подавления разных звуков. Скажем, звуковой кристалл из толстых столбов квадратного сечения, расположенных на расстоянии 30 сантиметров друг от друга, поглощал в основном басы и пропускал высокие ноты. А высокие звуки, в свою очередь, поглощал другой звуковой кристалл, составленный из круглых кольев, расположенных вплотную друг к другу.

Посетители рок-фестиваля могли ходить внутри этих антишумовых лесов, в центре которых стоял динамик и транслировал музыку, написанную специально для этого эксперимента. Понятно, что одно и то же произведение в разных звуковых кристаллах звучало по-разному, потому что они поглощали либо высокие, либо низкие звуковые частоты.

Ученые говорят, что если такие антишумовые конструкции построить между концертными площадками на рок-фестивале, то музыкальные группы не будут заглушать друг друга.

Можно ли использовать эти конструкции против городского шума? Теоретически можно, но сложно. Каждый такой звуковой кристалл, или антишумовой лес, ученые рассчитывают и адаптируют к вполне определенной частоте звука. Это дорого, да и места в городах не найдешь.

А вот в городских парках это может сработать. Там можно было бы разместить несколько больших звуковых кристаллов в качестве барьера, и они бы защитили парк от внешних городских шумов.

Но еще лучше вместо столбов и кольев посадить в узлах кристаллической решетки большие деревья. Тогда никто бы из горожан и посетителей парков и не понял бы, что это не просто лес, а антишумовой звуковой кристалл. Еще в 2006 году испанские математики подтвердили, что деревья, посаженные в стиле Sonic Crystal, поглощают низкие тона лучше, чем городские леса, посаженные абы как.

Думаю, что в таком антишумовом лесу произведение Джона Кейджа «4'33"», с которого я начала рассказ, звучало бы идеально. А кстати, знаете, почему оно так называется? Есть гипотеза, что 4 минуты 33 секунды — это 273 секунды. Ничего не напоминает?

Правильно, это температура абсолютного нуля по шкале Кельвина. При такой температуре прекращается движение частиц. Это абсолютное ничто. Так что 273 — это своего рода метафора тишины, которой сегодня так не хватает жителям больших городов.



Что общего у человека и летучей мыши?

Как вы думаете, что общего у человека и летучей мыши? Да в общем-то почти ничего. Мы не висим вниз головой, когда спим. Мы не впадаем в спячку и не летаем со скоростью сапсана — 160 км в час. Кстати, летучие мыши, в отличие от людей, не враждуют между собой и не устраивают потасовок за корм и территорию. Они никогда не нападают на нас, но потенциально опасны, поскольку могут переносить страшные вирусы.

У летучих мышей ускоренный обмен веществ, не чета человеческому, поэтому они должны есть много и часто. К примеру, летучая мышь среднего размера за ночь может съесть около 600 комаров. Это все равно, что 20 пицц для человека.

Летучие мыши дружно живут в больших поселениях. Причем мыши всегда вылетают из укрытия в левую сторону от входа. А вылетают они ночью, на охоту. Кто-то охотится на насекомых, кто-то летит за нектаром, пыльцой и плодами растений. А вампиры, есть такая разновидность летучих мышей, ищут животных, чтобы

присосаться к ним и попить теплой кровушки. Кстати, из людей они кровь не пьют.

Как видите, ничего общего и нет. Но недавние исследования биологов все-таки нашли нечто, что объединяет людей и летучих мышей. Оказывается, с возрастом, по мере старения, летучие мыши начинают терять слух так же, как и человек.

Вы скажете, что ж тут необычного — многие млекопитающие в старости теряют слух. Чем летучие мыши лучше? А вот ученые полагали, что летучих мышей миновала чаша сия, потому что слух для них критически важен. Это не только слух, но и своего рода зрение.

Дело в том, что летучие мыши перемещаются и обнаруживают свою добычу с помощью эхолокации. Мышь издает очень громкий короткий ультразвук и слушает эхо, когда звук отразится от объекта. А объекты — это не только деревья, дома, столбы и мосты, но и летающие насекомые, то есть еда летучих мышей.

Звуковой импульс длится всего несколько тысячных долей секунды. Потом мышь делает паузу, чтобы прислушаться к эху. Это эхо и время, через которое оно возвращается, несут много информации — что это за объект (тип насекомого, его размер), где он, с какой скоростью движется и какова разница в скоростях мыши и насекомого. Так летучая мышь отслеживает свою добычу.

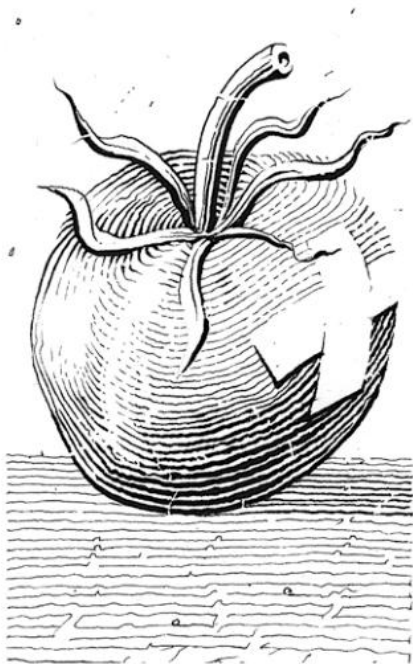
Ученые из Тель-Авивского университета оценили возраст 47 диких летучих мышей — измерили накопление возрастных химических маркеров в их ДНК. А потом проверили их слух, наблюдая за реакцией их мозга на разные звуки. Оказалось, что у пожилых мышей слух был явно ослаблен. Мыши, как и стареющие люди, хуже слышали высокие звуковые частоты. Более того, летучие мыши теряют слух с той же скоростью, что и люди, — примерно один децибел в год. И механизм похожий — замедляется работа слуховых нервов, меняется структура и функциональность улитки внутреннего уха.

Почему мыши теряют слух? Ученые установили микрофоны в их пещерах

и обнаружили, что летучие мыши постоянно подвергаются воздействию более 100 дБ шума (эквивалент звука, производимого мотоциклом или бензопилой). Если бы человек жил в таких условиях каждый день, то быстро бы оглох.

Но у мышей, похоже, есть какой-то защитный механизм, который уберегает их от громких звуков низкой частоты и смягчает воздействие высоких звуков, ультразвуков. То есть у мышей природа предусмотрела какие-то особые приспособления, чтобы адаптироваться к очень шумной среде.

Надеемся, что летучие мыши дадут людям обнадеживающие подсказки, которые мы сможем использовать для защиты слуха людей. Не зря же в Китае летучих мышей считают сугубо положительными зверьками, которые приносят радость и счастье.



Диагностический пластырь для помидоров

Все живое периодически болеет. И растения — не исключение. Это хорошо знают дачники, садоводы-огородники и фермеры. Болезни сельскохозяйственных культур — всякие гнили, пар-

ши, пятнистости, ржавчины — могут свести на нет любой урожай. Поэтому очень понятно желание фермера и садовода как можно раньше узнать о том, что растение заболело, и срочно принять меры.

Но можно ли узнать о болезни растения, если нет никаких внешних признаков? Можно, потому что есть признаки внутренние. Просто надо их увидеть. Любая болезнь вмешивается в работу живого организма, в его метаболизм, в его биохимию. В результате появляется совершенно не типичный набор летучих органических соединений, которые выделяют растения в окружающую среду. Причем для каждой болезни — своя комбинация летучих органических соединений.

Вот на них-то и стоит посмотреть. И не только на них. Хорошо бы измерить температуру, посмотреть на влагообмен растения. В общем — провести диспансеризацию по полной, причем не сходя с грядки.

Исследователи из Университета Северной Каролины разработали электронный пластырь для растений. Пластырь небольшой, три на три сантиметра. Его изготавливают из гибкого прозрачного материала, в который встроены разные датчики и электроды из серебряной проволоки. Эти пластыри размещают на нижней стороне листьев, потому что там больше всего устьиц-пор, через которые растения дышат и обмениваются веществами с окружающей средой.

Электронные пластыри с разными комбинациями датчиков испытывали на растениях томатов в теплицах. Ради исследования растения заразили вирусом пятнистого увядания томатов, его еще называют вирусом бронзовости томатов, и разными фитоторозами. Ученые также выделили группу растений, чтобы исследовать их в стрессовых условиях — при переувлажнении, засухе, недостатке света и высокой концентрации соли в воде.

Потом все показания датчиков собрали, призвали на помощь искусственный интеллект и определили, какие комбинации датчиков лучше и быстрее всех обнаруживают болезни или абиотический стресс.

Результаты получились многообещающими по всем пунктам исследования. Например, используя комбинацию из трех датчиков, ученые обнаружили, что растение заболело пятнистым увяданием томатов на четвертый день после того, как его заразили этим вирусом. Никаких внешних симптомов не было — они обычно появляются через две недели после заражения. Только тогда фермеры и огородники их обнаруживают и начинают бить тревогу. Электронный пластырь разглядел болезнь на 10 дней раньше, когда ничто не намекало на беду.

Что будут делать фермеры и садоводы-огородники, когда получат такую информацию? Как минимум они примут гигиенические меры, чтобы помешать инфекции, вирусной или грибковой, распространяться на другие растения вокруг. Для каждой инфекции — свои алгоритмы борьбы.

Точно так же электронный пластырь подает сигнал, что вода для орошения слишком соленая, или воды слишком мало, или растению мало света, поэтому оно в стрессе. И тут ответные действия фермеров очевидны.

Исследователи говорят, что скоро диагностические пластыри попадут к производителям овощей и фруктов. Но прежде надо еще кое-что доработать. Во-первых, надо сделать пластыри беспроводными, что относительно просто. А во-вторых, необходимо убедиться, что пластыри будут надежно работать в полевых условиях, за пределами теплиц.

Флаг им в руки и удачи на трудном пути внедрения гениальной разработки в суровую придирчивую жизнь. Я, правда, не очень представляю, как это будет работать на огромных помидорных полях, где тысячи растений. Но, с другой стороны, я и не фермер и даже не садовод-огородник. Поэтому искренне желаю всем большого урожая.

Подборку подготовила
Л. Стрельникова

Иллюстрации —
Петра Перевезенцева

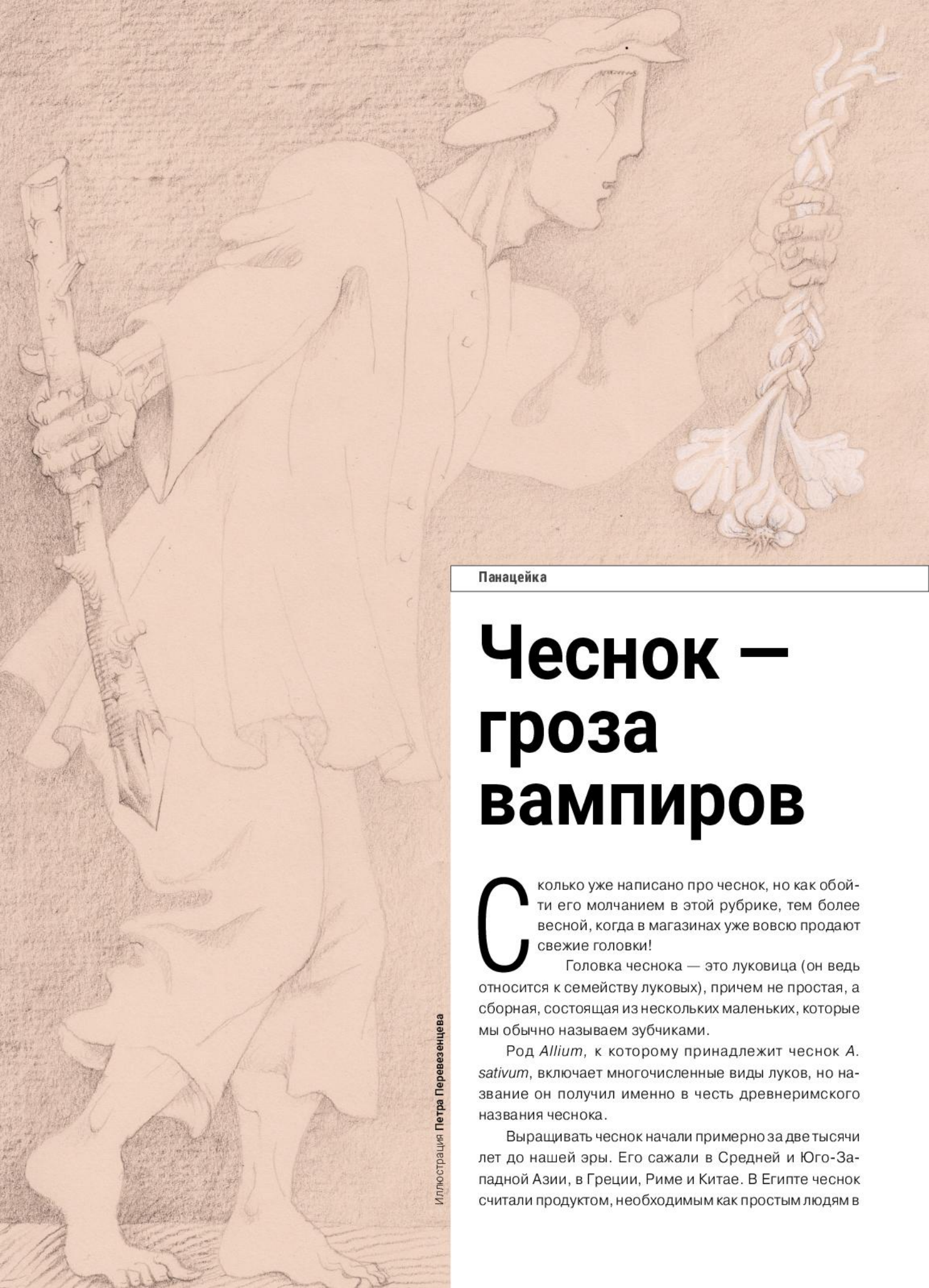


Иллюстрация Петра Перевезенцева

Панацейка

Чеснок — гроза вампиров

Сколько уже написано про чеснок, но как обойти его молчанием в этой рубрике, тем более весной, когда в магазинах уже вовсю продают свежие головки!

Головка чеснока — это луковица (он ведь относится к семейству луковых), причем не простая, а сборная, состоящая из нескольких маленьких, которые мы обычно называем зубчиками.

Род *Allium*, к которому принадлежит чеснок *A. sativum*, включает многочисленные виды луков, но название он получил именно в честь древнеримского названия чеснока.

Выращивать чеснок начали примерно за две тысячи лет до нашей эры. Его сажали в Средней и Юго-Западной Азии, в Греции, Риме и Китае. В Египте чеснок считали продуктом, необходимым как простым людям в

повседневном рационе, так и царям в загробном мире: в гробнице Тутанхамона сохранились чесночные дольки. Сейчас его выращивают практически повсеместно. Это одна из самых распространенных пряностей, существует более трехсот сортов чеснока.

Всемирную славу чеснок обрел не только благодаря своим специфическим вкусу и аромату. Это растение очень полезно для здоровья, и его издавна использовали как лекарство. В Кодексе Эберса, древнеегипетском медицинском тексте, датированном 1500 годом до нашей эры, чеснок упомянут как средство от кожных заболеваний, отравлений, проблем с сердцем и опухолей. Гиппократ (460 – 370 до нашей эры) считал его хорошим средством для лечения опухолей матки и защиты кожи, греческие атлеты ели чеснок перед Олимпийскими играми. Диоскорид, живший в I веке нашей эры и бывший, говоря современным языком, главным врачом римской армии, рекомендовал чеснок при кишечных и легочных заболеваниях, которыми воины страдали в Азии, и каждый обязан был иметь при себе головку чеснока.

В Древнем Китае и Японии считали, что чеснок дает энергию, снимает депрессию и улучшает мужскую потенцию, борется с воспалениями, изгоняет паразитов и способствует пищеварению. В индийской традиционной медицине его использовали для лечения артрита и проказы, как слабительное, желчегонное и укрепляющее, назначали при кашле, лихорадке, опухолях, гонорее, геморрое, проказе, коликах, ревматизме и глистах. На Филиппинах свежий чеснок едят при повышенном давлении, а дымом его окуривают кашляющих детей. В провинции Сурабая в Индонезии чеснок входит в состав специальной диеты для лечения аллергической бронхиальной астмы у детей. На Суринаме луковички используют для улучшения кровоснабжения легких, в Гайане сырые луковички употребляют в пищу для укрепления легких, а вареные — для облегчения метеоризма.

Во многих странах, и в нашей в том числе, кашицей из чеснока или чесночным соком лечат бородавки, экземы, гнойные раны и укусы. Сок закапывают в уши при отите. А еще он полезен при простуде.

Очень давно люди заметили, что чеснок и даже его запах помогает при инфекционных заболеваниях. В 1722 году жители пораженного чумой Марселя спасались смесью трав и чеснока, настоянной на уксусе. В 1858 году Луи Пастер сообщил об антибактериальной активности чеснока. Во время Первой мировой войны чеснок использовали для обработки ран, нарывов и ожогов.

В общем, *A. sativum* наделяют способностью исцелять практически любую болезнь или по крайней мере облегчать состояние страждущего, однако в клинических исследованиях доказаны только его способность предотвращать образование тромбов, снижать давление, уменьшать содержание липидов в крови, уничтожать грибки и многие бактерии, в том числе синегнойную палочку и возбудителя язвы желудка *Helicobacter pylori*. Он также помогает при воспалитель-



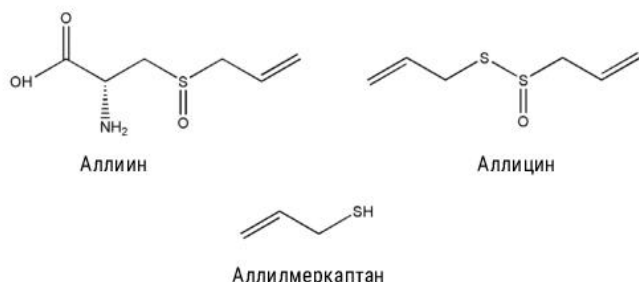
▲ Чеснок в цвету. За века культивирования он утратил способность образовывать семена. Иногда в соцветии завязываются крошечные луковички, пригодные для размножения

▼ У чеснока *Allium sativum* очень красивые сборные луковички



ных заболеваниях ротовой полости. Его рекомендуют как профилактическое средство от простуды, а также пожилым людям для снижения массы тела и замедления процессов старения.

Чеснок содержит витамины, фенольные соединения и сотни других биологически активных молекул, но значительную роль в его лечебном действии играют серосодержащие соединения, из которых около 70% составляет аллиин. Из него образуется много других соединений, которые взаимодействуют друг с другом и влияют на организм. Они, в частности, проходят через клеточную стенку и мембрану грибков и вызывают необратимые ультраструктурные изменения в их клетках. Серосодержащие соединения активируют



иммунную систему и мобилизуют ее против возбудителей инфекции. Некоторые специалисты предлагают не выделять в чесноке отдельные активные ингредиенты, а рассматривать его как полезный продукт, имеющий эффективный состав.

Многовековой опыт человечества, а также рандомизированные клинические исследования свидетельствуют, что небольшие количества чеснока безопасны, тогда как терапевтические дозы могут вызывать легкие желудочно-кишечные расстройства, а высокие — повреждение печени. О том, какую дозу можно считать высокой, исследователи, по-видимому, еще не договорились. Пожилым людям рекомендуют 4 г чеснока в день, в некоторых регионах Северного Китая люди съедают по 5 – 10 зубчиков в день и не жалуются на побочные эффекты. Много зависит от индивидуальной непереносимости. У чувствительных людей иногда развивается контактный дерматит. Это случается с домохозяйками, которые регулярно чистят чеснок, или при втирании чеснока в кожу для лечения.

Пожалуй, самая большая проблема, с которой сталкиваются все потребители чеснока, — его неприятный запах, за который они к тому же подвергаются общественному порицанию. Не зря в Европе чесноком отпугивали вампиров, демонов и злых духов, а рыбаки в Африке до сих пор натираются чесноком, чтобы защититься от крокодилов.

Своим характерным ароматом чеснок обязан аллиину. Это серосодержащее соединение, которого в целой чесночной головке нет. Но если раздавить или разрезать зубчик, в поврежденной ткани начинает работать фермент аллиинлиаза, которая превращает аллиин в аллицин. Второе серосодержащее пахучее вещество — диаллилдисульфид.

Аллицин не просто пахучий. На пару с диаллилдисульфидом он может вызвать непереносимость чеснока, аллергические реакции и желудочно-кишечные расстройства. С другой стороны, он эффективно предотвращает агрегацию тромбоцитов и убивает многие виды грибов и бактерий, в том числе устойчивых к антибиотикам; один миллиграмм аллицина эквивалентен 15 Оксфордским единицам пенициллина. (Оксфордская единица — это количество пенициллина, которое при растворении в 50 мл мясного экстракта прекращает рост золотистого стафилококка.)

Однако же аллицин очень нестойкий, быстро улетучивается и легко разрушается при нагревании. В воде он

растворяется плохо и при хранении в растворе теряет антимикробную активность. Зато он растворим в жирах. В продаже есть чесночное масло (оливковое масло, настоянное на измельченном чесноке), но аллицин, содержащийся в масле, разрушается в кислой среде желудка. Если же доставить его непосредственно в кишечник в оболочке, которая в желудке не растворяется, аллицин может вызывать раздражение и воспаление стенок кишечника.

Впрочем, аллицин ведь не единственное серосодержащее соединение чеснока, есть и другие. Попадая в организм, они образуют аллилмеркаптан, который тоже пахнет и может выделяться при дыхании в течение шести часов. Если чеснок ест кормящая мать, ее молоко будет пахнуть чесноком. Однако младенцев этот запах не отвращает. Исследователи из Филадельфии выяснили, что чесночное молоко грудничкам нравится, они сосут его дольше и больше.

Поскольку свежий чеснок не всем приятен, исследователи разрабатывают новые формы, лишенные запаха: чесночный сок, чесночный порошок в капсулах, водные или спиртовые экстракты. Практика показывает, что экстракты, в которых отсутствует аллицин, все равно снижают давление, укрепляют иммунную систему и увеличивают текучесть крови.

В Архангельске, в Северном государственном медицинском университете, разработали лекарственный препарат из чеснока и дистиллированной воды Фитонцидин, его рекомендуют как профилактическое средство от атеросклероза и лечения заболеваний ротовой полости.

В Азии издавна используют черный чеснок. Стандартной технологии его изготовления нет, суть в том, что свежий чеснок некоторое время выдерживают при температуре 60–90 °C и влажности 70–90%. В таких условиях происходит реакция Майяра (см. «Химию и жизнь» 2012, 2): при взаимодействии сахаров и аминокислот образуются меланоидины, и чеснок темнеет. Углеводы чеснока при высокой температуре расщепляются до моносахаридов, преимущественно глюкозы, сахарозы и фруктозы, из-за обезвоживания их относительная доля возрастает в 2–13 раз, поэтому черный чеснок кажется сладковатым. При температурной обработке разлагается аллиин, поэтому аллицин почти не образуется и черный чеснок не имеет характерного чесночного запаха и вкуса. В несколько раз увеличивается содержание фенольных соединений, и без того не маленькое, и возрастает антиоксидантная активность продуктов.

Сейчас черный чеснок охотно едят во всем мире, потому что он вкусный. Но исследователи отмечают, что неплохо бы выяснить, как параметры его обработки влияют на состав и биологические свойства ключевых активных соединений. Хотя люди не одну тысячу лет едят чеснок и лечатся им, ученым еще есть над чем работать.

Н. Ручкина

ВИКТОР МИДС, ОСКАР ВЕРПОРТ

101 способ запудрить мозги и заодно развлечься: Секреты успешных иллюзионистов

Перевод с нидерландского:
В. Антонова, Е. Теслинова

М.: Колибри, Азбука-
Аттикус, 2023

Виктор Мидс и Оскар Верпорт впервые раскрывают секреты своего суперпопулярного телешоу. Используя знания о природе иллюзий, данные психологии и медицины (и, разумеется, ловкость рук), они предлагают уникальный взгляд на то, как работает человеческий мозг. С помощью 101 иллюзии и эксперимента вы сами убедитесь, с какой легкостью вас могут обмануть собственные разум и чувства. Вы узнаете, как у вас получается «поричтаться, нпаиремр, ткаой ткест». И конечно же научитесь выполнять самые умопомрачительные трюки! «Мы надеемся, что эта книга приоткроет завесу над природой иллюзии. Ведь органы чувств и мозг человека не воспринимают абсолютно объективную картину действительности — ее формируют и на нее влияют наше восприятие, предположения и воспоминания. Для нас нет ничего прекраснее, чем вдохновлять читателей пройти свой собственный путь фокусника и мага».



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
АЗБУКА-АТТИКУС



Книги



Колибри

КЕННЕТ КЛАРК

Взгляните на картины

Перевод с английского:
А. Глебовская, П. Левченко,
А. Лисицына и др.

СПб.: Азбука, Азбука-
Аттикус, 2023

Кеннет Кларк (1903–1983) — британский писатель, историк, крупный специалист в области истории искусств, личность практически уникальная для искусствознания XX в. Самый молодой из директоров Лондонской национальной галереи, которую он возглавлял с 1934 по 1945 гг., Кларк рано состоялся в качестве авторитетного ученого. Но идея истории искусства как знания для избранных была ему чужда. Сборник «Взгляните на картины» адресован не только знатокам искусства, но и тем, кто ищет помощи и наставничества. В шестнадцать эссе автор с невероятной эрудицией и мягким юмором проводит своих читателей тем путем, которым следуют его собственный глаз и изощренный ум. Цель этого упражнения — показать, сколь многое можно увидеть после того, как пройдет любительский восторг.



СЬЮЗАН ЛИОТО

Сила этики: Искусство делать правильный выбор в нашем сложном мире

Перевод с английского:
О.А. Лисенкова

М.: Колибри, Азбука-
Аттикус, 2023

Многие компании ставят прибыль выше здоровья людей и их безопасности, технологии создают риски для общества — с минимальными последствиями для тех, кто должен нести ответственность. Мы задумываемся, как обеспечить конфиденциальность данных в Интернете и уберечь детей от нежелательной информации, что и у кого покупать, как относиться к несправедливости, свидетелями которой мы становимся. Сьюзан Лиото, преподаватель этики в Стэнфордском университете, исследует некоторые из наиболее сложных на сегодня этических дилемм, объясняет четырехэтапный процесс принятия решений, а также описывает шесть сил, движущих этическим выбором: «Этическая компетентность не зависит от ученых степеней, специализации или социально-экономических обстоятельств... Мы способны совершать выбор, дающий надежду, и все, что для этого нужно, находится рядом с нами, на расстоянии вытянутой руки. Ваша история и история всех, с чьими жизнями вы соприкасаетесь, как и история человечества в целом, зависят от вашего выбора».



ДОНАЛЬД ТОМПСОН

Звездная экономика fashion-индустрии: миллениалы, инфлюэнсеры и пандемия

Перевод с английского:
А. Лисицына

СПб.: Азбука,
Азбука-Аттикус, 2023

Мода изменчива, а тем, кто склонен следовать ее капризам, приходится прилагать для этого немало усилий. Но времена меняются. Первые же десятилетия XXI века настолько радикально поменяли представления о роли модной индустрии, значении ее продукции и статусе тех, кто ею управляет, что стало окончательно ясно: старые добрые времена, когда славная традиция наполовину определяла успех в fashion-мире, канули в прошлое безвозвратно. В своей новой захватывающей книге Дональд Томпсон — специалист в области экономики мира искусства, автор бестселлеров «Чучело акулы за \$12 миллионов. Продано!» и «Оранжевая собака из воздушных шаров» — наглядно доказывает: наступила пора надменным luxury-брендам прислушаться к требованиям изменившегося мира и все более стремительно меняющегося общества.



Подробности на сайте: <https://azbooka.ru/>

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Экскрементальное питание

Те, кто прилежно учил в школе химию и высчитывал молярную массу веществ (а некоторым и сейчас приходится этим заниматься), помнят, что атомная масса азота равна 14 а. е. м. Однако природный азот состоит из двух изотопов: ^{14}N и ^{15}N , на долю которого приходится менее процента. Это знание можно использовать по-разному. Часто анализ изотопов азота применяют для того, чтобы установить место существа в пищевой цепи.

Существа и цепи, естественно, бывают разные, порой довольно неожиданные. Так, австралийские исследователи под руководством ботаника и систематика Аластера Робинсона (Alastair Robinson) выясняли, хорошо ли питаются хищные растения рода *Nepenthes*. Вопрос не праздный, потому что 40% видов непентеса находятся под угрозой исчезновения.

Nepenthes — тропические растения, встречаются от Мадагаскара до Новой Каледонии и на некоторых отдаленных островах на западе Тихого океана. Это наземные или эпифитные лианы, или низкорослые кустарнички, снабженные ловчими кувшинчиками — видоизмененными листьями. Разные виды специализируются на ловле ползающих или летающих насекомых, и кувшинчики у них отличаются размером, формой и расположением.

Хищничают *Nepenthes* не от хорошей жизни, а потому, что растут на бедных азотом почвах: в горах или на болотах. А без азота ни белков, ни нуклеиновых кислот не построишь, вот и приходится им ловить насекомых.

Ученые исследовали шесть видов *Nepenthes* и четыре природных межвидовых гибрида, растущих на трех горных массивах Борнео: горы Кинабалу, горы Тамбуюкон и горы Трус-Мади. К сожалению, на высоте более 2300 метров насекомые встречаются редко, а муравьев — обычной пищи непентесов, практически нет. Возможно, им не нравятся влажные мхи. И приходится непентесам хватать добычу покрупнее — жуков, многоножек, тараканов — или искать нетрадиционные источники азота.

Три вида борнейских непентесов, *N. lowii*, *N. rajah* и *N. macrophylla*, перешли на питание фекалиями позвоночных. Они подманивают эндемичных борнейских тупай *Tupaia montana* (это мелкие зверьки, напоминающие крысу или белку), а *N. rajah* привлекает еще и кинабу-



▲ Ночной визит. Кинабулийская крыса лакомится нектаром *Nepenthes rajah*. У этого растения наземный кувшинчик

лийскую крысу *Rattus baluensis*, живущую только на горе Кинабалу. Землеройки приходят днем, крысы по ночам, но раз в четыре часа какое-нибудь млекопитающее непентес навещает.

Кувшинчик фекалоядного растения широк и устойчив. Его крышка откинута и с внутренней стороны покрыта сладким нектаром. Непентес синтезирует его круглосуточно. Крышка выделяется на фоне кувшинчика, она зеленая, а в сине-зеленом спектре тупайи видят лучше всего. Зверькам нектар очень нравится, но, чтобы облизать крышку, им приходится оседлать кувшинчик, куда

они заодно и облегчаются. Визит продолжается 20 — 35 секунд, за это время визитер слизывает весь нектар.

Малазийским и австралийским ученым, открывшим этот феномен, даже удалось заснять процесс. Крысы довольно точны, 84% их экскрементов попадает в кувшинчик *N. rajah*. Тупайи не так аккуратны, в 28% случаев они промахиваются, но растению тоже достается немало. Еще один горный вид, *N. macrophylla*, нередко посещает небольшая птичка *Chlorocharis emiliae*.

Экскрементами на Борнео питаются и не только горные непентесы. Низинный вид *N. hemsleyana* получает примерно 34% общего азота с мочой и фекалиями летучих мышей *Kerivoula hardwickii hardwickii*, которые устраиваются в его кувшинах на ночлег. Эти крошечные создания весят около четырех граммов, непентес их не ест, а экскрементами не брезгует. Интересно, что о фекальном питании непентесов за пределами Борнео пока никто не сообщал.

Бывает, конечно, что крыса, увлекшись трапезой, падает в «унитаз». Случается это редко, поэтому нельзя сказать, что непентесы Борнео охотятся на млекопитающих. Речь идет о взаимовыгодном сотрудничестве (мутуализме): растения животным — нектар, животные растениям — излишки азота. Тупайи, кстати, нектар очень ценят и, сделав дело, оставляют на крышке кувшинчика пахучую метку.

Кувшинчик, преобразованный в отхожее место, уже не может эффективно ловить насекомых, хотя совсем от них не отказывается. Экскременты тупайи содержат меньше азота на единицу сухого веса, чем муравьи, вот ученые и беспокоятся, достаточно ли азота получают непентесы, перешедшие к сбору фекалий. Для ответа на этот вопрос они вспомнили теорию трофического обогащения изотопов, согласно которой потребители содержат тяжелых изотопов больше, чем пища, которую они едят. Известно также, что ^{15}N хуже выводится из организма животных, поэтому содержание тяжелого изотопа в животных тканях выше, чем в автотрофных (не плотоядных) растениях. В хищных растениях, которые захватывают и усваивают питательные вещества из пойманных беспозвоночных, ^{15}N тоже больше, чем в автотрофах, но меньше, чем в насекомых.

Ученые исследовали листья хищных и фекалоядных непентесов, растущих на разных почвах. В качестве контроля они взяли травянистые выющиеся или розеточные многолетники, которые не охотятся, не фиксируют азот, не паразитируют на других растениях и растут в тех же местах, что и непентесы.

Оказалось, что в непентесах содержание общего азота на 20 — 25% больше, чем в контрольных растениях, а ^{15}N примерно на 3,8% больше. Исключение составил насекомоядный *N. edwardsiana*, в котором тяжелого азота примерно столько же, сколько в не плотоядных растениях.

У видов, адаптированных к сбору экскрементов, общего азота примерно в 1,3 раза больше, а содержание ^{15}N — почти вдвое выше, чем у непентесов, которые питались беспозвоночными. И чем выше в горы заби-



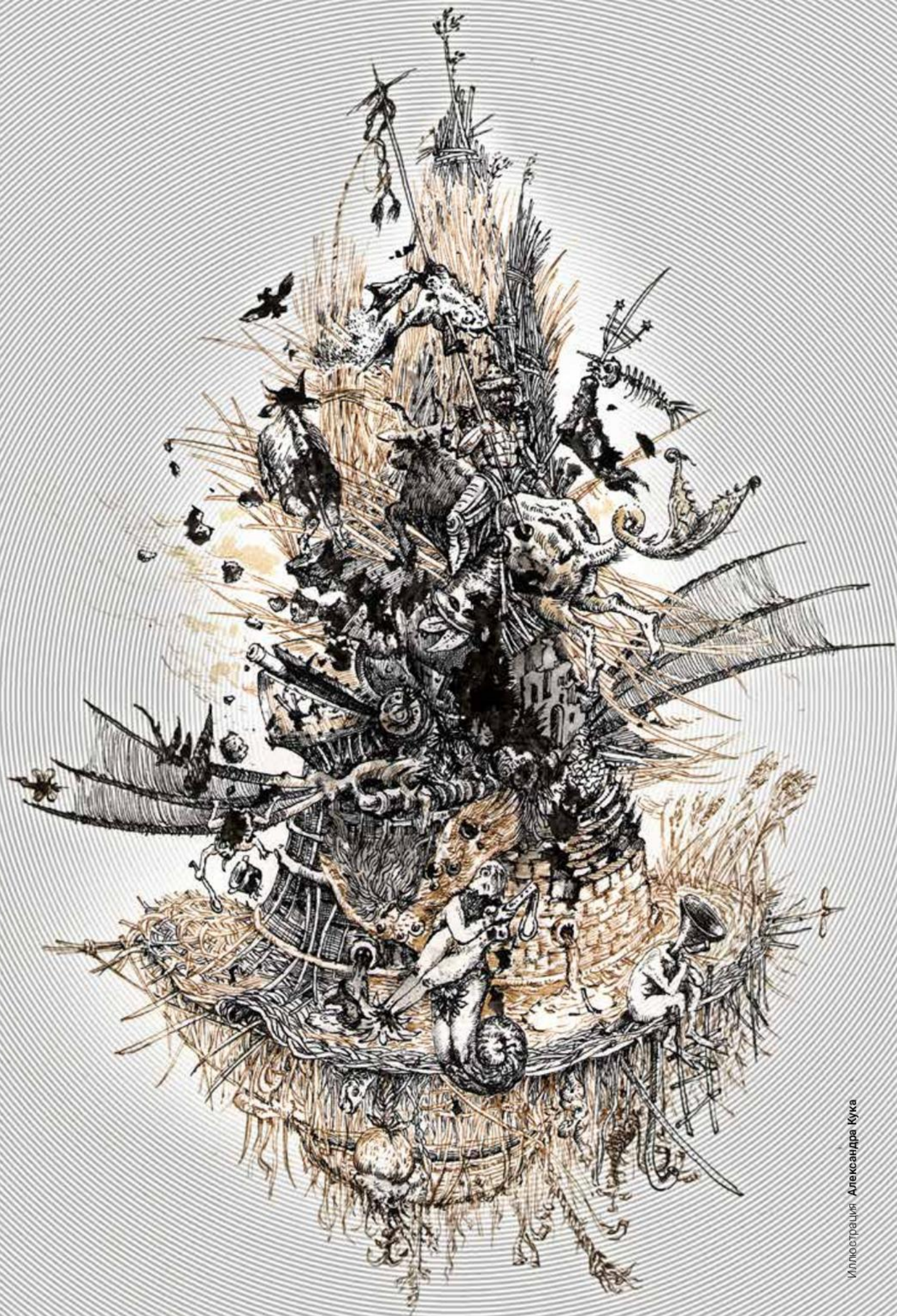
▲ Фотографии тупайи на висящем кувшинчике *Nepenthes lowii* настолько возбудили общественность, что в продаже появились наклейки с этим изображением

раются непентесы, тем больше в них ^{15}N . Это значит, что все больше азота они получают из фекалий и все меньше из почвы.

Довольно много ^{15}N оказалось у некоторых межвидовых гибридов. В приманивании млекопитающих они раньше замечены не были, однако результаты изотопного анализа позволяют предположить, что эти гибриды тоже используют фекалии. Надо проверить.

Результаты австралийских исследователей обнадеживают. Горные растения, обделенные почвенным азотом и муравьями, 57–100 % всего азота получают из экскрементов. Хотя крысиные какашки не так азотисты, как живые муравьи, зато они поступают бесперебойно и в достаточном количестве. Так что сбор экскрементов оказался весьма эффективной стратегией питания. В природе грязи нет.

Н. Анина



Кандидат биологических наук
Н.Л. Резник

Колдовство и мировая экономика

В ночь на первое мая ведьмы слетаются в укромное место на корпоратив. Вы в это верите? А вообще в колдовство верите?

Ведьмы и пахотное земледелие

Колдовство — довольно широкое понятие, но сейчас речь у нас пойдет не о волшебнике в голубом вертолете и не о фее-крестной, а об умении причинять вред сверхъестественным способом. Чаще всего колдун или ведьма пакостят намеренно, но бывает и так, что они не догадываются о своих способностях, пока с теми, кому они желают зла, не начнут происходить несчастья. Иногда колдовство творится даже во сне, поэтому тот факт, что подозреваемый магических действий не совершал и заклинаний не читал, не освобождает от ответственности. Раз обвинили, значит, виноват. И нечего теперь.

В колдовство в той или иной степени верят во всех частях мира, и, хотя африканская ведьма весьма отличается от колдуньи средневековой Европы или оборотажительной гоголевской Солохи, у всех персонажей есть нечто общее. Их взгляд обладает особой силой, они могут превращаться в животных или имеют волшебных животных-помощников, фамильяров, летают по ночам (и вообще действуют преимущественно ночью), собираются на тайные собрания и дружат с нечистой силой. Самое милое дело для них наслать засуху, неурожай, болезнь, падеж скота, природный катаклизм. К счастью, есть еще и добрые знахари (антиведьмы), которые часто сильнее злых. Они могут с помощью своей колдовской силы определить того, кто сотворил злое дело, что-то поправить и предупредить о готовящихся кознях.

Строго говоря, ведьма и антиведьма различаются только намерениями. Однако знахаря, как правило, считают умным, компетентным и уверенным в собственных силах. Поскольку он может причинить вред человеку, совершившему дурной проступок, к нему относятся с большим благоговением. Злых ведьм боятся, но не уважают, и обращаются с ними плохо. В лучшем случае избегают, в худшем могут изгнать и даже убить.

В колдовстве чаще обвиняли женщин, особенно пожилых, или детей, которые чем-то выделялись из общей массы. Обычно это непопулярные, асоциальные, высокомерные или жадные люди, а также особы с пристальным взглядом, с ненормальными и уродливыми чертами лица, или, напротив, очень красивые, смешанного происхождения или очень преклонного возраста: так долго они прожили явно не без помощи колдовства.

Обвинение в колдовстве могут выдвигать и посторонние люди, и члены семьи, например если в семье несколько жен и они не очень друг друга любят. Для подобных обвинений вполне достаточно желания насолить человеку из ревности или зависти.

Глобальная вера в колдовство и сходные представления о ведьмах должны иметь серьезные причины. На протяжении десятилетий антропологи предлагали разные объяснения. Они полагают, что вера в колдовство позволяет людям объяснить произошедшее с ними несчастье, не признавая собственной ответственности, или выплеснуть вражду к близким родственникам или соседям. Однако для этого необязательно верить в злые чары. Причина должна быть иной.

Ник Конинг (Niek Koning), нидерландский социолог из Вагенингенского университета, предполагает, что всему виной естественный для человека страх, а также состояние сельскохозяйственной экономики и государственного устройства.

Страх — неотъемлемая часть общественной жизни. Испокон веков люди не без оснований опасаются, что им каким-то образом навредит ближний. Сотни тысяч лет они учились считывать мысли и эмоции с лица собеседника, анализировали каждое мимическое движение, каждый взгляд, особенно взгляд.

Глаза — зеркало души, и понятие о «дурном глазе» появилось не случайно. Эмоциональные мимические сигналы обрабатывает у нас отдел мозга, называемый миндалиной, он же отвечает за страх. Если боязнь обмана, зависти или пристального внимания со стороны другого человека зашкаливает, может развиться паранойя. Постоянный сильный страх вызывает болезни, а больной уверен, что стал жертвой колдовства. Действительно, чрезмерная стимуляция миндалевидного тела может

вызвать массовый выброс нейромедиаторов и гормонов стресса, повреждающих другие области мозга и иммунную систему. Возможно, многие несчастья, в которых обвиняли ведьм, были вызваны именно этим.

Пока люди занимались собирательством и охотой, они жили небольшими группами, и при желании им легко было разойтись. С возникновением земледелия и оседлых поселений расходиться стало сложнее. Для этого надо было бросить землю, дом, запасы. Да и необходимость защищать все это от чужаков заставляла людей держаться вместе. Неприятных и пугающих соседей приходилось терпеть. А потом началось имущественное расслоение, а вместе с ним появились зависть, взаимные обиды, злоба и клевета. Проблемы, с которыми общество не может справиться, часто порождают взаимное недоверие и вражду. Кто виноват в засухе, неурожае или бесконечных дождях? А вон тот завистливый сосед, который по злобе своей вредит добрым людям.

Вера в колдовство имеет мощные механизмы подкрепления. Из страха быть заколдованными люди прибегали к оккультным средствам защиты, запуская порочный круг. Обвинения в колдовстве заняли свое место в местной политической борьбе. Люди, страдающие депрессией, признавали, что они ведьмы. Больные другими психическими расстройствами считали себя охотниками на ведьм.

Положение изменилось, когда экономика еще несколько развилась, а государство окрепло и стало защищать своих граждан. Тогда ослаб у людей страх перед колдунами и вера в них, тем более что и новые объекты для страха и нелюбви появились у простых людей. Теперь они чувствовали себя жертвами не отдельных пугающих личностей, а помещиков, чиновников, торговцев или ростовщиков в целом.

Параллельно у людей развивалось чувство личной ответственности, и вину за неудачу стало сложнее свалить на внешние силы, например на злую ведьму. Интенсификация сельского хозяйства, специализация и торговля вынуждали людей к сотрудничеству, которое невозможно без доверия. Когда всеобщее доверие окрепло (это называется социальным капиталом), ослабла вера в колдовство.

К сожалению, все эти изменения не спасли людей от новой волны страха перед ведьмами, захлестнувшего Европу в Средние века. Рост населения вызвал нехватку продовольствия и рост цен на него, спрос на сельскохозяйственные товары сократился, и ремесленники лишились средств к существованию. Чрезмерная эксплуатация земли, вызвавшая деградацию почвы, неурожаи, недоедания и болезни открыли новый цикл охоты на ведьм.

Хотя суды над ведьмами проходили и в XV веке и тогда же специалисты написали несколько трактатов по демонологии (знаменитый «Молот ведьм» вышел в 1487 году), пик преследования колдуний в Европе пришелся на 1570 — 1630 годы, когда средневековые сельскохозяйственные инновации себя исчерпали, а Малый

ледниковый период вызвал резкое подорожание зерна. Охоты на ведьм начались с альпийских долин, где демографическое давление стало критическим раньше, чем в других местах, а сельское хозяйство было чувствительнее к изменению климата.

В других районах перенаселение произошло на несколько десятилетий позже, равно как и вспышка гонений на ведьм. В торговых северных Нидерландах, которые избежали кризиса, судов над ведьмами было мало. В конце XVII века, когда снижение рождаемости и совершенствование системы земледелия ослабили напряженность в обществе, охота на ведьм в Европе пошла на убыль.

Логические построения Ника Конинга подтверждают современные этнографические исследования, согласно которым кочевые собиратели не особо верят в колдовство. Это верование более распространено у людей, ведущих полуседлый образ жизни или занимающихся примитивным земледелием без металлических мотыг, и еще сильнее среди фермеров с интенсивной системой хозяйствования и скотоводов.

Сильная корреляция между верованиями в колдовство и развитием пахотного земледелия может означать, что вера в колдовство вызвана началом интенсификации сельского хозяйства. Но и сам Конинг признает, что эта связь более сложна и требует дальнейшего исследования.

Появление ведьм нельзя полностью объяснить экономическим развитием. Определенную роль играют политические потрясения, родственные связи и другие факторы. Тем не менее многие исследователи предполагают, что обвинения в колдовстве возникают из-за того, что люди чувствуют себя эксплуатируемыми и исключенными из общественной жизни.

Салемские ведьмы и китайские чжу

Примером того, как экономическая нестабильность и бесправие порождают веру в колдовство, может служить знаменитая история с Салемскими ведьмами в Новой Англии, которая в конце XVII века была британской колонией. В деревне Салем, менее развитой, чем одноименный город, кипели земельные споры и распри между почтенными семьями. В то время в деревне строили собственную церковь и выбирали служителей, что также не обходилось без конфликтов. Прибавьте к этому жизнь в новой стране (первые английские поселенцы появились тут только в 1620 году), постоянные нападения индейцев и сложные отношения с Англией, которая могла лишить колонистов собственности на землю.

Зимой 1691 года одиннадцатилетняя племянница местного священника и его девятилетняя дочь объявили себя жертвами колдовства. Они жаловались, что их кто-то колет, щиплет и кусает, имитировали поведение животных, странно изгибались, физически и словесно оскорбляли других людей и прерывали проповеди святотатственными выпадами. Им стали вторить несколько

других девочек. Все они уверяли, что видели призраков, которые их мучили. Никакие лекарства страдалицам не помогали, приглашенный врач исключил эпилепсию, после чего остался один диагноз — колдовство.

Вместо того чтобы приструнить отроковиц, к ним прислушались, и они оказались в центре внимания — положение, неслыханное для девочек в протестантской общине, обычно они занимали последнее место в общественной иерархии. Более того, от них теперь зависели судьбы других людей. Девочки называли трех ведьм, и этот список быстро расширился. Люди, не верившие этим обвинениям, сами оказывались под подозрением. Начались массовые психозы. Например, если женщина, представшая перед судом, кусала губы, остальные тоже чувствовали себя укушенными.

Всего в 1692 году в колдовстве обвинили более 150 жителей Салема, четверо умерли в тюрьме, одна женщина — под пытками, 19 человек повесили. Сорок четыре обвиняемых признали вину, и это был единственный способ избежать смерти. Когда обвинения затронули важных членов общества, в том числе жену Бостонского губернатора и супругу одного из рьяных охотников на ведьм, пуританского священника Инкриза Мазера, губернатор распорядился прекратить безобразие. Оставшихся в живых помиловали.

Исследователи до сих пор пытаются как-то объяснить этот процесс. Некоторые подозревали отравление спорыньей, вызывающее в том числе судороги, галлюцинации и бред. Однако симптомы отравления не вполне совпадают с теми, что испытывали пострадавшие. Среди других гипотез фигурируют психические расстройства и обман. Единжды соврав, девочки уже не могли взять свои слова обратно, иначе пострадали бы сами. Жители Салема включились в это действо, чему способствовали некомпетентные специалисты — священнослужители и врачи, а власти охотно его поддержали. Ведь невинные дети не могут лгать! Увы, подобные кампании, порожденные злобой, невежеством и страхом, повторялись неоднократно в разное время и в разных странах. И неизбежно они связаны с колдовством.

В 1980-х годах Соединенные Штаты всколыхнули случаи ритуального насилия, якобы имевшие место в детских садах. Началось с того, что одна женщина, больная шизофренией, позвонила в полицию и сообщила, что ее маленький сын подвергся насилию. Полиция разослала письма родителям двухсот нынешних и бывших воспитанников садика, и специальная комиссия приступила к опросу дошкольников. Тогда никого не посадили, и большую часть обвиняемых оправдали еще до суда. Некоторые исследователи по-прежнему уверены, что случаи были подлинными, другие же обратили внимание на то, как члены комиссии беседовали с детьми, и пришли к выводу, что такая метода побуждает детей давать ложные показания.

Дошколятам задавали наводящие вопросы («тебя ведь трогали внизу, да?»), если ребенок отвечал утвердительно, его хвалили, если «неправильно» — называли глупым и просили подумать еще. Ему также говорили, что

остальные дети уже много чего порассказали. Наводящие вопросы влияют даже на взрослых людей, а маленькие дети внушаемы и склонны к конформизму.

В конце XX века специалисты Техасского университета даже провели специальный эксперимент. В нем участвовали 66 детей трех — шести лет из пяти детских садов. Сначала в каждый садик приходил аспирант по имени Мэнни, здоровался с детьми, снимал свою шляпу, подчеркивая, какая она нелепая, рассказывал им про Горбуна из Нотр-Дам, наклеивал каждому ребенку на тыльную сторону ладони стикер с изображением Горбуна, давал кекс и салфетку с рисунком и уходил.

Спустя неделю с детьми беседовал экспериментатор. Максимально доброжелательно он задавал каждому ребенку наводящие вопросы, сопровождавшиеся поощрениями, подсказками и порицаниями. В результате больше половины детей обвинили бедного Мэнни в том, что он что-то украл, ударил учителя, хватал малышей за коленки, поведал им секрет, которым не велел ни с кем делиться. И чем дольше продолжалась такая беседа, тем уступчивее становились дети. Возможно, невинные малышки и не умеют лгать, но нафантазировать то, что ожидают от них взрослые, они способны вполне.

Следующий пример необъяснимой веры в колдовство переносит нас в Китай. Лет десять назад исследователи из Ланьчжоуского университета и Института зоологии Академии наук Китая, оказавшись в сельской местности на юго-западе Китая, обнаружили, что там встречаются люди, называемые чжу. Остальное население их боится, потому что они якобы могут магическим способом отравить еду. Обвиняют чаще пожилых женщин, «матриархов» семьи. Обвинение пятнает все семейство и передается по наследству, от матери к дочери. Мужчины в этих семьях не страдают от того, что живут с подательницами яда. Семьи чжу встречаются также в Бутане и на Тибете, они всем известны, доброжелатели советовали ученым не есть в этих домах.

Китайские крестьяне помогают друг другу. В 2012 году ученые собрали данные о сотрудничестве между 800 домохозяйствами на юго-западе Китая, а потом попросили указать им хозяйства чжу. Таких оказалось почти 14%. Обычные семьи не вступали с ними в брак, не обменивались подарками и не помогали в полевых работах. Это естественно, ведь хозяин по традиции кормит всех помощников, а кто же захочет есть отравленную еду!

Но семьи чжу не оказались в изоляции. Они поддерживают друг друга, хотя и не селятся компактно, заключают браки между собой, обмениваются подарками и при необходимости помогают в сельхозработах. Хозяйства чжу не бедны, пожалуй, даже чуть богаче среднего уровня.

Обычные крестьяне, хотя избегают чжу и не пускают в свои дома, относятся к ним терпимо. Возможно, ведьмы обеспечивают селению защиту от соседей. Существует даже история о том, как некий представитель народа мосуо отправился к народу наси, чтобы получить силу чжу, потому что считал ее полезной при конфликте с врагами.

Сейчас уже не установить, откуда взялись представления об отравителях. Чжу не ленивы, не отказываются помочь, поэтому вряд ли их заклеили за эгоизм. Исследователи предполагают, что виной тому конкуренция между семьями. Как не ославить богатый дом, особенно возглавляемый женщиной! Возможно, травля началась во время внедрения конфуцианских идеалов подчинения женщины мужчине, когда матриархальные отношения активно заменяли патриархальными. Согласно одному из отчетов, избавиться от ярлыка чжу можно, переименовав фамилию с материнской на отцовскую.

А как же инновации?

Некоторые китайцы уверяют, что не верят в чжу. Возможно, так оно и есть, однако же вера в колдовство до сих пор сильна. И Китай не исключение. Борис Гершман (Boris Gershman), доцент экономического факультета Американского университета в Вашингтоне, собрал информацию о современных верованиях в колдовство. Он использовал данные опросов, которые с 2008 по 2017 год проводил исследовательский Центр Пью (Pew Research Center), который находится в Вашингтоне.

Сотрудники центра лично или по телефону опросили более 140 000 человек из 95 стран на пяти континентах. Их интересовало экономическое положение респондентов, возраст, образование, вероисповедание, но вопрос о колдовстве был только один: «Верите ли вы в сглаз или в то, что определенные люди могут накладывать проклятия или заклинания, вызывающие что-то плохое?» Более 40% всех респондентов заявили, что верят в колдовство; в Швеции таких оказалось 9%, а в Тунисе аж 90%.

Гершман также воспользовался данными других опросов, которые проводил Институт Гэллапа и другие организации, исследующие социальную и культурную жизнь людей, проанализировал все эти данные и сделал некоторые выводы, довольно предсказуемые.

Вполне ожидаемо оказалось, что вера людей в колдовство зависит от возраста, образования и достатка. Чем человек моложе, необразованнее и беднее, тем больше вероятность, что он боится ведьмы. Хотя в Африке вера в колдовство оказалась на редкость устойчивой даже среди образованных людей.

Христиане верят немного реже мусульман, атеисты — еще реже. Однако разница между христианами и мусульманами может быть обусловлена различиями между странами. В странах, где христиане соседствуют с мусульманами, вера в колдовство с одинаковой частотой встречается среди представителей обеих конфессий. Другие религии Гершман не рассматривал.

Вера в колдовство значительно более распространена в странах со слабыми государственными институтами и низким качеством управления. Она процветает там, где не доверяют полиции, судебной системе и национальному правительству и вообще посторонним. Тамашние жители не рассчитывают найти надежного делового партнера за пределами своего собственного семейства. Вера в

колдовство сочетается с неудовлетворенностью жизнью и низкой культурной и инновационной активностью.

Кроме того, существует нелинейная, перевернутая U-образная связь между стандартными показателями экономического развития и распространенностью верований в колдовство. То есть в самых высокоразвитых и малоразвитых государствах в колдовство верят меньше, чем в странах, находящихся на промежуточном уровне развития, там, где традиционный уклад сталкивается с новыми рыночными тенденциями. Мы об этом говорили, когда обсуждали зависимость веры в колдовство от уровня развития сельского хозяйства, так что новых закономерностей Борис Гершман не обнаружил.

Возможно, выводы о связи веры в колдовство с качеством государственного управления и инновационным климатом не вполне достоверны, поскольку из анализа исключены Индия, Китай, страны Юго-Восточной Азии, Канада, Австралия и примерно половина африканских стран, а на каждое учтенное государство приходится менее полутора тысяч респондентов.

Гершман пишет, что видит свою задачу в установлении корреляций, а не выявлении причинно-следственных связей, но о связях и до него много рассуждали.

Вера в колдовство порождает два типа страха: стать жертвой ведьмы или быть обвиненным в чародействе. Эти страхи фундаментальным образом влияют на поведение и отношения людей, которые стремятся избежать и того, и другого. Поэтому они стараются не привлекать внимание, не кичиться богатством, чтобы не вызывать зависти и ненужных подозрений, а свои нетрадиционные взгляды, буде таковые имеются, держать при себе. Те, кто не верит в колдовство, в этом не признаются, и таким образом процент суеверных окажется завышенным. Поскольку толерантность и оригинальность в такой среде не в почете, чужаков не любят, творчество и науки не процветают, общество, в котором верят в колдунов, устойчиво перед лицом модернизаций и инноваций.

Но как же тогда проводить модернизацию и внедрять инновации? Мы ведь не можем в XXI веке без них обойтись. По мнению Гершмана, просвещать общество, верящее в колдовство, бесполезно. Эти действия поняты не будут, скорее всего, приведут к обратным результатам. Полезнее будет усовершенствовать порядки в стране, чтобы люди почувствовали себя защищенными, в том числе и от колдовства. В таком попечительном государстве граждане перестанут бояться ведьм, и вот тогда придет черед совершенствовать образовательные программы.

Но свято место пусто не бывает. Перестав верить в нечистую силу, люди находят себе других козлов отпущения. Это могут быть кровососы-землевладельцы, высокопоставленные чиновники, предприимчивые представители этнических меньшинств, коммунистические или финансовые заговоры или даже некая «система». А еще в государствах, которые пристально следят за порядком и состоянием умов своих граждан, эти самые граждане точно знают, что следует говорить, а чего не следует. И поэтому все американские ведьмы на вопрос, верят ли они в колдовство, не моргнув глазом отвечают: «Нет!»

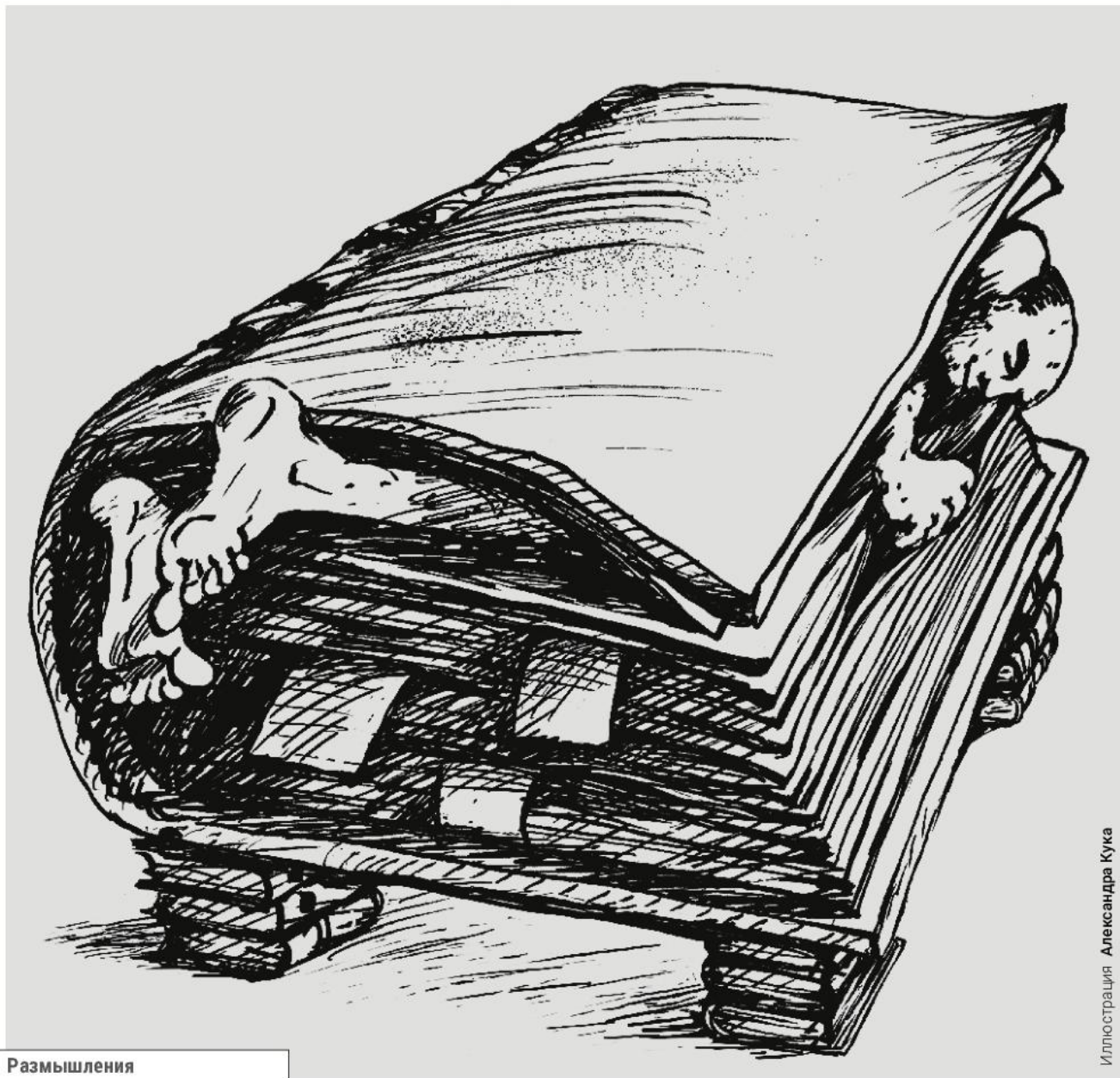


Иллюстрация Александра Куку

Размышления

Михаил Эпштейн

Читатель-герой

Чтение — это восприятие и понимание письменного текста; в более широком смысле — интеллектуальное и эмоциональное вхождение в тот мир, который знаково представлен в тексте, особенно художественном, создающем образ иного бытия. И вообще — ни с чем не сравнимое удовольствие.

Чтение — умножение миров

Сколько книг мы прочли — столько жизней и прожили! Книги переселяются в читателей, множат их личности и судьбы. После чтения чувствуешь какой-то гул, вошедший в твою тишину, веянье и отголосок иной жизни, вдруг пересекшейся с твоей. Литература — множитель миров, населенных воображаемыми двойниками: благодаря им ты оказываешься в многоголосом мироздании, вмещаешь все времена, характеры, судьбы.

Родовая особенность человека в том, что, с одной стороны, он более индивидуален, более отличается от своих собратьев по биологическому виду, а с другой стороны, более универсален. Он обитает во многих мирах, и независимо от того, верна ли физическая гипотеза о множестве параллельных вселенных, она постоянно подтверждается литературой. Человек сочиняет истории и делится ими с другими, потому что ему тесно внутри своей истории, он существо многомировое.

«Мадам Бовари — это я», — сказал Флобер. Наме- ренно или нечаянно он повторил утверждение Людовика XIV: «Государство — это я». Но какая разница! Государ- ства Людовика давно уже нет, а каждый читатель романа «Мадам Бовари» может воскликнуть вместе с автором: «Эмма — это я». И даже перенести это чувство на самого автора по закону тождества: «Флобер — это я». Флобер господствует над всеми мирами и неисчислимыми ду- шами читателей, где вместе с Эммой Бовари поселился и он, ее создатель.

Заслуги читателей перед литературой

Кризис литературы может наступить из-за нехватки читающих в условиях, когда пишущих становится все больше. Общественное призвание читателя — все более редкое и героическое. Искусство чтения — чистое «ис- кусство для искусства» — сходит на нет, по мере того как растут технические возможности и социальные амбиции каждого сделаться автором. Если раньше один писа- тель мог рассчитывать на внимание тысяч читателей, то вскоре может оказаться, что тысячи писателей борются за внимание лишь нескольких десятков читателей. По- настоящему бескорыстных, то есть читающих из любви к чтению, а не в обмен на то, чтобы их писания тоже читали. И тогда литература схлопнется в себя. Культура как коммуникативная система разрушается диктатурой выражения над восприятием, предложения над спросом. Нужно сделать позицию «потребителя» столь же при- влекательной, социально и эстетически значимой, как и позицию «производителя».

Как же поощрять романтиков и авантюристов чтения? Учредить почетное звание «Читатель-герой». Пусть писатели и издатели, осознав свои общие интересы, совместно учредят премию «За читатель- ские заслуги перед литературой». Читателям должна присуждаться Нобелевская премия по литературе, ведь литература — общее дело писателя и читателя. Все почести до сих пор доставались только творцам: писателям, режиссерам, актерам, композиторам, ис- полнителям; но ведь вся их деятельность совершенно бессмысленна без тех, кому она предназначена. Сре- ди читателей, зрителей и слушателей тоже есть свои гении, крупные таланты, а также середнячки и бездари. Гениальный писатель может быть бездарным читате- лем, и, наоборот, гений чтения не всегда способен написать хоть одну яркую строку.

Между этими двумя способностями: художествен- ным выражением и художественным восприятием — нет прямой корреляции. И поэтому «восприниматели» столь же важны для искусства, как и «выразители»; они заслуживают самостоятельного признания, поощрений и, быть может, даже табеля о рангах. Есть читатели выс- ших рангов, способные воспринимать в текстах даже больше того, что писатели стремились в них вложить. И как мера продуктивности писателя мерится не только количеством, но и качеством написанного, так есть и читатели, глотающие по книге в день, и читатели, кото- рые пригубливают и смакуют каждую строчку, как глоток драгоценного вина.

Чтение и жизнь

Известны величайшие писатели мира — а кто вели- чайшие читатели? У кого брать уроки читательского мастерства? Нам интересно, в каких обстоятельствах рождалась та или иная известная строка, — а в каких обстоятельствах она читалась? Перевооружала жизнь? Как откликаются разные строки в жизни тех или иных читателей? Как они влюбляются, идут на войну, со- вершают подвиги и открытия под воздействием тех или иных страниц?

Кто-то прочитал у Пастернака («В больнице»), как смертельно больной обращается к Богу:

Ты держишь меня, как изделие,

И прячешь, как перстень, в футляр...

и вдруг перестает бояться смерти. Идет на смелый поступок, который может стоить ему жизни. И побеждает. Не написавший ни одного стиха, он, конечно, великий читатель. Он прострочил чужими строками свою жизнь.

А вот пара влюбленных. Он решил: надо уехать. Его ждет важное дело. Последнее свидание. Еле сдерживают слезы. Раскрывают томик Мандельштама «Tristia»:

Кто может знать при слове — «расставанье»,

Какая нам разлука предстоит?

И все становится ясным. Он не может уехать. Строки спасают любовь, а может быть, и создают новую жизнь.

И это только отдельные строки. Тем более целое произведение может определять личность и судьбу! Кто-то бредит лермонтовским «Выхожу один я на до- рогу...» — и всю жизнь так и бредет одиноко по своей дороге, упрямо повторяя: «Уж не жду от жизни ничего я...» А кого-то совратил Печорин, и он пускается в экзи- стенциальный флирт и опасные эксперименты. Ему уже за сорок, а он все еще Печорин, надолго переживший своего литературного прототипа.

Мы сами не подозреваем, до какой степени книги творят нас. Может быть, именно в этом второй, обшир- нейший смысл латинского изречения: «Книги имеют свою судьбу». Судьба книги — это судьбы ее чита- телей. Кстати, полное изречение Теренциана Мавра таково: «*Pro captu lectoris habent sua fata libelli*»: «Книги имеют свою судьбу, смотря по тому, как их принимает читатель».

В нашем сознании раздается неумолчный говорцикад — цитат из всего прочитанного. Если мы совершаем необъяснимые для себя поступки и ищем, кто же нас подтолкнул к ним, — оглянувшись, мы часто можем заметить скромно удаляющуюся фигуру писателя. Кто виноват? Ну конечно Пушкин — все те, кто непрерывно кроют и перекраивают читательскую жизнь, как в старину пярки пряли нити судеб. Все наши мысли и поступки пронизаны отзвуками литературных сюжетов, лирических признаний, драматических столкновений.

А с кем еще нам себя соразмерять? О ком мы знаем так много, как о Пьере Безухове или Дмитриии Карамазове, Анне Карениной или Сонечке Мармеладовой? О самых близких и то не знаем половины того, что знаем о каком-нибудь ничтожном Акакии Акакиевиче. В том и дело писателей — создавать для наших жизней всеобъемлющую резонансную среду, где мы можем угадывать свои прообразы, спорить с ними, воплощать их и переплощать собой. Уж на что своевольный был юноша Володя Ульянов, а кем бы он стал, если бы в один несчастный день его не перепахала одна далеко не лучшая русская книга (роман «Что делать?»)? А с ним — и всю страну, весь XX век.

Было бы драгоценно для общественного признания литературы собирать все случаи, когда то или иное произведение вдруг решающим образом действовало на читателя, меняло его жизнь. Рядом с антологией литературно-критических отзывов на Достоевского могла бы вырасти еще более важная антология «Достоевский в жизни читателей». Туда вошли бы, в частности, граффити на грязно-зеленых стенах лестничного пролета, ведущего в легендарную каморку Раскольникова в одном из петербургских «доходных домов». На подходе к чердаку можно прочесть (правописание сохраняется):

Родя мы с тобой
Родя мы тебя любим
Раскольников, ты наш кумир!
Родя! respect

Кто-то заранее готовит себя к испытаниям и к одиночеству сверхчеловека:

тяжолая жизнь — дорога сверхчеловека
я живу в пустыне

А кто-то уже готов перехватить у Роди орудие его сверхчеловеческих прав:

Гони топор, Родя!

И только один упрек звучит с этих обшарпанных стен, да и тот скорее ласково-шутливый:

Ты зачем старушку замочил. А?

Плохо это или хорошо, но этим мыслям предстоит воплотиться в жизни тех юных читателей, которые сейчас для забавы изобразили их на стене — а потом изобразят делами. Или же они дочитают роман до конца, довообразят себя целиком: от «преступления» до «наказания», — и тогда опыт чтения войдет в их жизнь как прививка против того вируса своеправия, который пожирает все человечество в последнем сне Раскольникова?

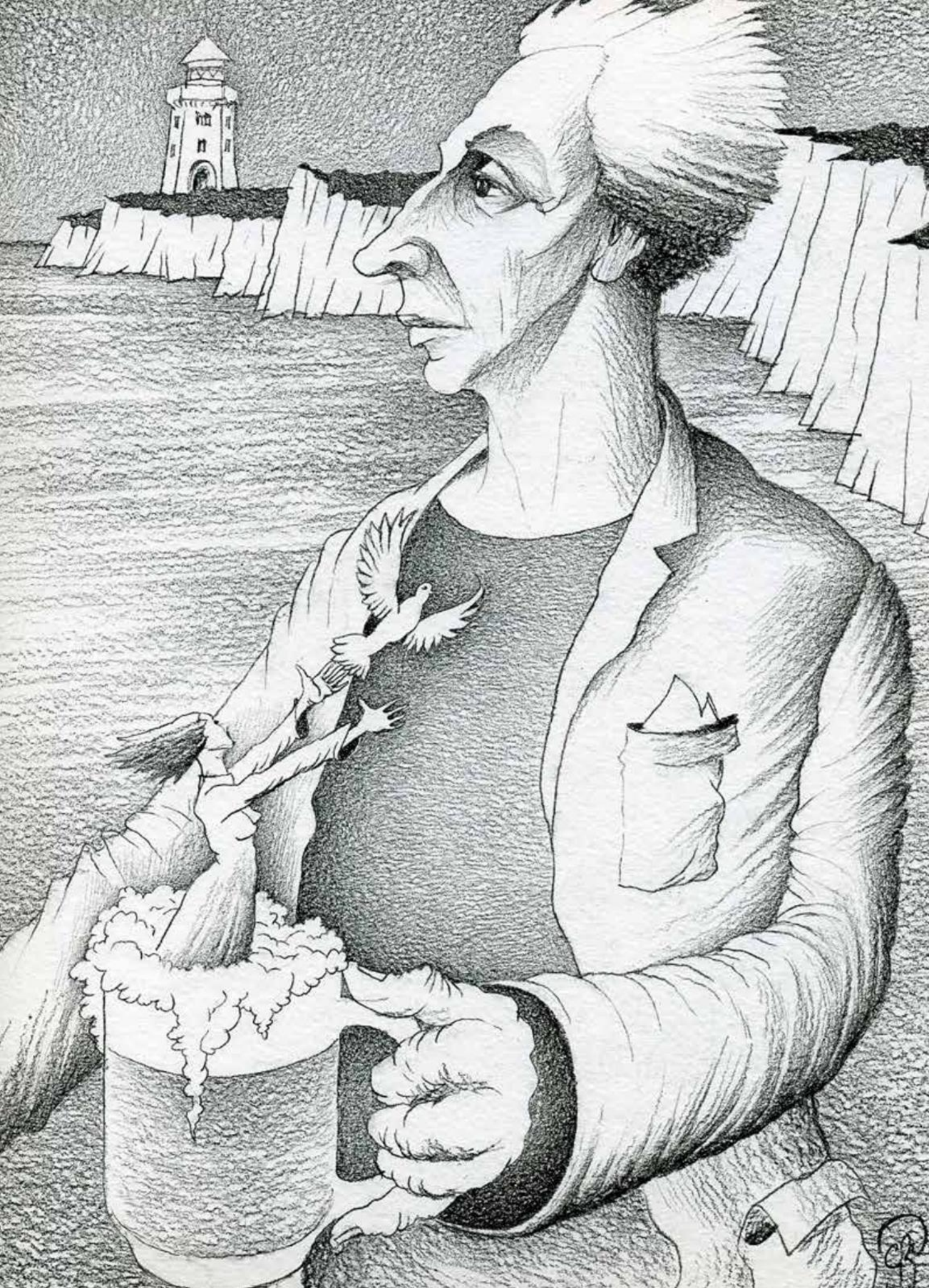
Читатель как произведение

Понятие «литературного произведения» намного шире, чем обычно трактуется. Это не только то, что произведено в литературе, но и то, что произведено самой литературой. Читатель — тоже литературное произведение. Есть люди, в большей или меньшей степени «произведенные» литературой, но вряд ли кто-то из образованных или хотя бы умеющих читать может похвастаться тем, что целиком создан природой или самим собой. В общении с человеком всегда чувствуешь степень его «написанности» — и часто беседа происходит на уровне тех слов, высказываний, которыми каждый из нас стал благодаря литературе. Вот этого сочинил М. Булгаков. А того — Э. Хемингуэй или братья Стругацкие. А вот этого угадать сложнее: в нем слышится Серебряный век, но и постмодерн тоже. А от этого, увы, раздается только шелест газет.

Так что не будем скрывать от себя или стыдиться друг друга: все мы — слегка сочиненные. В отличие от персонажей, сочиненных целиком, читатели сочиняют себя в творческом союзе с писателями. Чичикову или мадам Бовари уже никуда не деться от своих создателей, Гоголя или Флобера. А у читающих есть широкий выбор потенциальных соавторов. Мы свободны сотрудничать с Гомером и Шекспиром, с Данте и Бальзаком, с Гёте и Толстым в тончайшем искусстве самосотворения. По собственной воле мы можем смешивать разные стили, добавлять чуть-чуть чеховского или бунинского, оттенять Руссо Вольтером, углублять Камю Кафкой, а к густому мазку Л. Толстого прибавлять тургеневской прозрачности.

Читатели — вольные персонажи, сами выбирающие себе авторов и привлекающие целый их сонм, величайших гениев мировой литературы, для создания всего лишь одного персонажа — самого себя. Только в создании этого единственного персонажа — самого читателя — возможно сотрудничество таких непохожих, несовместимых авторов, как Данте и Бальзак, или Платон и Ницше, или Достоевский и Набоков. Каждому стоит «вчитаться в себя», как в одного из персонажей. Создан ли ты усилиями гениев — или ты продукт массового чтива?

Порой писателями становятся лишь для того, чтобы прочитать наконец ту книгу, которую еще никому не довелось написать. Достоевскому чего-то не хватало в Гоголе, ему чудился в Башмачкине кто-то другой, некто Девушкин, — вот почему он написал «Бедных людей». Жажда чтения несуществующих книг создает их авторов. Как война есть продолжение политики иными средствами, так писательство есть расширение читательского опыта иными средствами. Писатель — это неутоленный или разочарованный читатель: он пишет то, чего ему не удалось прочитать у других. И горе той литературе, которая забывает о читателях — своих главных произведениях.



Александра Спивакова

Иллюстрация Сергея Дергачева

Маяк Волчьего утеса

Бортовой компьютер обновил ситуацию на дорогах. Город еще плотнее опутался красными нитками заторов, расчетное время пути удвоилось. Перспектива не успеть на важную деловую встречу становилась все реальнее.

Рекламная строка рекомендовала слушать радиостанцию «Маяк Волчьего утеса». Бернارد безотчетно последовал совету.

— ...через несколько минут мы взбудрим узников пятничных автомобильных пробок викториной, а сейчас несколько слов...

Мессенджер приглушил радио, на тонированной полосе ветрового стекла высветилось сообщение от Малкольма Корниша, партнера по бизнесу: «Берни, ты далеко?»

Бернارد вышел на голосовую связь:

— Преодолеваю пролив Ла-Манш на надувном матрасе. Думаю, олимпийский рекорд у меня в кармане.

— И как водичка?

— Справа по курсу — соленая, слева — мокрая.

— Берни, тебе подсунули неправильную воду!

— Справа или слева?

— Мокрая вода вызывает у меня подозрение.

— Как говаривал мой ирландский прапрадед Патрик, сухой воды в море нет.

— А котище? Скажи, что ты наконец избавился от чудовища.

С тех пор как Бернارد спас из-под колес котенка, тот всегда фигурировал в их с Малкольмом шутках. Партнер считал заботы по пристрою животного сентиментальной прихотью.

— Его котеишество благополучно прибыл во дворец, где его приняли со всеми почестями.

— Ага, понятно. Значит, лотком обеспечили. Однако знай, из-за вас дроны курьерской доставки лишились куска хлеба и грозят забастовкой.

— Как учит великий Будда, отправка кота бездушным дроном наказывается тысячей кармических минусов. Я не мог так рисковать кармой, она у меня и без того отягощена флибустьерскими грехами буйных предков.

— Этот блохастый ловкач знал, под чьи колеса бросался.

К разговору подключилась Айла, ассистент Малкольма:

— Не угодно ли джентльменам услышать голос корсарской вдовы?

— Корсарская вдова уже сложила песнь во славу морского подвига Берни?

— Корсарская вдова имеет сообщить, что деловая встреча, ради которой Бернارد героически преодолевает Ла-Манш, не состоится.

— Плачь, Берни, сегодня твой подвиг не будет засчитан. А почему встреча не состоится? Итальянцы передумали? Что-то не так с договором?

— Нет, не передумали. Их все устраивает. Предлагают подписывать у них.

— В Риме?

— В Генуе. Готовы организовать наш перелет.

— Когда?

— В следующий вторник. Что скажешь, Мэл?

— Как известно, договор, скрепленный бокалом просекко в Генуе, совсем не то, что договор, скрепленный стаканчиком старого доброго скотча в Дувре...

— Я не поняла, мне не подтверждать?

— ...и в то же время это лучше, чем ничего.

— Ясно. А ты, Берни?

— Как говаривал мой прапрадед Джилрой, эти парни могли бы пырнуть ножом в спину, а они всего лишь предлагают перелет в Европу бизнес-джетом, помолимся же за этих добрых людей.

— Значит, подтверждаю. Кстати о просекко, си-ньоры, ставлю вас в известность: в офисе коробка «Просекко Суперьоре де Картицце». От итальянцев. Контрибуция за срыв сегодняшней встречи. Вы же не станете возражать, если одна бутылочка достанется неутомимой корсарской вдове?

— Разве я могу сказать «нет»? Кто обидит корсарскую вдову, тот не проживет и дня.

— Спасибо, Малкольм.

— Как завсегдатай питейных притонов я буду скорбеть об утерянной бутылке просекко, однако как отпрыск благочинных католиков возрадуюсь тому, что корсарские вдовы способны утолить жажду столь малой мерой.

— Спасибо, Бернارد, я ценю твою доброту. Всем хорошего уик-энда.

Тут же автоматически включилось радио, и уже знакомый девичий голос бойко затараторил:

— ...итак, ответ Джорджа оказался забавным, но абсолютно неверным, а Джеймс и вовсе перепутал волну, чем изрядно нас повеселил. Спасибо, Джеймс, у вас потрясающее чувство юмора. Надеемся, вы хотя бы едете в нужном направлении. Напоминаю радиослушателям, что это радиостанция «Маяк Волчьего утеса», и я уже десять минут пытаюсь услышать правильный ответ на вопрос нашей викторины. Как было сказано, счастливчик, знающий ответ, сможет утолить жажду этой июльской пятницы в легендарном пабе «Три дуба», где его угостят отменным столбриджским элем. Его вы не купите просто так, за деньги. Да-да! Будь вы хоть трижды самым лордом адмиралтейства, не купите. Тысячелетний рецепт настоящего столбриджского эля не знают больше нигде. А всего-то и нужно сказать, дорогие друзья, какого цвета луч прожектора посылает в море наш маяк. Вот такой у нас с маяком простецкий к вам всем вопрос и такая уникальнейшая награда за верный ответ. Если знаете ответ, пришлите текстовое сообщение на короткий номер радиостанции «Маяк Волчьего утеса», а лучше позвоните, и мне будет приятно поболтать с вами. А не знаете, не беда, тоже звоните! Вдруг да угадаете?..

Бернард слушал все это в пол-уха, как вдруг заметил по ходу движения дорожный указатель «Три дуба — 0,5 мили» и, так как уже никуда не спешил, из чистого любопытства свернул влево. Остановившись напротив паба, набрал номер радио.

— ...было время, когда это было известно каждому, но времена меняются, и где они теперь, морские романтики. А нет! Вот, пожалуйста, звонок. Мой скепсис посрамлен. Слушаем внимательно, что нам скажет новый претендент. Однако сначала познакомимся.

— Меня зовут Бернард.

— Очень приятно, Берни, мы вас ждали! На каком вы авто?

— Я в желтом родстере «ламборгини авентадор».

— Шикарная модель! Автомобиль-мечта. Скажите, новые «ламборгини» уже летают или еще нет? И куда вы в нем направляетесь, если не секрет?

— В данный момент я стою напротив «Трех дубов».

— Экий вы приткий, Берни! Это что же, вы настолько... хм... убеждены, что знаете ответ?

— Вдруг да угадаю.

— Ага, я поняла. Это вы сейчас процитировали мои же слова. Bravo, Бернард. Да, действительно, я так сказала. Но в вашем голосе мне слышится лукавство. Погодите, а вы случайно не инженер компании «Тринити Хаус», в чьем попечении находятся маяки нашего побережья? Впрочем, что это я! Откуда у работников «Тринити Хаус» может быть «ламборгини авентадор», да к тому же желтого цвета. Берни, вы жаждете столбриджского эля, а я жажду услышать ваш ответ. Мы оба истомились от жажды. Вы — моя по-

следняя надежда. Радиоэфир уже искрится от напряжения. Угадывайте скорее! Раскройте же, наконец, тайну: какого цвета луч посылает в море наш маяк?

— Положим, тайны тут никакой нет.

— Вы в этом уверены?

— Луч прожектора состоит из пяти цветовых сегментов.

— Невероятно! Берни, вы... вы — просто монстр. Я всегда знала, что «ламборгини» не для простых парней. В вашем ответе чувствуется научная мощь Кембриджа, эмпирии Оксфорда и мудрость Итона. Но нас вы не обманете. Вы на какой вопрос сейчас ответили? Пять цветовых сегментов — это чудо что такое. Это, безусловно, суперответ. Это гораздо лучше того, что мы слышали от Джорджа и Джеймса. Но вопрос не о количестве, понимаете? Цвет, Бернард! Назовите цвет!

— В луче прожектора два белых сегмента, два красных и один зеленый.

— По-тря-сающе! Феноменально! Напоминаю, вы находитесь на волне радиостанции «Маяк Волчьего утеса», и в прямом радиоэфире Берни только что попытался — боже, какой драматизм! — Берни попытался дать ответ на вопрос нашей викторины. И был бы он сегодня триумфатором, и было бы все так, как он сказал, и пить бы ему сегодня в пабе «Три дуба» славный столбриджский эль, если бы маяк Волчьего утеса был маяком для судов плавающих — тех самых, что бороздят моря и океаны. Но не таков маяк Волчьего утеса, нет, не таков! Маяк Волчьего утеса, друзья мои, для судов летающих, для гидропланов. А это совсем-совсем другая история. Впрочем, отдадим должное эрудиции Берни. Счастливого пути, Бернард! Не огорчайтесь. Мы с маяком шлем вам свою удачу. Сегодня и всегда. С вами была неунывающая Пегги. И всем советую не унывать.

В субботу Бернард обыграл Малкольма в сквош. Впервые.

В Генуе все сложилось как нельзя удачно. Итальянцы встретили очень радушно. И удивили тем, что вдруг захотели подписать договор сразу на пять лет. При этом предложили льготные условия и почти все риски взяли на себя. И постоянно договаривали: «Только для хороших людей».

Затем всех троих гидросамолетом доставили на виллу в Портофино.

Внимание Малкольма и Айлы было приковано к разноцветным палаццо на склонах живописного холма, утопающего в зелени пальм, акаций и средиземноморских сосен. Бернард же провожал взглядом элегантно-белую «Сессну», доставившую их в этот райский уголок и разгонявшуюся теперь на карбоновых поплавках по бирюзовой глади Лигурийского моря в обратный путь.

Улетали глубоко за полночь в приподнятом настроении с ощущением приятной утомленности от

нечаянного праздника. Глядя в иллюминатор на соседнюю посадочную трассу для гидросамолетов, на россыпь множественных отражений белых и желтых маячков в черной лигурийской воде, Бернард снова безотчетно подумал о таинственном «Маяке Волчьего утеса», о котором в Интернете не нашлось ни строчки.

Неделя выдалась горячая, навалилось много дел. Лишь в пятницу Бернард смог заехать, наконец, в паб «Три дуба» с намерением кое-что разузнать.

Никто из официантов не смог ответить на его вопрос, и, пока немногочисленные посетители глазели в окна на его «ламборгини», он обратился к пожилому бармену.

Тот после долгой паузы проворчал:

— Время от времени сюда приходят и заказывают столбриджский эль. А когда слышат ответ, обижаются. Думают, шучу или придираюсь.

— Обещаю не обижаться, — понимающе улыбнулся Бернард.

— Столбриджского эля не существует.

— Примерно так я и думал. Но реклама на радио гениальная.

— Вообще-то это не реклама.

— В каком смысле?

— В прямом — мы не даем рекламу на радио. И твой следующий вопрос я знаю наперед. Время от времени сюда приходят такие парни, как ты, и заводят разговор о радиостанции. Угадал? Поэтому говорю сразу: ее не существует.

— Стоп, а вот этого уже не может быть. В прошлую пятницу — да, точно, в пятницу — я сам ее слышал. Я тут рядом проезжал.

— Первая пятница июля... — не то спросил, не то что-то припомнил бармен.

— Да, вроде бы, — кивнул Бернард.

— Фантомная радиостанция появляется в эфире в первую пятницу июля. И никогда больше.

— Фантомная?! — Бернард беззвучно присвистнул. — Радиостанция «Маяк Волчьего утеса» фантомная?

— Ну, раз уж полиция и пограничная служба признали это...

Подожли два сутулых офисных служащих, ослабили узлы галстуков, взяли по пинте «Гиннеса». Бернард дождался, пока они уйдут к столику у окна обсуждать его желтый родстер, и спросил:

— А вы сами слышали эту... этот радиофантом? Неунывающая Пегги — о ней что-нибудь известно?

Бармен долго возился с пивными стаканами, тщательно протирал стойку, подсыпал соленых орешков в чашки на столах. Могло показаться, что он не расслышал вопроса, но Бернард знал, что это не так, и терпеливо ждал. Наконец, тот вернулся, достал из-под фартука старенький мобильник и, пристально глядя на Бернарда, сказал кому-то по телефону:

— Алло, Питер, это Майк. Я подъеду. Да, прямо сейчас. Спасибо. До встречи.

Ехать пришлось недалеко. Майк остановил свой мотоцикл у церкви Святого Леонарда. Бернард тоже прижался к обочине и припарковался. В воротах дожидался священник, он впустил их во двор и проводил до церковного кладбища. Остановились у могильной плиты с лаконичной надписью: «Маргарет Райт, 1980—2000, спасатель».

— Моя дочь. Родилась в первую пятницу июля. И погибла в первую пятницу июля.

— Как это произошло?

— Во время отлива убежал к дальним скалам чей-то лабрадор. Потом пошел прилив. Мокрый, продрогший пес оказался на огромном камне в окружении неприступных скал и ревущего моря. Об этом объявили по местному радио. Пегги, добрая душа, никому не сказав, попыталась его спасти. Она прекрасно плавала, прекрасно управлялась с лодкой. И вообще была отважной. Но такое дело не делается в одиночку...

Кладбище широкой полосой спускалось к морю. Правее, в отдалении, в мареве летней дымки виднелась гряда меловых скал. Над ними возвышался маяк. С моря, снижаясь, к нему летел сине-оранжевый гидросамолет морской поисково-спасательной службы. Майк задумчиво продолжил:

— Мы с Полли, моей женой, завидуем тем, кто слышит Пегги. Хотелось бы и нам когда-нибудь услышать фантомное радио. Но удача почему-то всегда выпадает другим.

— Возможно, вы и не догадываетесь, как вы правы, Майк. Пегги послала мне удачу. «Сегодня и всегда», — сказала она. Я лишь сейчас это понял!

Глаза Майка заблестели, он с трудом справился с собой и торопливо сказал:

— Значит, так и будет. Так и будет, да. Теперь это твой ангел-хранитель. — И добавил: — А знаешь, заглядывай к нам в «Три дуба» на пинту-другую столбриджского эля.

Бернард широко улыбнулся:

— Ага, значит, он все-таки существует!

— Только для хороших людей, дружище, только для хороших людей.



художник Эрнст Метц

Короткие заметки

Дождь-очиститель

«Дождевая вода мягкая, поэтому, если ею вымыть волосы, они станут мягкими и шелковистыми», — разьясняют сайты, посвященные естественным методам поддержания красоты. И в чем-то они правы: действительно, в дождевой воде нет солей, однако эта картина сильно упрощена, есть еще некий таинственный химический процесс.

Дело началось в 2019 году, когда исследователи из Стэнфордского университета во главе с Ричардом Зари заметили, что в микрокаплях воды сама собой возникает перекись водорода. Явление обнаружили случайно — при получении наночастиц золота. Исходно распыляли растворы золотохлористоводородной кислоты и борогидрата натрия; когда капли этих веществ смешиваются, золото восстанавливается и получают его наночастицы. И все было хорошо и понятно, пока не провели контроль: вместо борогидрата взяли капли высокочистой воды. Удивительно, но они восстановили золото ничуть не хуже.

После этого о золоте забыли, принялись изучать феномен и нашли, что в микрокаплях много перекиси, которой в исходной воде не было. Зари и его коллеги до истины не докопались, и следующий шаг сделала международная группа во главе с Кристианом Жоржем из Лионского университета Клода Бернара (Earth, Atmospheric, and Planetary Science, апрель 2023). Они поставили такой немудреный опыт: отстоянную, то есть без кислорода, воду налили в две бутылки; в одну — до пробки, а в другую тонким слоем на доньшко, то есть в ней имелась граница раздела вода — воздуха. Измерения показали удивительное: в воде во второй бутылке самопроизвольно зарождаются гидроксил-радикалы. Опыты с распылением воды подтвердили, что радикал отлично формируется и в каплях. На разложение воды светом свалить было нельзя — опыты в темноте давали тот же результат. Откуда берется активный гидроксил — осталось загадкой, но ясно, что он-то и порождает перекись, найденную Зари.

Как к этим загадочным превращениям в капле воды надо относиться неспециалистам? С полной серьезностью. Ведь и гидроксил-радикал, и перекись отлично разрушают органику. Раз они образуются на любой поверхности воды, выходит, что капли дождя богаты этими соединениями. И значит, эти капли в прямом смысле очищают атмосферу, выжигая все, что в них попадет. Поэтому, несмотря на все усилия человека, воздух на планете остается относительно чистым. Что же касается волос, то добавка перекиси, как рассказывают упомянутые сайты, как раз делает их мягкими и шелковистыми. Однако гидроксил-радикал и перекись образуются лишь в поверхностном слое, поэтому обычно в воде их ничтожно мало. А вот у капель дождя поверхность огромная, и, значит, перекиси в дождевой воде относительно много. Надо только использовать свежую воду, пока перекись и гидроксил не пропали.

А. Мотыляев

Пишут, что...

... наиболее окисленный термообработанный активированный уголь в 38 раз лучше удаляет из воздуха азотсодержащие пахучие соединения по сравнению с обычным активированным углем (Journal of Cleaner Production)...

...присоски на щупальцах осьминога не только позволяют схватить добычу, но и попробовать ее на вкус, прежде чем отправить ее в рот (Nature)...

...уровень моря вдоль юго-восточного побережья США и побережья Мексиканского залива последние 12 лет растет ускоренными темпами и составляет полдюйма (12,7 мм) в год (Nature Communications)...

...растения могут реагировать на людей, и у них есть способность к развитию, которую можно использовать, чтобы растение приручить (PLOS ONE)...

...методом выщелачивания можно извлечь практически полностью индий и серебро, содержащиеся в тонкопленочных солнечных элементах (Solar Energy Materials and Solar Cells)...

...старение одинаково влияет на клеточные процессы у пяти очень разных видов животных — людей, мышей, крыс, червей и плодовых мушек (Nature)...

...Экскременты кораллоядных рыб служат источником полезных микробов, которые помогают кораллам процветать (Frontiers in Marine Science)...

...метод tandemной масс-спектрометрии с электрораспылительной ионизацией (PESI-MS/MS) позволил за три минуты обнаружить 81 тип антоцианов в 16 видах фруктов и овощей (Horticulture Research)...

...предприятия пищевой промышленности и жилые комплексы с домами в 10 этажей и выше – значительный источник выбросов NO₂ («Science of the Total Environment»)...

...пол донора не влияет на выживаемость реципиентов, которому переливают эритроциты (New England Journal of Medicine)...

...электронный пластырь, наложенный на лист помидора, обнаруживает вирусную инфекцию в растении более чем за неделю до того, как фермеры заметят видимые симптомы заболевания (Science Advances)...

...неприятный запах мяса серых китов, промыслом которых занимаются коренные жители Чукотки, придает 2,6-дибромфенол (Chemosphere)...

художник Андреас Мюллер



Короткие заметки

Оборотни во Вселенной

Изучение явления ликантропии, превращения человека в волка и обратно, пока что пребывает на донаучной стадии, когда идет описание феноменологии на основании отдельных наблюдений, достоверность которых не очевидна. Однако смелые исследователи уже смотрят в будущее. Вот, например, Михаэль Лунд из Института изучения экзопланет НАСА изложил свое видение в апрельском номере основанного им престижного журнала «Acta Prima Aprilia» за 2022 год: пришла пора обратиться к звездам. В самом деле, наука не может строиться на единственном наблюдении, требуется верификация. Значит, чтобы оценить, верно ли мы понимаем проблему земных оборотней, нужно искать проявления ликантропии на других планетах. На каких?

Современные ликантропологи не могут четко сказать, что приводит к превращению. Однако есть зацепки. Например, такая: превращение происходит в полнолуние, причем, как указывают некоторые источники, Луна должна светить как Солнце днем. Тогда на ум приходит фотоядерный механизм, изложенный в работе Эллиота Мэггина «Вой звездного ветра». Согласно ему, изменение спектра светила мгновенно изменяет метаболизм каждой клетки организма. В принципе, предпосылки к этому имеются: достоверно установлено, что в ночи полнолуния у некоторых людей меняется работа некоторых генов, отвечающих за циркадные ритмы. В частности, это пытаются связать с пиком самоубийств в такие ночи. Да и лунатизм не стоит сбрасывать со счетов.

Следуя этой логике, ликантропов над искать на планетах с лунами. А какая луна подходит? Есть большой выбор: спутник диаметром с Луну и на том же расстоянии от планеты, спутник того же размера, но на том расстоянии, чтобы его видимый диаметр был как видимый диаметр местного солнца, спутник, размер которого соотносится с размером планеты как Луна к Земле и помещенный на расстояние, чтобы выглядеть как дневное светило. На луну наложены два ограничения: она должна быть так близко к планете, чтобы солнце не притянуло ее к себе, но достаточно далеко, чтобы приливные силы планеты не разрушили луну.

Анализ каталога из 5005 экзопланет выявил 38 землеподобных кандидатов, у которых может быть луна, удовлетворяющая хоть одному из трех критериев. При этом нашлась одна, где выполнены все три: LHS 1140 b. Она расположена недалеко, на расстоянии в 32 световых года от Земли, причем движется по такой орбите, где возможна жидкая вода, и в ее атмосфере действительно замечен водяной пар. Интересно, что если сравнивать яркости предполагаемых лун у выделенных 38 планет, то они оказываются в разы, а порой и в сотни раз больше, чем у Луны. Неизвестно, впрочем, усиливает это склонность к ликантропии или наоборот. А вот у LHS 1140 b яркость луны будет всего в два раза больше.

В общем, как говорил Н.С. Хрущев на XXII съезде КПСС: «Наши цели ясны, задачи определены. За работу, товарищи!» LHS 1140 b оказывается прекрасным выбором для исследователей, ищущих оборотней во Вселенной.

С. Анофелес



Ольга Вэдер

Иллюстрации Елены Станиковой

Скворечник

— Ма-ма, он два часа где-то болтался!
— Подойди сюда! Полчаса до мастерской, полчаса обратно. Где ты ходил еще час, я спрашиваю?
— Простите, сударыня. Остановился в парке послушать птиц. Они красиво поют...

— Сил моих больше нет. Со своей ногой ты еле ползаешь, еще и останавливаешься без причины. Давай закази и приберись в подвале.

Он не стал напоминать, что подвал давно убран, молча поплелся через прихожую. Посмотрел на свое отражение в сияющем зеркале: металлопластиковый скелет, устаревшая модель, которую не берутся ремонтировать сервисные центры. С тех пор как в правом колене отказал шарнир и нога почти перестала сгибаться, он приобрел ковыляющую походку инвалида.

Из-за ноги спуститься в подвал стоило трудов, но он преодолел девять ступеней и остановился, осматривая помещение. Весь хлам он выбросил, оставив только инструменты хозяина, верстак и отполированные доски: время от времени хозяин брался за электролобзик, выпиливая из досок кружевное чудо.

Протерев и без того чистый верстак, робот вспомнил виденных сегодня птиц. Большие, вроде бы черные, но если присмотреться, то переливающиеся синевой и зеленью птицы перекликались меж деревьев парка. Он раньше не видел таких красавцев и час простоял, слушая их пение.

— Ма-ма, он ночью сидел в Интернете!
— Это уже перебор. Ты знаешь, сколько стоит трафик?!
— Сударыня, я подключился на двенадцать минут и тридцать две секунды. Ваш трафик первые пятнадцать минут бесплатный.
— Что тебе там понадобилось?
— Я хотел выяснить, каких птиц видел вчера. Это скворцы, сударыня, и они умеют...
— Боже, у всех роботы как роботы, только у нас орнитолог. Ты полил цветы на веранде?
— Да, сударыня.
— Ма-ма, пусть он сходит в магазин, оттуда звонили, что гарнитура пришла.
— Это же далеко, я сама съезжу.
— Нет, пусть он сходит!!
— Ты слышал?
— Да, сударыня. Я схожу.

— Сударь, не могли бы вы мне помочь?
Высокий парень, только что бросивший веселой спаниелке фрисби, обернулся. Перед ним стоял робот устаревшей модели из тех, которые язык не поворачивался называть андроидами. В руках он бережно держал деревянный домик с круглым отверстием в передней стенке.



— Чем помочь? — осведомился парень, заинтересованный домиком.

— Понимаете, сударь, — церемонно начал робот, — позавчера я видел здесь птиц.

— Так. — Парень забрал у собаки пластиковый диск, снова запустил фрисби в полет.

— Выяснил, что это скворцы, — продолжал робот. — Раньше для них делали такие домики. Они назывались «скворечники». Этот я сделал сам.

— Хорошая работа, — похвалил парень.

Сделано было аккуратно, доски плотно подогнаны и скреплены на совесть.

— Спасибо, сударь. Мне бы хотелось прикрепить скворечник к дереву. Если бы вы встали мне на плечи, то смогли бы забраться на развилку и привязать скворечник на высоте пять метров девяносто сантиметров, этого будет достаточно.

Парень рассмеялся. Такая просьба была необычна сама по себе, но, исходя от робота, она становилась необычной вдвойне.

— А давай.

Робот и человек подошли к высокой березе. Вокруг них прыгала собака, не расстававшаяся с пластиковым диском. Робот встал спиной к дереву, выставил руку ладонью вверх для упора. Парень ловко забрался ему на плечи, взял протянутый скворечник, поднялся по крепким ветвям выше и начал крепить.

— Знаете ли вы, сударь, что скворцов здесь не видели семьдесят шесть лет? — спросил робот.

— Не может быть! — удивился парень, тщательно привязывая скворечник прочным шнуром. Робот заранее предусмотрел специальные доски для крепления и высверлил отверстия для шнура. Прибивать гвоздями и портить дерево не хотелось — берез и так оставалось немного.

— Семьдесят шесть, — подтвердил робот. — Кроме прочего, скворцы умеют имитировать звуки.

Собака села перед ним, ткнула диск в металлическую ладонь.

— Не врешь? — недоверчиво спросил парень, затягивая шнур морским узлом.

— Нет, сударь.

— Готово. — Парень спустился на развилку и умело прыгнул вниз.

Приласкал собаку.

Робот и человек отошли, оценивая работу. Домик для птиц висел высоко меж ветвями и ждал жильцов.

— Благодарю вас, сударь, — сказал робот и вдруг протянул руку к фрисби. — Можно?

Парень с улыбкой глянул на него:

— Кидай.

Через две недели парень в сопровождении рыжей спаниельки вошел во двор коттеджа. Его встретила девушка лет шестнадцати, оценивающе глянула на гостя и спросила, что ему надо.

— Простите, вам принадлежит робот серии X-65? У него правая нога не сгибается при ходьбе.

— Он что-то натворил? — Девушка подошла ближе, так лучезарно улыбаясь, что парень отступил.

— Ничего, — ответил он. — Просто он раньше часто ходил через парк, а теперь я его не вижу. Так я хотел ему сказать...

— Ой, да мы его по акции в утиль сдали, — засмеялась девушка. — Две недели назад акция прошла «Сдай старое железо, получишь пятьдесят процентов в счет оплаты нового». У нас теперь новый!

Она наклонилась к собаке.

— Ух ты, какая! Кибер?

— Живая, — сухо ответил парень.

— А-а-а-а, — В голосе прозвучало разочарование.

— До свидания, приятно было познакомиться. — Парень свистнул собаке и ушел.

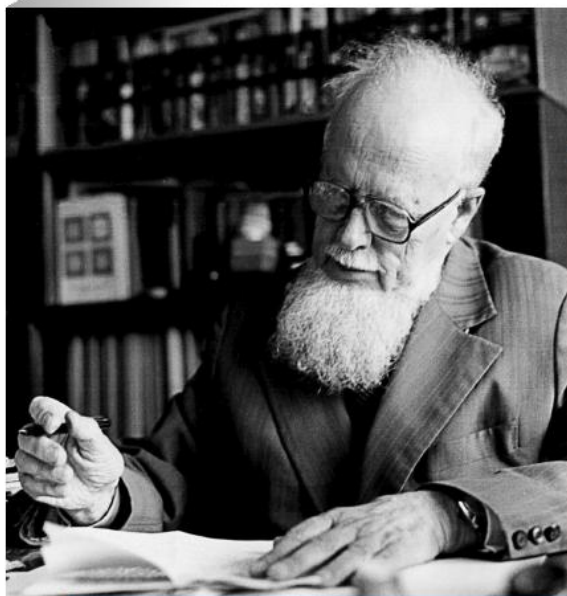
Он отправился в парк, где неделю назад в скворечнике поселилась пара черных с отливом птиц, и одна из них великолепно подражала собачьему лаю.

А еще они красиво пели.



ВСЕРОССИЙСКАЯ
ПРЕМИЯ «ИСТОК»
ИМЕНИ АКАДЕМИКА
И.В. ПЕТРЯНОВА-
СОКОЛОВА

ЕЖЕГОДНАЯ ПРЕМИЯ
ПРИСУЖДАЕТСЯ
УЧИТЕЛЯМ ФИЗИКИ,
ХИМИИ И БИОЛОГИИ
ЗА ВЫДАЮЩИЕСЯ
ЗАСЛУГИ В ОБЛАСТИ
ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ
ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ,
ИНЖЕНЕРОВ И
ТЕХНОЛОГОВ



ВРУЧЕНИЕ ПРЕМИЙ
«ИСТОК» СОСТОИТСЯ
7 ОКТЯБРЯ 2023 ГОДА
В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

ПРЕМИЮ «ИСТОК»
УЧРЕДИЛИ ПРЕЗИДЕНТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК И ГУБЕРНАТОР
НИЖЕГОРОДСКОЙ
ОБЛАСТИ



Правительство
Нижегородской
области