



Июль-Август 1968

Окно, открытое в мир

Курьер



АТОМ В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

*Смешаного 52 № 8
Июль-Август 1968*



СОКРОВИЦА МИРОВОГО ИСКУССТВА

Профиль Чальчиутиуатль

Таков облик Чальчиутиуатль — богини плодородия у тотонаков, одного из племен, населяющих Мексику. Расцвет культуры тотонаков приходится на VII—XIV века нашей эры — время, предшествовавшее господству ацтеков. Тотонаки были не только замечательными архитекторами (об этом свидетельствуют постройки Тахины, центра их культуры), но и великолепными скульпторами, керамиком и терракоту которых отличает исключительная тонкость моделировки.

Ежемесячный иллюстрированный журнал Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры выходит на русском, английском, французском, испанском, немецком, арабском, японском и итальянском языках, на языках хинди и тамили. Издание журнала на русском языке с 1957 года осуществляется издательством «Прогресс» по поручению Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО.

★

При перепечатке материалов обязательна ссылка на «Курьер ЮНЕСКО». Подписанные статьи выражают мнение их авторов, которое может не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и редакции журнала.

★

Адрес главной редакции

ЮНЕСКО, Франция, Париж 7,
 Плас Фонтенуа

Главный редактор

Сэнди Коффлер

Заместитель главного редактора

Рене Калоз

Ответственный секретарь

Лучо Аттинелли

Помощники главного редактора

русский яз.: Виктор Голячков (Париж)
 английский яз.: Рональд Фэнтон (Париж)
 французский яз.: Джейн Альбер Эсс (Париж)
 испанский яз.: Артуро Деспузэй (Париж)
 немецкий яз.: Ганс Рибен (Берн)
 арабский яз.: Абдель Монеим Эль-Сави (Каир)
 японский яз.: Син-ити Хасэгава (Токио)
 итальянский яз.: Мария Ремидди (Рим)
 язык хинди: Анипуджа Чандрахасан (Дели)
 язык тамили: С. Говиндараджулу (Мадрас)

Документация: Ольга Родель

Оформление: Робер Жакмен

4 ПРИРУЧЕННЫЙ АТОМ СЛУЖИТ МИРУ
 Международное агентство по атомной энергии

**8 КАК УСТРОЕН АТОМ
 И ЧТО ОН ДАЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ**
И. Х. Уомани

14 МИРНЫЕ ВЗРЫВЫ ПРЕОБРАЖАЮТ ЛИЦО ЗЕМЛИ
Карло Шерф

17 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕЖДЕ ВСЕГО
Стенли Уайт

18 А-ОРУЖИЕ ПРОТИВ МУХ
Дональд А. Линдквист

22 УГЛЕРОД-14
 Ядерный хронометр археологии
Уиллард Ф. Либби, лауреат Нобелевской премии

26 АТОМНЫЕ ЧАСЫ НА МИЛЛИАРДЫ ЛЕТ

29 ЗАГАДКА ТАБЛИЦ ТАРТАРЫ

30 СОФИ И БРУНО В АТОМИИ
 Юмористический рассказ в картинках

37 ВЕЩЕСТВО, СОЗДАННОЕ РУКАМИ ЧЕЛОВЕКА
Георгий Флёров, Владислав Кузнецов

42 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ И НАШЕ БУДУЩЕЕ
Гленн Т. Сиборг, лауреат Нобелевской премии

45 МИРНЫЙ АТОМ В СТРАНАХ МИРА

**47 РАБОТА С МОЛОДЕЖЬЮ —
 В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ ЮНЕСКО**
Рене Майо

49 ИЗ ХРОНИКИ ЮНЕСКО

50 ПИСЬМА РЕДАКТОРУ

2 СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА
 Профиль Чальчиутуатль (Мексика)

Фото Комиссарета по атомной энергии, Париж



Фото на обложке

Эти тонкие, изящные линии — следы частиц, испускаемых ядром атома. Частицы «улавливаются» пузырьковой камерой синхротрона, и следы их фотографируются там. Продолжительность жизни частиц чрезвычайно мала, но оставляемые ими следы дают физикам важнейшие сведения о структуре вещества.

ПРИРУЧЕННЫЙ АТОМ СЛУЖИТ МИРУ

Репродукция картины известного французского художника Фернана Леже, созданной для Парижского музея науки. Большое полотно [8×5 метров] символизирует покорение человеком сил природы.

Фото Поль Альмазн



Немало сложных проблем стоит перед современным миром: перенаселение, недостаток продуктов питания, ограниченность обычных природных ресурсов. В этих условиях внимание человечества обращается к ядерной энергии — наиболее мощной силе, способной обеспечить благосостояние людей.

Дальновидные государственные деятели и ученые осознали это еще более десяти лет назад. Именно поэтому было создано Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), призванное искать пути мирного применения энергии атома и предотвращать использование ее в военных целях.

После ядерных бомбардировок второй мировой войны — бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, продемонстрировавших невероятную разрушительную силу атомного оружия, государства мира страстно стремились найти новое применение атомной энергии, исследовать полезные, благоприятные для человечества возможности ее использования.

Однако до 1953 года не удавалось разработать приемлемую для всех формулу, на основе которой можно было бы создать орган, ведущий исследовательскую работу в этом направлении. Выступая на сессии Генеральной Ассамблеи ООН, президент США Д. Эйзенхауэр предложил создать международную организацию, через которую развитые страны «посвящали бы некоторую часть своих сил удовлетворению нужд человечества вместо того, чтобы внушать ему опасения».

В 1954 году Генеральная Ассамблея ООН единогласно приняла резо-

люцию «Атом для мира», в которой выражалась надежда, что Международное агентство по атомной энергии будет создано незамедлительно. В октябре 1956 года конференция, в работе которой участвовало 81 государство, единодушно одобрила Устав новой международной организации. И 29 июля 1957 года стало официальным днем рождения МАГАТЭ, насчитывающего сейчас 98 государств-членов.

Созданием МАГАТЭ государства мира преследовали две цели: активно содействовать мирному использованию ядерной энергии и гарантировать, что такое использование не будет связано с угрозой нарушения мира и риском для здоровья людей. Эти цели по-прежнему лежат в основе деятельности МАГАТЭ, но за время, прошедшее после 1957 года, сфера деятельности организации значительно расширилась и ныне связана практически со всеми областями человеческой жизни.

К 1958 году уже была создана первая лаборатория МАГАТЭ в Вене; состоялись первые симпозиумы; в страны для оказания технической помощи выехали первые эксперты; для проведения исследовательской работы были выделены первые стипендии.

Сразу же было признано, что одним из основных факторов, способствующих более широкому применению ядерной энергии, является распространение научно-технических знаний. Исходя из этого первым крупным мероприятием МАГАТЭ стала разработка программы предоставления стипендий.

Сейчас МАГАТЭ предоставляет более 3000 стипендий для подготовки специалистов. Кроме того, тысячи специалистов обучались на организованных МАГАТЭ курсах, 120 видных ученых получили возможность выступить с лекциями, около 15 000 ученых встречались на 100 конференциях и симпозиумах, где обсуждалось 5500 научных докладов. Наряду с этим проведено около 200 дискуссий специалистов, организовано 40 исследовательских групп и т. д.

Расширение знаний о свойствах стабильных и радиоактивных изотопов способствовало значительному прогрессу в научно-технических исследованиях. Изотопы и приборы, основанные на их применении, могут быть легко использованы в полезных целях, часто с незначительными затратами и быстрым практическим результатом, что имеет особое значение для развивающихся стран.

Назовем некоторые пути использования радиоактивных изотопов, которые изучаются МАГАТЭ и сотрудничающими с ним организациями:



■ **В сельском хозяйстве:** повышение урожайности путем лучшего использования удобрений (по рису такие исследования велись в 12 странах, по кукурузе — в 8); получение улучшенных сортов риса, пшеницы и ячменя с помощью мутаций, вызванных облучением; борьба с вредными насекомыми; предохранение от порчи продуктов питания; использование радиоактивного облучения в целях сохранения запасов продовольствия; исследования по более полному использованию подпочвенных вод; получение вакцин для животных на основе радиоактивного облучения.

■ **В гидрологии:** совместное с Всемирной метеорологической организацией изучение круговорота воды на Земле (в течение 6 лет исследовалось распределение по земному шару трития — радиоактивного изотопа водорода, а также некоторых других стабильных изотопов); оказание помощи более 20 странам в развитии водоснабжения и мелиорации; совместное с ЮНЕСКО изучение 20 больших рек в разных районах земного шара по программе Гидрологического десятилетия (большая роль в таких исследованиях отводится тритиевому методу).

■ **В медицине:** изучение заболеваний щитовидной железы в высокогорных районах — от перуанских Анд до Гималайских плоскогорий в Непале; поставки семи странам, согласно достигнутой договоренности, радиологического оборудования для лечения рака; разработка и стандартизация радиоизотопной методики, схем диагностики и лечения (главное внимание уделяется четырем группам заболеваний: анемия, эндемический зоб, заболевания, вызванные недостаточным

питанием, инфекции, переносимые паразитами; эти мероприятия осуществляются в 44 странах); подготовка квалифицированного персонала в области ядерной медицины для развивающихся стран; осуществление программы повсеместного внедрения сыворотки, полученной облучением змеиного яда (цель программы — спасти большинство из 3000 человек, ежегодно умирающих от укуса змей); совершенствование методов стерилизации тканей и медицинского оборудования, облегчающих работу хирургов и снижающих опасность внесения инфекции.

■ **В промышленности:** ознакомление с радиоизотопной техникой, предназначенной для повышения качества производимых товаров, для контроля за процессами обработки, изнашивания и усталости материалов, для выявления дефектов, для стерилизации медикаментов (эти мероприятия помогают сберечь сотни миллионов долларов в год и ускоряют развитие промышленности).

Но основным вкладом мирного атома в благосостояние человечества будет, по-видимому, производство энергии.

В наши дни МАГАТЭ выступает в этой области главным образом в качестве международного консультанта. Эксперты МАГАТЭ консультируют отдельные страны и районы мира по планам использования ядерной энергии, предоставляют необходимую информацию, позволяющую сделать выбор того или иного типа установки, оказывают содействие при определении места строительства, проводят расчеты предполагаемых затрат, дают указания по технике безопасности.

Эта деятельность особенно важна для стран малых или таких, уровень развития которых не позволяет им сейчас самостоятельно решать эти задачи.

С другой стороны, в последнее время все более важное значение приобретает использование ядерной энергии для опреснения больших количеств морской воды. По мнению Глена Сиборга, председателя Комиссии по атомной энергии США, в недалеком будущем нет более значительной перспективы, чем перспектива создания ядерных реакторов, которые производят невиданное количество электроэнергии и одновременно опресняют воду в самых засушливых областях земного шара.

С 1963 года МАГАТЭ служит и местом встреч для обмена информацией по проблемам опреснения воды с помощью ядерной энергии. МАГАТЭ организовало уже восемь встреч технических экспертов и политических деятелей из различных стран, на которых обсуждались проблемы опреснения.

Сейчас работа в этом направлении расширяется. Выдвинута интересная идея объединить такие энерго-опреснительные установки с химическими предприятиями и заводами по производству удобрений, что приведет к возникновению новых агро-индустриальных центров. Под руководством МАГАТЭ сейчас изучаются возможности создания мощного дущелевого (для производства энергии и опреснения воды) ядерного предприятия, которое будет обслуживать засушливые районы Мексики и США, прилегающие к Калифорнийскому заливу. Если этот проект окажется

Энергия атома орошает пустыни

осуществимым, производство воды в этом районе составит около 4 миллиардов литров в день.

МАГАТЭ выступает в качестве наблюдателя осуществляемого сейчас аналогичного американо-израильского проекта. Миссии экспертов МАГАТЭ по энергетике и опреснению направлены в Чили, Сальвадор, Финляндию, Южную Корею, Пакистан, Таиланд, Перу, Филиппины, Тунис и Турцию.

Кроме проблем ядерной энергетики и опреснения, в сферу деятельности МАГАТЭ входит также содействие развитию реакторной техники — путем непосредственной поддержки исследовательских работ как на региональной, так и на международной основе.

Специалисты МАГАТЭ сознают неразрывность прикладных и теоретических отраслей науки и планируют свою деятельность в соответствии с этим. В первой лаборатории МАГАТЭ, созданной в 1958 году, велись физические и химические исследования, связанные с радиоактивностью малой интенсивности. Эти исследования продолжались и сейчас, хотя направление их изменилось: в настоящее время изучается влияние радиоактивности, случайной или с медицинской целью введенной в человеческий организм.

В 1961 году начала функционировать лаборатория в Зайберсдорфе (30 километров к юго-востоку от Вены) с отделениями ядерной физики и радиотерапии, химии, сельскохозяйственных исследований, гидрологии и электроники. Здесь изучают проблемы сохранения продуктов питания, исследуют возраст и состав метеоритов, характеризуют руды и речных отложений. Кроме того, 8000 радиоизотопов, полученных излучателями лаборатория использует для калибровки приборов для исследований в 50 странах.

В 1961 году в Вене создана международная лаборатория по исследованию радиоактивности моря, занимающаяся изучением распределения радиоактивности в морях, морских растениях и животных, ее влияния на морские организмы. Работа этой лаборатории позволит прогнозировать распределение радиоактивных отходов, количество которых возрастает по мере увеличения числа ядерных установок (включая и суда с ядерными двигателями).

Международный центр теоретической физики, созданный в 1964 году в Триесте и руководимый блестящим физиком-теоретиком профессором Абдусом Саламом (Пакистан), — характерный пример помощи МАГАТЭ развитию теоретических исследований. Основная задача этого центра — содействовать деятельности ученых, особенно из развивающихся стран, которые раньше не имели необходимых условий для работы и не могли установить нужные контакты.

Вот некоторые результаты работы центра: опубликовано 400 научных докладов; в исследованиях приняли участие 600 физиков из 53 стран; работа семинаров, учебных курсов и исследовательских групп находит отражение в специальных публикациях; ученые из развивающихся стран привлекаются к работе центра посредством системы ассоциативного членства, по плану сотрудничества с другими организациями, предоставлением стипендий, должностей младших и старших научных сотрудников.

Состоявшийся недавно симпозиум по современной физике, организованный в центре, стал самым выдающимся событием в теоретической физике за многие годы. В симпозиуме приняли участие 250 выдающихся ученых — представителей многих научных направлений, в том числе 9 лауреатов Нобелевской премии.

Программа теоретических исследований МАГАТЭ способствует и эффективному использованию исследовательских реакторов в развивающихся странах; в рамках этой программы направляются эксперты, советы которых помогают рационально использовать установки.

Все больше стран признает огромное значение ядерной энергии. Поэтому, вполне понятно, приходится усиливать меры по обеспечению безопасности и сохранению здоровья населения. МАГАТЭ устанавливает основные нормы радиационной защиты и правила безопасности при транспортировке радиоактивных материалов.

Эти правила и нормы обязательны для всех работ, проводимых МАГАТЭ, и, хотя агентство не располагает правом распространять их на работы, проводимые в пределах государств, тенденция устанавливать нормы, аналогичные нормам МАГАТЭ, все более ширится.

Чтобы помощь МАГАТЭ не могла быть обращена на военные цели, разработана система контроля, применимая к любому двустороннему или многостороннему соглашению (по просьбе государств — участников данных соглашений). Система контроля охватывает и реакторы, и установки, использующие «отработанное» ядерное горючее; она будет распространена и на заводы по переработке и изготовлению ядерного горючего. Сейчас она включает весь ядерно-энергетический цикл, кроме процесса разделения изотопов.

Первой страной, принявшей систему контроля, была Япония, получившая через МАГАТЭ 3 тонны ядерного топлива в 1959 году. С тех пор систему контроля приняли еще 28 стран, некоторые из них МАГАТЭ обеспечивает ядерными материалами. Сейчас под контролем находятся 120 установок, в том числе 70 ядерных реакторов. Большинство этих установок — основной или нередко единственный источник ядерной энергии данной страны.

В рамках системы контроля государства ведут официальную регистра-

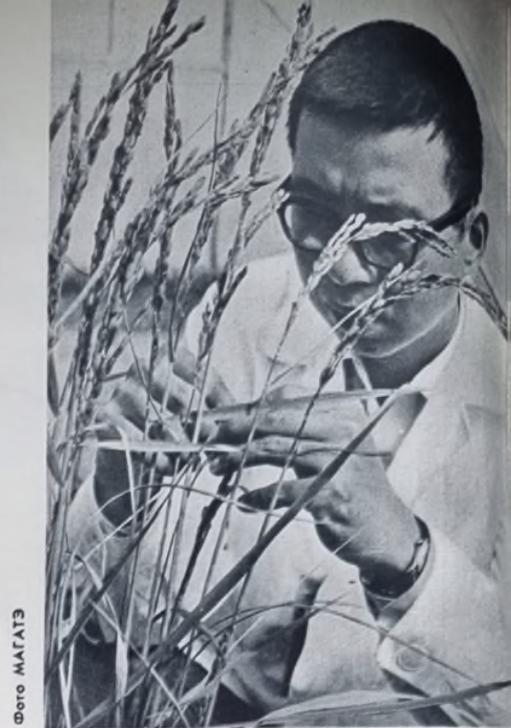


Фото МАГАТЭ

ОБЛУЧЕННЫЙ РИС. МАГАТЭ организовало лабораторию мутации растений в Зайберсдорфе (Австрия), в которой ученые успешно используют радиацию для выведения лучших сортов риса — с большей урожайностью, меньшим сроком созревания и большей сопротивляемостью. Семена из многих стран, культивирующих рис, облучаются и выращиваются под пластиковыми тентами на экспериментальных участках.

цию материалов, находящихся под наблюдением, и периодически отчитываются. Важная составная часть системы — инспекции с выездом на места групп инспекторов с широкими полномочиями, имеющих доступ к установкам и право анализировать их работу. По мере накопления опыта эти группы инспекторов смогут решать и более сложные задачи.

Договор о создании безъядерной зоны в Латинской Америке (так называемый Тлателолкский договор, подписанный в 1967 году 21 страной) предусматривает распространение контроля МАГАТЭ на деятельность стран — участниц договора в области атомной энергии.

Однако опасность остается. Вопрос о том, производить или не производить ядерное оружие, все еще решают сами государства. И если многие из них станут изготавливать такое оружие, нынешняя тенденция к сдерживанию будет сведена на нет, а это чревато ужасающими последствиями.

Договор о нераспространении ядерного оружия, предложенный СССР и США и принятый в июне 1968 года подавляющим большинством голосов Генеральной Ассамблеи ООН, открывает перед миром оптимистические перспективы, гарантирующие большую степень безопасности. Не обладающие ядерным оружием страны — участницы этого договора обязались не производить и не принимать передачи такого оружия. Предполагается, что МАГАТЭ будет осуществлять



ЗАСУШЛИВЫЕ ОБЛАСТИ

■ «крайне засушливые»
▨ засушливые
▫ полузасушливые

ОРОШЕНИЕ И ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ. Опреснение морской воды с помощью ядерной энергии открывает заманчивые перспективы для развития сельского хозяйства всего мира. Пустыни примыкают к морям на протяжении 30 000 километров. Строительство ядерных установок-опреснителей преобразит тысячи гектаров засушливых земель и позволит создать агро-индустриальные комплексы. Дешевое электричество ядерных установок даст возможность оросить и внутренние пустыни подпочвенными водами. Чтобы стала ясна вся сложность проблем любой засушливой области, где дожди не выпадают годами, достаточно сказать, что один ломоть хлеба «вбирает» в себя 150 литров воды, а килограмм мяса — 35 000 литров.

международный контроль за выполнением договора.

Подписание договора состоялось 1 июля 1966 года, когда одновременно в трех городах — Москве, Вашингтоне и Лондоне — под ним поставили свои подписи представители стран-депозитариев (СССР, США, Великобритания) — трех из пяти атомных держав мира) и представители 53 других государств. К 4 июля число подписей достигло 64. По условиям договора он вступает в силу после ратификации государствами-депозитариями и 40 другими странами, подписавшими договор.

Важный аспект подхода к решению обеих задач, стоящих перед МАГАТЭ, — международное сотрудничество. Уже назывались различные проекты МАГАТЭ, в которых принимают участие разные страны. Назовем и другие проекты.

Один из них — совместный проект Норвегии, Польши и Югославии — направлен на совершенствование знаний по физике реакторов. Эксперименты по этому проекту проводятся на установках всех трех стран. Другой совместный проект исследований по физике реакторов основан на использовании норвежского реактора «Нора». Он даст ценные сведения, необходимые для развития энергетических реакторов, и позволит накопить опыт ученым многих стран.

В Юго-Восточной Азии в 1965 году была разработана региональная исследовательская и учебная программа

Филиппинского центра атомных исследований. Она проводится учеными Филиппин, Индии, специалистами МАГАТЭ и основана на исследованиях на нейтронном кристаллическом спектрометре. Индия создает спектрометр и обеспечивает его работу необходимым научно-техническим персоналом, а Индонезия, Южная Корея, Тайвань и, конечно, Филиппины (спектрометр устанавливается на исследовательский реактор Филиппин) принимают участие в экспериментах.

Средневосточный региональный радиоизотопный центр арабских стран, созданный по инициативе МАГАТЭ в 1963 году в Каире, готовит технических специалистов и научных работников. В его работе принимают участие Алжир, Ирак, Иордания, Йемен, Кувейт, Ливан, Ливия, Марокко, Саудовская Аравия, Судан, Сирийская Арабская Республика, Тунис и Объединенная Арабская Республика; в центре проходят также стажировку представители Нигерии и Ганы.

МАГАТЭ сотрудничает с ООН и некоторыми ее специализированными учреждениями — Продовольственной и сельскохозяйственной организацией, Всемирной организацией здравоохранения, ЮНЕСКО, Всемирной метеорологической организацией, Международной организацией труда и Программой развития ООН. МАГАТЭ является, по существу, исполнительным органом некоторых

объединенных программ и проектов, осуществляемых совместно с Программой развития.

Один из таких проектов показал перспективность применения ядерной энергии на Филиппинах. Атомная энергия для увеличения сельскохозяйственного производства будет шире применяться в Индии. В Центральной Америке ведется борьба против средиземноморской фруктовой мухи, а в Югославии завершается работа по совершенствованию методов земледелия и животноводства.

Во всей своей работе МАГАТЭ неуклонно следует принципу повышения уровня жизни в развивающихся странах. Обследование, проведенное в 1967 году, показало, что 30 процентов расходовемых средств направляется непосредственно на проекты именно такого рода; большая часть остальных средств также расходуется в интересах этих стран. С развитием техники основное внимание будет уделяться не консультативной, а практической работе.

Эта широкая и разнообразная деятельность, проводимая в сотрудничестве со странами и организациями всего мира, свидетельствует о том, что МАГАТЭ — агентство, возникшее в результате осознания того факта, что надежды и трудности, связанные с мирным использованием ядерной энергии, не признают государственных границ, — постепенно приближается к осуществлению тех великих целей, во имя которых оно было создано.

КАК УСТРОЕН АТОМ И ЧТО ОН ДАЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ

И. Х. Усмани

Ни одно научное открытие в истории человеческой цивилизации не оказывало на судьбы человечества воздействия более глубокого, чем открытие атомной энергии. Колоссальны возможности разрушения, заложенные в энергии атома, но безгранично и применение ее в экономике. Это «сосуществование» страха перед уничтожением и надежды на рост человеческого благосостояния характерны для нашей эпохи, справедливо называемой атомным веком.

Что представляет собой атом, почему он является таким неограниченным источником энергии, что позволяет ему играть столь важную роль в решении проблем, связанных с развитием промышленности, сельского хозяйства и медицины?

Все материальные тела вокруг нас — твердые (бумага, карандаш, перо), жидкие (вода) или газообразные (воздух) — состоят из элементов, которых в природе насчитывается около 90. Это такие вещества, как медь, железо, золото, уран, водород, кислород и т. д.

Все элементы обладают специфическими физическими и химическими свойствами или характеристиками, благодаря которым они и распознаются. Атом — самая малая неделимая часть элемента. Таким образом, существуют атомы железа, золота, водорода, и каждый из них обладает только ему присущими свойствами.

Если элементы расположить по порядку, соответствующему весу их атомов, начиная от самого легкого — водорода и кончая самым тяжелым — ураном, то водород займет место под

номером 1, а уран — под номером 92. Все остальные природные элементы окажутся между ними.

Строение атома

Чтобы дать понятие о весе и размере атома водорода, достаточно сказать, что на булавочной головке «уме-

щается» 36 миллиардов атомов, а вес миллиона миллионов атомов составляет лишь миллионную долю микрограмма!

Внутренняя структура атомов состоит только из трех фундаментальных «кирпичиков»: электрона, протона и нейтрона. Вес и размер протона и нейтрона приблизительно одинаковы, а электрон примерно в 1800 раз легче.

Электрон заряжен отрицательным электрическим зарядом, и его заряд — минимально возможный. Протон заряжен положительно, его заряд по величине равен заряду электрона. Нейтрон электрически нейтрален, отсюда и его название.

В центре каждого атома находится ядро, состоящее из протонов и нейтронов, связанных между собой мощными ядерными силами. По орбитам

АТОМНЫЙ «РЫБОЛОВ». Человек с удочкой, терпеливо стоящий над водой, отнюдь не рыбак: он измеряет сток в реке Арв близ Шамони (Франция) для разработки проекта местной гидроэлектростанции. Датчики, погруженные в воду, измеряют с помощью счетчика Гейгера радиоактивность от радионуклеотидного источника, установленного километром выше по течению. Для замеров требуется ничтожное, безвредное количество меченых атомов.



Фото Комиссарнате по атомной энергии, Паризи

Д-р И. Х. УСМАНИ — один из самых выдающихся физиков-атомщиков Азии, председатель Комиссии по атомной энергии Пакистана. Он внес большой вклад в создание Пакистанского института ядерных исследований, центров атомной энергии в Лахоре и Дакке, Центра по использованию атомной энергии в сельском хозяйстве (Тандоджам); с его помощью в Пакистане открыты и пять центров по применению атомной энергии в медицине. Д-р Усмани руководил созданием первого в стране атомного реактора (1965) и участвовал в запуске первой пакистанской ракеты (1962).

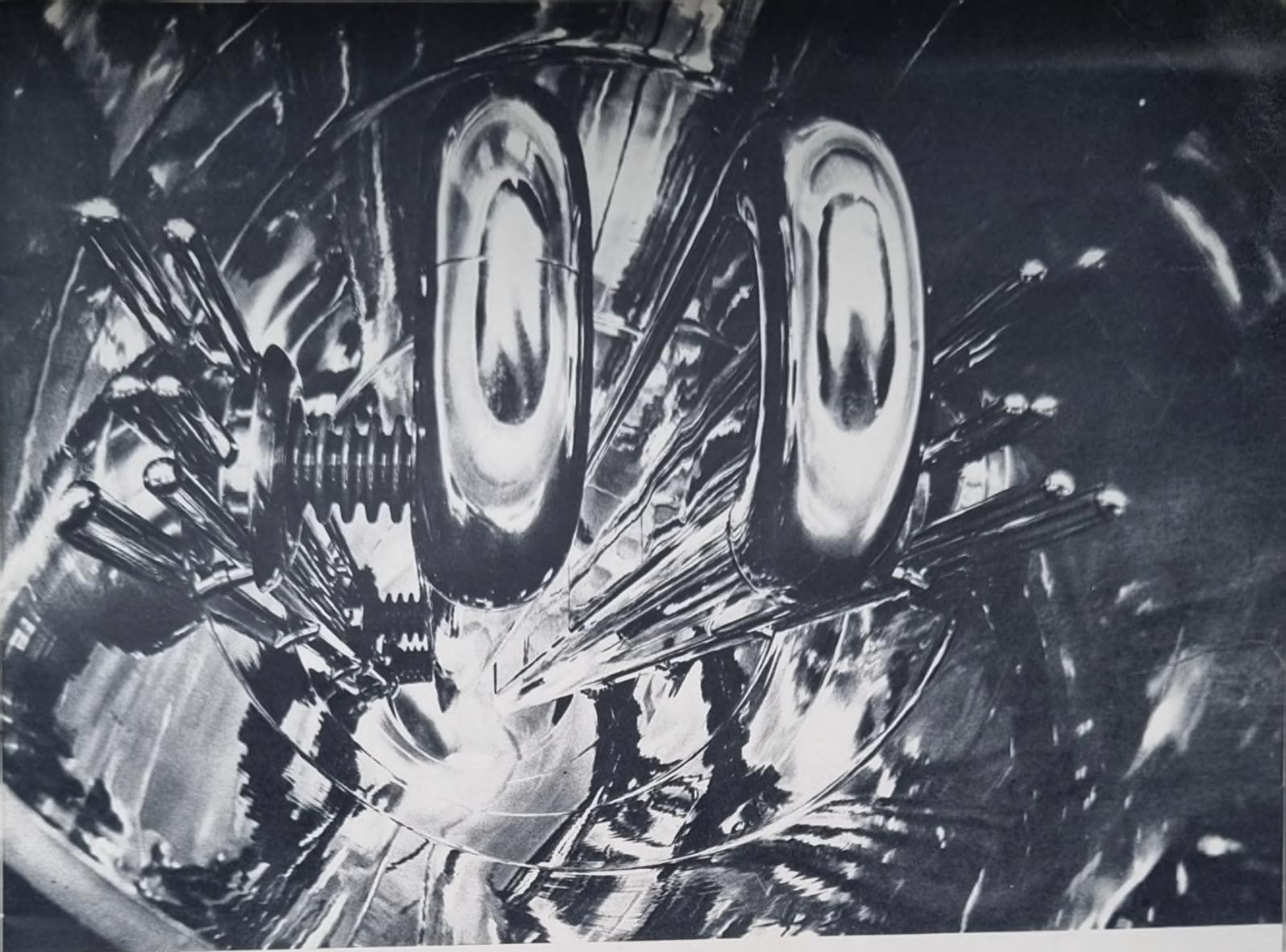


Фото Ж. Жоржеля

Чем глубже проникают физики-ядерщики в мир бесконечно малых структур атома, тем более мощными и громоздкими становятся установки, на которых они ведут эту работу. Таковы, например, гигантские ускорители частиц — космотроны и синхротроны. С фантастическими скоростями вылетают оттуда атомные частицы и попадают в «сортирующие» устройства — такие, как показанный на снимке сепаратор частиц; затем они детектируются и изучаются физиками.

вокруг ядра вращаются электроны — как планеты солнечной системы вращаются вокруг Солнца.

Изотопы

Основываясь на этом представлении о строении атома, ученые пришли к заключению, что число протонов в ядре (равное числу электронов на орбитах) определяет химические свойства элементов. Изменение числа нейтронов в ядре не приводит к изменению химических свойств.

Таким образом, могут существовать два атома одного и того же элемента, имеющие одинаковое число протонов в ядре, но различное число нейтронов. Они обладают одними и теми же химическими свойствами, но ядро одного будет тяжелее ядра другого. Такие атомы называются изотопами элемента («изо» по-гречески означает «тот же самый», «топ» — «место»). Изотопы существуют у всех

элементов. Они отличаются не химическими, а физическими свойствами, в частности весом, потому что в состав их ядер входит разное число нейтронов.

Радиоактивность

Если добавлять протоны и нейтроны к любому атомному ядру, начиная от легчайшего — ядра водорода и кончая самым тяжелым — ураном, можно добиться такого положения, когда их накопится столько, что это вызовет нестабильность ядра: оно начнет распадаться, испуская «избыточные» протоны и нейтроны или их комбинации. Такое излучение — в форме частиц или электромагнитного излучения — называется радиоактивностью.

В процессе распада нестабильных ядер радиоактивных элементов испускаются три типа излучений: альфа-частицы, бета-частицы и гамма-лучи. В состав альфа-частицы входят

два нейтрона и два протона (это ядро атома гелия), и ее электрический заряд равен заряду двух протонов. Бета-частицы — отрицательно заряженные электроны, движущиеся с большими скоростями, а гамма-лучи — проникающее электромагнитное излучение.

Все нестабильные ядра в процессе распада переходят в стабильные. Время, за которое распадается половина первоначального количества ядер, называется периодом полураспада радиоактивного атома или радиоизотопа.

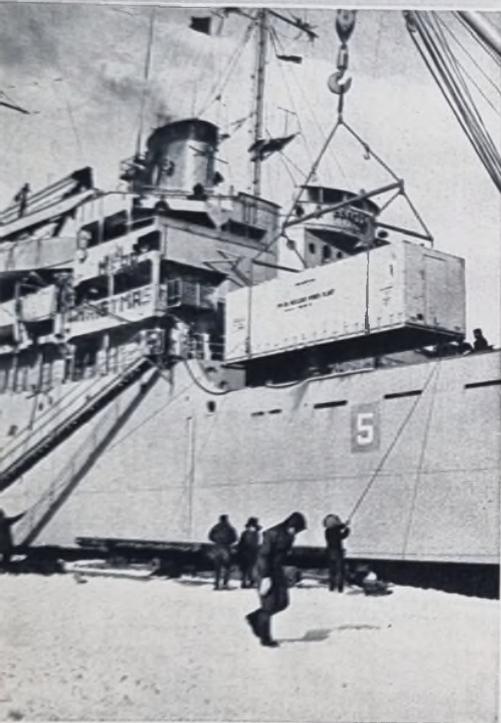
Превращение элементов

Если два элемента отличаются друг от друга числом протонов и нейтронов в их ядрах и если это число можно изменять, добавляя или отнимая нейтроны и протоны, то в соответствии с уже рассмотренными



Фото АПН

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ ПОМОГАЕТ ОСВАИВАТЬ ПОЛЯРНЫЕ ОБЛАСТИ



На верхнем снимке: регулярно курсирующий в арктических льдах советский ледокол «Ленин», оборудованный ядерным реактором. На нижнем снимке: ядерная установка, обеспечивающая теплом, энергией и светом научно-исследовательскую станцию США в Антарктиде неподалеку от пролива Мак-Мёрдо. На снимке слева: сгружается небольшой реактор для этой станции. На снимке справа: отраженное в гелиографе (метеорологический инструмент) изображение советской исследовательской станции в Антарктиде. С 1957 года 12 стран совместно работают в этой «стране науки». Радионуклидные измерения показали, что возраст горных пород Антарктиды — около 3,5 миллиарда лет.



Фото «Мартин компании»

КАК УСТРОЕН АТОМ (Продолжение)

представлениями об атомной структуре один элемент можно превратить в другой. Возможность таких превращений была доказана Резерфордом в 1919 году.

Деление

В 1938 году немецкие ученые Отто Ган и Фриц Штрассман сделали замечательное открытие: если нейтрон захватывается ядром радиоизотопа уран-235, то это ядро делится на две примерно равные части; при этом выделяется огромное количество энергии! Как это объяснить?

Еще в 1905 году Эйнштейн доказал, что вещество и энергия могут превра-

щаться друг в друга, и если каким-либо путем количество вещества уменьшается, то оно переходит в энергию. Связь между массой и энергией выражается очень простой формулой $E = Mc^2$ (E — выделившаяся энергия, M — масса, перешедшая в энергию, c — постоянная величина, равная скорости света в вакууме — 300 000 км/сек).

Уравнение Эйнштейна хорошо объясняет явление деления ядер, открытое в экспериментах Гана и Штрассмана. Вычисления показывают, что деление 0,5 килограмма урана высвобождает энергию, эквивалентную той, которая выделяется при сгорании 1400 тонн высококачественного угля.

Реакторы

Деление каждого атома урана-235 сопровождается не только выделением энергии, но и рождением двух-трех нейтронов в процессе распада ядра. Эти нейтроны, если их замедлить водой или графитом, поглощаются другими атомами урана-235, присутствующими в данном «куске» природного урана, и вызывают новые распады, в свою очередь сопровождающиеся выделением энергии и рождением двух-трех нейтронов. Так возникает цепная ядерная реакция. Высвобождающуюся при этом энергию можно регулировать поглощением вторичных нейтронов, что достигается введением материалов про-



Фото АПН

де кадмия или бора. Установка, поддерживающая такую управляемую цепную реакцию, называется реактором.

Ядерная энергия

Выделяющаяся в реакторе атомная энергия может нагревать воду и производить пар. Пар поступает в турбину, турбина дает электричество, электричество освещает и «питает» город. Так ядерный реактор может заменить паровой котел, для работы которого нужно сжигать уголь, нефть или газ (это и делают на обычных электростанциях).

Теплотворная способность урана значительно выше, чем у обычного

топлива. Килограмм угля, сгорая, дает 8 киловатт-часов энергии, килограмм нефти — 15, а килограмм урана, разделившийся в ядерном реакторе, — 24 миллиона киловатт-часов энергии!

Именно эта колоссальная разница в удельном содержании энергии и обуславливает развитие современных ядерных реакторов, которые постепенно станут самым дешевым источником энергии.

Сейчас уже возможно создание ядерного реактора энергетической мощностью в миллион киловатт. Стоимость киловатт-часа энергии, произведенной на такой установке, составит всего лишь четверть цента! Наличие огромных количеств такой дешевой электроэнергии делает экономически целесообразным опреснение морской

воды для хозяйственных и промышленных нужд. А это открывает перспективы создания на морских побережьях крупных энергетических центров с агро-индустриальными комплексами, которые будут производить энергию, воду и удобрения (из морских солей).

Такого рода комплексы дадут колоссальный импульс экономическому развитию.

Для стран с ограниченными ресурсами природного топлива (уголь, нефть, газ), где потреблять энергию приходится по любой, даже весьма дорогой цене (например, для стран Азии, Африки и Латинской Америки), ядерная энергия является истинным благом, способствующим ускорению экономического развития.

Земляника и апельсины сохраняют свежесть

Ядерные электростанции строятся сейчас даже в высокоразвитых промышленных странах Европы, в Советском Союзе, Канаде и США, располагающих достаточным количеством дешевого угля. Это обусловлено тем, что урановое топливо компактно, его легко доставить к мощным ядерным электростанциям в центрах потребления энергии, в результате чего снижаются транспортные расходы, исключаются потери при передаче энергии на большие расстояния.

Реакторы-«размножители»

Природный уран содержит 99,3 процента изотопа уран-238 и 0,7 процента изотопа уран-235. Когда медленный нейтрон в реакторе попадает в ядро урана-235, происходит деление и высвобождается энергия, преобразуемая затем в электричество. Но если нейтрон захватывается ядром урана-238, то происходит ядерное превращение: уран-238 переходит в уран-239. Уран-239 испускает ядерный электрон, и образуется новый элемент нептуний, который тем же путем переходит в долгоживущий элемент плутоний с атомным номером 94 и массовым числом 239 (массовое число — это сумма чисел протонов и нейтронов, входящих в ядро).

Плутоний-239 делится тепловыми нейтронами так же, как и уран-235. Другими словами, в процессе деления расходуется уран-235, а уран-238 в это же время переходит в плутоний-239, который после химической переработки отработанного ядерного горючего может быть или возвращен в реактор, или загружен в реактор-размножитель, где цепная ядерная реакция осуществляется на быстрых нейтронах. Есть основания считать, что усовершенствование таких реакторов за 10—15 лет приведет к революции в энергетике.

Производство радиоизотопов

Реактор — мощный источник нейтронов, рождающихся в процессе деления урана, и эти нейтроны можно использовать для производства радиоизотопов различных элементов — либо путем активизации, либо путем ядерных превращений.

Например, если поместить фосфор в ядерный реактор, то под действием нейтронов он переходит в радиоактивный фосфор с периодом полураспада 14,5 суток, а если облучить нейтронами теллур, он превращается в радиоактивный йод с периодом полураспада 8 суток. Точно так же обычный кобальт, облученный нейтронами, переходит в радиоактивный кобальт с периодом полураспада 5 лет. Эти

искусственные изотопы применяются в сельском хозяйстве, гидрологии, медицине и промышленности. Воистину пределы применения изотопов превосходят пределы человеческого воображения!

Применение радиоизотопов — «отметчиков»

Излучение радиоизотопов регистрируется чувствительными электронными аппаратами и фотопластинками, и это позволяет обнаружить даже малые их количества. Если, например, радиоизотоп присутствует в веществе в пропорции один к миллиону, то обнаружить его нетрудно. Именно это и послужило причиной широкого применения изотопов.

■ **Сельское хозяйство.** Изучение процессов усвоения растениями удобрений из почвы — важнейшее применение меченых атомов в сельском хозяйстве. Фосфатное удобрение, содержащее радиоактивный фосфор, вводится в почву, а потом с помощью радиогамма-исследования его распределение в растениях, выращенных на почвах разного состава. Если «меченые» удобрения вносятся на различных стадиях созревания риса или пшеницы (цветение, созревание семян), то радиогамма-методом можно определить стадию, наиболее целесообразную для внесения удобрений.

■ **Медицина.** Некоторые органы человека испытывают повышенную потребность в специфических элементах, входящих в состав пищи. Например, щитовидная железа практически полностью поглощает йод, железо играет жизненно важную роль в кровообращении, а кобальт участвует в синтезе витамина В в печени.

Если у шеи пациента, принявшего водный раствор радиоактивного йода, поместить электронный прибор, то излучение радиоактивного йода будет зарегистрировано чувствительной лентой прибора, и это даст сведения о функционировании щитовидной железы.

Лекарства, содержащие радиоизотопы, и различные радиоактивные препараты широко применяются в диагностике и лечении заболеваний. Почти 80 процентов производства изотопов в наши дни идет на медицинские цели.

■ **Гидрология.** Введение в воду таких растворимых изотопов, как бром, йод, тритий, дает возможность следить за движением подпочвенных вод и обнаруживать их подземные запасы, которые можно использовать для орошения. Таким же способом можно учитывать просачивание воды из ложа ирригационных каналов при изучении водного баланса заболоченных районов.

Одно из успешных применений меченых атомов — использование радиоактивного песка для определения миграции наносов в гаванях. Эти исследования не только помогли проводить землечерпательные работы, но и позволили определить места отвала, из которых выбранный грунт не заносится обратно в гавань подводными течениями. В результате таких исследований руководством лондонского порта примерно на 50 процентов снижено расходы на работы по очистке.

Радиоизотопы — источники радиации

Не менее важное значение имеют и радиоизотопы — источники радиации. Чаще всего применяют гамма-излучение активированного в реакторе кобальта. Это сильно проникающее излучение используется очень широко.

■ **Новые виды растений.** Если семена риса, пшеницы, кукурузы, сахарного тростника, табака, хлопка, джута или даже цветов облучить соответствующей дозой гамма-лучей, то в них происходят глубокие генетические изменения. Из облученных семян вырастают растения с новыми признаками: большей устойчивостью по отношению к вредителям, большей урожайностью.

■ **Метод стерильных самцов.** Некоторые вредные насекомые за свою жизнь спариваются только один раз. Самцов таких вредителей можно развести в лаборатории в большом количестве и стерилизовать гамма-излучением. Выпущенные в районы, населенные вредителями, они спариваются с самками и гибнут. При этом новое поколение не рождается, а через определенное время гибнут и самки. В результате вредители исчезают. Уничтожение мясной мухи, наносившей значительный ущерб скотоводству в США, — один из примеров успешного применения этого метода, который может быть использован и в других странах и против других насекомых-вредителей.

■ **Сохранение продовольственного зерна.** Гамма-лучи позволяют также уничтожать насекомых и паразитов в сохраняемом продовольственном зерне. Проведенные в разных странах эксперименты показали, что при правильно выбранной дозе облучения вкусовые качества и питательные свойства риса и пшеницы не изменяются. Гамма-лучи не дают дополнительной радиоактивности, так что облученное зерно безопасно.

■ **Предохранение продуктов питания.** Свежие фрукты, рыба, птица, мясо и овощи начинают портиться со временем даже в холодильнике. Экспериментально доказано, что картофель и лук не прорастают после облучения,

ДОБЫЧА УРАНА ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ. Человечество вряд ли будет испытывать недостаток в уране для ядерно-энергетических установок. Море — неиссякаемый источник растворенного урана. Течение, проходящее у северных берегов Британских островов и вдоль побережья Норвегии в сторону Ледовитого океана, переносит в год около 250 000 тонн урана. Более миллиона тонн урана проходит ежегодно через Флоридский пролив и проливы у берегов Японии. Последние десять лет английские ученые изучали различные способы извлечения урана из растворов низкой концентрации (3,3 микрограмма урана на литр), хотя эти методы пока не имеют экономического значения. Одно из абсорбирующих веществ, которое они применяли, — гидратированная двуокись титана, поглощающая уран. После переработки ее получается раствор, в котором концентрация урана возрастает в десять тысяч раз.

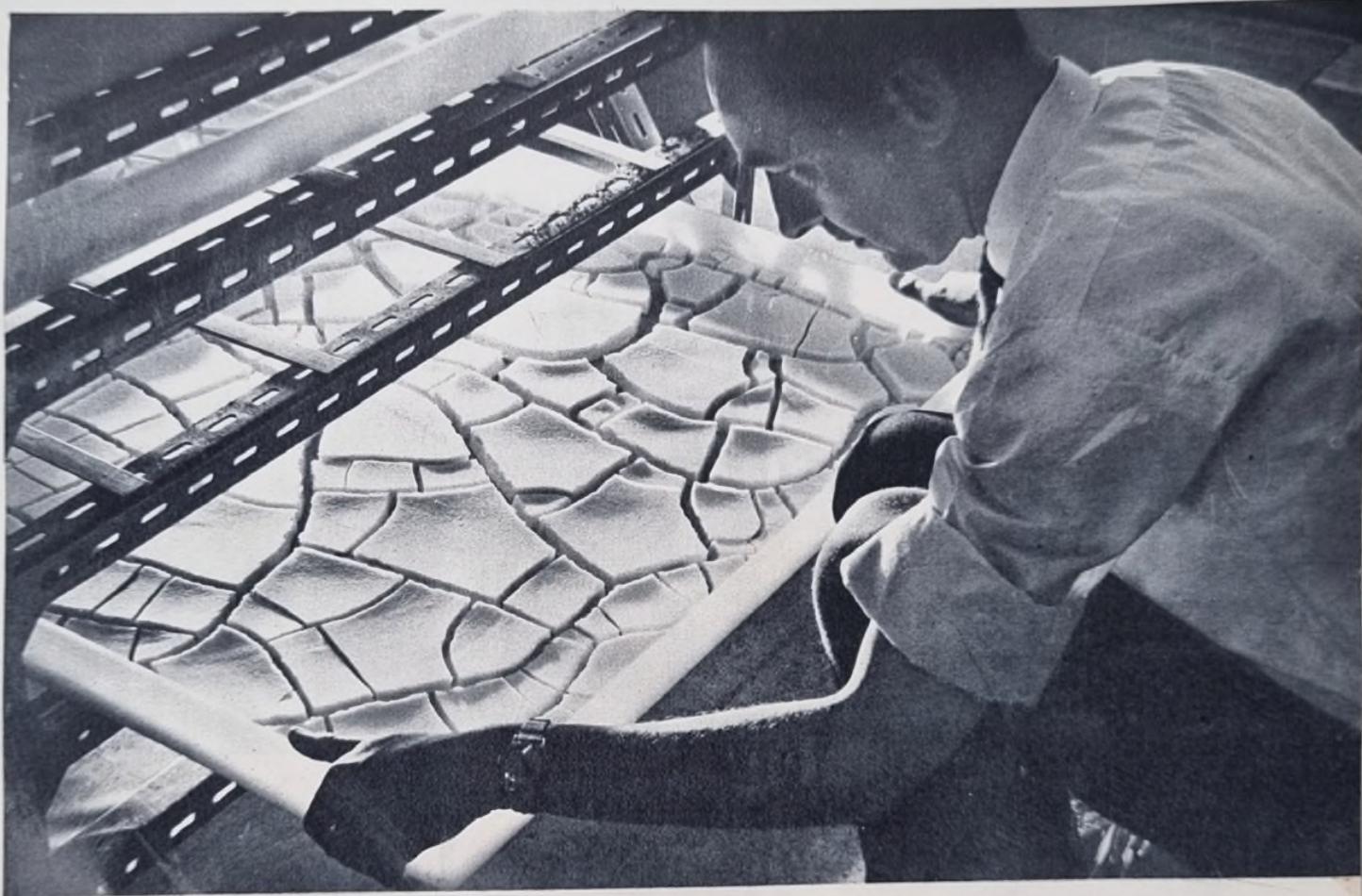


Фото Управления по атомной энергии Англии

а некоторые сорта апельсинов, земляники и т. д. долго остаются свежими после небольшой дозы облучения. Свежая рыба, обработанная гамма-излучением, может храниться и продаваться в магазине на несколько дней больше, чем необработанная. Хорошо сохраняются облученные радиоактивным кобальтом сало и птица. Результаты, полученные в этой области, настолько перспективны, что в ближайшие несколько лет облученные для сохранности продукты питания станут обычным явлением на мировом рынке.

■ **Кобальтовая терапия.** Почти каждая современная больница оборудована установкой с кобальтовым излуча-

телем (пушкой), в которой есть заключенный в защитную камеру кобальтовый источник, испускающий интенсивный пучок гамма-лучей. Этим пучком разрушают злокачественные опухоли и ткани, пораженные раком.

Кобальтовая терапия не только продлила жизнь многим пациентам, но и полностью восстановила их здоровье.

■ **Стерилизация медицинского оборудования.** Гамма-лучи используются при стерилизации различных медицинских инструментов: шприцев, игл, ланцетов, кетгута и т. д. В развитых странах гамма-стерилизация шпри-

цев производится после каждого вливания, что полностью исключает возможность занесения инфекции другому пациенту.

■ **Радиография.** Проникающая способность гамма-лучей позволяет определять дефекты в отливках толстых стальных плит, предназначенных для доковок, в сварных соединениях, поршнях и трубопроводах. На одном конце предмета устанавливается кобальтовый источник, на противоположном — фотопленка или пластинка. Проходящие через предмет гамма-лучи высвечивают пустоты и дефекты. Промышленная радиография сейчас хорошо освоена. Применение радиографии повышает качество продук-

ции и позволяет обнаруживать дефекты во многих видах металлических изделий.

■ **Обработка дерева и волокна.** Под действием гамма-лучей изменяют свои свойства и некоторые полимеры. Многие сорта мягкой древесины приобретают твердость, что повышает их качество. Обработка волокна и тканей определенными соединениями под действием гамма-лучей также позволяет получать новые материалы.

■ **Химические соединения.** Гамма-лучи — своеобразный катализатор для ряда химических процессов, позволяющий получать новые соединения, которые не синтезируются при химических реакциях в обычных условиях. Это имеет неограниченное значение для химической промышленности.

■ **Приборы для измерения толщины и плотности.** Радиоактивные источники бета-излучения (электронов) применяются в приборах для измерения толщины таких материалов, как, например, бумага. Валки устанавливаются так, чтобы пропускать бумагу определенной толщины. Через бумажную ленту проходят электроны и регистрируются счетчиком, управляющим в свою очередь установкой валков. При завышенной толщине бумаги большее число электронов поглощается бумажным слоем, скорость их счета падает, и это вызывает сближение валков, пока необходимая толщина не будет достигнута. Таким образом определяются дефекты в соответствующих материалах и проверяется их качество. Аналогичными приборами определяют также плотность набивки табака в сигаретах.

■ **Углеродный метод датировки.** Древние археологические окаменелости и кости содержат органические вещества, в состав которых входит углерод. В природном углероде всегда присутствует очень небольшой процент его радиоактивного изотопа — углерода-14, период полураспада которого составляет приблизительно 5700 лет.

Если предметы археологических раскопок содержат вещества органического происхождения, то с помощью чувствительного детектора можно зарегистрировать слабое излучение радиоактивного углерода. На протяжении своей жизни в этих окаменелостях углерод распадался, интенсивность его излучения снижалась, и по уменьшению этой интенсивности можно определить «возраст» археологической находки.

Ученые стремятся поставить атом на службу человека, и поиски новых горизонтов будут продолжаться — это неотъемлемая часть их работы. Но не ученые обладают ключами от судеб мира. Эти ключи — у государственных деятелей и политиков, ключи от двух дверей. Одна из них ведет к миру, процветанию и прогрессу, другая — ко всеобщей гибели и разрушению. Будем надеяться, что победит разум и ключ во второй двери не повернется никогда.



Фото Радиационной лаборатории Лоуренса, США

АТОМНЫЙ ЭКСКАВАТОР

Мирное применение ядерных взрывов для перемещения породы в больших масштабах позволит изменить географию нашей планеты. Уже разработан проект строительства нового бесшлюзового Панамского канала, который будет лежать на уровне моря и будет шире и глубже существующего. При строительстве предполагается использовать ядерные взрывы. На рисунке показано, каким будет этот канал.



МИРНЫЕ ВЗРЫВЫ ПРЕОБРАЖАЮТ ЛИЦО ЗЕМЛИ

Карло Шерф

После десятилетия дорогостоящих экспериментов с ядерными взрывами военного назначения страны — основные производители атомного оружия начали рассматривать возможность применения ядерных взрывов в мирных целях — в строительстве и промышленности. Вызвано это прежде всего экономическими

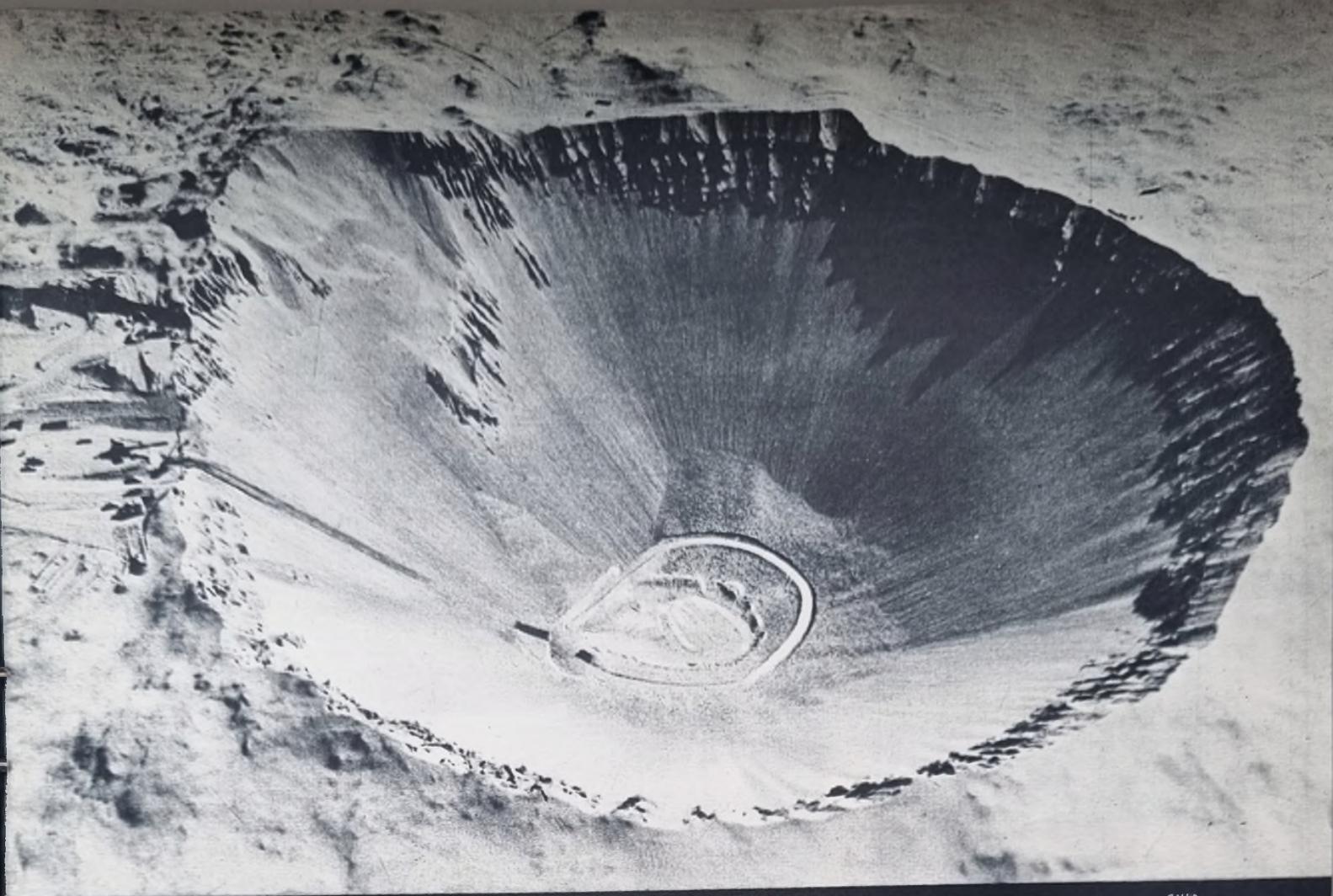


Фото Радиационной лаборатории Лоуренса, США

На верхнем снимке: самая большая в мире горная выработка, полученная в результате взрыва. Диаметр выемки — 360 метров, глубина — 96 метров. Она находится в пустыне Невада (США) и своим возникновением обязана взрыву ядерного заряда, произведенному в июле 1962 года. Размеры выемки хорошо подчеркиваются размером грузовиков, стоящих на краю и на дне «кратера». На нижнем снимке слева: громадный земляной купол высотой около 90 метров и диаметром 180—240 метров, поднявшийся в воздух через три секунды после взрыва ядерного заряда, находившегося на глубине примерно 200 метров. Взрывом было выброшено примерно 7 миллионов кубометров грунта. Этот эксперимент был первым в серии испытаний, проводимых Комиссией по атомной энергии США в рамках проекта «Плаушер», исследовательской программы по мирному использованию ядерных взрывов.

причинами. Начиная с 1940 года в совершенствовании ядерного оружия и создании ядерных арсеналов вкладывались огромные средства, выражающиеся в поистине астрономических цифрах.

Ныне «взрывная мощность» ядерных арсеналов великих держав эквивалентна примерно 100 миллиардам тонн тринитротолуола, то есть по 30 тонн взрывчатки на каждого чело-

века, живущего на Земле. Эта невероятная разрушительная сила, накопленная в виде ядерного оружия, никогда не пускалась в ход. Ядерные державы не только старались избегать прямых военных столкновений, которые могли бы вылиться в атомную войну, но и воздерживались от применения «тактического» ядерного оружия во всех локальных конфликтах.

Атомная энергия внесла новое качество в понятие «взрыв», и человек начал думать о таких работах, которые раньше казались невозможными, а теперь представляются вполне осуществимыми. Используя все богатство накопленных им научно-технических знаний об атомном ядре, человек начал разрабатывать технику мирных ядерных взрывов.

Эти усилия людей опираются, кроме экономических, также на психологические и даже политические соображения. Те, кто создавал техни-

ку военных ядерных взрывов, стремятся показать, что эта техника может быть использована и на благо человечества. Примененная в созидательных целях, она способствовала бы процветанию и тем самым уменьшила бы опасность ядерного уничтожения.

Преимущество ядерной взрывчатки перед существующими химическими ее видами заключается в компактности и относительно низкой стоимости. Основной ее недостаток — возможность радиоактивного заражения. Таким образом, ясно, что ядерные взрывы целесообразно производить только в слабонаселенных районах и тогда, когда требуются очень мощные заряды. Вот несколько примеров: постройка новых портов на Северной Аляске и в Западной Австралии, прокладка канала в Ливии или освоение месторождений газа в Нью-Мексико. Ядерные взрывы вряд ли можно производить в Европе или других густонаселенных районах

КАРЛО ШЕРФ — руководитель одного из экспериментальных проектов в области ядерной физики, осуществляемых Национальным комитетом по ядерной энергии Италии. Он возглавлял также работу специальных курсов, организованных при Международной летней школе по проблемам разоружения и контроля над вооружениями (эта школа создана итальянской секцией Пагуошского движения ученых).

Хранилище для природного газа

(разве только с величайшими предосторожностями).

Советский Союз — первая страна, официально объявившая свою программу в области мирного применения ядерных взрывов. В 1949 году советский представитель в ООН заявил: «Мы используем атомную энергию по нашим хозяйственным планам, в наших хозяйственных и экономических интересах. Мы хотим поставить атомную энергию на выполнение великих задач мирного строительства, чтобы взрывать горы, менять течение рек, орошать пустыни, прокладывать новые и новые линии жизни там, где редко ступала человеческая нога».

В 1956 году советские технические специалисты опубликовали первое обширное исследование по проблемам вземки грунта с помощью ядерных взрывов.

С 1957 года к систематическому изучению всех аспектов мирного применения ядерных взрывов (на поверхности и под землей) приступили и США. Это было началом осуществления программы «Плаушер».

Часть ее отводилась исследованиям в области вземки грунта в больших масштабах с помощью ядерных взрывов. Изучались также пути возможно большего снижения уровня радиоактивности, образующейся при взрывах, техника взрывных работ (расположение зарядов, глубина взрывов и т. д.). Проводились и эксперименты, связанные с взрывом ядерных устройств на глубинах, достаточных для разработки полезных ископаемых. С технической точки зрения результаты этих экспериментов были обнадеживающими, но в то же время они подтвердили и серьезную опасность радиоактивного заражения.

Из многочисленных проектов использования ядерных взрывов для гражданского строительства (создание каналов и искусственных гаваней, проходка тоннелей в горах для транспорта и т. д.) наиболее серьезному обсуждению подвергался проект постройки второго Панамского канала. Существующий канал уже к 1970 году не сможет удовлетворять потребности растущего судоходства. Даже теперь некоторые корабли, например гиганты-танкеры, слишком велики, чтобы проходить Панамским каналом.

Выведены различные проекты реконструкции существующего канала. По одному из них предполагается просто расширить канал, не изменяя его высоту над уровнем моря; при этом будет уменьшено количество шлюзов. Стоимость осуществления этого проекта составит 1 миллиард долларов.

Другой проект предусматривает создание второго канала, лежащего на

уровне моря. Здесь возникает проблема: какую взрывчатку использовать при вземке грунта — ядерную или химическую?

При существующей технике земляных работ строительство нового канала на уровне моря, пролегающего неподалеку от старого, обойдется примерно в 2 миллиарда долларов (учитывая необходимость продолжения эксплуатации существующего канала во время строительства). Поскольку трасса нового канала по этому проекту должна проходить через густозаселенные районы, о ядерных взрывах просто не может быть и речи.

Трасса, на которой можно было бы применить ядерные взрывы, лежит в слабозаселенном районе примерно в 160 километрах к востоку от действующего Панамского канала. Протяженность ее — примерно 160 километров (длина существующего канала — 80 километров). Трасса пересекает гряду холмов, некоторые вершины которой возвышаются над уровнем моря более чем на 350 метров.

Примерные подсчеты показывают, что здесь потребуются взорвать около трехсот ядерных зарядов, эквивалентных примерно 200 миллионам тонн тринитротолуола. Общая стоимость земляных работ составит около 1 миллиарда долларов. Радиоактивные отходы при взрывах загрязнят обширную площадь, а это значит, что примерно 25 000 человек на несколько лет придется переселить в другие места.

Подземные ядерные взрывы обладают существенным преимуществом — не дают радиоактивных осадков. Поэтому их можно производить в местах, относительно близких к населенным районам. Однако и такие взрывы должны производиться — по крайней мере до проведения дальнейших исследований — только в ненаселенных областях, так как они могут вызывать сейсмические толчки.

Подземные взрывы выгодны и с экономической точки зрения, так как с их помощью можно при небольших затратах разрушать колоссальные объемы горных пород. Это сделает целесообразной эксплуатацию глубоко залегающих месторождений руд и природного газа, добыча которых существующими методами убыточна.

Такие взрывы нужно производить на глубинах от 600 до 1000 метров. Их конечный результат — цилиндрическая воронка диаметром около ста метров и высотой несколько сот метров, заполненная раздробленной горной породой.

Объем полости обычно примерно пропорционален силе взрыва. В окружающей полости породе возникают огромные расселины. Если взорвана порода, содержащая природный газ, то газ будет стекать через трещины

в эту центральную полость, откуда его можно подать существующими способами на поверхность. Полость может служить и газовым резервуаром.

Если взорвана порода, в состав которой входит медь, то процесс вымывания меди можно провести на месте, пропуская жидкость через заполнившую полость раздробленную породу, а затем откачивая ее на поверхность.

В США разрабатывается несколько проектов по извлечению природного газа с помощью ядерных взрывов. Кроме того, интерес к совместной с США разработке рудных и газовых месторождений Австралии выразила Австралийская комиссия по атомной энергии.

Осуществление проекта «Гэзбаги» уже значительно продвинулось: в декабре 1967 года в каньоне Леандро (штат Нью-Мексико) осуществлен первый подземный взрыв. Радиоактивных выбросов сразу после взрыва не наблюдалось, а размещенные под землей контрольные приборы позволили установить, что образовавшаяся при взрыве полость по размерам и форме почти точно соответствует расчетам. Однако пройдет не меньше восьми месяцев (время распада короткоживущих радиоактивных продуктов), прежде чем можно будет взять пробы газа, необходимые для измерения уровня радиоактивности и определения экономической рентабельности ядерной «скважины».

Другой аспект программы «Плаушер» — так называемый проект «Кеч», цель которого заключается в том, чтобы изучить возможность использования ядерных взрывов для создания подземных «резервуаров» — хранилищ природного газа.

Из-за высокой стоимости хранения газа применение его экономически выгодно только «на месте». Если же в районах, удаленных от месторождений газа, удастся создать под землей большие хранилища, тогда газ можно по трубопроводам подводить к местам потребления и запасать его в этих подземных резервуарах.

Многие густозаселенные районы США не имеют никаких естественных подземных хранилищ, которые можно было бы использовать под газ. Первый эксперимент по проекту «Кеч» будет проведен, вероятно, в штате Пенсильвания. Власти штата согласились на его проведение только тогда, когда получили гарантию, что проект «Кеч» не нанесет никакого ущерба безопасности населения.

Подводя итог, можно сказать: проекты мирного использования ядерных взрывов, несомненно, стоят потраченного на них времени, особенно потому, что стоимость таких взрывов низка по сравнению с даваемой ими энергией.



Технический персонал лаборатории дозиметрии ядерно-энергетической установки, одетый в специальную защитную одежду, предохраняющую от радиоактивных излучений, обследует каждую деталь реакторного оборудования. Такие проверки и жесткие правила техники безопасности позволили значительно улучшить условия труда на ядерных электростанциях. Сейчас эта отрасль промышленности более безопасна, чем многие другие.

Фото EDP. Париж

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕЖДЕ ВСЕГО

Стенли Уайт

После окончания второй мировой войны внимание к военным аспектам овладения ядерной энергией отнюдь не снизилось, но великие державы, как и другие государства мира, обратились также к изучению возможностей использования ее в мирных целях. Еще в 1949 году покойный Джон Кокрофт, один из провозвестников идеи мирного использования атома, предсказывал появление в самые ближайшие годы первых ядерных установок для получения электроэнергии. Его предсказание сбылось в 1954 году, когда в Советском Союзе вступила в строй первая в мире атомная электростанция мощностью 5000 киловатт. Через два года начали работать атомные электростанции во Франции и Англии, а затем, в скором времени, и в США.

За работой этих электростанций следил весь мир, о них много говорилось на первых двух конференциях

по мирному использованию атомной энергии, созданных ООН в 1955 и 1958 годах в Женеве. Эти первые атомные электростанции продемонстрировали осуществимость и безопасность использования атомной энергии.

С того времени было выполнено огромное количество работ, направленных на совершенствование методов получения ядерной энергии и повышение их экономической эффективности. За последние три года наука добилась очень больших успехов в этом направлении, и теперь стало ясно, что ядерная энергия — при использовании в больших масштабах — окажется более дешевой, чем энергия обычных электростанций, работающих на угле, нефти или газе.

В результате наметился подъем в развитии ядерных энергетических установок. Сейчас на электростанциях 18 стран (Англии, Вельгии, ГДР, Индии, Испании, Италии, Канады, Норвегии, СССР, США, Франции, ФРГ, Чехословакии, Швейцарии, Швеции, Японии) действует 94 ядерных реактора. Мощность этих станций составляет более 14 000 мегаватт (1 мегаватт равен миллиону ватт).

Сейчас строится много новых атомных станций, более мощных, чем существующие. В течение ближайших четырех лет число их удвоится, а количество производимой энергии увеличится примерно в пять раз. Прогнозы на будущее непрерывно пересматриваются, и мощность атомных электростанций по нынешним оценкам достигнет к 1980 году 350 000 мегаватт. Этой энергии будет достаточно, скажем, для работы 50 000 крупных заводов, или для удовлетворения потребностей ста таких городов, как Париж, или для одновременного включения 350 миллионов электроотопителей.

Кроме того, эти станции смогут производить (если к тому времени не удастся наладить какую-то систему контроля) такое количество плутония, которого будет достаточно для изготовления 20 бомб в день. Но плутоний представляет гораздо большую ценность в другом отношении: он сам является средством производства энергии.

Столь быстрое развитие объясняется двумя основными причинами. Первая — энергия, получаемая таким путем, очень быстро становится все более дешевой, и эта тенденция будет

СТЕНЛИ УАЙТ — писатель-популяратор. Он работал в Управлении по атомной энергии Англии, сейчас является сотрудником МАГАТЭ в Вене (Австрия).

Радиоактивность и омары

сохраняться и в дальнейшем в связи с новыми успехами науки и техники и растущими потребностями в энергии. Вторая — в работе новых атомных электростанций много внимания уделяется вопросам безопасности, и принятые меры вполне удовлетворяют строгим требованиям, выдвинутым властями; накопленный опыт и усилия властей помогли рассеять опасения общественности.

Общая схема устройства атомной электростанции напоминает устройство обычной электростанции: тепло превращает воду в пар, пар приводит в действие генераторы, а от них по проводам идет энергия. На одних обычных электростанциях используют тепло, получаемое от сжигания угля, нефти или газа, на других — в электрическую энергию преобразуется энергия падающей воды. В атомных электростанциях используется энергия расщепления ядер урана или плутония (этот процесс сопровождается выделением большого количества тепла).

В процессе расщепления, или деления, ядер в активной зоне реактора образуются новые элементы, часто весьма радиоактивные. Эта радиоактивность потенциально весьма опасна, если не защититься от нее должным образом. Но, к счастью, способы обращения с радиоактивными материалами так же хорошо известны, как и способы обращения с огнем в обычных печах. Тем не менее ученые и инженеры не только охотно принимают все предлагаемые им ограничения, но и сами устанавливают даже более строгие правила при всех работах, связанных с радиационной опасностью.

Остановимся на нескольких примерах, показывающих, с какой тщательностью учитываются при работе атомных предприятий интересы населения. Когда изучалась проблема слива радиоактивных отходов в море на заводах Уайндскейл (Англия), выяснилось, что сырье для так называемого морского хлеба (продукт питания, приготовляемый из морских водорослей) собирают как раз в предполагаемом районе слива. Морской хлеб употребляет в пищу относительно небольшая группа людей, живущих в 200 милях от места стока. Но морские водоросли избирательно поглощают радиоактивный рутений, и поэтому радиоактивность сливов пришлось снизить до уровня, безопасного для любителей морского хлеба.

При определении допустимой радиоактивности сливов английской ядерной станции Брэдуэлл выяснилось, что устрицы могут абсорбировать радиоактивный цинк. Этот факт был учтен при выборе допустимой дозы радиоактивности в сливах.

И уж совсем тонкий нюанс пришлось учитывать при проектировании трубопровода для слива в море отходов Уинфритской атомной энергетической установки на южном побережье Англии. Как оказалось, один из местных рыбаков — большой любитель омаров. Его суточный рацион составляет примерно 120 граммов мя-

са омара (примерно в четыре раза больше среднего потребления даров моря по всей стране). Трубопровод был продлен за банку, на которой обитают омары, что потребовало, конечно, значительных расходов.

Во время обследования Хэнфордского завода (США) выяснилось, что некоторые местные любители рыбной ловли едят рыбу вместе с костями. Но именно кости рыб поглощают радиоактивный фосфор, присутствующий в сливах завода (в целом эти сливы обладают невысокой активностью). Поэтому было признано необходимым не только уменьшить скорость слива, но и реконструировать отстойники и сливные устройства.

Приведенные примеры касаются только предосторожностей, направленных против загрязнения радиоактивностью продуктов питания. Это только один из факторов, которые всегда приходится учитывать при создании реактора любого типа, выборе места для его постройки и в его работе. При конструировании и строительстве реакторов приходится учитывать данные не только «непосредственно заинтересованных» наук, но и многих других — метеорологии, сейсмологии, геологии, биологии, энтомологии и т. д.

На любом предприятии, связанном с использованием атомной энергии — электростанции, исследовательском реакторе или лаборатории, — персоналу всегда напоминают об опасности радиации. Термины типа «максимально вероятный несчастный случай» при обсуждении проектов реакторов звучат еще задолго до того, как реакторы становятся «критическими», то есть тогда, когда в них начинает поддерживаться цепная ядерная реакция. Здесь говорят о «максимально допустимых дозах» радиации, а в сигналы тревоги входит слово «scram», что можно перевести примерно так: «Спасайся кто может!»

Непосвященным людям подобные термины должны казаться устрашающими, но о чем говорят факты работы атомных предприятий? На атомных электростанциях не было ни одного несчастного случая, который нанес бы какой-нибудь вред населению. Было несколько несчастных случаев на реакторах по обработке радиоактивных материалов и на реакторах другого типа, от которых пострадало очень немного людей. Но в целом «хроника» несчастных случаев у реакторов выглядит лучше, чем почти у всех других основных производств.

Благодаря неустанному труду исследователей мы знаем теперь о воздействии радиации значительно больше, чем об основной массе обычных опасностей, ежедневно угрожающих жизни человека. Мы, например, настоящие невежды в том, что касается опасности, вызываемых загрязнением воздуха выхлопными газами автомобилей или различными формами промышленного загрязнения атмосферы.

Ученые применяют ядерную энергию для создания арсенала средств борьбы с насекомыми — вредителями и разносчиками болезни. В Азии рисовый точищник уничтожает ежегодно 14 процентов урожая риса. В США мучной червь ежегодно приносит убыток на 400 миллионов долларов. На снимке: биолог, изучающий саранчу в Аргоннской лаборатории (Иллинойс, США).

Фото ЮСНС

A -

И

Из нескольких миллионов видов насекомых вредными для человека являются лишь немногие. И все же бедствия, причиняемые ими, поистине неисчислимы. Примерные оценки показывают, что пятая часть продуктов питания, производимых во всем мире, теряется бесполезно: большую часть уничтожают вредные насекомые. Они же вызывают огромные потери в поголовье домашнего скота, полезных диких животных, разрушают здания и уничтожают леса, служат причиной смерти людей. Свидетельства о вызываемых вредными насекомыми бедах сохранились со времен изобретения письменности. В Африке до половины сушеной рыбы, производимой на этом континенте, уничтожается насекомыми; около 50 миллионов человек ежегодно можно было бы прокормить здесь зерном, гибнущим от насекомых-вредителей.

После многих столетий войны с вредными насекомыми становится очевидно, что победу в ней одержи-

ДОНАЛЬД А. ЛИНДКВИСТ — руководитель сектора борьбы с насекомыми-вредителями в Отделе применения атомной энергии в области сельского хозяйства и производства продовольствия, созданного совместно ФАО и МАГАТЭ.



ОРУЖИЕ ПРОТИВ МУХ

Дональд А. Линдквист

вает человек. Мощным оружием, основанным на применении ядерной энергии, пополнился теперь арсенал средств борьбы, включающий инсектициды, научные методы выращивания и хранения урожая, выведение более устойчивых сортов культур, поддержание на нужном уровне числа полезных насекомых, уничтожающих вредителей или поражающих их заботливыми.

В большинстве случаев применение инсектицидов — первая линия обороны, и, по-видимому, так будет долгие годы. Но, к сожалению, инсектициды не лишены недостатков: они убивают многих полезных насекомых, могут служить причиной накопления потенциально опасных примесей в растениях, мясе, молоке, и, наконец, некоторые виды насекомых становятся невосприимчивыми к их действию.

Применение атомной энергии позволило разработать более «избирательные» способы воздействия на насекомых, по-видимому свободные от указанных недостатков. Атомная энергия может использоваться в этой борьбе двумя основными путями. Один из них — фронтальная атака, применение непосредственного воздействия излучением. Другой — маркирование насекомых и веществ ра-

диоактивными атомами, радиоизотопами, как их называют для краткости. Посредством этого получают данные о поведении насекомых-вредителей, их жизненном цикле, строении их тела, пище, действию на них радиации, химикатов и всех других факторов, необходимых для эффективной борьбы с ними.

Международное агентство по атомной энергии и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН активно сотрудничают в изучении и внедрении весьма разнообразных ядерных методов, которые разработаны сейчас и для ведения войны с насекомыми, и для получения «разведывательных данных», необходимых практическим работникам. Большую помощь им оказывают энтомологи и ученые других специальностей многих стран, а также различные международные региональные и национальные организации.

Применение радиации становится надежным методом сокращения численности вредных насекомых. Известно, что некоторые насекомые, облученные определенной дозой и видом излучения в определенное время их развития, становятся неспособными к воспроизводству, хотя во всех других отношениях сохраняют нормальные

функции. Радиация оказывает стерилизующее действие, и, когда облученное насекомое спаривается с обычным или другим стерилизованным насекомым, потомство не появляется. Это привело к разработке метода «стерильных самцов», который позволяет ограничить число насекомых, а в некоторых случаях — и совсем их уничтожить.

Метод основан на простом предположении, что нормальная женская особь будет спариваться со стерилизованными и здоровыми самцами одинаково часто. Поэтому если на девять стерилизованных самцов приходится один нормальный, то в девяти случаях из десяти самка будет спариваться со стерилизованными самцами и, следовательно, не даст потомства. Чем больше стерилизованных самцов, тем меньше вероятность спаривания между обычными насекомыми. Если стерилизованных самцов будет достаточно много в нескольких последовательных поколениях, то число насекомых будет стремиться к нулю при условии, что не происходит дополнительного появления насекомых извне.

Первым примером практического применения метода «стерильных самцов» может служить борьба против одного из видов мясной мухи на Юго-Востоке США. Эти мухи откладывают яйца в раны теплокровных животных, и развивающиеся личин-



А-ОРУЖИЕ ПРОТИВ МУХ (Продолжение)

ки, несмотря на лечение, во многих случаях вызывают гибель животных, нанося большие потери поголовью домашнего скота и охотничьей дичи.

Во Флориде построили «мушиную фабрику», на которой разводят и стерилизуют несколько миллионов особей мух в неделю. После стерилизации мух выпускают с самолетов над полями, зараженными паразитами. Результаты оказались великолепными. Этот опасный враг домашнего скота был полностью уничтожен просто потому, что нестерилизованные женские особи спаривались гораздо чаще с выращенными в лаборатории стерильными самцами, чем с природными мужскими особями. Затраты на проведение эксперимента составили около 10 миллионов долларов, а ежегодные убытки скотоводства в этом районе, вызванные мухами-вредителями, исчислялись примерно в 20 миллионов долларов в год. Этот опыт ныне распространен на юго-западную часть США и север Мексики.

Успех послужил стимулом для экспериментов над другими видами насекомых-вредителей. Один из них — средиземноморская фруктовая муха. Она приносит большие убытки производству многих видов фруктов. Очень похожая на обычную домашнюю, эта муха распространилась далеко за пределы Средиземноморья и в последнее время обосновалась в Америке. Исследования последних лет показали, что метод «стерильных самцов» пригоден для борьбы и с этим вредителем.

В данный момент основные исследования ведутся в Центральной Америке. Их осуществляют, в рамках работ по Программе развития ООН, МАГАТЭ, ФАО, Международная региональная организация защиты растений и животных, правительства Мексики, Гватемалы, Сальвадора, Гондураса, Никарагуа, Коста-Рики, Панамы и США.

Многие проблемы, связанные с переходом от лабораторных исследований к широким экспериментам, уже решены. Сейчас «мощность» предприятий по разведению и стерилизации мух достигает более 50 миллионов особей в неделю. Большую часть их выпускают над двумя экспериментальными участками. Одновременно ведутся исследования, направленные на достижение большей эффективности методов разведения, отлова и транспортировки.

Как ожидается, в ходе осуществления этого проекта будут разработаны методы, с помощью которых можно будет в широких масштабах вести борьбу за уничтожение или сокращение численности фруктовой мухи.

Дополнительные исследования с той же целью проводятся в Италии. В этой стране эффективность метода «стерильных самцов» проверяет совместно с МАГАТЭ Национальный комитет по ядерной энергии Италии. Опыты, проведенные в 1967 году на острове Капри и Искья, убедительно показали большие возможности такой методики.

В этом году проводятся опыты по применению вертолетов для выпуска мух на участки и по определению минимального количества стерильных мух, необходимых для уничтожения вредителей в итальянских условиях.

Методика «стерильных самцов» особенно перспективна для уменьшения численности или полного уничтожения оливковой мухи. Это насекомое, как и средиземноморская фруктовая муха, очень сходно по внешнему виду с домашней мухой. Как это видно из ее названия, поражает она прежде всего маслины. Поэтому определить очаги максимального скопления этой мухи нетрудно.

Предварительные опыты, проведенные в Греции при частичной поддержке МАГАТЭ, продемонстрировали достаточную эффективность методики (опыты велись в клетках, установленных над оливковыми деревьями). В ближайшие годы эксперименты будут продолжены в больших масштабах.

Не решена пока еще проблема массового и дешевого разведения мух. Изучением ее занята Зайберсдорфская лаборатория МАГАТЭ неподалеку от Вены (Австрия), а также лаборатории в Португалии и Испании.

Ученые Канады и США показали возможность успешной борьбы этим методом с плодовой мухой — насекомым, паразитирующим на яблонях, сливах и некоторых других фруктовых деревьях. Против плодовой мухи можно успешно бороться и распылением инсектицидов, но они одновре-



Фото Анри Картье-Брассона

Оливковые рощи — основа экономики многих фермерских хозяйств в средиземноморских странах — часто опустошаются мухами-вредителями. Проведенные недавно исследования показали, что с ними можно успешно бороться, если подвергнуть самцов мух радиационной стерилизации.

менно губят и многих полезных насекомых, в результате чего возрастает ущерб, причиняемый фруктовым деревьям другими видами вредителей. Метод же «стерильных самцов», по мнению ученых, может с успехом применяться для уменьшения численности плодовой мушки или — в определенных условиях — для ее полного уничтожения.

Существует, конечно, большая разница в применении инсектицидов и метода «стерильных самцов». Инсектицидами можно с успехом опрыскивать любую оливковую рощу, но, если владелец ее захочет применить метод «стерильных самцов», мухи просто-напросто улетят с принадлежащих ему деревьев. Поэтому такой метод эффективен на больших площадях, когда он применяется в целой стране или в нескольких странах. Если при этом ставится цель полностью уничтожить вредителя данного вида, то следует учитывать и возможность вторичного прилета насекомых.

Когда необходимые исследовательские работы проведены заранее, метод «стерильных самцов» особенно эффективен в деле борьбы с проникновением вредных насекомых в новые области или страны. Средиземноморская муха впервые была обнаружена в Центральной Америке в середине 50-х годов. Если бы к этому времени метод был уже разработан, потребовались бы сравнительно малые затраты для ее уничтожения.

То же можно сказать и о других немногих случаях, когда вредители

появлялись в различных районах США и однажды в Сант-Яго (Чили). Тогда мух уничтожали многократным опрыскиванием инсектицидами, а ведь в этих случаях метод «стерильных самцов» был бы крайне полезен. Не исключено, что настанет время, когда он будет применяться автоматически при возникновении опасности.

Перечисленные выше виды — лишь малая часть насекомых, изучаемых сейчас с точки зрения их «подверженности» атомным методам воздействия. Существуют и другие насекомые-вредители, и некоторые из них являются значительно более опасными и для продовольственных ресурсов и для здоровья людей.

На последнем международном симпозиуме в Вене говорилось о клещах, тлях, москитах, осах, саранче, точильщиках, долгоносиках, бражниках, мухе цеце и многих других насекомых. Но участники дискуссии получили много данных и о возможностях лучшего использования полезных насекомых, среди которых общеизвестным примером может служить пчела.

Несколько слов о мухе цеце — насекомом, которое делает целые области Африки опасными для людей и животных. Надеяться на скорую победу еще рано; но мы знаем уже достаточно много для того, чтобы с уверенностью смотреть в будущее: хотя проблема очень сложна, новые методы, основанные на применении ядерной энергии, в сочетании с другими научными достижениями в конце концов позволят избавиться от этого паразита.

Впереди многие годы исследований, на которые придется затратить немало средств (если, конечно, они будут найдены). О сложности задачи говорит хотя бы то, что необходимо еще вывести в лабораторных условиях достаточно сильную муху цеце, способную конкурировать с насекомыми, выросшими в природных условиях. Пока еще питание, предлагаемое мухе цеце в лабораторных условиях, недостаточно эффективно по сравнению со свежей кровью животных.

Радиоизотопы дали ученым средство проникать в тайны природы на уровне самых мельчайших объектов. В течение последних десяти-пятнадцати лет они широко применяются и в исследованиях насекомых. Насекомые, «помеченные» радиоактивным веществом, например фосфором, позволяют энтомологу наблюдать за их перемещениями в естественных условиях. Так, если «меченых» фруктовых мух выпустить в апельсиновой роще, то их перемещение можно легко определить — сначала отловом, затем отбором «радиоактивных» насекомых с помощью счетчика Гейгера. Именно таким образом выяснилось, что фруктовая муха при благоприятных условиях не удаляется от первоначального «места обитания» более чем на несколько сот метров. Это очень важное обстоятельство следует учитывать при использовании метода «стерильных самцов». В то же время другие виды насекомых перелетают на несколько километров.

Полезное применение нашли меченые атомы и при изучении «плот-

ности заселения» насекомыми определенных участков. Известное число помеченных изотопами насекомых выпускается на участок, а несколькими днями позже там же устанавливаются ловушки. Отношение «меченых» насекомых к обычным в общем количестве отловленных позволяет рассчитать «заселенность».

Если подходящих ловушек нет, насекомых можно пометить радиоизотопами, испускающими гамма-лучи (например, кобальтом-60). Такие «маркированные» насекомые обнаруживаются портативными приборами на расстоянии нескольких метров. Это дает возможность определять точное местонахождение насекомых ночью, в земле, в стволах деревьев и в других местах, недоступных наблюдению.

Каким же образом помечают насекомое, «нашивая» ему радиоактивный «ярлычок»? Радиоизотопы можно добавить в среду, в которой развиваются насекомые, подкармливая ими взрослых особей или наносить на поверхность тела. Иногда мельчайшие кусочки радиоактивной проволоки приклеивают к телу насекомого.

Применение радиоактивных изотопов значительно расширило наши знания об инсектицидах. Один или несколько радиоизотопов вводятся в молекулу химического вещества в процессе его производства. Это не изменяет его биологического действия, но дает возможность обнаружить очень малые количества такого вещества. Таким путем энтомологи и химики могут изучать поведение вещества в почве, в организмах насекомых и животных, в растениях и т. д.

Поведение инсектицидов в различных биологических системах играет большую роль по нескольким причинам. Известно, что некоторые инсектициды испытывают биохимические превращения и полностью или частично перестают действовать на насекомых. Другие, наоборот, становятся более ядовитыми. Все эти обстоятельства важно знать еще до широкого распространения химических соединений.

Радиоактивные «метки» широко применяются при изучении отравляющего воздействия инсектицидов. Цель таких работ — получение новых инсектицидов, обладающих избирательным действием, не причиняющих вреда человеку, животным и полезным насекомым. Можно надеяться, что исследования в этом направлении приведут к получению безопасных, экономически выгодных и направленно действующих инсектицидов.

Радиоактивные изотопы применяются во многих фундаментальных исследованиях физиологии насекомых. Помечая радиоизотопами естественные соединения, образующиеся в теле насекомого, можно изучить многие ферменты и гормоны, управляющие их развитием и поведением. Когда эти физиологические процессы будут поняты, станет возможно изменять их и этим воздействовать на вредителей.

Как видно из нашего краткого рассказа, атомная энергия — неоценимый инструмент воздействия на вредных насекомых. Ее значение еще более возрастет в будущем, когда станет больше энтомологов, умеющих использовать открываемые атомной энергией великие возможности.



УГЛЕРОД 14

Уиллард Ф. Либби

ядерный хронометр археологии

Может быть, радиоуглерод, замечательное средство датировки, покажет нам, что заря истории человечества занялась намного раньше, чем мы предполагаем? Углерод-14 помог археологам и историкам решить многие проблемы, но применение его ставит немало и новых сложных вопросов.

Образование радиоактивного углерода в природе происходит в результате облучения атмосферы космическими лучами. Период полураспада радиоактивного углерода около 5700 лет, и, следовательно, зна-

чительная часть радиоактивного углерода, входящего в состав человеческого организма, образовалась еще в доисторические времена.

История, если рассматривать ее с точки зрения времени жизни радиоактивного углерода, еще очень «молода». Наши древнейшие исторические сведения, например, гораздо «моложе», чем период полураспада радиоактивного углерода. Однако по сравнению с возрастом Земли продолжительность жизни этого элемента невелика. Возраст Земли составляет приблизительно 5 миллиардов лет, что в миллион раз больше, чем период полураспада радиоактивного углерода. Поэтому радиоактивный углерод находит незначительное применение при исследовании различных геологических процессов, но он может быть хорошим помощником при изучении истории человечества.

Как же «работает» радиоактивный углерод? Он образуется в верхних слоях атмосферы на высоте примерно 15 километров, где азот под воздействием космических лучей превращается в углерод-14, имеющий отличные от азота химические свойства. В воздухе углерод окисляется, образуя главным образом двуокись углерода — одну из составных частей человеческого организма. (Собственно говоря, наше тело есть не что иное, как продукт взаимодействия двуокиси углерода, водяных паров, солнечных лучей и щепотки соли!) Зеленые растения земли возникли благодаря фотосинтезу: двуокись углерода и вода под воздействием солнечных лучей превращаются в вещество растения. Таким образом, «строительный материал» жизни берет свое начало из воздуха, из находящейся в нем двуокиси углерода.

Изучая выпадение радиоактивных осадков, мы выяснили, что для полного перемешивания атмосферы достаточно пяти, максимум десяти лет. Таким образом, хотя радиоактивный углерод и образуется на высоте примерно 15 километров, уже через несколько лет он попадает в самые низкие слои, где и усваивается растениями.

Растения поглощают радиоактивный углерод, образующийся в результате действия космических лучей, затем человек и другие живые организмы употребляют эти растения в пищу, становясь таким образом в определенной степени радиоактивными. Но самое важное для датировки с

УИЛЛАРД Ф. ЛИВВИ, лауреат Нобелевской премии по химии (1960), — крупнейший специалист в области радиоуглеродной датировки. Уже более 20 лет он плодотворно занимается изучением проблем ядерной физики и использования атомной энергии. Член Академии наук США и многих других как американских, так и зарубежных научных учреждений и обществ. Публикуемая статья представляет собой сокращенный вариант его выступления в МАГАТЭ в 1966 году.

Углерод-14 позволяет устанавливать хронологию событий в истории нашей планеты. Темпы его возникновения в верхних слоях атмосферы в течение последних 50 000 лет практически неизменны. Углерод, входящий в состав живых организмов, в определенной пропорции содержит углерод-14. Когда растение или животное гибнет, оно больше не усваивает углерод-14, а ранее усвоенный углерод начинает распадаться, тем самым «отсчитывая» время. Возраст древних предметов определяется по оставшемуся в них количеству углерода-14 — согласно предположению, что в начальный момент предмет содержал столько же углерода-14, сколько и ныне живущие организмы. Это достигается при помощи сложных процессов, включающих перевод углерода в газообразное состояние сжиганием или химическим путем (снимок слева) и измерения распада углерода-14 в газе.

Фото Геологического управления США

помощью радиоактивного углерода состоит в том, что наш «контакт» с космическими лучами существует только до тех пор, пока мы продолжаем питаться. Пока мы живем и принимаем пищу, мы абсорбируем и усваиваем радиоактивный углерод.

Атомы углерода-14, содержащиеся в нашем организме, уже неоднократно находились в воздухе в виде двуокиси углерода, попадали на землю и усваивались растениями или — что наиболее вероятно — растворились в глубинах океана. За такой значительный период времени ветры разносили радиоактивный углерод по всей земле, а океанские течения перемешивали его. И теперь, в результате этих процессов, несмотря на огромную разницу в интенсивности космических лучей на разных географических широтах (они значительно интенсивнее в северных и южных широтах, чем на экваторе), следует ожидать, что радиоактивный углерод равномерно распределен по всей планете.

В природе мы действительно находим подтверждение этому: образцы органического вещества (например, кусок дерева или живые ткани), взятые из различных мест, содержат в себе одинаковое количество радиоактивного углерода в пересчете на грамм углерода. Это означает, что благодаря непрерывному перемешиванию содержание (концентрация) радиоактивного углерода в углероде живого вещества одинаково у всех видов, населяющих нашу планету. Пока мы живем, мы являемся частью гигантской системы, находящейся в непрерывном движении, — системы, в которую входят и атмосфера, и океаны; связь с этой системой осуществляется в цикле питания.

Датировка с помощью радиоактивного углерода основывается именно на этом принципе. Умирая, человек перестает принимать пищу, и попада-

ние в организм радиоактивного углерода прекращается. Конечно, для всех радиоактивных элементов характерно то, что они разрушаются, исчезают и претерпевают различные изменения. Если взять, например, радиоактивный углерод, то здесь каждые 5700 лет превращение претерпевает 50 процентов его массы. В результате этого превращения образуется азот, из которого в свое время образовался углерод.

В процессе этого преобразования выделяется излучение, позволяющее нам обнаружить гибель радиоактивного атома. Если, например, поместить в счетчик двуокись углерода, полученную при сжигании куска дерева, то по скорости счета можно зарегистрировать исчезновение атомов углерода, превращающихся в азот. Для того чтобы произошел один распад в минуту, необходимо более 4 миллиардов атомов радиоактивного углерода.

Хотя это число кажется очень большим, в процентном отношении оно не столь велико. Общее число атомов в одном грамме углерода, например, превышает эту цифру в 10^{12} раз, то есть на миллион миллионов атомов обычного углерода приходится только один радиоактивный. Это обычная концентрация для органического вещества. Именно с такой скоростью счета начинается распад радиоактивного углерода в живых тканях с момента смерти. Скорость счета будет соответствовать наличию примерно 66 миллиардов радиоактивных атомов на один грамм углерода, то есть общая скорость распада составит примерно 15 в минуту на один грамм.

Первое, что нам предстояло сделать при разработке метода датировки с помощью радиоактивного углерода, — доказать его наличие во всех живых тканях в одинаковой концентрации. Это было сделано до-

Фото Жана Фейля

Изваянная из кедрового дерева копия знаменитого золотого саркофага, в котором мумия фараона Тутанхамона сохранялась в Долине гробниц, неподалеку от Луксора в Египте. Ученые с помощью радиоуглеродного метода датировки проверили принятые ныне даты царствования древних египетских династий. Проверка подтвердила данные историков и археологов — вплоть до 1500 года до нашей эры.



Датировка свитков Мертвого моря

вольно быстро, и мы были рады, что наша незамысловатая теория оказалась правильной.

Однако сейчас, спустя несколько лет, когда были проведены более точные измерения, выяснилось, что наша теория не совсем точна. Между концентрациями в различных видах существует весьма незначительная разница. Например, уровень радиации у морских организмов оказался несколько меньшим, чем предполагалось теорией. Это объясняется, по-видимому, наличием естественного барьера, препятствующего выпадению двуокси углерода из воздуха в море; быстрого растворения не происходит.

Мы продолжали работу, не встречая, как нам казалось, особых трудностей. Впервые мне пришлось участвовать в проведении такого успешного исследования. Мы, например, предположили, что процессы перемешивания в океанах протекают быстро и что именно в них содержится большая часть радиоактивного углерода, так как в составе морских солей углерода значительно больше, чем во всех живых веществах.

На основе наших знаний о космических лучах нам предстояло вычислить эту предполагаемую концентрацию.

Если бы мы ограничились рассмотрением только биосферы, то ее ожидаемая концентрация превысила бы в тридцать раз уровень, который мы в действительности установили. Однако мы совершенно правильно предположили, что воды океана перемешиваются очень быстро и что концентрация в биосфере будет в тридцать раз меньше, чем этого можно было бы ожидать на основании скорости образования радиоактивного углерода космическими лучами.

И действительно, в океане углерода в тридцать раз больше, чем в биосфере в целом. Оправдалось также и наше предположение о том, что круговорот перегноя почвы происходит довольно быстро и что, следовательно, содержание в нем радиоактивного углерода незначительно по сравнению со всей биосферой. Мы пришли к такому выводу, хотя точно знали, что уголь, нефть и другие органические вещества давно утратили свой радиоактивный углерод в результате радиоактивного распада и с момента своего образования не вписываются в нашу картину всеобщего равновесия.

На следующем этапе исследования нам предстояло проверить, действительно ли мумии, которым 5700 лет, содержат радиоактивного углерода в два раза меньше, чем организмы наших современников. К сожалению, таких мумий нет. Самым древним мумиям, возраст которых более или менее установлен и которые могут



Фото Рафа Тони Шнейдерс

САМОЕ ДРЕВНЕЕ ДЕРЕВО ЗЕМЛИ

Древесина содержит углерод-14, поэтому ее можно использовать для проверки результатов датировки радиоуглеродным методом [подсчитывая древесные кольца]. Самый древний из ныне живущих обитателей Земли — американская коническая сосна [снимок слева]. Этому дереву более 6000 лет. С его помощью удалось установить, что даты, определенные углеродным методом для объектов старше 3500 лет, отличаются от известных исторических дат.

быть использованы для проверки, около 4800 лет. Эти мумии относятся к эпохе первых династий Египта, то есть ко времени первых зафиксированных исторических сведений.

Чем дальше углубляешься в историю, тем меньше уверенность ученых в точности тех или иных дат. Знакомые мне историки готовы поручиться за точность дат в пределах последних 3750 лет, однако, когда речь заходит о более древних событиях, их уверенность пропадает. Тем не менее вплоть до Сенусерта III (XII династия Египта) их позиция довольно тверда.

Таким образом, нам предстояло проверить наш метод на двух периодах: один — 3700 лет назад, другой — еще на 1000 лет ранее. Нам сопутствовала удача, и все опыты, кроме двух-трех, дали отличные результаты. Одно из исключений выявилось тогда, когда мы вместе со специалистами известного Института ориенталистики Чикагского университета работали над материалами огромной коллекции, собранной Джеймсом Х. Врестедом в Египте, и вдруг обнаружилось, что третий объект, который мы подвергли анализу, оказался современным! Это была одна из находок коллекции, которая считалась,

помнится, принадлежащей к V династии. Да, это был тяжелый удар.

Однако на основании первых двух и последующих успешных определений сотрудники института перепроверили все данные и прицели к выводу, что американского египтолога, по-видимому, просто обманули, подставив ему подделку.

И все-таки подобные разочарования мы испытывали не часто. Например, возраст материала из Стонхенджа мы определили в 3700 лет, что полностью совпадает с определением профессора Стюарта Пигготта, знаменитого ученого и исследователя Стонхенджа.

У нас не было расхождения с историками относительно Древнего Рима и Древнего Египта. Мы не проводили многочисленных определений по этой эпохе, так как в общем ее хронология известна археологии лучше, чем могли установить ее мы, и, предоставляя в наше распоряжение образцы, археологи скорее оказывали нам услугу.

Для проведения измерений нам необходимо 20—30 граммов богатого углеродом материала. Но «отщипнуть» такой кусочек можно не от



Фото Рафо — Георг Герстер

всякого памятника. С другой стороны, нам иногда приходилось пользоваться образцами, которые и не годились больше ни на что, кроме нашей работы. Так, мы определили возраст свитков Мертвого моря — рукописи Книги Исаяи — по полотняной обертке, в которой они были найдены.

Однако мы не ощущали недостатка в материалах эпохи, отстоящей от нас на 3700 лет, на которых можно было бы проверить точность и надежность метода. Метод, который мы начали разрабатывать в начале 50-х годов, оказался надежным, позволяя датировать с точностью ± 100 лет.

С тех пор чрезвычайно точные измерения с помощью очень чувствительных приборов показали, что наблюдаются систематические отклонения, свидетельствующие о том, что скорость образования радиоактивного углерода не была абсолютно постоянной.

Напомню, что с самого начала мы исходили именно из постоянства этой скорости. Когда мы сравнивали содержание радиоактивного углерода в египетской мумии и в современном человеке, мы предполагали, что условия их жизни идентичны, то есть

скорость образования углерода-14 одинакова, одинаков состав космических лучей и одинаково количество воды в океане, а следовательно, и степень разбавления углерода. Состав и уровень океана за последние 5000 лет действительно почти не изменились — ведь с точки зрения геологии это очень небольшой срок.

Иное дело — космические лучи. О происхождении их мы знаем еще очень мало. Имеются веские доказательства того, что космические лучи приходят к нам из-за пределов солнечной системы. На пути к Земле они испытывают влияние разнообразных факторов. Они отклоняются материей, в частности магнитными полями, а Солнце непрерывно излучает ионизированное вещество, возбуждающее магнитные поля, способные отклонить космические лучи.

Как показано в работе д-ра Ханса Сьюза из Калифорнийского университета (она называется «Климатические изменения в образовании радиоактивного углерода космическими лучами»), если в течение века была зарегистрирована особенно высокая среднегодовая температура, то это значит, что Солнце особенно интенсивно испускало плазму и, следовательно, образование радиоактивного

углерода было на особенно низком уровне. Это в свою очередь означает, что результаты датирования, относящиеся к этому веку, будут завышены.

С другой стороны, если в течение одного-двух столетий активность Солнца невысока и космические лучи лучше достигают земной атмосферы, возраст исследуемых образцов будет занижен. Ошибка составляет ± 50 лет, то есть лежит почти в пределах точности наших измерений. Д-р Сьюз провел множество экспериментов с годовыми кольцами деревьев, поэтому в точности его выводов можно не сомневаться.

В последние годы мы проводили работу в старых английских поместьях, возраст которых в большинстве случаев полностью достоверен. Мы обнаружили, что если учитывать поправки д-ра Сьюза, то наши результаты и действительные исторические даты совпадают более точно. Д-р Сьюз, правда, отметил некоторые небольшие отклонения, но в целом совпадение было достаточно хорошим.

Интересно отметить следствие этого совпадения, которое не явилось

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 28

РАДИОАКТИВНЫЕ ЧУДОВИЩА

Ядерные методы датировки дают ученым возможность определять возраст причудливых доисторических животных, населявших Землю миллионы лет назад. Поскольку датировка обычно не останки ископаемых, а окружающие их отложения (продукты той жизненной среды, в которой обитало животное), физики-ядерщики работают рука об руку с геологами, изучающими слои отложений. Показанный на снимке слева череп странного млекопитающего найден при раскопках неподалеку от дворца египетской царицы Арсинии (животное и названо по месту находки — арсинитериумом). Оно обитало 40 миллионов лет назад, то есть намного позднее птеродактиля (нижний снимок), крылатой рептилии (180 миллионов лет назад). В то же время арсинитериум старше пещерной гиены (снимок справа), которая 50 тысяч лет назад часто встречалась в Европе.

Фото Поля Альмази

АТОМНЫЕ ЧАСЫ НА МИЛЛИАРДЫ ЛЕТ

Углеродным методом можно определить возраст предметов в пределах от 1000 до 50 000 лет. Для геологических масштабов это относительно короткий отрезок времени, поэтому ученые искали и нашли в природе другие атомные «часы», с большим временным масштабом. Их «стрелки» отсчитывают не только столетия или тысячелетия, но и миллионы и миллиарды лет. Такие «часы» действуют так же, как и углерод-14, — ход их определяется временем, необходимым для распада атомов. Но скорость распада здесь значительно меньше, чем у углерода-14. Изучая, например, естественное превращение урана в свинец, происходящее в природе, ученые смогли вычислить возраст Земли — 4,5 миллиарда лет. Помимо радиоуглеродного метода, существует несколько других ядерных методов датировки. Они внесли существенный вклад в наши знания истории Земли. Современный атомный эталон времени — цезиевые часы, в которых используется естественная частота прецессии ядра изотопа цезия-133. Погрешность таких часов составляет ± 1 секунда за 6000 лет.

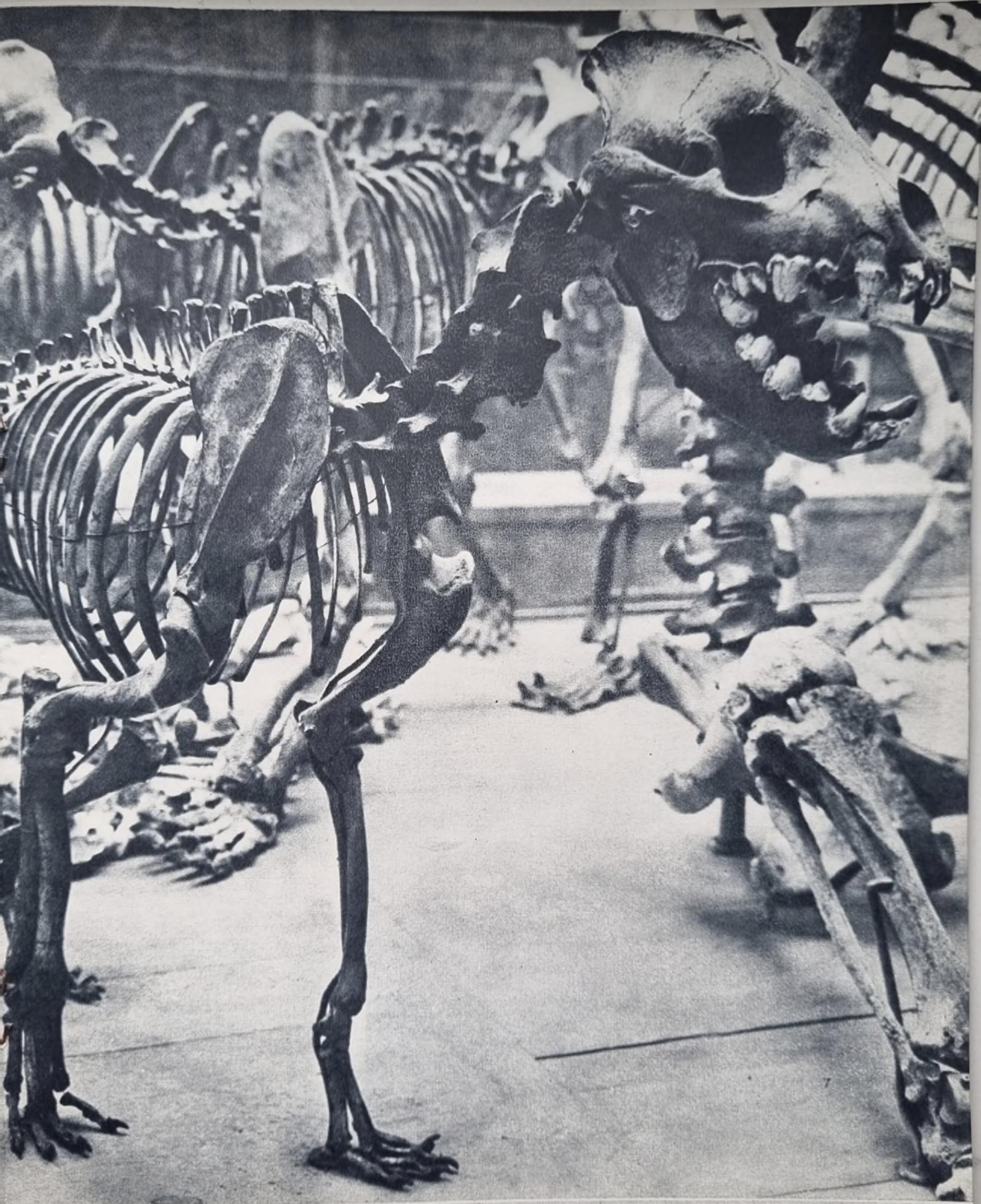
ЯДЕРНЫЕ МЕТОДЫ ДАТИРОВКИ периоды применения (в годах)

Углерод-14	1000—50 000
Калий — аргон	100 000 и выше
Рубидий — стронций	5 000 000 и выше
Уран-238	100 — 1 000 000 000
Уран — свинец	200 000 000 и выше



Фото Ж.-М. Бофля





Старейший предок англичан

для нас неожиданностью: космические лучи, интенсивность солнечной плазмы и магнитного поля Земли оставались практически постоянными, причем не произошло заметного изменения и глубины океана.

Но, покончив с изучением зафиксированного периода истории человечества, мы исчерпали только половину возможностей и жизненного цикла радиоактивного углерода. При радиоактивном распаде в первый период полураспада исчезает половина вещества, во второй период полураспада — еще половина оставшегося вещества. Это означает, что в конце двух периодов полураспада, то есть по истечении 11 400 лет, остается около 25 процентов вещества. Чтобы осталась одна десятая процента, требуется десять периодов полураспада, то есть 57 000 лет.

Даже с помощью наиболее точных методов измерения мы не в состоянии сейчас зарегистрировать эту величину. Таким образом, радиоуглеродное датирование применимо к объектам не старше 50 000 лет; даже если объектам 40 000 лет, то и тогда у нас не может быть полной уверенности. Однако промежуток времени между «зарей истории» и эпохой в 40 000 лет назад поистине огромен.

В период действия радиоактивного углерода укладываются три ледниковых периода. Влияние ледниковых периодов распространялось если не на всю планету, то по крайней мере на одно полушарие. Например, если в Северной Америке в определенное время наблюдалось наступление ледников, это же явление должно было происходить одновременно и в Европе. На этом положении и основывались наши важнейшие исследования преистории.

Объектом исследования служил лес в штате Висконсин (США), который был смят движущимся на юг ледником. Мы измеряли радиоактивность древесных стволов, почвы и уцелевшей части той растительности, которая была погребена под шестью метрами ледниковых наносов.

Во всех трех случаях мы получили один и тот же результат — 11 400 лет — с точностью до двухсот-трехсот лет.

В итоге мы почерпнули немало интересных сведений. В частности, оказалось, что даже тончайшие волокна на корнях, если их тщательно очистить, пригодны для датирования, так как их возраст совпадает с возрастом кусков взрослых деревьев. Кроме того, перегной почвы также оказался аутентичным и надежным материалом.

Затем, проводя наши исследования в Европе, мы установили аналогичные даты в Англии, Северной Франции и Северной Германии. И наконец, в южном полушарии также были получены убедительные, хотя и ограниченные данные.

Появление человека в Северной, Южной и Центральной Америке знаменовало собой наступление другой важной эпохи в истории человечества. По не совсем понятным причинам человек появился там после последнего ледникового периода, 10 400 лет назад, и одновременно на всех трех континентах. Это полностью расходится с тем, что наблюдалось в Европе.

«Возраст» самого древнего англичанина составляет также 10 400 лет, и мы знаем, чем это объясняется: последнее нашествие ледников, видимо, изгнало оттуда более древнее население и стерло следы его пребывания. Вот почему пилтдаунский человек, «возраст» которого, как предполагалось, намного превышал 10 400 лет, внушал нам серьезное беспокойство. Мы с облегчением вздохнули, когда оказалось, что это всего лишь мистификация. Кстати, мы внесли небольшой вклад в ее разоблачение.

Таким образом, первые известные нам люди появились на Британских островах 10 400 лет назад, когда ледники отступили, а Ла-Манш еще не отделял Англию от материка. Первые люди в Америке появились также 10 400 лет назад.

Почему «возраст» самого древнего англичанина составляет 10 400 лет, понять нетрудно. Но почему эта же цифра появляется и в связи с Америкой — уже не так ясно: ведь Американский континент ледниками целиком не покрывался.

Во время ледникового периода в Европе люди отступили к Средиземноморскому бассейну. Имеющиеся здесь многочисленные свидетельства их пребывания настолько древни, что не могут быть датированы с помощью радиоактивного углерода. Недавно мы приняли участие в раскопках, проводимых в районе Галилейского озера (Израиль). Возраст раскапываемой стоянки исчисляется двумя миллионами лет. Конечно, это слишком большой срок, чтобы можно было

применить наш метод датирования, но мы надеемся, что наша помощь потребуется на этапах, имеющих отношение к не столь отдаленным временам.

После того как мы определили возраст более десяти древнейших мест поселения человека в Северной, Центральной и Южной Америке, который во всех случаях составил 10 400 лет, мы пришли к выводу, что, как ни кажется это невероятным, это действительно так. Насколько мне известно, все древнейшие поселения человека на всем Американском континенте, за исключением одного, датируются именно этой эпохой (в пределах ошибки измерений).

Это подтверждает правильность нашего метода и, кроме того, является новым открытием в истории человечества.

Все это можно объяснить следующим образом: по неизвестным нам причинам человек появился на Американском континенте только тогда, когда в результате активного образования льда во время последнего ледникового периода уровень мирового океана упал, обнажив дно Берингова пролива. Образовалось такое количество льда, что уровень мирового океана понизился на 45 метров, в результате возникла широкая полоса суши между Сибирью и Аляской и вдоль западного побережья Аляски вплоть до нынешней территории штата Вашингтон.

На самой Аляске нам не удалось обнаружить следов пребывания человека 10 400-летней давности. Это легко объясняется тем, что полуостров был покрыт льдами. Первые люди проникли в Америку не через Аляску; они пересекли Берингов пролив, прошли вдоль побережья, которое в настоящее время затоплено и находится под 45-метровой толщей воды, затем направились приблизительно по широте штата Вашингтон в глубь материка, повернули на юг и дошли до Огненной Земли в Южной Америке. Наши позднейшие исследования возраста поселений в Андах на

Фото У. Либби



ДОИСТОРИЧЕСКИЕ САНДАЛИИ

Около 20 лет назад в одной из пещер в штате Орегон (США) был обнаружен «склад» таких веревочных сандалий.

Радиоуглеродный метод датировки показал, что этим сандалиям не меньше 9000 лет. Их сплели доисторические обитатели Северной Америки, которые пришли туда, вероятно, еще на 1400 лет раньше, перейдя через Берингов пролив, когда дно его обнажилось в результате понижения уровня океана при образовании ледников.

территории Перу дали ту же цифру — 10 400 лет.

Другая проверка совпадения результатов заключалась в исследовании некоторых объектов — показателей культурного уровня, датировать которые археологи затрудняются, хотя и могут отнести их к определенному периоду истории. Вот несколько примеров. В некоторых отношениях люди, жившие 10 400 лет назад, были весьма развитыми. Средний рост их равнялся 180 сантиметрам, то есть их одежда оказалась бы впору современному человеку, и, как я уже говорил, они смогли расселиться на территории Северной, Центральной и Южной Америки приблизительно за двести лет (этот срок подсказывают нам пределы ошибки наших измерений).

Большой удачей для нас было обнаружение весьма интересного тайника в восточном Орегоне (США). В конце 40-х годов в этих местах прокладывалось шоссе, и поэтому д-р Крессман, археолог из Орегонского университета, попросил бригадира автодорожников быть повнимательнее при работе над глубокой выемкой, которая проходила через отложения пемзы на склоне горы Ньюбери.

Действительно, была обнаружена пещера, засыпанная, подобно Помпее, вулканическими породами. В пещере нашли множество изумительно сделанных плетеных сандалий, возраст которых, по нашему определению, составлял примерно 9000 лет.

Нам удалось достать несколько образцов таких сандалий и из других городищ. Одному из таких образцов, найденных в 1965 году, было, по нашим расчетам, 8500 лет. Эту обувь носили доисторические люди. В пещере, обнаруженной д-ром Крессманом и бригадой автодорожников, было триста пар сандалий, сложенных аккуратно рядами. Целый магазин!

С этим открытием нам чрезвычайно повезло и в другом отношении. Когда была сделана находка, метод датировки с помощью радиоактивного углерода еще не был разработан, и д-р Крессман для сохранности покрывал сандалии предохраняющим лаком. К счастью, его не хватило на шесть пар. Не будь этого, мы остались бы без образцов, так как шеллак делает объект непригодным для радиоактивной датировки.

Несколько лет назад мы обнаружили захоронение доисторического человека на острове Санта-Роза, у побережья Калифорнии. Для меня остается загадкой, почему человек, настолько развитый, не знал письменности. Находки в пещерах Ласко в центральной Франции относятся, как известно, к эпохе, отстоящей от нас на 15 000 лет. Это значит, что настенная живопись в пещерах была сделана за пять тысяч лет до появления первых людей в Америке 10 400 лет назад.

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 30

Табличка из Тартарии (6 см)



Табличка из Джемдет-Насра (Шумер)

ЗАГАДКА ТАБЛИЦ ТАРТАРИИ

Датировка радиоуглеродным методом трех найденных в Румынии табличек с надписями поставила археологов перед волнующей загадкой. Давно уже принято считать научно установленным тот факт, что впервые письменность появилась в одном из районов Западной Азии. Самые ранние известные нам образцы письма — это знаки, изображенные на глиняных табличках, открытых в Уруке, шумерском городе в Месопотамии, расчет которого относится к раннему бронзовому веку. Этим табличкам более 5000 лет. По месту их находки они называются «табличками из Джемдет-Насра». Нанесенные на них письмена (идеографические и пиктографические) послужили основой развития клинописной системы письменности, многочисленные образцы которой найдены на открытых учеными глиняных и каменных табличках.

Археологи и историки были твердо убеждены, что в западном мире письменность распространялась с востока на запад. В 1961 году они пережили немалое потрясение: при раскопках неолитического поселения у Тартарии (румынская Трансильвания) были найдены три небольшие таблички с надписями. Некоторые знаки на них почти идентичны шумерским, относящимся к 3000 году до нашей эры; больше того, по внешнему виду они сильно напоминают критские надписи 2000 года до нашей эры. Сначала думали, что эти таблички — еще одно доказательство распространения письменности с востока на запад. Но скоро пришлось отказаться от этой мысли: датировка радиоуглеродным методом пепла, в котором найдены таблички, показала, что им не менее 6000 лет.

Возможно ли было изобретение письменности не в городской и высокоразвитой цивилизации шумеров, а в сельской европейской общине, только что вышедшей из каменного века? Ученые считают это маловероятным особенно потому, что тартарийские таблички — единственный след культуры, возникшей сразу исчезнувшей тысячи лет назад. Немало теорий было выдвинуто для объяснения этого открытия, которое, казалось, опровергало все существовавшие взгляды на происхождение письменности. Некоторые археологи, не сомневаясь в научности принципов радиоуглеродного метода, высказывали предположение, что в самом методе таится возможность значительных ошибок, вызываемых еще неизвестными факторами. Другая теория, предложенная чешским археологом, связана с предположением о воздействии на геологические формации Тартарии подземных перемещений, которые привели к тому, что таблички попали в значительно более древний слой.

Если это действительно так, то таблички можно считать на 1500—2000 лет «моложе» и тогда они, конечно, не могут претендовать на приоритет. Но еще необходимо показать, каким путем проникли они в глубь Европы. Одно из возможных объяснений — существование оживленных торговых путей, связывавших Европу с Западной Азией в эпоху неолита. Этими путями шли, например, торговцы золотом и обсидианом — вулканическим стеклом, которым была богата Трансильвания. И сирийские купцы действительно играли большую роль в распространении гончарного дела и других ремесел, в установлении культурных контактов. Посредники в торговых связях Шумера и Крита, они проникали далеко в глубь Европы. Быть может, именно они и занесли какую-то письменность в Трансильванию. Но еще не ясно, настоящей ли письменностью являются тартарийские надписи или только условными знаками — такими, как знаки владельцев на античной керамике. Быть может, эти надписи имели какое-то религиозное или магическое значение! Во всяком случае, загадка тартарийских надписей еще не разгадана и, вероятно, еще долго будет занимать археологов.

ДЖЕМДЕТ-НАСР	КНОСС	ТАРТАРИЯ

Великое обледенение вносит поправки

Для меня совершенно ясно: они были такими же разумными существами, как и мы. Может быть, им даже была известна письменность, только до нас не дошли ее следы. Так или иначе, но они оставили после себя множество замечательных памятников.

Как известно, даже в Египте есть немало прекрасных древних памятников доисторической эры палеолита, возраст и происхождение которых не известны.

При исследовании додинастической эпохи Древнего Египта совместно с д-ром Кейтон Томпсон мы почти без пробелов углубились в историю на 6500 лет. Д-р Томпсон предоставила нам очень интересные образцы древнеегипетского зерна, обнаруженные ею в житницах, расположенных на холмах, окружающих долину Нила. Еще за 1500 лет до I династии древние земледельцы наполнили житницы зерном, сохранившимся до начала XX века, когда оно и было обнаружено. Житницы представляли собой ниши, вырытые на вершинах холмов, выложенные соломой и прикрытые сверху. Естественно, мы определили возраст этого зерна.

В Англии различные археологические памятники прослеживаются на протяжении всей интересующей нас эпохи вплоть до 10 400 лет назад. Некоторые раскопки очень интересны, например находки профессора Кембриджского университета Джона Грэхема Кларка в Стар-Кэпп, относящиеся к эпохе 8000-летней давности.

Однако в большинстве районов, как, например, на Американском континенте, даже в исторические времена не было оставлено никаких письменных памятников, не считая памятников индейцев майя. Мы можем полагаться лишь на косвенные свидетельства. Если их нет, то единственным способом датировки остается радиоактивный углерод. Его показания довольно точно совпадают с такими признаками культуры, как гончарные изделия и т. п. Это дает нам возможность воссоздать историческую картину заселения Америки.

Хочу подчеркнуть одно: даже в исторический период последних 4000 лет датировка с помощью радиоактивного углерода находит применение в различных частях мира; что же касается доисторических времен, то такая датировка является единственным средством, которым мы располагаем при определении «возраста» археологических находок.

Проблема точности датировки связана с рядом трудностей. Мы не мо-

жем с определенностью утверждать, что даты, установленные с помощью радиоактивного углерода, точны. Тем не менее, применительно к периоду последних 3700 лет, ошибки в наших измерениях составляют, вероятно, лишь 1—2 процента. Что же касается доисторических времен, то можно лишь надеяться, что будет разработан какой-то метод проверки размеров вариации солнечного магнитного поля.

Даты, относящиеся к первой династии Древнего Египта, в целом близки к предполагаемым, но все-таки несколько отличаются от них, причем настолько, что это может служить подтверждением догадки д-ра Сьюза. Его предположение, на гипотетичности которого он сам настаивает, заключается в следующем: «Если данный период истории человечества был холодным, то есть отмечалось нашествие льдов, то это значит, что в датировку с помощью радиоактивного углерода следует внести поправку примерно в 2000 лет на период в 11 000 лет».

В настоящее время это основное препятствие на пути успешного применения нашего метода к событиям такой давности. Однако в отношении последних 4000 лет точность измерений увеличивается до \pm двух веков, а применительно к последним двум тысячелетиям расхождений с истинными историческими датами почти не наблюдается.

Кроме возможности подобных ошибок, существуют и другие трудности. Например, проблема древесных колец. Каждый кусок дерева имеет несколько годовых колец, и каждое кольцо имеет свою долю углерода-14. Следует точно установить число колец и определить, с какой — внешней или внутренней — части ствола взят этот образец.

Зачастую в старых английских домах использовались бревна, уже бывшие в употреблении. В Теотихуаканской пирамиде (близ Мехико) для строительства центральной части использовались бревна, которым уже в момент строительства было несколько сотен лет. Возможность таких случаев надо постоянно иметь в виду.

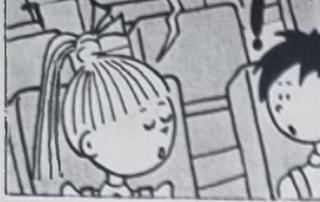
Исходя из этого, мы с помощью Британского музея проводим сейчас повторное исследование первых двенадцати династий Древнего Египта. Все древнеегипетские гробницы подвергались разграблению. В связи с этим возникает чрезвычайно серьезная проблема подлинности различных мелких объектов. Недавно мы разработали методику извлечения белка из костной ткани, что также должно помочь нам при датировании. Этот метод будет проверен на мумиях, поскольку сомнений в их подлинности нет.



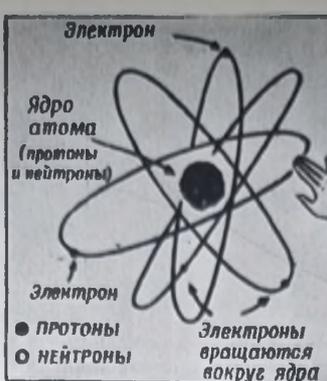
СОФИ И БРУНО В АТОМИИ

На следующих страницах «Курьер ЮНЕСКО» публикует выдержки из буклета «Софи и Бруно в Атомии», выпущенного несколько лет назад в Париже французским Комиссариатом по атомной энергии. Рисунки в книге принадлежат Жаку Кастану. Простым и понятным языком, полными юмора рисунками рассказывается в книге о том, как Софи и Бруно — обыкновенные девчонка и мальчишка — попадают на атомную электростанцию. Там они получают представление о внутреннем мире атома и некоторых направлениях мирного применения ядерной энергии. Мы надеемся, что наши юные — да и не совсем юные — читатели получат одинаковое удовольствие, присоединившись к юным героям в путешествии по стране атома.

АТОМ... НУ, ЭТО САМАЯ МАЛЕНЬКАЯ ЧАСТИЦА ВЕЩЕСТВА... ОБЛАДАЮЩАЯ ВСЕМИ ЕГО СВОЙСТВАМИ... АТОМ НЕДЕЛИМ...



ЧТО ЗА ЧЕПУХА!... ЕСЛИ БЫ АТОМ БЫЛ НЕДЕЛИМ, НЕ БЫЛО БЫ И ЭТОГО АТОМНОГО ЦЕНТРА!



ВОТ ПОСМОТРИТЕ-КА, КАК УСТРОЕН АТОМ. В ЦЕНТРЕ АТОМА - МАЛЕНЬКОЕ ЯДРО, СОСТОЯЩЕЕ ИЗ ПРОТОНОВ И НЕЙТРОНОВ, А ВОКРУГ НЕГО, КАК ПЛАНЕТЫ ВОКРУГ СОЛНЦА, ВРАЩАЮТСЯ СОВСЕМ КРОХОТНЫЕ ЧАСТИЦЫ - ЭЛЕКТРОНЫ. МЕЖДУ ЭЛЕКТРОНАМИ И ЯДРОМ - ПУСТОТА, КОНЕЧНО ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКАЯ С НАШЕЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ, НО ОГРОМНЫХ РАЗМЕРОВ ПО СРАВНЕНИЮ С САМИМ ЯДРОМ И ЭЛЕКТРОНАМИ. ДИАМЕТР АТОМА В 20 000 РАЗ БОЛЬШЕ ЯДРА!

САМЫЙ ЛЕГКИЙ ИЗ АТОМОВ - АТОМ ВОДОРОДА. ОН СОСТОИТ ТОЛЬКО ИЗ ОДНОГО ПРОТОНА И ОДНОГО ЭЛЕКТРОНА. А САМЫЙ ТЯЖЕЛЫЙ - АТОМ УРАНА. В ЕГО ЯДРЕ 92 ПРОТОНА И 143 НЕЙТРОНА, ВОКРУГ ЕГО ЯДРА ВРАЩАЮТСЯ 92 ЭЛЕКТРОНА. СТОЛЬКО ЖЕ ЭЛЕКТРОНОВ, СКОЛЬКО ПРОТОНОВ...



УРАН, КАК И МНОЖЕСТВО ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ, КОНЕЧНО, РАДИОАКТИВЕН... ОН РАСПАДАЕТСЯ, ИЗЛУЧАЯ ПРИ ЭТОМ РАДИАЦИЮ...



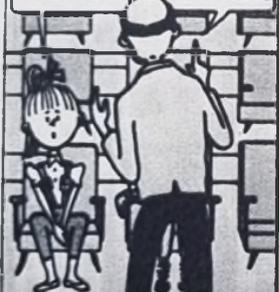
ВИДИТЕ - ЭТО ПРИРОДНЫЙ УРАН...



ДА НЕ БОЙТЕСЬ ЖЕ. МОЖЕТЕ ДАЖЕ ПОТРОГАТЬ ЕГО... ОН ЕЩЕ НЕ ПОБЫВАЛ В АТОМНОМ КОТЛЕ И ПОЭТОМУ... НЕ ОЧЕНЬ РАДИОАКТИВЕН.



А ЧТО ТАКОЕ АТОМНЫЙ КОТЕЛ?



МИНУТОЧКУ. СЕЙЧАС Я ВАМ ВСЕ ОБЪЯСНЮ

СРЕДИ ВСЯКИХ ВИДОВ ИЗЛУЧЕНИЙ УРАНА ОСОБЕННО ИНТЕРЕСНО ОДНО...



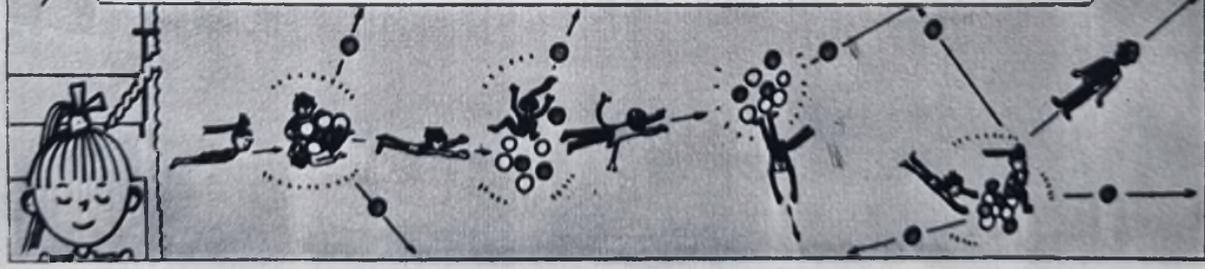
ЭТО - ИЗЛУЧЕНИЕ НЕЙТРОНОВ. ВРЕМЯ ОТ ВРЕМЕНИ ИЗ ЕГО ЯДРА ВЫЛЕТАЕТ НЕЙТРОН...



И ЭТО ЯВЛЕНИЕ ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ ВСЕГО, ЧТО ДЕЛАЕТСЯ В ЭТОМ ЦЕНТРЕ



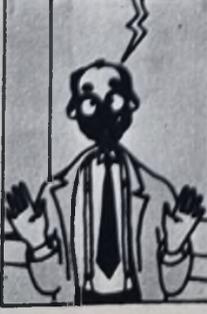
В АТОМНОМ КОТЛЕ НАШЕГО ЦЕНТРА МНОГО УРАНА. КОГДА ОДИН АТОМ УРАНА ИСПУСКАЕТ НЕЙТРОНЫ, ОНИ СТАЛКИВАЮТСЯ С ДРУГИМИ АТОМАМИ УРАНА И РАЗБИВАЮТ ИХ. ПРИ ЭТОМ ВЫСВОБОЖДАЕТСЯ ГРОМАДНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГИИ. НОВЫЕ НЕЙТРОНЫ ПОПАДАЮТ В ДРУГИЕ АТОМЫ... ПОНИМАЕТЕ?



ТО ЖЕ САМОЕ И В АТОМНОЙ БОМБЕ! ПОСТЕПЕННО ВСЕ АТОМЫ РАСПАДАЮТСЯ.



... И ПРОИЗХОДИТ ВЗРЫВ!



НО В АТОМНОМ КОТЛЕ МЫ СЛЕДИМ ЗА ЭТИМ РАСПАДОМ, ЛОВИМ ПОЛУЧАЮЩЕЕСЯ ТЕПЛО. ДАВАЙТЕ ПОСМОТРИМ НА ВСЕ ЭТО ПОБЛИЖЕ...



ИТАК, В ПУТЬ...





ЧТО ЭТО ЗА СТРАННАЯ ТРУБА ИЗ КОТОРОЙ НЕ ИДЕТ ДЫМ?

ОНА НУЖНА, ЧТОБЫ УДАЛЯТЬ ВОЗДУХ, ОХЛАЖДАЮЩИЙ СЕРДЦЕ АТОМНОГО КОТЛА

ВОЗДУХ, ПРОХОДЯ ЧЕРЕЗ РЕАКТОР, НАГРЕВАЕТСЯ И ОТДЕЛЕТ СВОЕ ТЕПЛО ВОДЕ, ИДУЩЕЙ К ТУРБИНЕ. ТУРБИНА ВРАЩАЕТ ГЕНЕРАТОР, А ГЕНЕРАТОР, КАК ВЫ ЗНАЕТЕ, ВЫРАБАТЫВАЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ. ПОСЛЕ ЭТОГО ВОЗДУХ ФИЛЬТРУЮТ И ВЫБРАСЫВАЮТ ВВЕРХ НА 100 МЕТРОВ, ВОТ ПО ТОЙ САМОЙ БЕЗДЫМНОЙ ТРУБЕ...



ВОТ, ГЛЯНЬТЕ-КА...

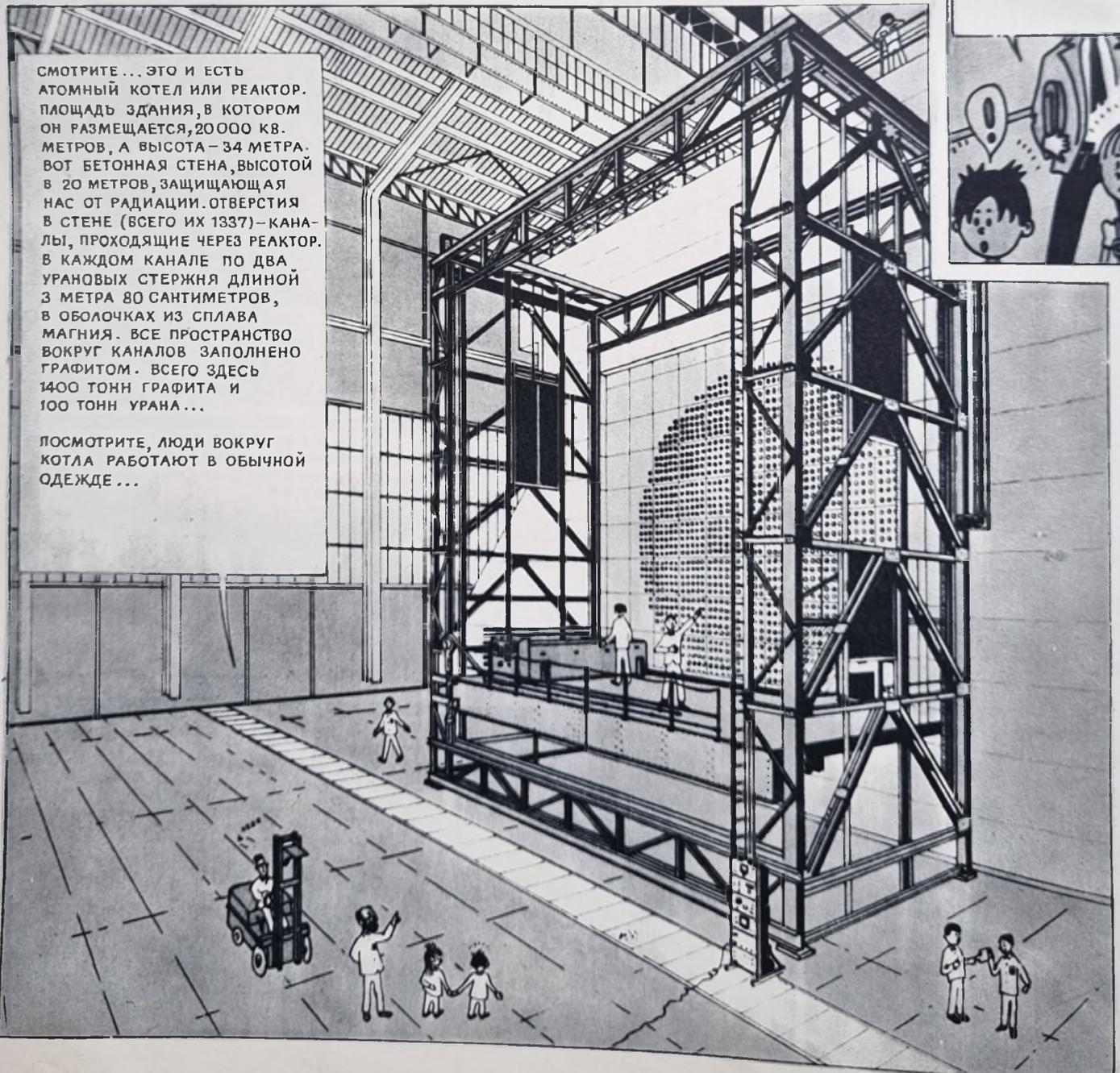
А ЧТО ЭТО?... ?



ЭТО ФОТОПЛЕНКА. ОНА ЧЕРНЕЕТ, ЕСЛИ НА НЕЕ ПОПАДАЕТ ИЗЛУЧЕНИЕ. ПО НЕЙ МОЖНО УСТАНОВИТЬ, КАКУЮ ДОЗУ РАДИАЦИИ ПОЛУЧИЛ ЧЕЛОВЕК



А ЭТА ШТУКА ПОХОЖА НА АВТОРУЧКУ — ПОРТАТИВНЫЙ СЧЕТЧИК...

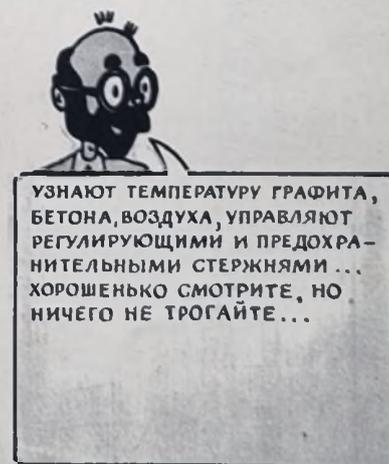
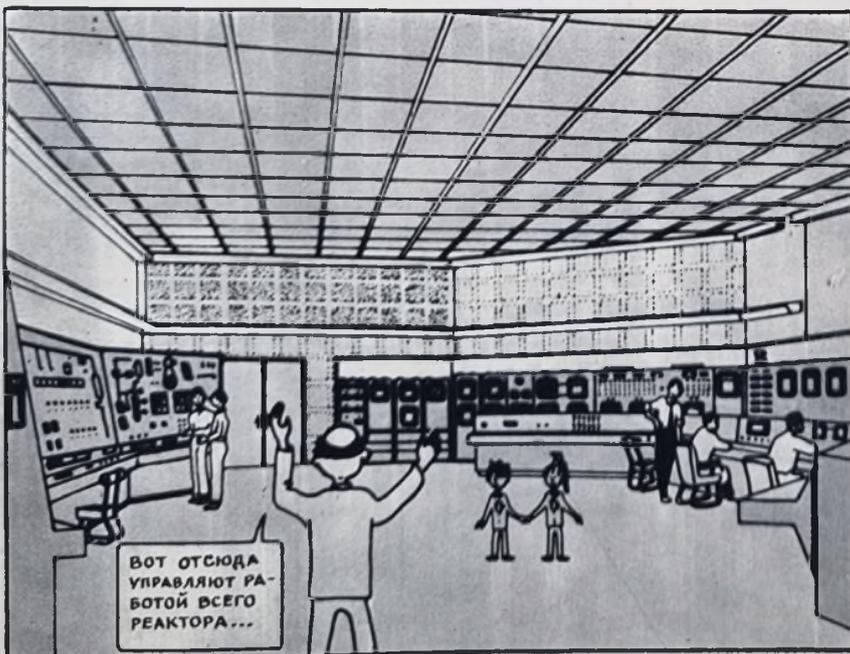
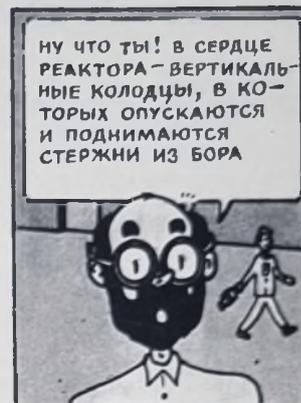
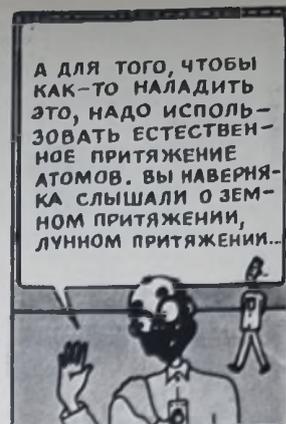
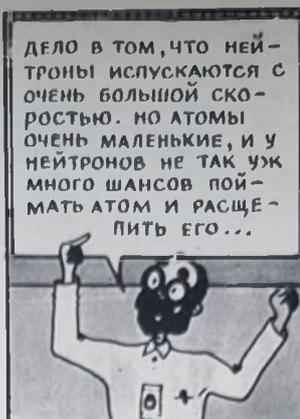
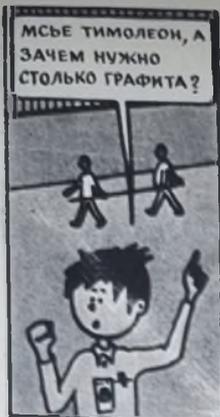


СМОТРИТЕ... ЭТО И ЕСТЬ АТОМНЫЙ КОТЛ ИЛИ РЕАКТОР. ПЛОЩАДЬ ЗДАНИЯ, В КОТОРОМ ОН РАЗМЕЩАЕТСЯ, 20 000 КВ. МЕТРОВ, А ВЫСОТА — 34 МЕТРА. ВОТ БЕТОННАЯ СТЕНА, ВЫСОТОЙ В 20 МЕТРОВ, ЗАЩИЩАЮЩАЯ НАС ОТ РАДИАЦИИ. ОТВЕРСТИЯ В СТЕНЕ (ВСЕГО ИХ 1337) — КАНАЛЫ, ПРОХОДЯЩИЕ ЧЕРЕЗ РЕАКТОР. В КАЖДОМ КАНАЛЕ ПО ДВА УРАНОВЫХ СТЕРЖНЯ ДЛИНОЙ 3 МЕТРА 80 САНТИМЕТРОВ, В ОБОЛОЧКАХ ИЗ СПЛАВА МАГНИЯ. ВСЕ ПРОСТРАНСТВО ВОКРУГ КАНАЛОВ ЗАПОЛНЕНО ГРАФИТОМ. ВСЕГО ЗДЕСЬ 1400 ТОНН ГРАФИТА И 100 ТОНН УРАНА...

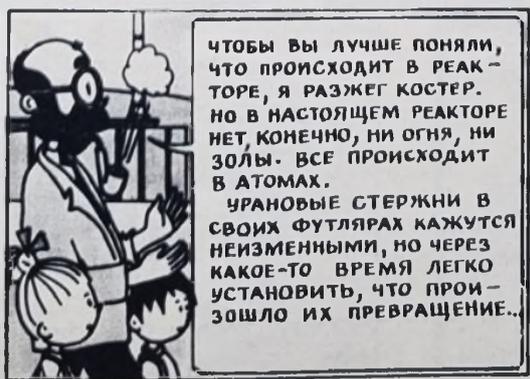
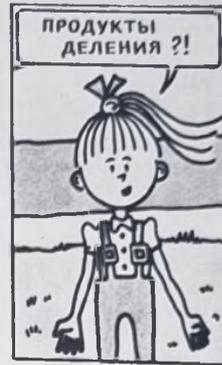
ПОСМОТРИТЕ, ЛЮДИ ВОКРУГ КОТЛА РАБОТАЮТ В ОБЫЧНОЙ ОДЕЖДЕ...

ЕСЛИ СТРЕЛКА ДВИНУЛАСЬ — ЗНАЧИТ, В ВОЗДУХЕ РАДИАЦИЯ...











РАДИОИЗОТОПЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

РАДИОАКТИВНЫЙ КОБАЛЬТ С УСПЕХОМ ЗАМЕНЯЕТ ДОРОГОЙ И РЕДКО ВСТРЕЧАЮЩИЙСЯ РАДИЙ В ЛЕЧЕНИИ РАКА.

ОГРОМНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДЕТЕКТОРОВ ПОЗВОЛЯЕТ ВВОДИТЬ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ДОЗАХ, АБСОЛЮТНО БЕЗВРЕДНЫХ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ. ЭТИ РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОСЛЕЖИВАЮТСЯ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРОВ И ДАЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ СУДИТЬ О РАБОТЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ, О КРОВООБРАЩЕНИИ И Т.Д.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ МЕДИКАМЕНТОВ

ИНТЕНСИВНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ УБИВАЮТ МИКРОБОВ

В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С ПОМОЩЬЮ РАДИОИЗОТОПОВ ИЗМЕРЯЮТ И РЕГУЛИРУЮТ ТОЛЩИНУ БУМАЖНОЙ ЛЕНТЫ, КАРТОНА, ПЛАСТИКОВ, СТЕКЛА В ПРОЦЕССЕ ИХ ПРОИЗВОДСТВА.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РАДИАЦИИ, ВОСПРИНИМАЕМОЙ СЧЕТЧИКОМ, ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЛИСТА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ЗАКРЫТОМ СОСУДЕ

ЧЕМ БОЛЬШЕ РАССТОЯНИЕ ОТ СЧЕТЧИКА ДО ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ, ТЕМ МЕНЬШЕ РАДИАЦИИ УЛАВЛИВАЕТ СЧЕТЧИК.

В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ

РАДИОИЗОТОП ДОБАВЛЯЮТ К УДОБРЕНИЮ. ПОЭТОМУ СЛЕДИТЬ ЗА ТЕМ, КАК УСВАИВАЕТСЯ УДОБРЕНИЕ РАСТЕНИЕМ, МОЖНО С БОЛЬШОЙ ТОЧНОСТЬЮ.

ИЗ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН ВЫРАСТАЮТ РАСТЕНИЯ С ЛУЧШИМИ СВОЙСТВАМИ

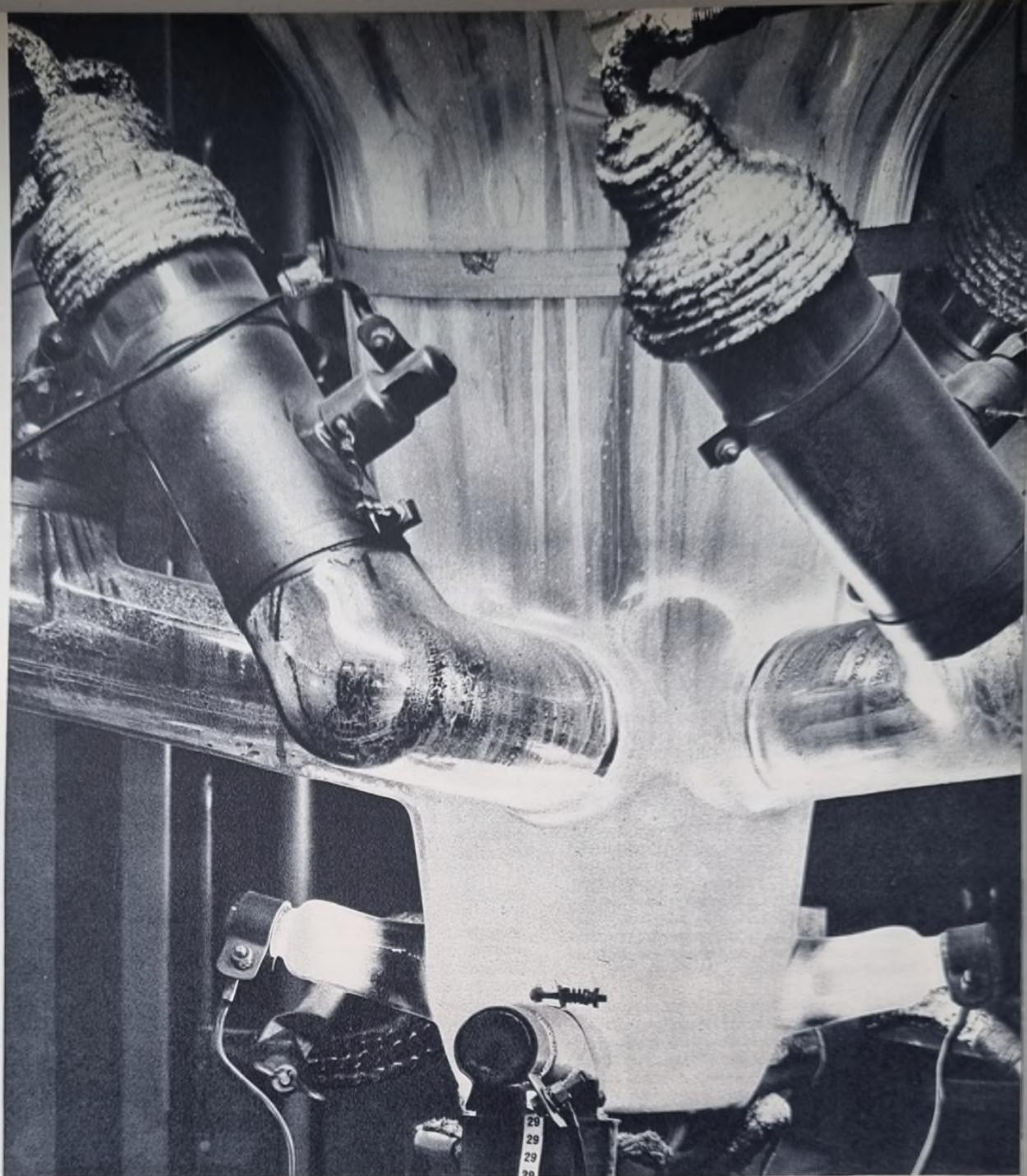
ОБЛУЧЕНИЕ ПОМОГАЕТ СОХРАНИТЬ ПРОДУКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

ОБЛУЧЕННЫЕ КЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ НЕ ПРОРАСТАЮТ.



Преращение материи... Мечта средневековых алхимиков постоянно осуществляется в наши дни с помощью мощных ускорителей, построенных учеными для бомбардировки атомов. Эти эксперименты сделали возможным открытие новых элементов. Приборы, показанные на снимке, снабжают электротоком один из таких гигантских ядерных ускорителей — синхротрон.

Фото Ж.-П. Сюэра, Париж



ВЕЩЕСТВО, СОЗДАННОЕ РУКАМИ ЧЕЛОВЕКА

Георгий Флёрв и Владислав Кузнецов

ГЕОРГИЙ НИКОЛАЕВИЧ ФЛЁРОВ — член-корреспондент Академии наук СССР, директор Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований в Дубне (СССР). Совместно с К. А. Петржаком он открыл явление спонтанного деления тяжелых ядер. Г. Н. Флёрв руководил работой группы исследователей, которая синтезировала и изучила 102-й, 103-й и 104-й элементы периодической системы. В настоящее

время группа ученых под его руководством продолжает работу по синтезу новых трансураниевых элементов.

ВЛАДИСЛАВ ИВАНОВИЧ КУЗНЕЦОВ — главный инженер Лаборатории ядерных реакций в Дубне, один из первых сотрудников Дубненского института. Он входил в состав той группы ученых, которой под руководством Г. Н. Флёрва удалось открыть 104-й элемент.

Жизнь на Земле развивалась, впитывая ядерную энергию. Костер первобытного человека, сгорающий в домах уголь, топливо современной ракеты — все это ядерная энергия солнечного вещества, переданная на Землю световым потоком и запасенная в разное время растениями и животными, но уже в форме химической энергии, энергии электронных оболочек атомов и молекул.

Неисчерпаемый аккумулятор энергии мира — атомное ядро перестало

„Вымершие“ ядра оживают

быть для человечества «вещью в себе» только в XX веке. Уже первые годы исследований в этом направлении привели к открытию источников невиданной до того энергетической емкости.

Прикладное значение ядерной физики не исчерпывается, конечно, решением энергетических проблем. Исследования структуры вещества, разработка способов анализа, в миллиарды раз более чувствительных, чем ранее существовавшие, меченые атомы — все это говорит о том, что ядерная физика находит самое широкое применение в самых разнообразных областях современной промышленности.

При столь широком внедрении ядерной физики само строение атомного ядра остается, однако, еще далеко не решенной проблемой, хотя проникновение в тайны этой структуры может многое дать человечеству.

Издавна волновала Человека история возникновения Земли, Солнца, Вселенной. Не случайно Ветхий завет открывается страницами, посвященными происхождению Мира. Кажется, вряд ли удастся когда-нибудь хотя бы в общих чертах представить себе эту грандиозную картину. Но именно ядерные исследования последних десятилетий значительно дополнили наши знания в этой области.

По современным представлениям химические элементы солнечной системы были когда-то синтезированы из протонов — ядер галактического водорода. Самые невероятные «слитки» основных кирпичей ядерной материи — нейтронов и протонов — образовались в результате сжатия галактического водорода и последовав-

ших затем ядерных реакций. Среди этих «слитков» были не только ядра изотопов химических элементов, из которых состоит ныне Земля и которые искусственно получены в земных лабораториях, но и еще неизвестные нам изотопы и элементы.

Теоретики установили, что возможно существование пяти тысяч протонно-нейтронных ассоциаций, распадающихся за столь большое время, что их уже можно называть атомными ядрами. Из них в той или иной мере изучены только 1500. Изотопов же «природных» ядер, сохранившихся в Земле со времени Великого синтеза, насчитывается еще меньше — 450. Время жизни остальных настолько мало, что они успели распасться, не дожив до наших дней.

Возрождение мамонта или бронтозавра в лаборатории биолога стало бы, вероятно, сенсацией века, а возрождение ядер, «вымерших» за многие миллиарды лет до появления на Земле первого бронтозавра, осуществляется во многих физических лабораториях мира. Уже получено около 1200 «вымерших» ядер. Более того, производство ядер некоторых таких изотопов налажено в промышленных масштабах.

В результате изучения и систематизации свойств синтетических ядер получен основной экспериментальный материал, на котором основано современное представление о строении атомного ядра. Но синтез и изучение еще двух-трех тысяч атомных «бронтозавров» позволили бы существенным образом углубить наши представления об этой важнейшей области человеческих знаний.

Это тем более важно, что среди них должны быть ядра с большим избытком или недостатком нейтронов, с весьма высокими атомными номе-

рами. В таких нуклонных ассоциациях ядерное вещество находится в необычных состояниях. Исследование подобных «пределных» состояний, как правило, ведет к значительным результатам. Известно, например, какой переворот в науке произвело изучение поведения вещества в условиях крайних температур и давлений.

Особенно драматична история открытия изотопов трансурановых элементов с атомным номером больше 92, то есть больше атомного номера урана. Среди них нет ни одного достаточно стабильного, чтобы он мог сохраниться до наших дней со времени естественного синтеза элементов солнечной системы.

Из всех искусственно получаемых элементов важнейший — плутоний. Точнее, его изотоп с массовым числом 239.

Плутоний-239 оказался наиболее подходящим материалом для ядерного оружия и... для получения ядерной энергии в мирных целях. Современные ядерные бомбы изготовлены из плутония, но вряд ли можно сказать, что открытие этого элемента создало для человечества лишнюю угрозу, — бомба, разрушившая Хиросиму, была снаряжена ураном-235.

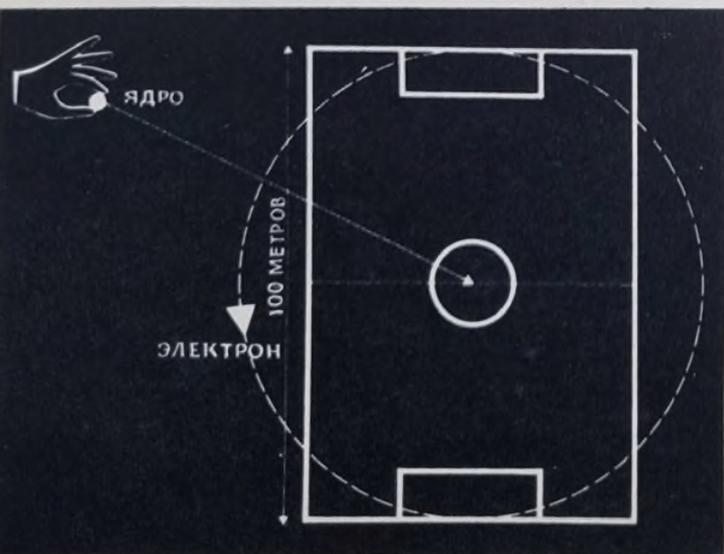
Ядерные бомбы в неменьшем количестве можно изготовлять и из урана, но они гораздо дороже. Зато только плутоний открывает перспективы мирного использования в больших масштабах энергии тяжелых ядер: ядерно-физические свойства изотопа плутоний-239 дают возможность использовать энергию, скрытую в ядрах урана-238, которого в рудах содержится в сто сорок раз больше, чем ядерного горючего — урана-235. Этого изотопа просто не хватило бы для «мирного атома».

Запасами энергии в ядрах урана-238 можно обеспечить человечество на десятки тысяч лет — даже с учетом роста ее потребления. Таким образом, получение первых синтетических элементов и исследование их свойств могут сыграть решающую роль в главном — энергетической перспективе человечества.

Элементы от 95-го до 100-го не представляют такой практической ценности, как плутоний. Они могут быть синтезированы многими способами, в частности в импульсных нейтронных потоках.

Процесс образования новых элементов в импульсных нейтронных потоках термоядерного взрыва служит в какой-то мере моделью процесса синтеза тяжелых элементов солнечной системы. На основании этих данных было создано много красивых гипотез о происхождении химических элементов. Именно благодаря ядерным экспериментам эти гипотезы, по всей вероятности, описывают процессы, не слишком сильно отличающиеся

Схема из брошюры «Атомная энергия» Комиссариата по ядерной энергии, Париж



ЕСЛИ АТОМ УВЕЛИЧИТЬ ДО РАЗМЕРОВ ФУТБОЛЬНОГО ПОЛЯ, то ядро атома будет не больше шарика диаметром 1 сантиметр. Между электронными орбитами и ядром внутри атома — пустота. В одной капле воды содержится 60 000 миллиардов атомов водорода и 30 000 миллиардов атомов кислорода. Электроны, вращающиеся вокруг ядра, совершают 7 миллионов миллиардов оборотов в секунду.

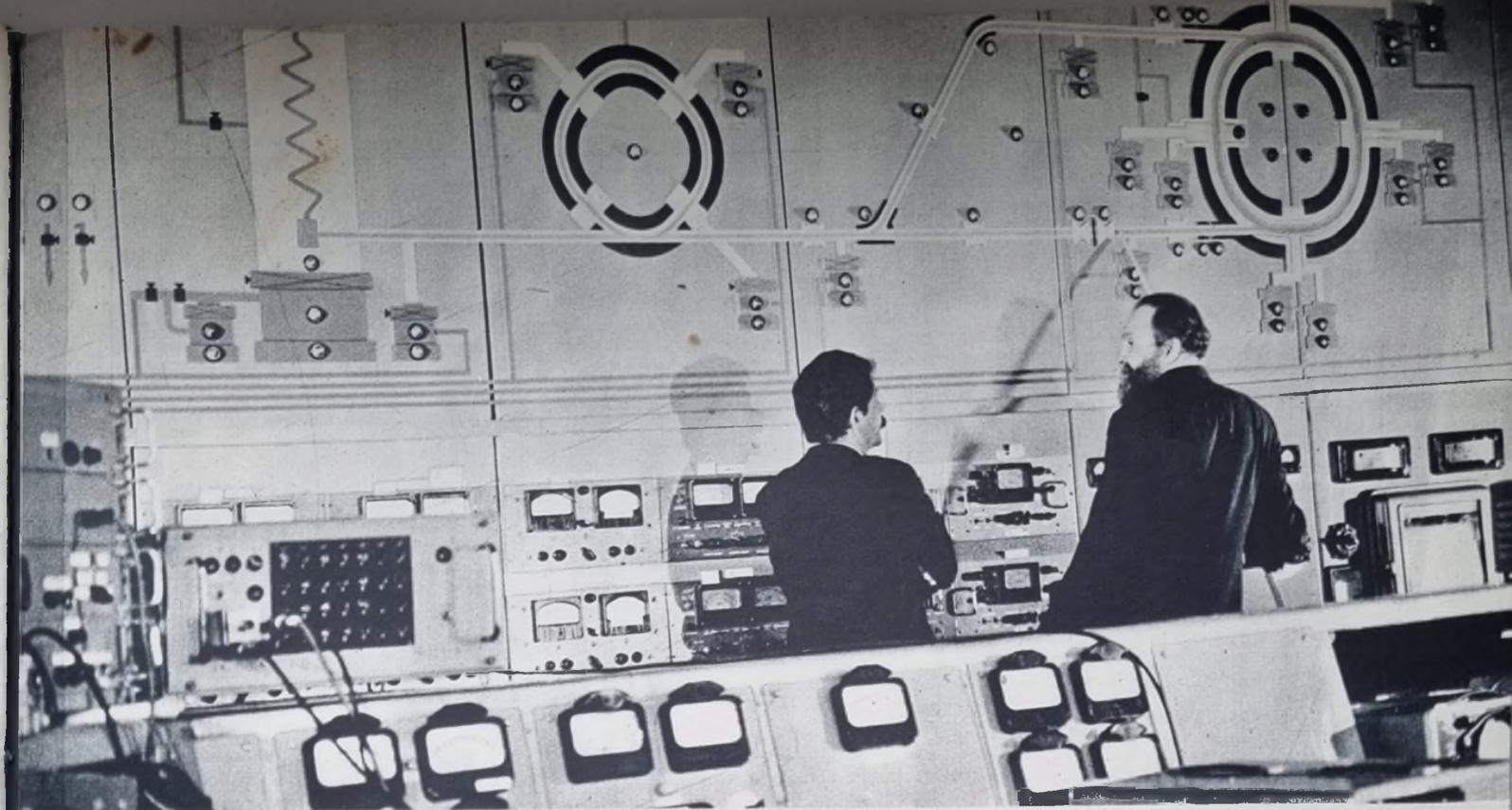


Фото из журнала «Пари-матч»

АТОМНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ. На схеме, расположенной над пультом управления ускорителя заряженных частиц — синхротрона — в Институте ядерной физики Новосибирского академгородка [СССР], показан ускорительный тракт, в котором ученые доводят частицу до фантастической скорости (десятки тысяч км/сек). Такие частицы затем сталкиваются с атомными ядрами мишени и разбивают их, освобождая составные части ядра для научного анализа. Ускорители — это «сверхмикроскопы», позволяющие ученым видеть ранее не видимый мир атома. Мощные ускорители, применяемые учеными всех континентов, — важнейшие инструменты мирных исследований ядра.

от происшедших в действительности.

Ядра с атомным номером, большим ста, приходится синтезировать, сливая два сложных ядра. Обычно одно из них — ядро тяжелого элемента входит в состав вещества мишени, бомбардируемой ядрами кислорода, неона, аргона, ускоренными примерно до десятой доли скорости света. Ядра, сближающиеся с подобными скоростями, преодолевают существующие между ними силы отталкивания и образуют ядро нового элемента. Время жизни изотопов элементов с зарядом, большим 100, и их выход в ядерных реакциях чрезвычайно малы.

Тем не менее в 1955 году была заполнена 101-я клетка периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева. Это место занял новый искусственный элемент, полученный группой американских физиков и химиков во главе с Гленном Сиборгом. Ученые назвали его в честь Д. И. Менделеева. Следующим этапом стал синтез 102-го элемента. Не прошло и года, как в научных журналах появились статьи об его открытии. Однако во всех ранних работах были допущены ошибки. Для окончательной идентификации потребовалось десять лет.

Трудности изучения 102-го элемента связаны с малым временем жизни его изотопов: в лучшем случае минуты, чаще секунды или доли секунды.

Поэтому на традиционный химический метод идентификации, которым, например, был исследован менделевий, рассчитывать не приходилось. Нужны были новые методы, основанные на других физических принципах.

Эти методы были разработаны в Радиационной лаборатории им. Лоуренса в Беркли (США) и в международном научном центре социалистических стран — Объединенном институте ядерных исследований в Дубне, неподалеку от Москвы. В 1966 году в Лаборатории ядерных реакций этого института на уникальном циклотроне тяжелых ионов впервые были получены надежные данные о свойствах пяти изотопов 102-го элемента; через год эти данные были подтверждены и американскими физиками.

Трудности не остановили ученых: за 102-м были синтезированы 103-й и 104-й элементы.

Особенную научную ценность представляло изучение открытого в Лаборатории ядерных реакций 104-го элемента. Изучение его ядерных характеристик позволило предсказать свойства высших элементов, а результаты исследования химического поведения стали новым триумфом периодического закона Д. И. Менделеева.

Авторы открытия назвали новый элемент в честь выдающегося физика И. В. Курчатова.

На первом этапе исследований физическими методами измерялось время жизни одного из изотопов 104-го элемента; оно оказалось равным 0,5 секунды. В процессе синтеза среди десятков миллиардов «балластных» ядер, рождающихся в побочных реакциях, удавалось обнаружить ядро курчатовия. Чтобы представить сложность такого эксперимента, нужно вообразить, что за полсекунды необходимо найти меченое зерно в сотне мешков, а в каждом мешке — центнер зерна.

Затем был специально разработан метод изучения химических свойств отдельных атомов курчатовия — с помощью процессов, протекающих в газовой среде, где скорости основных химических реакций, определяющих свойства элемента, значительно выше, чем в водных растворах. Создание такой методики для изучения курчатовия облегчалось тем, что его химические свойства резко отличаются от свойств соседних трансурановых элементов. В среднем за шесть часов эксперимента регистрировалось одно ядро.

Трудности исследования элементов с такими высокими порядковыми номерами связаны не только с коротким временем их жизни, но и малым выходом таких ядер. С увеличением

Магические числа физиков

атомного номера элемента трудности исследования возрастают. Быть может, их нельзя будет преодолеть методами современной ядерной физики уже начиная с 106—107-го элемента. Означает ли это, что проблема исследований элементов с большими атомными номерами окажется в тупике?

За 83-м элементом — висмутом следуют полоний, астатин, радон и другие элементы с очень коротким временем жизни их изотопов. Но вот изотопы тория, урана, плутония обладают гораздо большим временем жизни. После резкого спада за висмутом время жизни высших элементов возрастает (торий, уран, плутоний), а затем вновь убывает: америций, кюрий... 102-й, 103-й, курчатовий... Будет ли новый подъем? Существуют ли долгоживущие элементы с атомным номером, большим 100?

Еще на заре ядерной физики — в начале 30-х годов — была замечена странная закономерность: атомные ядра, в которых число протонов или нейтронов равнялось 2, 8, 20, 28, 50, 82 или 126, отличались высокой стабильностью (устойчивостью). Кроме того, оказалось, что природные запасы таких элементов, как олово с 50 протонами в ядре, барий с 82 нейтронами и свинец, в ядре которого 82 протона, значительно больше, чем запасы их «соседей» по периодической системе элементов.

В то время этим фактам не было найдено объяснения, и такие числа протонов и нейтронов физики стали именовать с тех пор магическими. Разумеется, не следует искать здесь «магическую» закономерность. Тогда же было отмечено, что если число протонов и нейтронов равно магическим числам, то такое ядро отличается особо высокой устойчивостью. Примером дважды магического ядра может служить изотоп свинца-208, содержащий 82 протона и 126 нейтронов.

Современной теории удалось объяснить закономерности образования магических чисел. Оказалось, что, как и атомные электроны, нуклоны в атомных ядрах образуют нейтронные и протонные оболочки. Строение ядерных оболочек совсем иное, но, как и у атомов, наиболее устойчивы ядра тех изотопов, у которых оболочки заполнены.

«Сверхэлементами» с замкнутыми протонной и нейтронной оболочками могут быть, как показывают теоретические оценки, 114-й и 126-й элементы. Дважды магические ядра обычно отличаются повышенной стабильностью, и поэтому у 114-го и 126-го элементов можно ожидать появление изотопов с относительно большим временем жизни.

Еще нет абсолютной уверенности, что области стабильности вообще бу-

дут обнаружены. Но тем интереснее поиск, ибо если новые области стабильности не существуют, то придется во многом пересмотреть современную теорию ядра. Если же предсказания оправдаются, то это откроет новые пути для изучения ядер.

Чтобы попасть в область 126-го элемента, необходимо увеличить атомный номер ядра-мишени сразу на много единиц — сразу перешагнуть через многие клетки периодической таблицы. Примером такой реакции, в результате которой получается ядро 126-го элемента, будет, например, реакция слияния ядер тория и криптона с последующим испусканием нейтронов. Есть и другая возможность: слить воедино два ядра урана. Получающееся при этом нуклонное обра-

зование будет нестабильно и распадется на ядра-осколки. Среди этих осколков могут быть и изотопы элементов с высоким порядковым номером.

Для осуществления подобных реакций необходимо ускорить такие тяжелые ядра, как уран, до скоростей, составляющих десятую долю скорости света. Лишь тогда энергии ядер урана будет достаточно, чтобы, преодолев электрические силы отталкивания ядер мишени, они образовали сверхтяжелую каплю ядерного вещества, развал которой при-

АТОМНАЯ ПУЗЫРЬКОВАЯ КАМЕРА. Для наблюдения процессов, протекающих внутри атома, ученые на пути частиц высокой энергии, выходящих из ускорителя, помещают «ядерный глаз» — пузырьковую камеру. Попадая в перегретую жидкость, каждая частица образует след из пузырьков. С помощью такого метода удается сфотографировать — для последующего изучения — прохождение даже таких частиц, время жизни которых составляет всего одну миллиардную часть от миллиардной доли секунды (именно такой сфотографированный след показан на снимке, помещенном на обложке журнала).

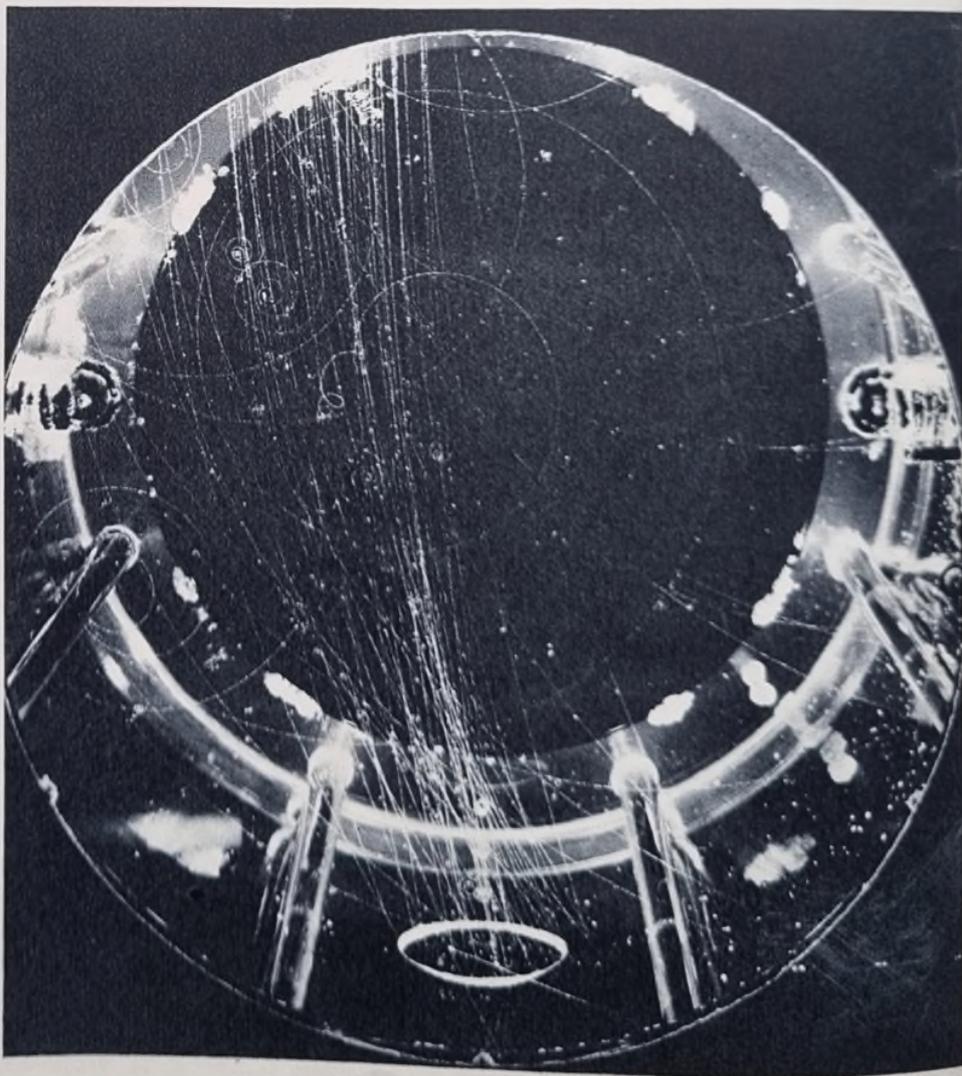


Фото ЦЕРН



ПОРТРЕТ УРАНА.

Это необычное изображение — микрофотография куска очищенного урана, полученная фотографированием под микроскопом в поляризованном свете с увеличением в 400 раз. Снимок сделан в процессе изучения методов очистки урана.

вел бы к рождению новых сверхэлементов.

Это вполне разрешимая техническая задача. К тому же она не требует тех больших затрат, которые идут на ускорители протонов высоких энергий. Во многих странах уже создаются подобные проекты. Конечно, трудно сказать, когда именно будут синтезированы долгожданные сверхэлементы, но еще совсем недавно столь же фантастическим казался синтез 102-го и 104-го элементов.

Далеко ли мы пойдем в ядерном синтезе, какой предел поставлен здесь природой?

Ядра курчатовия мы обнаружили по трекам — следам осколков этих ядер, распавшихся при самопроизвольном делении. Кстати говоря, характер аналогичных следов, имеющих в земной коре, может дать любопытные сведения об изменении температуры горных пород в период охлаждения Земли. Эти следы оставили осколки деления нестабильных элементов, которые распались миллиарды лет назад и не сохранились до наших дней, возникнув когда-то в процессе образования ядер при рождении нашей Вселенной.

С возрастанием порядкового номера тяжелых элементов процесс такого спонтанного деления играет все большую роль. Начиная уже с 98-го элемента — калифорния, для многих изотопов это основной вид радиоактивного распада, который и поставит предел продвижению в исследованиях высших элементов. Все нуклонные формы с атомными номерами, большими 126, должны настолько быстро делиться на ядра-осколки, что исследовать их будет практически невозможно. Если бы это и удалось, то каплю ядерного вещества, распадающуюся, например, за сотую долю одной триллионной секунды, конечно, нельзя называть атомным ядром.

Методы синтеза и идентификации атомных ядер применяют для решения множества проблем чисто прикладного характера. Это и исследование структуры вещества, и разведка земных недр, и обнаружение чрезвычайно низких концентраций примесей в веществе, что имеет огромное значение, например, в технике полупроводниковых приборов. Это и меченые атомы.

Дальнейшие перспективы всех практических приложений связаны с развитием методов синтеза новых элементов и изотопов. В основе этих методов будет лежать создание ускорителей ядер тяжелых элементов периодической системы вплоть до то-

рия и урана. Такие ускорители, вероятно, появятся в ближайшие годы. Это позволит за следующие 10—20 лет синтезировать еще три-четыре тысячи ядерных «бронтозавров» и «мамонтов», включая работы по таким «сверхэлементам», как 114-й и 126-й.

Будут ли этому комплексу работ сопутствовать открытия, имеющие такое же значение, как, например, открытие плутония? На этот вопрос можно ответить только положительно.

Нет никаких сомнений, что синтез и изучение тысяч изотопов, притом с наиболее интересными ядерными свойствами, поможет глубже понять структуру ядерного вещества, а значит, создаст широкие практические возможности применения всех ядерных исследований.

Какова судьба грядущих открытий ядерной физики? Это определит люди, в чьих руках они будут найдены. Открытия сами по себе не могут быть полезными или вредными для человечества.

Здесь на первый план выдвигаются нравственные проблемы. Поток энергии нужно направить не на разрушение, а на совершенствование общества, на благо человечества. Об этом всегда мечтали честные ученые, — ученые, ясно осознающие значение их исследований для человека, для жизни на Земле.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ И НАШЕ БУДУЩЕЕ

Гленн Т. Сиборг

Энергия — основа человеческого существования. Чем шире человек пользуется ею, тем лучше становится его жизнь. Научившись использовать энергию, человек всего лишь нажатием кнопки добывает воду, ведет поезд, отопливает дом или освещает город.

В XXI веке значительная часть энергетических потребностей человечества будет удовлетворяться за счет энергии, таящейся в ядрах атомов. Разумно применить ее, люди смогут усовершенствовать производство продуктов питания, полнее использовать воду и сырье, освоить пустыни и построить новые города.

Необходимость совершенствования нынешних источников энергии очевидна. Как предсказывают специалисты, к 2000 году население Земли удвоится. Некоторые из них говорят даже о том, что возможно увеличение до 15 миллиардов — впятеро больше, чем сейчас.

Но сама-то Земля не увеличится, и, чтобы всесторонне обеспечить новые миллиарды людей, нужно научиться использовать наши ресурсы неоднократно, с максимальной отдачей и той эффективностью, которая еще редко достижима в наши дни.

Именно к таким ресурсам и относится энергия. Наиболее значительный вклад атома в мир завтрашнего дня — это, несомненно, дешевое тепло и электричество, используемое в производственных процессах. Особенно возрастет роль энергии атома тогда, когда будет завершена разработка совершенных реакторов-размножителей, которые производят топлива больше, чем потребляют.

Следует, однако, подчеркнуть, что само по себе огромное количество энергии не панацея. Нужна новая технология, чтобы использовать все преимущества энергетического изобилия. Энергия должна быть направлена в нужное русло, продуктивно и рационально, и делать это должны специально подготовленные люди.

Некоторые ученые считают целесообразным осваивать громадные ко-

личества энергии, даваемой атомом, в гигантских промышленных комплексах, которые мы называем «нуплексами». Энергетическое сердце нуплекса — реактор-размножитель мощностью несколько миллионов киловатт.

Доставка сырья и обслуживание комплекса промышленных предприятий, связанных с энергетическим центром, будет вестись по подземным артериям — конвейерам и трубопроводам.

Железо начнут получать восстановлением. Сталь, фосфор, карбид кальция можно будет производить в электрических печах. Одни заводы — на основе электролиза и электролитического водорода — станут вырабатывать алюминий, медь и азотную кислоту, другие — производить синтетические материалы всех видов.

Если удастся создать сложную химическую технологию на дешевой энергии, то в определенный момент мы сможем полностью регенерировать материалы и воду. Это навсегда обеспечит нас сырьем и создаст цивилизацию, не продуцирующую отходы.

Нужно, однако, отметить, что проектирование, строительство, пуск таких установок, успешное управление ими — это гигантское предприятие, требующее значительных предварительных исследований, громадных капиталовложений, а также самоотверженности и интенсивного труда многих талантливых людей.

Исследования, проведенные за последний год в Окриджской национальной лаборатории Комиссии по атомной энергии США, выявили целесообразность размещения ядерных агро-индустриальных центров на неорошаемых землях, например на пустынных океанских побережьях.

Уже недалек тот день, когда использование атомной энергии для опреснения воды станет экономически выгодным. Мощный реактор двойного назначения — для производства электроэнергии и для опреснения воды — намечено построить неподалеку от Лос-Анджелеса (США).

В докладе Окриджской национальной лаборатории об энергетических центрах, который предполагается опубликовать в конце этого года, говорится о заманчивых перспективах объединения крупного двухцелевого завода, расположенного на пустынном морском побережье, с организованными на научной основе фермами — своего рода «фабриками продовольствия».

Один из разделов этого доклада посвящен возможности использования в качестве энергетического источника колоссального реактора-размножителя мощностью один миллион киловатт, производящего в день 1,5 миллиона кубометров пресной воды. Одновременно энергия может идти на получение аммиачных и фосфорсодержащих удобрений. Повидимому, из морской рапы (соляного раствора) можно будет добывать разнообразнейшие побочные продукты для местных целей и экспорта.

Получаемая на этом же предприятии электроэнергия будет использоваться на высокомеханизированных сельскохозяйственных предприятиях для переработки пищевого сырья в продукты питания. Эта же электроэнергия обеспечит освещение, кондиционирование воздуха, приведет в движение транспортные средства, позволит обеспечить связь персонала, обслуживающего комплекс.

На 80 000 гектаров земли, орошаемой опресненной водой и обогащенной полученными здесь же удобрениями, будут выращиваться растения, специально выведенные для этих мест. Тогда мы почти не будем зависеть от слепого случая или капризов природы.

Такая фабрика сможет ежегодно давать 450 000 тонн зерна, достаточных для того, чтобы прокормить 2,5 миллиона человек из расчета 2400 калорий в день. Кроме того, завод сможет экспортировать такое количество удобрений, которого будет достаточно еще для 4 миллионов гектаров.

Намечая пути решения продовольственной проблемы в мире, мы обычно уделяем основное внимание проблеме расширения производства продуктов питания, но забываем о том, что пятая часть годового урожая уничтожается вредителями и портится при хранении.

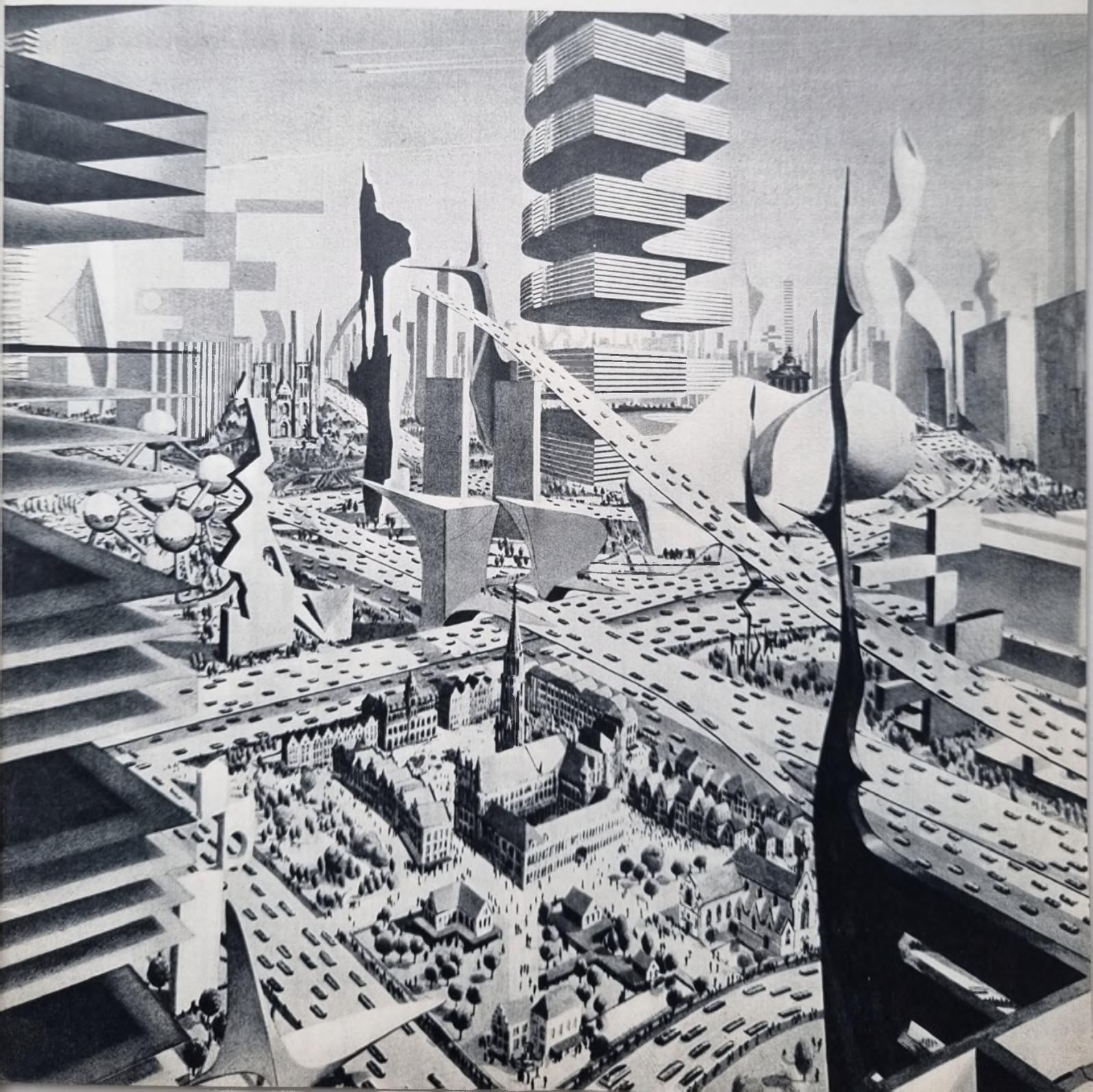
К 2000 году мы надеемся усовершенствовать метод радиоактивного облучения продуктов питания, что заметно снизит потери. Тщательно контролируемые дозы излучения определенных изотопов уничтожат вредителей, удлинит сроки хранения продуктов и помогут создать новые, более выносливые сорта растений.

Таким образом, во всех областях, где человеку требуются тепло и электричество, многообразное применение ядерной энергии будет способствовать созданию лучшего мира. Заслуживают упоминания и некоторые другие области применения ядерной энергии.

ГЛЕНН Т. СИБОРГ — председатель Комиссии по атомной энергии США, лауреат Нобелевской премии по химии (1951, совместно с Мак-Милланом). Один из известных организаторов науки и высшего образования, выдающийся специалист в области ядерной химии. Его перу принадлежит более 200 научных работ. Он был членом делегации США при подписании Договора о запрещении ядерных испытаний в трех средах (1964).

Брюссель XXV века глазами художника XX века. В центре города «Заповедный остров», где находятся Большая площадь с ратушей и другие исторические здания. Рисунок из изданного в 1962 году бельгийского календаря, рассказывающего о мире завтрашнего дня.

Фото Шелл, Брюссель



Ядерную энергетическую установку можно применить при освоении выявленных во время Гидрологического десятилетия ООН больших водных запасов, лежащих под засушливыми землями.

Радиоизотопы обеспечат энергией батареи на метеорологических и навигационных спутниках, на спутниках связи. Они могут служить также источниками питания для искусственного сердца, «подсаженного» человеку хирургическим путем.

Еще до конца нашего века ядерные реакторы величиной с небольшой автомобиль станут служить двигателями на космических кораблях, предназначенных для полета человека на Марс. На атомной энергии будут работать и системы жизнеобеспечения в космических полетах. Со временем ядерные реакторы помогут создать «жизненную среду» в будущих человеческих поселениях на Луне.

Вероятно, именно ядерная энергия и основанная на ней техника позволят человеку в будущем изучить и освоить океан; уже создаются атомные глубоководные исследовательские суда. К XXI веку люди смогут снимать морской урожай, добывать полезные ископаемые со дна океана и, возможно, даже жить долгое время на больших глубинах.

Если программы, намеченные в наши дни, успешно завершатся, то ядерные взрывы освободят глубоко залегающие запасы газа и руды и

создадут подземные резервуары для хранения дождевых вод в районах, где велико поверхностное испарение. С помощью мирных ядерных взрывов можно строить каналы, гавани или прокладывать дороги в горах.

Ядерное топливо компактно и долговечно, и поэтому благотворные следствия ее применения в меньшей степени зависят от «прихотей» географии — тех прихотей, благодаря которым одни страны обладают запасами обычного топлива, а другие почти лишены их.

Ядерная энергетическая установка может оказаться одинаково полезной как в пустыне, так и в индустриальном центре. Как уже говорилось, с помощью такой установки можно даже пустыню превратить в индустриальный центр.

Наибольшую экономическую выгоду приносит создание больших заводов с мощными ядерными реакторами. Поэтому в будущем менее развитые страны, вероятно, объединят свои усилия и с помощью развитых государств, Международного агентства по атомной энергии совместно приступят к созданию больших ядерно-энергетических предприятий. В работе они будут руководствоваться примерно теми же принципами, прообраз которых мы видим теперь в центрах, подобных Европейской организации ядерных исследований, созданной при участии ЮНЕСКО в Женеве. Это объединит людей разных стран в совместной работе, а обмен

научными знаниями и технологией послужит важным стимулом для развития ядерной энергетики.

Конечно, было бы наивностью с моей стороны забывать о том, каким путем ядерная энергия вошла в мир. Нет, я не забыл об этом. И мой оптимистический взгляд на мощь мирного атома нельзя понимать в том смысле, что я не осознаю существующей угрозы ядерного уничтожения. Я слишком близко связан с этой проблемой вот уже двадцать лет.

Но я видел и рождение той ядерной энергии, которая освещает дома, движет станки и машины, ведет корабли через океаны, дает энергию спутникам. Я видел атом, использованный для исследования жизни, для получения знаний, совершенствования земледелия, — атом, спасающий жизнь и делающий ее более понятной и содержательной.

Существует некий космический «клей», связующий ядро атома. В природе нет силы, более мощной, чем эта. И когда мы начнем «расковырять» эту силу, когда мы заставим ее работать на человека, возникнет и другая сила, которая объединит людей, вооружит волю человека небывалой физической мощью. Сейчас мы только учимся владеть этой мощью.

И если ход развития пойдет именно так, то мы можем надеяться на будущее. Тогда, я думаю, оно будет гораздо лучше, чем мы решаемся представить его себе сегодня.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕЖДЕ ВСЕГО

(Продолжение со стр. 18)

Именно ядерные установки могут в значительной степени содействовать решению проблемы загрязнения воздуха: то небольшое количество отходов, которое поступает из этих установок в атмосферу, тщательно фильтруется. Кроме того, выпуск устраивают на такой высоте, которая обеспечивает неизмеримо малый уровень радиоактивности в момент, когда выделения достигают земной поверхности. Как это ни парадоксально, но тепловые станции, работающие на угле, вносят в атмосферу больше биологически вредной радиоактивности, чем ядерные энергетические станции.

Есть, однако, в атомной энергетике одна проблема, которая будет все более осложняться по мере развития этой отрасли промышленности. Речь идет о хранении радиоактивных отходов. С большей частью их обращаться сравнительно просто, так как степень их радиоактивности невысока и не представляет опасности. Но небольшая доля таких отходов обладает высокой радиоактивностью, и общее количество их будет со временем возрастать; некоторые из них

необходимо хранить в контейнерах сотни лет.

Эта перспектива может показаться устрашающей, но, к счастью, существуют пути уменьшения объема отходов, что способствует их безопасному хранению. Кроме того, постоянно разрабатываются новые методы, позволяющие применять в полезных целях содержащиеся в отходах элементы. Некоторые из них используются в медицине, в сельском хозяйстве или в промышленности. Несомненно, для использования отходов будут найдены и новые возможности. Именно это и решит проблему их хранения. Некоторые ученые считают даже, что побочные продукты, содержащиеся в отходах, могут стать одним из самых ценных благ, предоставленных человеку атомной энергией.

До сих пор речь шла главным образом о том, как использовать атом для производства электроэнергии, поскольку именно изобилие дешевой энергии станет одним из важнейших путей повышения жизненного уровня народов и, следовательно, будет способствовать смягчению напряженности в отношениях между ними. Но для повышения благосостояния народов существуют и другие возможности использования научных открытий и технических достижений, связанных с ядерной энергией.

Радиоактивные материалы и основанные на их применении приборы позволили добиться заметных успе-

хов в медицине, они обеспечивают сохранность и помогают увеличению производства продуктов питания, способствуют повышению эффективности производства и прогрессу во многих областях знания. Это означает, что с радиоактивными материалами повседневно имеют дело представители многих профессий, а в будущем число их возрастет еще больше. Уверенность в том, что это произойдет без дополнительного риска, основывается на огромном объеме исследований, проводимых перед началом любого проекта, на жестких ограничениях, налагаемых правительствами и всеми руководящими органами, связанными с этой работой.

Иногда эти сверхпредосторожности раздражают специалистов-ядерщиков, потому что им приходится преодолевать больше преград, чем специалистам, занятым в других производствах. Есть все основания считать, что развитие многих интересных идей тормозится именно по этим причинам. Тем не менее предосторожности, о которых мы сейчас упомянули, сыграли свою роль в доказательстве того, что вопросы общественной и личной безопасности должны стоять выше всех других соображений.

Именно это укрепит уверенность людей и позволит тем, кто занят работой по мирному использованию атомной энергии, внести еще больший вклад в дело укрепления мира, улучшения здравоохранения и повышения благосостояния народов.

МИРНЫЙ АТОМ В СТРАНАХ МИРА

Ядерная энергия водит корабли

Вслед за Советским Союзом и США суда с ядерными двигателями начали строить Италия, ФРГ и Япония. Национальный комитет по ядерной энергии и военно-морской флот Италии строят торговое судно водоизмещением 18 000 тонн, оборудованное экспериментальным реактором мощностью 80 мегаватт. Усовершенствованный реактор с водой под давлением будет установлен на сухогрузном судне «Отто Ган» (ФРГ). Конструируется первый японский атомоход; специалисты полагают, что уже в следующую

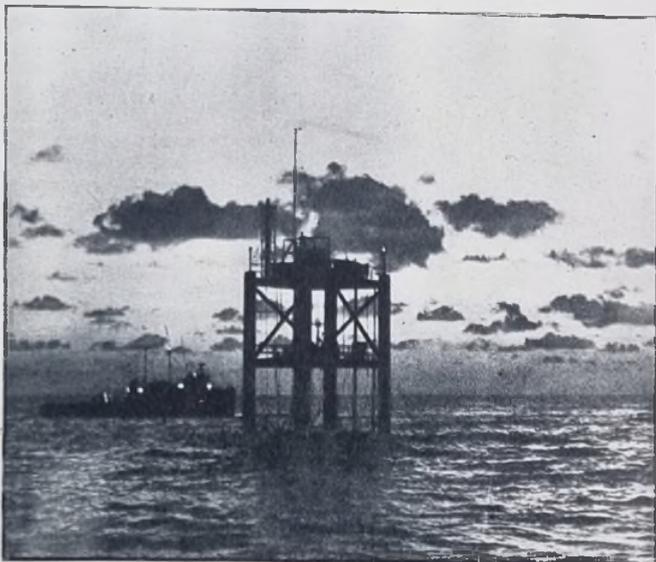


Фото «Филлипс петролеум компани»

Навигационные предупреждающие приборы — мигающие сигнальные огни и ревуны, установленные на этой нефтегазовой буровой вышке в Мексиканском заливе, получают электроэнергию от ядерного генератора, установленного 12 метрами ниже уровня воды. Присущая радиоактивному источнику тепла надежность [в этом случае использован титанат стронция] и отсутствие движущихся частей в устройствах для преобразования тепла в электричество делают установку совершенно безопасной.

щем десятилетия ядерные сухогрузные суда, имеющие скорость 30 узлов, и танкеры водоизмещением 500 000 тонн смогут конкурировать с обычными судами.

Бодрящая чаша

Меченые атомы (радиоактивные изотопы, добавляемые в вещества, участвующие в том или ином процессе) помогли совершенствованию производства пива в Советском Союзе. Определение периода жизни бактерий молочной кислоты позволило сократить ферментативные процессы с пяти-шести дней до полутора суток; улучшилось и качество пива. Результаты экспериментов над виски, проведенные в Англии, не порадуют подпольных винокуров. Новая техноло-

гия позволяет применить метод датирования к определенным спиртным напиткам и может быть использована для выявления подпольного винокурения.

Радиотерапия в Новой Зеландии

По отношению к численности населения обеспеченность Новой Зеландии средствами радиотерапии является, пожалуй, самой высокой в мире.

Датировка ядерными треками

Возраст минералов можно определить по следам на кристаллах, остающимся после спонтанного деления изотопов тория и урана. Сейчас ученые обнаружили другие треки, появляющиеся в результате обычного распада изотопов, и это позволяет значительно повысить точность датировки. В процессе обычного распада из атома вылетает альфа-частица, а ядро испытывает отдачу (как ружье после выстрела), которая оставляет метки — ядерные треки. Это открытие, как ожидают, увеличит точность датировки минералов примерно в тысячу раз.

Радиоактивные иглы отыскивают нефть

Один из методов обнаружения геологических формаций, содержащих нефть, состоит в следующем: в грунт или в испытательные скважины погружают радиоактивные иглы, замеряя при этом изменения их излучения при прохождении через различные породы. Геологи записывают интенсивность излучения в разных местах погружения и вычерчивают профиль нижележащих слоев, по которому можно судить о целесообразности бурения в этом месте.

Радиоизотопы против малярии

В арабских странах для борьбы с комарами — переносчиками малярии применяются меченые атомы. Радиоизотопы помогают определить дальность перелетов, время

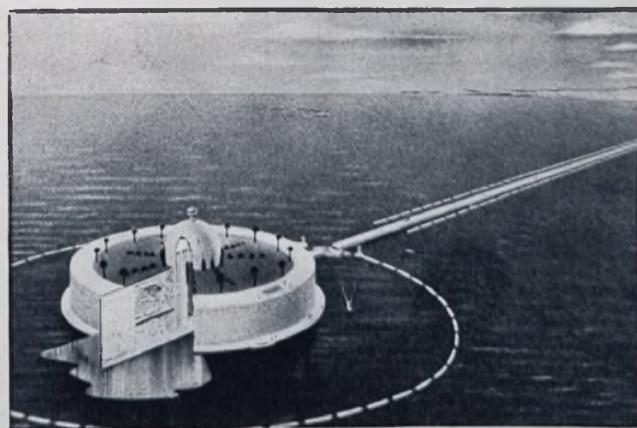


Фото Окриджской национальной лаборатории, США

Возможно, именно так будет выглядеть ядерно-энергетическая установка по опреснению морской воды, которая сможет давать ежедневно 4 миллиарда литров пресной воды и электроэнергию для города с 5-миллионным населением. Установка будет располагать тремя реакторами, работающими на природном уране, и девятью турбогенераторами.

МИРНЫЙ АТОМ (Продолжение)

жизни и смертность комаров. Эта же методика используется при изучении других вредных насекомых, например саранчи (см. статью на стр. 18).

Трение и износ двигателей

С помощью меченых атомов советские ученые исследовали влияние пыли на износ тракторных двигателей. Исследования показали, что наибольший износ обусловлен частицами пыли со средним диаметром 10—20 миллионных долей сантиметра.

Впечатляющие цифры

К настоящему времени в Советском Союзе работают атомные электростанции общей мощностью около 1,2 миллиона киловатт. Продолжается дальнейшее строительство — более чем на 2 миллиона киловатт. Экономия от применения в технике различных изотопных приборов составляет в СССР около 300 миллионов рублей ежегодно.

Северное сияние ядерной энергии

В 70-х—80-х годах основной прирост производства электроэнергии в Швеции обеспечат ядерные установки: за 1975—1985 годы производство электроэнергии на таких установках должно возрасти в семь раз. С конца 70-х годов к шведской энергетической сети ежегодно будет подключаться по крайней мере одна ядерная энергетическая станция. Кроме того, ядерные установки в некоторых больших городах будут производить и тепло, и электричество.

Изотопы расскажут о жизни на Марсе

Радиоизотопы могут помочь обнаружить жизнь на Марсе. Ученые, работающие над американским космическим проектом «Гулливёр», проектируют прибор-автомат, который опустится на поверхность Марса, выбросит штырь, покрытый силиконовой смазкой, а затем втянет его назад; вместе с прилипшей к нему марсианской почвой штырь попадет в культуру для выращивания бактерий, содержащую радиоактивный углерод. Если в почве присутствуют бактерии, то начнется выделение радиоактивной двуокиси углерода; этот процесс автоматически зафиксирует радиационный счетчик. Скорость счета, величина которой будет передаваться по радио на Землю, поможет ученым решить вопрос о существовании жизни на Марсе и до некоторой степени о природе этой жизни.

Облагороженное дерево

Твердость дерева, а следовательно, и его практическая ценность станут выше, если дерево пропитать простыми химическими соединениями, а затем облучить его. В результате облучения молекулы соединений внедрятся

в волокна дерева, образовав своеобразный «сплав». Фактура древесины при этом не утрачивает своей красоты.

Радиоактивные бусинки приостанавливают развитие рака

Рак — это неконтролируемый процесс развития клеток. Секретируя гипофиза стимулируют рост клеток, поэтому хирургам иногда приходится удалять эту железу, чтобы приостановить рост опухоли. Сейчас разработан новый метод — менее рискованный и менее тяжелый: крошечные бусинки окиси иттрия-90, внешне похожие на стеклянные, вводятся непосредственно в железу и разрушают ее, не причиняя вреда окружающим тканям; иттрий-90 излучает бета-частицы, не проникающие за пределы области, в которую введен этот изотоп.



В корни этого растения введена микродоза радиоизотопа, чтобы проследить за процессом питания и роста. Снимок слева сделан с пленки, находившейся в непосредственном соприкосновении с растением. Он дает представление о движении радиоактивного вещества к листьям.

Фото ЮСИС

Гамма-излучение взвешивает поезд

В Советском Союзе создан прибор, определяющий вес больших масс неконтактным способом. Способность материала поглощать гамма-лучи зависит от его плотности и толщины. Именно на этом принципе и действуют новые приборы, с помощью которых во время движения определяется вес груженых поездов. Под рельсами помещается гамма-источник (кобальт-60), а над рельсами устанавливается сцинтилляционный счетчик; между ними проходят гамма-лучи. Когда поезд идет над источником, интенсивность луча снижается пропорционально весу поезда; полученные данные автоматически переводятся в единицы веса.

Тавро... на нефти

На большие расстояния нефть обычно перекачивается по трубопроводу, которым одновременно могут пользоваться несколько компаний. Когда стада разных владель-

Рене Майо,
Генеральный
директор
ЮНЕСКО

РАБОТА С МОЛОДЕЖЬЮ — В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ ЮНЕСКО

Выступая 24 июня 1968 года в Монако по случаю открытия Европейской региональной конференции национальных комиссий по делам ЮНЕСКО, Генеральный директор ЮНЕСКО обратился с горячим призывом к мировой общественности уделять максимум внимания проблемам молодежи и отвести молодежи и ее проблемам неизмеримо большее место в деятельности ЮНЕСКО.

Уже не один год молодежь все настойчивее привлекает к себе наше внимание, и ее значение в обществе непрестанно растет. Молодежь составляет более трети населения земного шара — в некоторых странах почти половину, — и общественная ее роль неуклонно повышается, ибо современная техника, требуя постоянного совершенствования и обновления, все больше и больше обращается к молодым кадрам. И тем не менее можно видеть, что молодежь постепенно отдаляется и даже обособляется от старших поколений.

Людей постарше поначалу удивляли, иногда забавляли, а чаще всего возмущали настроения части молодежи,

ее аполитичность и даже свойственный ей дух отчужденности, что выражается в увлечении модными песенками, в манере одеваться, в экстравагантных прическах, в большой сексуальной свободе и, к сожалению, в пристрастии к наркотикам. Но едва только люди взрослые начали свыкаться с этими «выходками», как молодежь поразила их вновь; на этот раз волнения возникли в наиболее почитаемых общественных институтах и в странах с устоявшимися формами правления. Поразительно, что зачинщиками были студенты, то есть та часть молодежи, которая, казалось бы, не должна была испытывать недовольства существующим порядком, ибо этот порядок сулит ей обеспеченное будущее.

Движение среди студенчества наблюдается почти повсюду, но наибольший размах оно приобрело в некоторых странах Западной Европы, где студенты вступили в спор не только с системой обучения, но и с обществом в целом.

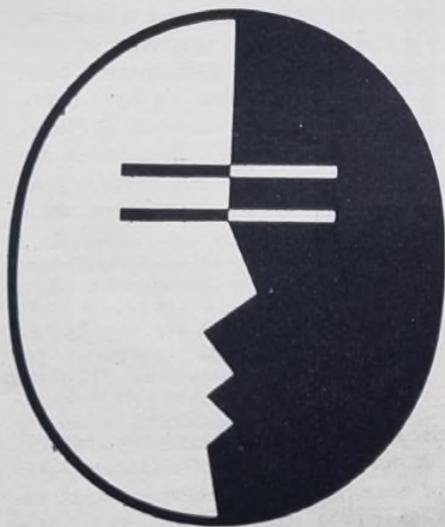
Положение сложилось опасное. Общество, отвергаемое молодежью, по природе своей является обществом без будущего, обществом обреченным, с какою бы силой ни пытались власть имущие, движимые высокомерием, страхом и всей совокупностью интересов людей, уже утвердившихся в жизни, временно подавить протесты и устремления молодых. Короче говоря, мне думается, что мы присутствуем при отрицании определенного общества или, точнее, определенной цивилизации.

Дело вовсе не в том, как это утверждают некоторые, что молодежи нужно дать какой-то идеал. Такой идеал у большей части молодежи есть, пусть даже не вполне определенный, сформулированный в наивной форме. Но по существу это достойный идеал, это обычно идея или, если угодно, мечта о таких человеческих отношениях, в которых нет места насилию и лжи. Но в противоположность такому идеалу общество, которое мы собираемся оставить молодежи в наследство (хотя оно и способно в большей мере, чем предыдущее, удовлетворить ближайшие потребности молодых), по многим причинам страшит молодежь, потому что оно не гарантирует ей столь необходимые юношеству справедливость и мир. И потому молодым людям кажется, что как раз взрослые-то и лишены идеала.

Я полагаю, что в этой ситуации перед ЮНЕСКО открывается исключительная возможность выполнить свой первейший долг и развернуть одну из самых широких и мощных этических кампаний, инициатором которых она призвана быть. В нынешнем, 1968 году ЮНЕСКО должна сосредоточить свое внимание на молодежи, подобно тому как десять лет назад внимание ее было сосредоточено на слаборазвитых странах. Сегодня мы должны открыть молодежи наши сердца и умы. Под этим я понимаю не просто проведение серии мероприятий, непосредственно касающихся молодежи и предусмотренных программой нашей Организации. Мысль моя состоит в том, что необходима коренная перестройка всей нашей Организации, ее деятельности и методов работы.

Мне хочется напомнить о той перестройке, которую десять лет назад пережила ЮНЕСКО, когда она включила в сферу своего внимания слаборазвитые страны, только-только получившие независимость. До той поры усилия ее были почти целиком посвящены налаживанию интеллектуального сотрудничества между развитыми странами, но она сумела очень быстро преобразиться и превратилась в инструмент для оказания помощи странам, обездоленным историей. Эти страны сразу же встретили с ее стороны братское понимание и действительную дружбу, которые остаются неизменными по сию пору. В свою очередь развивающиеся страны ответили ЮНЕСКО полным доверием, и это ослабевавшее доверие придало ей еще большую гуманистическую значимость и намного увеличило ее практические возможности.

Подобная же организационная и духовная перестройка требуется теперь, только еще более широкая и основательная. ЮНЕСКО должна стать организацией, близкой молодежи, — организацией, где молодежь сможет свободно ставить свои вопросы — все свои вопросы — на мировом уровне, где молодежь сможет осуществить свою мечту о благотворном вкладе в сотрудничество людей, где она направит свое неустанное рвение, свою неистощимую энергию, талант и инициативу на бескорыстное служение делу мира. Таково мое горячее пожелание, таков призыв, с которым я обращаюсь сегодня, когда разум мой охвачен тревогой, но сердце исполнено надеждой.



**СИМВОЛ
МЕЖДУНАРОДНОГО ГОДА
ПРАВ ЧЕЛОВЕКА**

Рисунок Виктора Вазарели, сделанный по заказу Международной ассоциации изобразительных искусств для ознаменования Международного года прав человека. Рисунок одобрен ассоциацией и ее отделениями в 57 странах. Международная ассоциация изобразительных искусств, созданная и поддерживаемая ЮНЕСКО, призвала художников поддерживать принципы, провозглашенные 20 лет назад Всеобщей декларацией прав человека.

цев пасутся на одном пастбище, животных метят тавром. Таким тавром для нефти служат радиоизотопы. В первую партию нефти компании А вводят один изотоп, в первой партии нефти компании Б — другой. На распределительном пункте приборы распознают эти метки и направляют нефть в соответствующие нефтехранилища.

Радиоактивная грязь

улучшает

качество мыла

Люди, занятые производством мыла и моющих средств, хотя бы знают, насколько эффективна их продукция. Для проверки грязную одежду, «помеченную» радиоизотопами, стирают новыми сортами мыла, а специальные приборы определяют количество смытых радиоизотопов, что и помогает установить качество мыла.

Атом опресняет воду

Согласно обследованию ООН, в установках по опреснению морской воды нуждаются сейчас примерно 20 районов мира; в недалеком будущем число их перевалит за 40. В решении этой проблемы важная роль уже сейчас играет ядерная энергия. Первая советская ядерная установка по опреснению морской воды, рассчитанная на 120 000 кубометров пресной воды в день, строится на Каспийском море — в районе города Шевченко. США намеряют построить большое предприятие по производству электричества и опреснению воды в районе Лос-Анджелеса. ОАР изучает проекты аналогичного строительства на побережье Средиземного моря. Израиль исследует возможности создания установки, производящей ежегодно 450 миллионов литров воды и мощностью 200 мегаватт.

Атом-детектив

Возможно, причиной смерти Наполеона послужило отравление мышьяком. Облучив волосы «императора французов» нейтронами и проанализировав наведенное радиоактивное излучение, ученые пришли к выводу, что в пищу Наполеона подмешивали мышьяк в больших количествах. Нейтронное облучение превратило часть атомов его волос в радиоактивные изотопы, среди которых был найден и радиоактивный мышьяк.

Радиация увеличивает

урожаи и ускоряет

созревание культур

В 1967 году МАГАТЭ и ФАО провели в 12 странах испытания мутантов пшеницы, а в странах Африки и Латинской Америки начали исследования по повышению устойчивости пшеницы против заболеваний. В Японии уже продается мутантный рис, полученный облучением; этот рис отличается более высокой урожайностью, у него сильный стебель, и он лучше, чем существующие сорта, усваивает удобрения. В Северной Африке и на Среднем Востоке мутантные пшеницы, полученные радиоактивным облучением, дают большие урожаи, чем местные или обычные сорта. В Советском Союзе с помощью облучения

удалось повысить урожайность капусты на 5—10 процентов, огурцов — на 15—30, помидоров — на 10—15, моркови — на 25—30, редиса — на 6—11 процентов.

Криптон против смога

Радиоактивный изотоп инертного газа криптона нашел применение в борьбе со смогом. В кристаллическую решетку химического соединения в одном из устройств, предупреждающих о появлении смога, вводится криптон; когда сернистый газ, загрязнитель воздуха, составная часть смога, проникает в прибор, криптон в результате химического взаимодействия высвобождается, а количество его определяется с помощью счетчика Гейгера. Число радиоактивных распадов показывает, каково в данный момент содержание сернистого газа в воздухе.

Атомные исследования

в Латинской Америке

Работы в области ядерной энергии, проводимые в странах Латинской Америки, преследуют мирные цели; большая их часть осуществляется совместно с МАГАТЭ. В Аргентине, Бразилии, Колумбии и Венесуэле уже действуют исследовательские реакторы, в Мексике и Уругвае они еще строятся. В Бразилии ведутся работы по улучшению сортов риса, в Аргентине — эксперименты с пшеницей (в рамках совместных программ ФАО и МАГАТЭ). В Коста-Рике, Сальвадоре, Гватемале, Гондурасе, Мексике, Никарагуа и Панаме совместно с МАГАТЭ и ФАО ведется борьба со средиземноморской фруктовой мухой. В Мексике, Венесуэле, Аргентине и Бразилии созданы центры по производству радиоизотопов. В Гватемале расширяется применение радиологии в промышленности. На Кубе организуется дозиметрическая служба в больницах. В Чили, Бразилии, Уругвае и Эквадоре ведутся исследования запасов грунтовых вод. В Мексике и США изучается проект совместного ядерного предприятия по опреснению воды и производству электроэнергии.

Ядерные электростанции

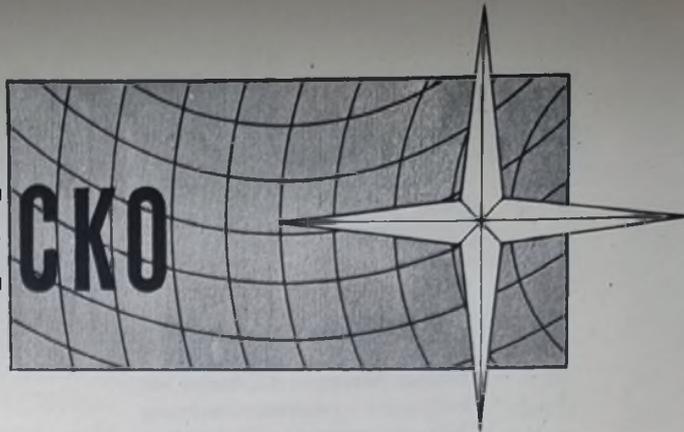
Англии

В конце этого года вступит в строй атомная электростанция в Олдбери. И тогда в общем производстве электроэнергии в Англии доля ядерных электростанций достигнет примерно 15 процентов. Англия — одна из стран — зачинателей ядерной энергетики: первая атомная электростанция была пущена в Колдерхолле в 1956 году. В течение следующего десятилетия были построены еще 24 ядерные электростанции.

Барометр землетрясений

Геофизики Узбекской ССР разработали метод предсказания землетрясений. Радиоактивный радон, один из самых тяжелых газов, медленно и непрерывно фильтруется из нижних слоев земной коры вверх, но выход его резко ускоряется, если возникают смещения подземных пород. Ученые измеряли содержание радона в воде артезианских скважин на глубине 2000 метров и по изменениям показаний за 15—20 часов предсказывали начало землетрясений и их возможную силу.

Из хроники ЮНЕСКО



Азиатский региональный центр электронно-счетных машин

На совещании, организованном в Бангкоке Экономической комиссией ООН для Азии и Дальнего Востока, обсуждался вопрос о создании Центра электронно-счетных машин для стран Азии. Задача центра — содействовать внедрению электронной техники в некоторых отраслях экономики стран этого района, а также оказывать им помощь в подготовке квалифицированных кадров.

Всемирная инвентаризация ядерных реакторов

Согласно статистическим данным, опубликованным Международным агентством по атомной энергии, в 48 странах — членах МАГАТЭ в настоящее время работают 455 ядерных реакторов; из них в научно-исследовательских центрах — 361, на электростанциях — 94 реактора. К 1974 году число ядерных электростанций достигнет 242, а общее производство электроэнергии возрастет с 14 000 до 100 000 мегаватт.

Собору Парижской богородицы будет возвращен первоначальный вид

В центре французской столицы возвышается знаменитый собор Парижской богородицы. Атмосферные осадки, пыль, городская и промышленная копоть, грязь в течение восьми веков скоплялись на его стенах, покрывая толстым слоем прекрасные скульптуры, некогда блиставшие первоначальной чистотой, ибо собор выложен из белого камня. Во

Франции принято решение провести работы по очистке и обновлению стен собора Парижской богородицы, на которые из государственного бюджета выделено 1 300 000 франков. Руководить работами, которые продлятся около двух лет, поручено главному архитектору Бернару Витри, возглавлявшему до этого группу реставраторов прославленного Реймского собора. Приняты все меры предосторожности для сохранения шедевров собора Парижской богородицы; кроме того, работы распланированы таким образом, чтобы собор оставался открытым для посещения.

На какой высоте облако!

Этот вопрос всегда интересует метеорологов и летчиков. Однако до сих пор высоту определяют на глаз: выпускают шар-пилот и следят, когда он скроется в облаке. Потом по формулам вычисляют высоту. Советские изобретатели решили вести эти измерения с помощью лазера. Световой импульс летит вертикально вверх, отражается от нижней кромки облачности и возвращается — конечно, уже значительно ослабленный — к фотоприемнику высотомера.

Новый международный журнал для учителей

«Конвергенция» — так называется новый международный журнал, издающийся в Канаде и выходящий раз в три месяца. Его цель — содействовать обмену мнениями между учителями для взрослых и изучению различных специальных проблем образования. В состав редколлегии журнала входят представители более 20 стран; статьи публикуются на английском, французском, русском и испанском языках и сопровождаются краткими резюме. Первый номер журнала посвящен вопросам информации учителей для взрослых. В последующих номерах будут освещены проблемы неграмотности, вопросы непрерывного обучения, проблемы досуга, технического воспитания, обучения с помощью телевидения и т. д.

Нумизматика и всемирная кампания по борьбе с голодом

Двадцать стран — Индия, Непал, Уганда, Южный Вьетнам, Афганистан, Бразилия, Бурунди, Цейлон, Кипр, Ирак, Италия, Иордания, Ливан, Пакистан, Филиппины, Руанда, Судан, Сирия, Турция, а также Ватикан — объявили в этом году о намерении отчеканить монеты, посвященные деятельности ООН и ФАО по борьбе с голодом. Больше всего монет выпустит Италия: 5 миллионов серебряных монет достоинством в 1000 лир.

Музыкальные каникулы

С каждым годом все более ширится движение за обучение молодежи музыке в период летних каникул. Французская федерация обществ по распространению музыкальной культуры, почетным председателем которой является известный виолончелист Пабло Казальс, организовала в этом году «музыкальные каникулы» во Франции, Германии, Англии, на Корсике и в Югославии. Обучение музыке предусмотрено отдельно для детей в возрасте от 6 до 14 лет, для юношей и девушек от 15 до 17 лет и для молодых людей, в том числе и студентов, имеющих начальную музыкальную подготовку.

Коротко...

■ Высеченная из камня голова человека найдена недавно в Афганистане. Это самая древняя из известных нам скульптур Азии: ее возраст — 20 000 лет — определен с помощью радиоактивного углерода.

■ Продолжая борьбу с заболеваниями, передающимися насекомыми, ВОЗ к настоящему времени испытала 1249 различных инсектицидов.

Письма редактору

ПРАВА ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ОБЯЗАННОСТИ

Г-н редактор, люди много говорят о правах человека. Правом человека посвящен январский номер Вашего интересного журнала (1968). Но никакого внимания не уделяется обязанностям человека.

Естественно, тема эта менее привлекательна, ибо обязанности человека связаны с некоторыми ограничениями и неудобствами для него. И тем не менее каждое право — это оборотная сторона обязанности.

Первейшей обязанностью человека, безусловно, должно стать уважение к правам других. Как можно утверждать, что все люди имеют права, если они не знают о том, что их прямая обязанность — уважать права других.

И. Киньяр,
Париж, Франция

ЧТО ТАКОЕ ВОЙНА СЕГОДНЯ

Г-н редактор, я должен выразить Вам свое восхищение в связи с опубликованием сочинения Марии Кристины Коста Диас «Мир, о котором мы мечтаем» (февраль 1968) и поздравить Вас с номерами журнала, посвященными апартеиду, ядерной угрозе и современной гонке вооружений.

Все страны, особенно высокоразвитые, поступили бы очень правильно, если бы каждый месяц отводили по несколько часов радиовещания и телепередач рассказам о том, что такое атомная война.

Почему бы не создать под управлением ЮНЕСКО специальный фонд для обеспечения свободного распространения во всем мире брошюр об ужасающей опасности атомного конфликта? Огромные усилия потребуются

для того, чтобы вывести людей из той апатии, в которой они находятся сегодня.

С. Боннафо,
Мезон-Альфор, Франция

ДВА ВЕЛИКИХ ЭПОСА АЗИИ

Г-н редактор, поздравляю Вас с декабрьским номером «Курьера ЮНЕСКО» (1967): с прекрасными статьями о «Махабхарате» и «Рамаяне», статьями об Индии и Юго-Восточной Азии, их истории, традициях, искусстве и народах.

Этот номер — действительно окно, открытое в огромную часть нашего мира. Почему бы Вам не выпустить такие же номера, посвященные Африке и Америке?

Франсиско Джизольфо,
Винья-дель-Мар, Чили

Г-н редактор, наш факультет получает «Курьер ЮНЕСКО». Декабрьский номер журнала (1967) оказался таким великолепным, что я хотела бы получить еще шесть экземпляров этого номера.

Моя группа по восточной литературе сейчас изучает «Рамаяну» и «Махабхарату», и мне хотелось бы дать студентам дополнительное количество декабрьского выпуска журнала.

Мэри Пьер,
Мориан колледж, Индианаполис,
США

ПОЭЗИЯ СВЕТА И ТЕАТР ТЕНЕЙ

Г-н редактор, как давние читатели «Курьера ЮНЕСКО», мы должны особенно отметить декабрьский номер журнала (1967) «Два великих эпоса Азии». Мы

были потрясены отличными снимками камбоджийского театра теней, сделанными Люком Ионеско.

Мюрмель Латша,
Париж, Франция

«МАНАС» — КИРГИЗСКИЙ ЭПОС

Г-н редактор, прекрасный номер «Курьера ЮНЕСКО», посвященный индийскому эпосу, натолкнул меня на мысль написать Вам это письмо.

Киргизы — один из древнейших народов Средней Азии. Более десяти веков киргизский народ создавал свой эпос «Манас».

Среди народных эпических сказаний мира «Манас», бесспорно, занимает выдающееся место как по своему богатому содержанию, повествующему о многих исторических событиях из жизни киргизского народа, так и по своему объему.

«Манас» — подлинное народное творчество, создание многих поколений сказителей, каждый из которых дополнял эпос, отчего он разрастался, приобретая новые подробности, краски, и в таком виде дошел до наших дней.

Наиболее выдающиеся сказители «Манаса», со слов которых записаны все основные варианты эпоса, — это Саякбай Каралаев, Сагымбай Орозбаков и Молдобасан Мусурманкулов. В 30-е годы XX века появились первые переводы отрывков «Манаса» на русский язык.

Нельзя ли было бы в одном из номеров «Курьера ЮНЕСКО» рассказать о «Манасе», подобно тому как в декабрьском номере журнала (1967) было рассказано об индийском эпосе?

Толен Шамшиев,
Фрунзе, Киргизская ССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР РУССКОГО ИЗДАНИЯ

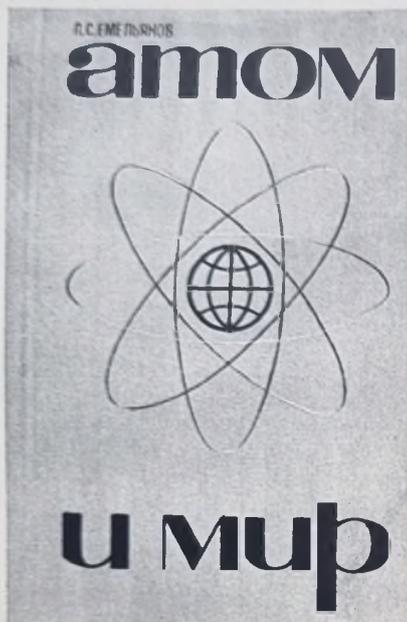
Веннамин МАЧАВАРИАНИ

Адрес русской редакции: Москва, Г-21, Зубовский бульвар, 21, т. 247-17-58

Московская типография № 2 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Зак. 2658

КНИГИ О МИРНОМ АТОМЕ

Книжная продукция «Атомиздата» — советского издательства, специализирующегося на выпуске литературы по мирному использованию атомной энергии, — богата и разнообразна: учебники и учебные пособия, научные труды, переводы с иностранных языков, научно-популярная литература и т. д.



В 1967 году вышла книга члена-корреспондента Академии наук СССР Василия Семеновича ЕМЕЛЬЯНОВА «АТОМ И МИР» (второе дополненное, переработанное и иллюстрированное издание, 374 стр., 81 коп.). В. С. Емельянов в течение нескольких лет был членом Совета управляющих Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Участник Первой и Второй международных конференций по мирному использованию атомной энергии, проведенных ООН в 1955 и 1958 годах в Женеве (Швейцария), он был избран председателем Третьей международной конференции по мирному использованию атомной энергии (1964).

В. С. Емельянов принимал участие в пагуошских конференциях ученых, на которых обсуждались проблемы использования атомной энергии, запрещения ядерного оружия, проблемы разоружения и мира и т. д. Все это обеспечивает интерес к книге, написанной на основе исторических материалов, документов международных совещаний и собственных наблюдений. В книге «Атом и мир» приводятся также выдержки из различ-

ных зарубежных изданий, воспоминания о личных встречах и беседах с иностранными учеными и общественными деятелями.

Вторым изданием выпущена также биография одного из самых прославленных деятелей науки нашего века — МАРИИ КЮРИ (352 стр., 1 р. 19 коп.), написанная ее младшей дочерью ЕВОЙ КЮРИ, журналисткой по профессии. Впервые эта книга вышла в свет на французском языке в 1937 году и выдержала во Франции более 100 изданий. Она переведена на 25 языков и на многих из них также выходила несколькими изданиями. Мария Кюри посвятила свою жизнь науке, в частности новой ее отрасли — учению о радиоактивности, одним из первооткрывателей которой она и была.



Ни одна женщина-ученый не пользовалась такой популярностью, как Мария Кюри. Ей было присуждено 10 премий и 16 медалей. Она была избрана почетным членом 106 научных учреждений, академий и обществ. В частности, Мария Кюри была почетным членом Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии (Москва), Института экспериментальной медицины (Петербург) и с 1926 года — почетным членом Академии наук СССР.

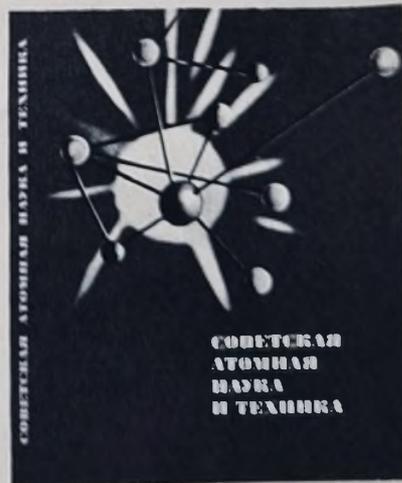
Богато иллюстрированная книга «СОВЕТСКАЯ АТОМНАЯ НАУКА И ТЕХНИКА» (391 стр., 5 р. 91 коп.) состоит из трех частей. Содержание первой части — история осуществления цепной

реакции в Советском Союзе (создание первого ядерного реактора), описание реакторов различного назначения, атомных электростанций, ледокола «Ленин».

Вторая часть книги посвящена советским электронным и протонным ускорителям, а также ускорителям многозарядных ионов. Значительное место отведено синтезу трансурановых элементов, среди которых могут обнаружиться сравнительно долгоживущие изотопы с интересными свойствами, позволяющими использовать их в практических целях.

В третьей части книги приводятся интересные сведения о технологии на атомных предприятиях, которая строится на новейшей научной основе — технологический процесс является результатом огромной научно-исследовательской работы в области радиохимии, физики и химии металлов, современного приборостроения и т. п.

Большое внимание в книге уделено современной технике и приборам, позволяющим применять ядерные излучения в промышленности, медицине, биологии, сельском хозяйстве, что может дать неисчислимые экономические выгоды. В книге рассказывается также о действенных мерах по обеспечению защиты от ядерных излучений, о международном сотрудничестве и борьбе за мирное использование освобожденной энергии атома, этого величайшего достижения человеческого разума.



Заказы можно направлять по адресу: Москва, Центр, ул. Петровка, 15. Книжный магазин № 8.

Книги будут высланы наложенным платежом.

Цена 70 коп.

70458



Фото Поля Альмази

ЯДЕРНЫЕ ЧАСЫ И ДАТИРОВКА ПРОШЛОГО

Это доисторическое животное длиной три метра, спина которого покрыта панцирем, — глиптондон, вымерший в последний ледниковый период. Останки глиптондонов (по внешнему виду они напоминали современных броненосцев, которые являются их отдаленными предками) находят во многих районах Американского континента. Глиптондон, изображенный на снимке, раскопан в Аргентине. Современное развитие техники, основанной на радиоактивных явлениях, дает науке ядерные часы, измеряющие геологическое время. Радиоактивные вещества [калий — аргон, рубидий — стронций, уран] используются для определения возраста пород, минералов, ископаемых останков человека и животных в геологических слоях. «Часы» для измерения возраста сравнительно близких эпох — знаменитый углерод-14, который стал опорой археологии и геологии при изучении событий, происходивших во времена, отдаленные от нас на 50 000 лет. Этот метод широко применяется и в климатологии, экологии и т. д.