



НАУКА И ЖИЗНЬ

ISSN 0028-1263

- З** ● На наименьшем расстоянии от Земли весной 2024 пройдут две кометы...
- Заповедники гораздо многограннее, чем принято считать
 - Некоторые животные лечат себя и друг друга
 - Что случится, если упасть в туннель, проходящий Землю насквозь?.. Давайте прикинем
 - Таблица Менделеева не перестанет удивлять!



НАУКА И ЖИЗНЬ

В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ

ДЛЯ ТЕХ,
КТО ЛЮБИТ
ЧИТАТЬ
С ЭКРАНА



ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ
ЖУРНАЛА

РЕДАКЦИОННЫЙ
ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН:
www.nkj.ru/shop/773/
(подписка и отдельные номера)

Читайте в приложениях для мобильных устройств:
PRESSA.RU • ЛитРес • Строки • Kiozk

www.nkj.ru

e-mail: subscribe@nkj.ru

В Н О М Е Р Е :

| | |
|--|--|
| А. ПОНЯТОВ, канд. физ.-мат. наук — Время Скорпиона. Весеннее небо 2 | Кунсткамера 96 |
| Заповедные новости 12 | Д. СЕМЁНОВ, канд. биол. наук — Шлумбергеры в доме: долгая и интересная жизнь 98 |
| А. КУЗНЕЦОВ, канд. биол. наук — Жизнь по 102-й горизонтали (беседу ведёт Н. Лескова) 16 | Маленькие хитрости 105 |
| Рефераты (подготовил Л. Ашкинази) 26 | И. СОКОЛЬСКИЙ, канд. фармацевт. наук — Лещин и фундук 106 |
| К. ДЕГТЯРЁВ, канд. геогр. наук — Энергия воды: набирают силу малые станции 28 | П. АМНУЭЛЬ — К вопросу о вероятностях (фантастический рассказ) 112 |
| О чём пишут научно-популярные журналы мира 35 | А. КУРЛОВИЧ — Ваш сад вполне здоров! 114 |
| А. КАРПОВ, докт. физ.-мат. наук — «Пустые клеточки» таблицы Менделеева (беседу ведёт Н. Лескова) 40 | В. МАКСИМОВ, канд. филол. наук — Из истории фамилий 116 |
| | Л. АШКИНАЗИ, Н. СЬЯНОВА — Что видим? Нечто странное! Вещички известные и неизвестные 118 |
| | Ответы на кроссворд с фрагментами 121 |
| Вести из лабораторий и экспедиций | Кроссворд с фрагментами 122 |
| Подводные штормы в Карских Воро- тах (50). Снимки в ультрафиолете пред- скажут активность Солнца (52). | О. ПЕРШИН — Тропический калейдоскоп 124 |

| |
|--|
| В. МАЛАХОВ, акад. — Бескишечные морские черви, нефть, газ и жизнь на других планетах (Часть 2) 54 |
| Бюро иностранной научно-технической информации 62 |
| Наука и жизнь сто лет назад 66 |
| А. ПЕРВУШИН — Космические университеты Юрия Гагарина 67 |

«УМА ПАЛАТА»

Познавательный-развивающий раздел
для школьников

| |
|--|
| В. КАРЦЕВ, канд. биол. наук — Кто ещё в квартире живёт? (81). В. ШИЛОВ, канд. техн. наук, Д. ЗЛАТОПОЛЬСКИЙ, канд. техн. наук — Инструмент для землеме- ров и топографов Павла Бибикова (89). Ю. ПОПОВ — Число года 2024 и другие задачи: ответы и решения (92); Матема- тические досуги (93). А. ПОНЯТОВ, канд. физ.-мат. наук — Парадоксы «кроличьей норы» (94). |
|--|

Крабы обитают на большом удалении от воды, но один раз в год самки, несущие на брюшных ножках яйца, в которых сформировались личинки, массами устремляются к морю...

НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Красный представитель, вернее, представительница, карибских сухопутных крабов. Фото Олега Першина. (См. его статью на стр. 124.)

Внизу: Скорпион — среднее по размеру, но не по звёздному составу созвездие южного полушария неба... (См. статью на стр. 2.)

4-я стр. — Фото Андрея Лисинского из серии «Звучание природы».

*...Если даже теперь и пронзил бы ты лёд,
Этот воздух расцвет твой убьёт.
О, прекрасный цветок, подожди*

*до весны,
Ты увидишь все лучшие сны.*

Константин Бальмонт.
Подо льдом



НАУКА И ЖИЗНЬ®

№ 3

МАРТ

2024

Журнал основан в 1890 году.
Издание возобновлено в октябре 1934 года.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

«ПУСТЫЕ КЛЕТЧКИ» ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА

- Откуда берутся новые химические элементы • Существуют ли они в природе • Зачем нужно расширять таблицу Менделеева
- Есть ли её предел и что дают новые знания о химических элементах в практическом смысле.

Рассказывает доктор физико-математических наук Александр КАРПОВ, учёный секретарь Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флёрва Объединённого института ядерных исследований. Разговор состоялся на фестивале «Менделеевские дни», организованном в феврале 2024 года в честь 190-летия Дмитрия Ивановича Менделеева на его родине, в Тобольске.

Беседу ведёт Наталия Лескова.

— Александр Владимирович, что для вас значит Менделеев?

— Учёным часто приходится рассказывать, чем они занимаются. В таких ситуациях бывает непросто найти ту первую ступень в разговоре, на которой собеседнику должно быть всё знакомо и понятно. Мне как сотруднику Лаборатории ядерных реакций Объединённого института ядерных исследований это сделать легко: говоришь про таблицу Менделеева и про то, что в нашей лаборатории открываются новые элементы, которые наполняют эту таблицу, и более комфортной «первой ступеньки» в разговоре не представить. Чтобы объяснить такие вещи, как, например, бозон Хиггса или теория струн, найти общеизвестную отправную точку сложно. И нужно отыскать своего рода «таблицу Менделеева», чтобы рассказать о том, чем занимаешься.

Конечно, Дмитрий Иванович Менделеев — очень интересная личность. Многогранная! Многоплановая! Не так много людей, которым всегда что-то интересно, а Дмитрий Иванович — из таких, с внутренним мотором, до последних дней заставляющих искать новые задачи, решать научные проблемы. Эта любознательность продлевает жизнь — физическую и умственную, делает людей интересными для окружающих. Такие люди вызывают у меня восхищение, это то, к чему нужно стремиться.

— Как вы думаете, каким образом он додумался до создания такого фунда-

ментального закона? Как ему пришло в голову это сделать?

— Идея витала в воздухе. В то время было очевидно, что химические элементы не просто хаотичный набор каких-то сущностей, а «кирпичики», которые должны укладываться в некую «стену». У разных учёных были попытки, более или менее удачные, разгадать принцип, по которому можно было бы систематизировать элементы, но догадка Менделеева оказалась самой близкой к современному представлению о периодичности свойств химических элементов. Он расположил элементы в соответствии с их атомными весами. Сейчас мы понимаем, что это не совсем верно, правильнее было бы расположить их в соответствии с атомным номером — числом протонов в ядре, но во времена Менделеева не было известно ни ядро, ни то, что в нём находятся протоны, — существовало только понятие атомного веса.

Затем Дмитрий Иванович увидел закономерности повторяемости химических свойств. Так элементы выстроились в периоды и группы. Это групповое сходство стало величайшим открытием, которое дало возможность не только упорядочить существующие элементы, но и оставить пустые клеточки для ещё неизвестных элементов, свойства которых были заранее описаны.

— Откуда он знал, что в пустых клеточках обязательно появятся новые элементы?



Фото Наталии Лесковой

Александр Владимирович Карпов. Тобольск, Музей истории управления Сибирью.

— Очевидно, что плохая теория не объясняет ничего. Хорошая теория объясняет то, что мы наблюдаем. А великая — та, которая не только объясняет известные факты, но и предсказывает то, что в настоящее время неизвестно. И пустые клеточки были заполнены ещё при жизни Дмитрия Ивановича. Менделеев сформулировал фундаментальный закон, закон природы.

Кстати, в западном мире эту таблицу не называют «таблицей Менделеева», но ассоциируют именно с именем Дмитрия Ивановича. Год 150-летия открытия периодического закона (2019 год. — Прим. ред.) был объявлен Международным годом Периодической таблицы химических элементов. Дата праздновалась во всём мире, на эмблеме был Менделеев, и все мероприятия проходили под его именем.

— Когда французский химик Лекок де Буабодран открыл галлий, Менделеев

написал ему письмо, что он неправильно посчитал плотность. Тот удивился, пересчитал — и оказалось, что Менделеев прав...

— В этом свойство периодичности — он видел, как изменяются физико-химические свойства элементов и довольно точно предсказал свойства ещё неизвестных элементов, которые и помогли найти эти элементы. Открыли галлий, и вскоре германий.

— Многие новые элементы появляются и сейчас, и вы, в частности, этим занимаетесь. Откуда они берутся? Ведь их может и не быть в природе?

— Часть из них, безусловно, есть в природе. Мы с вами находимся на Земле, в Солнечной системе, возраст которой четыре с половиной миллиарда лет. И, по счастью для нас с вами как людей и по несчастью как для исследователей, мы находимся очень далеко от тех катастрофических событий во Вселенной, в кото-

Современная таблица Д. И. Менделеева.
ОИЯИ имеет приоритет по открытию элементов 102—105, 107 и 114—118.

рых рождаются элементы. Мы удалены на десятки тысяч световых лет от этих мест, и поэтому на Земле очень трудно обнаружить тяжелейшие элементы, что могли бы прилететь из космоса.

В основном учёные находят те элементы, которые были когда-то на Земле и сохранились до наших дней. Это возможно, только если ядра стабильны, либо если времена их жизни сравнимы с возрастом Земли — четыре с половиной миллиарда лет. Например, уран, несмотря на свою радиоактивность, считается долгоживущим, период его полураспада — миллиарды лет. Все элементы тяжелее урана живут меньше, и хотя некоторые из них — миллионы и десятки миллионов лет, но и этот срок несравним с возрастом нашей планеты, поэтому трансурановые элементы просто не сохранились, не дожили до наших дней, по крайней мере, в значимых весовых количествах.

— **То есть элементы, которые были, но теперь их нет?**

— Да. Уран считается самым тяжёлым элементом в природе. Это не совсем верно, но так принято говорить. Начало пути поиска трансурановых элементов —

это воссоздание тех условий, которые существовали миллиарды лет назад, или тех, что существуют во Вселенной за десятки и сотни тысяч световых лет от нас. Когда мы говорим о самых тяжёлых элементах, здесь, действительно, встаёт вопрос: есть ли они в природе, могут ли они образовываться, и если образуются, то где?

— **А почему нужно искать там, где тяжелее?**

— Элементы легче урана известны, хотя открыты не все их изотопы. Сам по себе химический элемент определяется зарядом его ядра, которое состоит из нейтронов и протонов. Число протонов определяет атомный номер элемента, его химические свойства. А атомный вес складывается из количества протонов и нейтронов в ядре. Разновидности элементов с разным числом нейтронов называются изотопами. Изотопов сейчас известно около 3,5 тысячи, а согласно предсказаниям учёных, их около 7 тысяч. То есть известна примерно половина мира ядер, а вторая половина пока нам недоступна. Природные элементы находятся в интервале от водорода до урана. При этом под

«природой» мы здесь понимаем окружающий нас мир, в основном Землю. Последний из природных элементов — астат был открыт в 1940 году, и можно сказать, что «природная» таблица Менделеева тогда была полностью оформлена. И с 1940 года начинается история открытия элементов искусственных, трансурановых.

— **Зачем нужно открывать искусственные элементы?**

— Прежде всего, это задача фундаментальной науки. Цель фундаментальной науки, как ни банально это может звучать, — познать окружающий нас мир. Как он устроен, какими законами управляется. Есть ли границы, пределы...

— **Но если в окружающем нас мире этих элементов нет, то каким образом, создавая их, вы его познаёте?**

— Нам доступна для исследований малая часть Вселенной. Мы с вами находимся здесь, на Земле, но пытаемся взглянуть шире на то, что вообще существует во Вселенной.

— **Значит, элементы, которые вы синтезируете, могут существовать где-то во Вселенной?**

— Они и существуют. Ничего с точки зрения физики не мешает трансурановым элементам образовываться в природе там, где был получен уран. Сейчас оче-

видно, что эти элементы существуют, но до какого-то предела. Поиск этого предела — задача, которая перед нами стоит.

— **Есть ли этот предел?**

— Предел существования элементов есть, конечно. Может ли природа в своём синтезе элементов дойти до него? Вероятнее всего, нет. Учёные, я думаю, тоже. Вообще считается, что самый тяжёлый элемент, который может существовать с точки зрения квантовой электродинамики, — это элемент с атомным номером 173. В настоящее время самый тяжёлый из известных элементов имеет атомный номер 118. Даже гипотетически в обозримой перспективе элемент с номером 173 получить нереально. Учёные уже сейчас, я думаю, близки к пределу. Элементы тяжелее 100-го, фермия, получают слиянием двух ядер. Такой метод имеет свои ограничения.

— **Для этого нужен ускоритель, как у вас в Дубне?**

— Да, поскольку ядра заряжены положительно, как любые одноимённые заряды они отталкиваются, и чтобы преодолеть это отталкивание, нужно ядра разогнать относительно друг друга до довольно больших скоростей — примерно 1/10 скорости света, то есть порядка 30 тысяч километров в секунду. Здесь исключи-



Фабрика сверхтяжёлых элементов в Дубне.



Ускоритель ДЦ-280 (ДЦ — Дубненский циклотрон). Разработан в ОИЯИ. Интенсивность пучка ДЦ-280 в десять раз превышает интенсивности, достигнутые ранее в долговременных экспериментах по синтезу сверхтяжёлых элементов.

слияние максимально лёгкой частицы с максимально тяжёлой, а попытка слить два одинаковых ядра будет безнадёжной. Так родился рецепт «кальций плюс актиниды».

— **Вы и сейчас используете кальций?**

— Да, он будет использоваться ещё много лет для синтеза и исследования уже известных элементов и их изотопов. Но если говорить о поиске новых элементов, то путь с кальцием полностью пройден, потому что более тяжёлой мишени нет. Синтезируя всё новые и новые элементы, мы оставляли частицу кальция как некую константу и брали всё более и более тяжёлые мишени, созданные искусственно. Например, чтобы синтезировать 114-й элемент, нужен был искусственно нарабатываемый в ядерных реакторах плутоний, для 115-го — америций. Элемент с номером 98 — калифорний, давший элемент 118 при слиянии с кальцием, — это самое тяжёлое вещество, которое можно нарабатывать искусственно в количестве, нужном для эксперимента. Получается, что нашу «резвую лошадку» — кальций следует оставить и переходить к более тяжёлым частицам. И задача синтеза 119, 120-го элементов осложняется не только тем, что мы уходим от острова стабильности, — мы ещё должны брать более «медленную лошадку», более тяжёлую частицу, чтобы добраться до новых элементов.

— **Означает ли всё это, что нужны какие-то принципиально новые методы?**

— Метод остаётся прежним. Но из принципиально нового — в Дубне был построен комплекс «Фабрика сверхтяжёлых элементов». Наши надежды связаны с ней. Если посмотреть историю открытия последних шести элементов, синтезированных в реакциях с кальцием, то до успеха дубненских учёных часть из этих экспериментов пробовали ставить ведущие лаборатории мира на протяжении

тельно важно найти оптимальную энергию (скорость) столкновения. При правильном выборе условий эксперимента вступающие в реакцию ядра аккуратно подвоятся друг к другу, соприкасаются и как две капли жидкости сливаются воедино, образовав ядро нового элемента. Вероятность, что это произойдёт, очень мала. Образовавшееся ядро нового элемента в момент рождения сильно нагрето — в нём много «лишней» энергии, которая должна быть унесена, но чаще всего ядро не выдерживает этого нагрева и делится на две части. Так происходит с подавляющей частью ядер, и только очень маленькая доля «новорождённых» ядер избавляется от лишней энергии возбуждения: испуская несколько нейтронов, ядро остывает, становится холодным, «обрастает» электронами, и получается атом. И вот этот атом нам необходимо зарегистрировать.

— **Сколько вашей лаборатории удалось зарегистрировать таких новых элементов?**

— За Дубной, нашим Объединённым институтом ядерных исследований официально признан приоритет в открытии десяти элементов. Самым первым синтезированным в нашей лаборатории элементом был нобелий. Имена некоторых других элементов связаны с местом нахождения ОИЯИ и учёными, работающими в Институте: дубний, московий, флеровий, оганесон.

— **Почему вы говорите, что скоро достигнете предела, пользуясь такими методами?**

— Вероятность, что ядра сольются, — это отношение числа удачных попыток ко всем случаям, когда ядра вошли в контакт. Вероятность успеха уменьшается по мере того, как мы пытаемся получить элемент со всё большим и большим зарядом. В данном случае заряд мешает, быстрее и сильнее разваливая ядро на две части.

В синтезе самых тяжёлых элементов нам помог так называемый остров стабильности, некая зона на карте ядер,

существование которой было впервые предсказано в Дубне в середине 1960-х годов. Она расположена в районе 114 элемента, где стабильность ядер перестанет уменьшаться, а начнёт опять расти, причём довольно существенно. Учёным нашей лаборатории удалось выйти на этот «остров» и пройти его, а за ним опять началось падение. 115, 116, 117, 118-й... Такие ядра живут доли секунды.

Когда шёл эксперимент по синтезу 118-го элемента, самого тяжёлого на сегодняшний день, работа велась на пределе возможностей. Удавалось регистрировать примерно один атом в месяц. Для справки, один грамм оганесона должен содержать порядка 10^{21} атомов. Сейчас в планах учёных синтез 119-го и 120-го элементов, и нам придётся столкнуться с ещё более низкими вероятностями ядерного синтеза.

Большой удачей стало использование в реакциях синтеза кальция-48. Из опыта изучения ядерных реакций было ясно, что наиболее успешной комбинацией станет

15—20 лет. И Дубна пыталась, но безрезультатно.

К середине 1980-х годов научный мир пребывал в пессимизме по поводу возможности синтеза сверхтяжёлых элементов и поиска острова стабильности. Существовавшая в то время техника не могла обеспечить необходимые учёным параметры. И лишь в 1990-е годы в Дубне удалось поднять чувствительность эксперимента почти в 1000 раз, собрать международную команду и поставить эксперименты, которые оказались удачными.

Но всё равно работы велись на пределе технических возможностей. Прошло 20

лет с начала кампании по синтезу, и оказалось, что сейчас ускорительную технику можно сделать ещё в 20, 30 и даже в 100 раз лучше. В науке создания сепараторов (устройств, которые отделяют нужные, интересные с научной точки зрения ядра от попутно образующихся в том же эксперименте побочных продуктов) наши знания постепенно совершенствуются, и Фабрика сверхтяжёлых элементов в Дубне вместила в себя самые современные технические разработки. Это уникальный ускорительный комплекс нового поколения, который в десятки раз лучше всего, что существовало до того.

— С помощью этой фабрики можно будет более эффективно открывать новые элементы?

— Конечно. Она работает с 2020 года и уже показывает, что количество событий синтеза известных сверхтяжёлых элементов в десятки раз превышает то, что мы получали на технике предыдущего поколения.

— И всё это ради того, чтобы понять, как устроен мир, в котором мы живём?

— Да. Мир ядерный.

— Удавалось ли получать по ходу этого увлекательного процесса какие-то прикладные результаты?

— Это всегда происходит. Но, как правило, учёные не говорят о том, как сегодняшние фундаментальные открытия могут применяться на практике. Нужно сделать шаг назад и посмотреть, что ядерная физика дала человечеству. А дала она многое.

Реакторы как источники энергии — это достаточно давняя, уже ставшая обыденной история. Ядерная медицина также основательно вошла в нашу жизнь. Мы говорим о радиофармпрепаратах и применении ядерных технологий в терапии самых тяжёлых онкологических заболеваний. Такие методы лечения доступны в медицинских учреждениях, где стоят уменьшенные копии тех ускорителей, что создаются в единичном экземпляре для фундаментальных исследований. Эти маленькие ускорители копируют инженерные разработки, которые появились благодаря тому, что люди решают задачи фундаментальной науки.

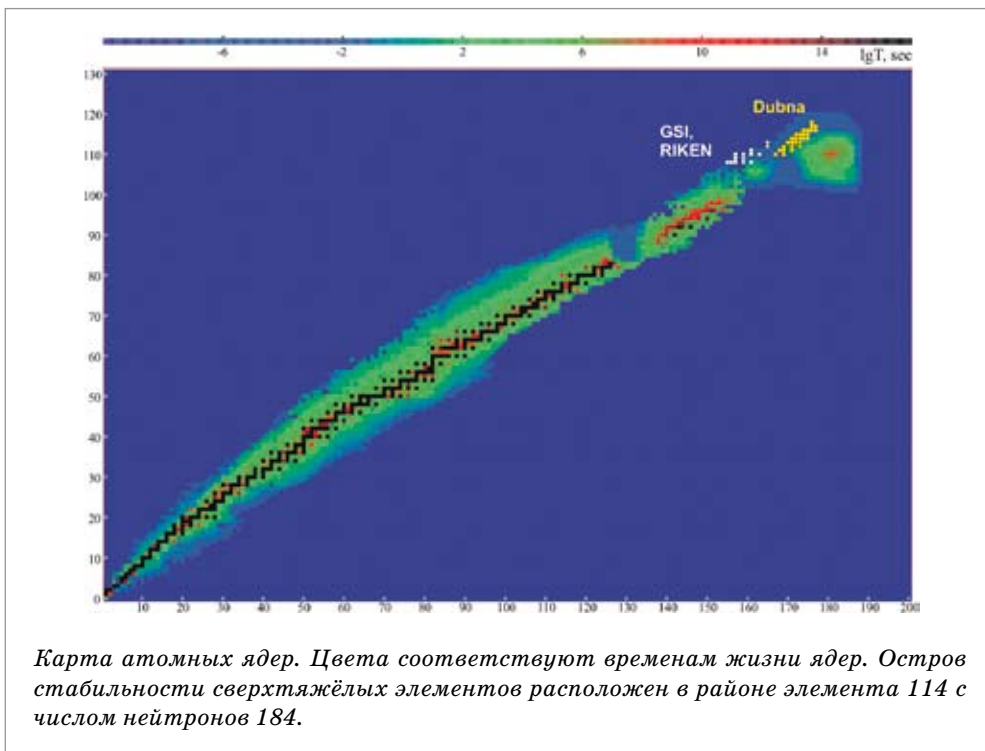
Отойдём немного в сторону от ядерной физики. Например, физика частиц подарила нам Интернет. Не тот, который в своё время изобрели военные, соединив компьютеры проводами и образовав сеть, а Всемирную паутину (www — World Wide Web), благодаря которой Интернет стал доступным и популярным, без него мы уже не представляем жизни. А изначально эта технология появилась в ЦЕРНе как научный инструмент удобного и наглядного представления экспериментальных данных. Сделали для удобства учёных, а затем это «ушло в народ». Подобную историю можно рассказать и про томографы. Сейчас они стоят практически в любой поликлинике, а ведь доступны они стали благодаря тому, что учёные и инженеры решали фундаментальные задачи.

— Причём томографы бывают и промышленные, для диагностики внутренних повреждений строительных конструкций.

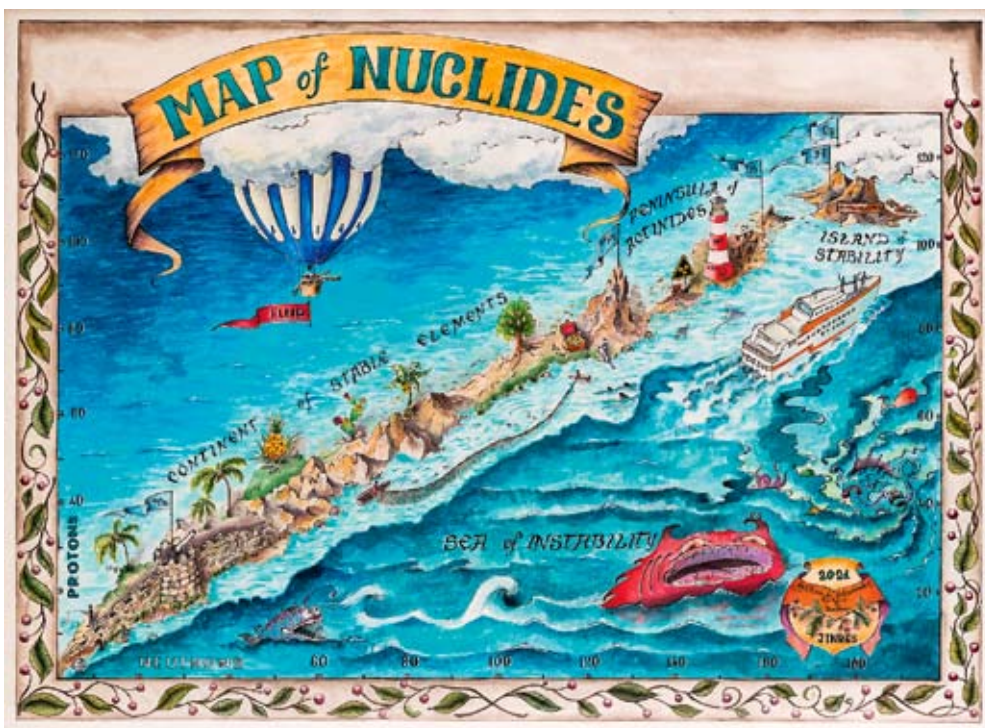
— Совершенно верно. Ядерные технологии помогают и в космосе. Мы хотим,

Ускоритель У-400, на котором были открыты пять тяжелейших элементов с номерами 114—118.





Карта атомных ядер. Цвета соответствуют временам жизни ядер. Остров стабильности сверхтяжёлых элементов расположен в районе элемента 114 с числом нейтронов 184.



Художественная интерпретация карты ядер, природного нуклеосинтеза и попыток исследователей достичь пределов существования ядер и атомов. Авторы: Елена Карпова и Александр Карпов (2021 год).

чтобы запущенные спутники прослужили как можно дольше. Для этого необходимо выбирать самую устойчивую электронику, ведь в космосе, где нет такой защиты магнитного поля и атмосферы Земли, как на поверхности, электроника спутников особенно страдает от повреждающего космического излучения. Все космические державы тестируют электронику на её радиационную стойкость, причём делают это, используя инфраструктуру институтов, которые занимаются фундаментальной наукой. Объединённый институт здесь не исключение: некоторое количество времени работы ускорителей тратится на то, чтобы тестировать электронику, подобную той, что будет использоваться в космических аппаратах.

Прикладные исследования — это «мостики» между промышленностью и наукой. В нашей лаборатории ведутся исследования по так называемым трековым мембранам. Эта технология пришла изначально из фундаментальной науки и представляла собой метод детектирования частиц: в полимер врезалась частица, оставляя след (трек) из разрушенного вещества, который впоследствии проходил химическую обработку, вытравливался. И по размерам треков учёные определяли, что это была за частица. А потом учёные догадались, что, взяв полимерную плёнку, облучая её на ускорителе, пронизывая насквозь тяжёлыми ионами, можно создавать мембраны с заданными размерами пор и другими свойствами.

— А где их можно применить?

— Основная область применения связана, опять же, с медициной. Например, микрофильтрация при производстве препаратов, всевозможные противоожоговые пластыри, искусственная кожа, которую сейчас пытаются создавать на основе трековых мембран. Мембраны используют в производстве микроэлектроники, где нужна сверхчистая вода, а именно на финальной стадии производства, при так называемой «полировке» воды.

— Как вы думаете, что бы сказал Дмитрий Иванович, если бы увидел, во что превратилась его таблица, куда двинулась наука? Он бы удивился, обрадовался?

— Скорее, порадовался, чем удивился.

— А он мог ожидать, что будут синтезированы элементы, которых нет на Земле?

— Думаю, что в его времена не было известно, сколько всего элементов есть на Земле. Конечно, как учёный Дмитрий Иванович, имея в арсенале 63 «кирпичика», которые он поставил в правильном порядке, думал, что их может быть больше. Он оставил пустые места. И возникает вопрос — а сколько? Но очевидно, что ответа он не знал. Ответ и сегодня не известен.

— Он создал основу, «а дальше, ребята, давайте сами»?

— Когда в 2019 году проходили мероприятия Года Периодической таблицы, этим вопросом задавались многие спикеры: что открытие периодического закона дало человечеству?

— И что это дало человечеству?

— Всё-таки химическая промышленность, которая расцвела в конце XIX и в XX веке, ядерная наука и прочее во многом могут считать отправной точкой открытия периодического закона. Увеличение продолжительности жизни, комфорт. Возможности, которые мы имеем сегодня, несоизмеримы с тем, что было 150 лет назад.

— Но это утилитарное значение. Если же говорить о более широком, мировоззренческом значении таблицы — можем ли мы сказать, что она дала человечеству принципиально новые знания, новый взгляд на мир?

— Она дала понимание того, что элементы — это не хаос, не просто нагромождение сущностей, а некая упорядоченная система, имеющая чёткую структуру. И эту структуру нужно понять. Проходит несколько десятков лет, и в 1911 году Резерфорд открывает атомное ядро, потом появляется теория Бора о планетарной структуре атома. И дальше начинается наш ядерный XX век. А что нас ждёт впереди — посмотрим. Но наверняка что-то интересное.

Иллюстрации предоставлены А. В. Карповым.

**Книги и журналы «Наука и жизнь»
можно купить в наших магазинах на OZON и WILDBERRIES**



Книги издательства
«Наука и жизнь»



Свежий номер
журнала



Журналы и комплекты
прошлых лет

Покупайте журналы на маркетплейсах со скидкой и быстрой доставкой
в пункты выдачи в России, Беларуси и Казахстане

OZON



WILDBERRIES



Главный редактор Е. Л. ЛОЗОВСКАЯ.

Заместители главного редактора: М. А. АБАЕВ, Н. А. ДОМРИНА.
Зав. отделом корректуры и проверки Л. М. БЕЛЮСЕВА.

Редакторы: Л. В. БЕРСЕНЕВА, Н. К. ГЕЛЬМИЗА, Т. Ю. ЗИМИНА, З. М. КОРОТКОВА, А. А. ПОНЯТОВ,
Л. А. СИНИЦЫНА, К. В. СТАСЕВИЧ, Ю. М. ФРОЛОВ.

Дизайн и вёрстка: З. А. ФЛОРИНСКАЯ, Т. М. ЧЕРНИКОВА, Т. Б. КАРПУШИНА, М. М. СЛЮСАРЬ.
Заведующая редакцией: Н. В. КЛЕЙМЕНОВА.

Администратор сайта: Т. М. ВАГИНА. Информационное партнёрство: Е. С. ВЕЛИЧКИНА.
Служба распространения: Д. В. ЯНЧУК, тел. (495) 621-09-71. Служба рекламы: Т. В. ВРАЦКАЯ, тел. (915) 108-04-05.
Информация об условиях размещения рекламы: www.nkj.ru/advert/

Адрес редакции: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 24/7, стр. 1. Телефон для справок: (495) 624-18-35.
Электронная почта: mail@nkj.ru. Электронная версия журнала: www.nkj.ru

- Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели
- Перепечатка материалов — только с разрешения редакции
- Рукописи не рецензируются и не возвращаются
- Выпуск издания осуществлён при финансовой поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ

© «Наука и жизнь». 2024.

Учредитель: Автономная некоммерческая организация
«Редакция журнала «Наука и жизнь».

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации
по печати 26 февраля 1999 г. Регистрационный № 01774.

Подписано к печати 26.02.2024. Печать офсетная. Тираж 18000 экз. Заказ № 240142.
Цена договорная. Отпечатано в ООО «Первый полиграфический комбинат».

Адрес: 143405, Московская область, Красногорский район, п/о «Красногорск-5», Ильинское шоссе, 4-й км.

Фото Андрея Лисинского

**ДОСРОЧНАЯ
ПОДПИСКА!**

Только с 1 февраля по 31 марта в любом почтовом
отделении России вы можете подписаться
на журнал «Наука и жизнь» на второе
полугодие 2024 года со скидкой*

КАТАЛОГ АГЕНТСТВА
ФГУП «Почта России»

П1467 — для индивидуальных
подписчиков

П2831 — для организаций

* Скидка от цены на основную подписку
(проводится с 1 апреля по 15 июня) на второе полугодие 2024 года.



НАУКА И ЖИЗНЬ

3

2024



24003

Подписные индексы:

П1467, П2831

