

ЛАРС ОРСТРЁМ

ХИМИЯ НАВСЕГДА

О гороховом супе,
опасности утреннего кофе
и пробе мистера Марша



УДК 661+662.2+66.09+94
ББК 24.12+63.3
О-70

Lars Öhrström

The Last Alchemist in Paris and other curious tales from chemistry

Перевод с английского Оксаны Постниковой

Научный редактор Иван Сорокин, доцент кафедры химической кинетики химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Орстрём Л.

О-70 Химия навсегда : О гороховом супе, опасности утреннего кофе и пробе мистера Марша / Л. Орстрём ; [пер. с англ. О. Постниковой]. — М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2021. — 256 с. ; ил.

ISBN 978-5-389-18140-3

Почему дирижабль «Гинденбург» был наполнен водородом, а не гелием и почему это привело к трагедии? Чем занимались зелейщики и почему крестьяне их не жаловали? Зачем ацетон был нужен военно-морскому флоту Великобритании? Действительно ли оловянные пуговицы сыграли фатальную роль в наполеоновской кампании 1812 года? Ларс Орстрём, шведский химик, специализирующийся в области неорганической химии, преподаватель и ведущий научно-популярного подкаста журнала Chemistry World, с непринужденностью и азартом настоящего ученого распутывает детективные сюжеты из литературы и из жизни, рассказывая захватывающие истории о химических элементах и нашем взаимодействии с ними.

«Химия может быть математически сложной, но при этом такой же простой, как детский деревянный конструктор, полагающейся на такие элементарные вещи, как разница в размерах. Время от времени мы достаем свои конструкторы из ящика, однако теперь все чаще используем компьютер. И совсем как маленькие дети, которых зачаровывает цвет, форма и текстура набора шариков, химики испытывают потребность потрогать пальцем атомы и молекулы, чтобы выяснить, какими свойствами они обладают». (Ларс Орстрём).

УДК 661+662.2+66.09+94
ББК 24.12+63.3

ISBN 978-5-389-18140-3

© Lars Öhrström, 2013

© Постникова О., перевод на русский язык, 2021

© Издание на русском языке, оформление.

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2021

КоЛибри®

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие. Таблица Менделеева и код да Винчи</i>	5
1. Мистер Кхама придет к обеду	11
2. Из Биттерфельда с любовью	21
3. Загадочное происшествие с собакой в дирижабле	29
4. Шпион и сарацинский секрет	40
5. Биопиратство, или Проклятие мускатного ореха	51
6. Смерть в доме № 29	61
7. Камни голубых кровей и узник в клетке из кристаллов	66
8. Бриллианты навсегда, а также цирконий для подводных лодок	77
9. Графитовая долина: информационные технологии в Озерном крае XVIII века	87
10. Император и мисс Смилла	97
11. Встреча на плоскогорье	105
12. Последний алхимик в Париже	119
13. Простите мой французский: капитан Хэддок и страдания савойяров	129
14. Две блестящие карьеры	140
15. Война и тщеславие	151
16. Когда государственная безопасность была дурно пахнущим занятием	162
17. Армия Бонапарта, или Пропадающие пуговицы	171

18. О чем предупреждал Марк Витрувий Поллион	185
19. Блестящая поверхность и запятнанное прошлое	195
20. Актриса и МРТ	205
21. О гороховом супе, опасности утреннего кофе и пробе мистера Марша	218
22. Вернуть будущее назад	224
<i>Благодарности</i>	238
<i>Библиография</i>	240
<i>Примечания</i>	241

ПРЕДИСЛОВИЕ

Таблица Менделеева и код да Винчи

Если вам хочется действия, можете начать сразу с главы 1. Если же вам требуется краткое введение в Периодическую таблицу элементов и управление электронами, а также некоторое представление о том, что мог бы сотворить из этого Дэн Браун, начните с предисловия.

Периодическая система элементов часто пугает студентов. Вы можете испытывать трудности со спряжением неправильных французских глаголов, можете путать последовательность пребывания Эдуардов, Ричардов и Генрихов на английском престоле, но вам все равно будет казаться, что 114 элементов таблицы Менделеева, их обозначения и место, которое они занимают в маленьких ячейках этой совершенно несимметричной таблицы, представляют собой совершенно иной уровень сложности.

Для людей посвященных и для страстных любителей химии Периодическая система элементов — это источник бесконечного очарования, а для начинающих лаборантов, которые заучивают ее наизусть, — боевое крещение. Для всех остальных это лишь карта химического ландшафта, по которому все мы бродим, хотя связь между ней и нашей реальностью порой бывает довольно туманной. Истории, рассказанные в этой книге, помогут вам установить связь между картой и реальной жизнью: это истории о приключениях, успехах и неудачах обычных и необычных

H																	He														
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne														
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar														
K	Ca											Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr											Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Fl	Lv				

Рисунок 1. Периодическая таблица 2012 года по версии ИЮПАК (Международного союза специалистов по теоретической и прикладной химии) [1]. Это расширенная версия, в которой элементы La — Yb и Ac — No находятся на своих местах, а не вынесены в отдельные строки под остальными элементами.

людей со всего света, которые намеренно встречались или случайно сталкивались с различными химическими элементами.

Однако для начала я должен дать вам краткое руководство по географии и карте элементов. На рисунке 1 вы видите Периодическую таблицу в версии 2012 года, в так называемой «длиннопериодной» форме, в которой более тяжелые элементы, такие как уран (U) и гадолиний (Gd), находятся на своих местах, подобно тому как Оркнейские и Шетландские острова занимают на карте точное положение относительно основной территории Великобритании, а не сдвинуты в область нефтяных месторождений к востоку от Абердина и Данди. Или как Аляска и Гавайи, изображенные в той же координатной сетке, что и материковая часть США, а не нарисованные приблизительно к югу от Калифорнии и к западу от Техаса.

Чтобы вы поняли, почему мы изображаем таблицу именно так, позвольте мне пригласить вас на воображаемое сафари в заповеднике, где лениво пасутся только два вида зебр: в черную полоску и в белую полоску. Здесь лишь один источник воды, поэтому всем зебрам приходится ходить к нему хотя бы раз в день. Проблема в том, что эти зебры очень агрессивны. Зебра в белую полоску может вытерпеть всего одну зебру в черную полоску, и наоборот; если зебр будет больше, это закончится ужасной дракой.

Если зебр всего две, по одной каждого вида, проблем не возникнет. Животные будут лениво пастись, по возможности

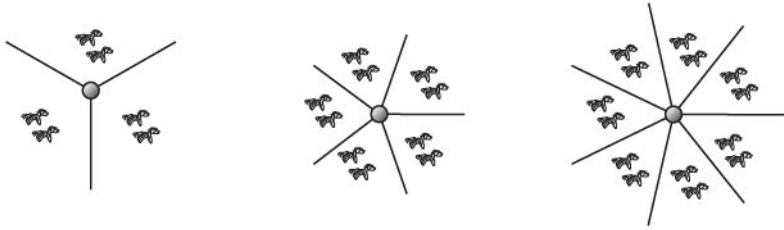


Рисунок 2. Загоны с зебрами, которые позволяют разделить их по типам, при этом у всех есть доступ к водопою в центре.

стараясь избегать друг друга, и сформируют круг выщипанной травы с водоемом в центре. Если мы хотим, чтобы зебр было больше (а скорее всего, так и есть — ведь это прекрасные животные), нам придется как-то управлять их передвижением, чтобы избежать драк, и мы решим разгородить саванну на участки, напоминающие куски пирога. Однако администрация заповедника разрешит нам сделать это лишь тремя способами: так, чтобы в каждой совокупности загонов находились шесть, десять и 14 зебр (см. рисунок 2).

Поведение электронов немного напоминает поведение зебр: их притягивает положительно заряженное ядро, но при этом они любой ценой избегают друг друга, поскольку одноименные заряды отталкиваются. Они могут терпеть одного соседа, и то лишь в том случае, если у того противоположный спин¹ — это свойство связано со всем знакомым явлением магнетизма, но его тем не менее трудно точно определить. Существуют электроны с разными видами спина, но отличить их друг от друга так же сложно, как и решить, какая перед вами зебра: в черную полосу или все же в белую. Природа разделяет электроны, держа в каждой совокупности «загонов» по два, шесть, десять или 14 электронов. Теперь вам остается представить «загоны» в виде трехмерных участков пространства вокруг ядра. Мы называем эти участки *орбиталями* и используем для их обозначения буквы *s*, *p*, *d* и *f*.

¹ Англ. spin — «вращение».

Когда мы добавляем к ядрам протоны, чтобы создать более тяжелые элементы, мы также добавляем электроны, которые должны оказаться в секторе s , p , d или f , и, начав заполнять «загон», мы будем продолжать это делать до тех пор, пока он не будет полон. Вопрос в том, в какой степени и последовательности их заполняют. Давайте запишем числа на листе бумаги в стиле Дэна Брауна — так, чтобы они образовали паттерн, как на рисунке 3.

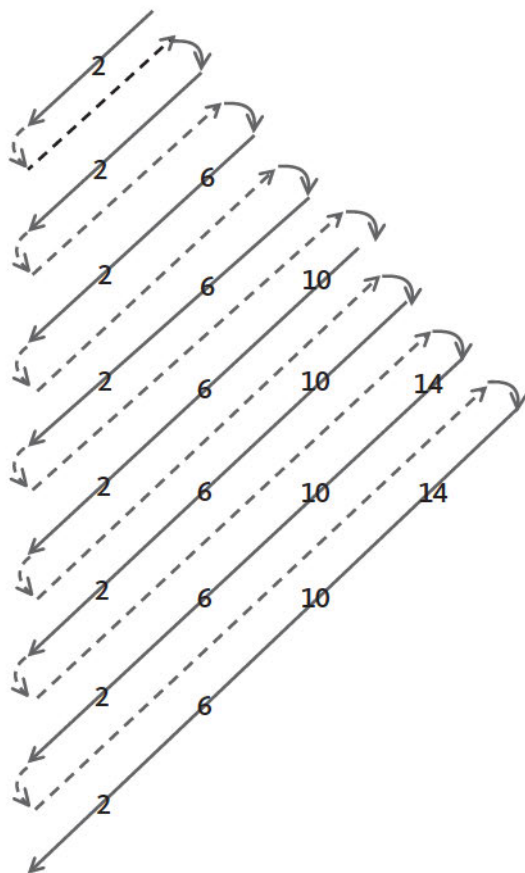


Рисунок 3. Ищем закономерность разделения электронов: каждый «загон», или тип орбиталей, может принять не больше двух, шести, десяти или 14 электронов. Линия, пересекающая числа справа, отмечает путь через таблицу Менделеева.

и некоторые из них подробно и детально подчеркивают различные отношения между элементами, не являющиеся очевидными в стандартной версии. Другие, однако, пытаются найти основополагающие принципы и смыслы в том, что в конце концов представляет собой всего лишь удобный способ изобразить большой объем собранных данных [3].

Можно было бы вообразить, как главный персонаж книг Дэна Брауна, героический профессор символистики Роберт Лэнгдон [4] несетя по страницам романа в поисках «истинного» изображения Периодической таблицы — той штуки, которая, если ее обнаружить, приведет к тому, что мир «исчезнет и будет заменен чем-то еще более странным и необъяснимым» [5]. А может быть, ответ на главный вопрос Жизни, Вселенной и Всего Такого в книге «Автостопом по галактике» — не 42^1 , а молибден?

¹ В книге Д. Адамса ответ на этот вопрос должен был разрешить все проблемы Вселенной. Для его получения был создан специальный компьютер, который после 7,5 миллиона лет вычислений дал на него ответ — 42.

1

МИСТЕР КХАМА ПРИДЕТ К ОБЕДУ¹

Если вы знакомы с Периодической таблицей, то, наверное, ожидали, что в главе 1 будет рассказываться о водороде — легчайшем химическом элементе с зарядовым числом 1, который состоит из ядра всего с одним протоном с зарядом плюс один и одного вращающегося вокруг ядра отрицательно заряженного электрона. Однако эта книга следует собственной логике, и вместо водорода мы начнем с элемента, который когда-то считался самым тяжелым во Вселенной. Его зарядовое число 92.

Температура приближается к +38 °С, впереди прямой линией стелется ведущее на северо-восток шоссе, связывающее столицу Ботсваны, Габороне, с Франсисауном. Сейчас самый разгар сезона жары, и здесь, у самой кромки пустыни Калахари, пейзаж по идее должен иметь желтоватый оттенок, но вместо этого все буйно зеленеет после дождей. Мы останавливаемся и видим сотни одинаковых бабочек, собравшихся в маленьком озерце грязи; вернувшись на хорошо заасфальтированную, гладкую дорогу, мы бдительно следим за тем, чтобы избежать столкновения с время от времени встречающимися коровами, козами или осликами, которые наслаждаются зеленой травой, растущей на обочинах.

¹ Отсылка к фильму «Угадай, кто придет к обеду?» (Guess Who's Coming to Dinner). — Прим. ред.

У большой угольной шахты и электростанции в Палапье мы сворачиваем с главной дороги налево и еще через час проезжаем мимо большого современного торгового центра, а потом, почти не заметив этого, въезжаем в Серове — поселение, которое считается самой крупной традиционной деревней в Африке [1]: около 90 000 человек живут здесь главным образом в одно- и двухэтажных домах, которые расположены особенным, совершенно не городским образом.

Мы видим указатели к музею, который не находим, и к *кготла* — его нам отыскать удастся. Это большое открытое пространство — очень чистое, окруженное величественными деревьями и оградой высотой по пояс — до сих пор служит местом встреч совета племени *бамангвато* (слово *кготла* на языке тсвана означает «суд»), но сегодня здесь совершенно безлюдно.

А теперь давайте перенесемся назад во времени; 23 июня 1949 года все было совершенно иначе. Серове, в то время крупнейший городской центр британского протектората Бечуаналенд, только что наводнили многочисленные южноамериканские и британские журналисты, присоединившиеся к сотням соплеменников, собравшихся на *кготла*. Было не так жарко, потому что стояла зима, но в те времена это место было по-настоящему труднодоступным. В протекторате тогда не было ни единого метра асфальтированных дорог, жизнь в стране была бедна и сурова, и британцы предпочитали довольно расслабленно руководить ею из более обустроенного Мафекинга в Южно-Африканском Союзе.

Все внимание в тот день было приковано к высокому, физически крепкому мужчине лет тридцати; он обращался к толпе людей, многие из которых проделали долгий путь, и к отсутствующей женщине. Кто они и что именно поставлено в этот день на карту?

Молодой мужчина — Серетсе Кхама, наследник вождей *бамангвато*. Он борется за то, чтобы его племя признало его брак с Рут Уильямс. Рут — молодая англичанка с твердым характером, бывшая служащая женской вспомогательной службы ВВС



Рисунок 5. Серетсе Кхама обращается к суду племени в Серове, 1949 г. Фотография © Time & Life Pictures / Getty Images.

Соединенного Королевства, а теперь, по причине этого брака, бывшая сотрудница Лондонского Ллойда¹. Ее уволили сразу после того, как общественность узнала о ее замужестве [2].

Вероятно, Серетсе — единственный человек в стране, получивший высшее образование: у него за плечами университет Форт-Хэйр в Южной Африке и обучение в Оксфорде; в настоящее время он изучает право в Иннер-Темпл в Лондоне. Он сын бывшего вождя; нынешний регент, его дядя Тшекеди, предназначил ему вести народ к современной жизни, но в его планы не входило то, что племянник влюбится в белую женщину и женится на ней. Тшекеди и старейшины племени не одобряют этот брак и требуют развода.

¹ Lloyd's of London — известный рынок страхования, существующий с XVIII века.

Но Серетсе получает поддержку молодых людей племени, и симпатии совета склоняются в его пользу. Все могло бы на этом и закончиться, и на *кготла* было бы принято решение приветствовать Рут как будущую королеву, но вместо этого совет превратится в «Дело Серетсе» — дипломатический и публичный кошмар для последующих правящих кабинетов Великобритании, как лейбористов, так и тори, который продлится до середины 50-х годов.

Почему?.. По законам протектората британское правительство должно было утвердить нового правителя, но этому не суждено было случиться. Сначала это дело погрузилось в пучину бюрократической волокиты: было проведено расследование, выводы следственного комитета утаили, копии отчета уничтожили, и наконец в 1952 году супружескую пару без суда приговорили к вечной ссылке с родины Серетсе; сделал это лорд Солсбери, госсекретарь правительства тори по делам Содружества [3].

Мы не знаем наверняка, какие факторы сыграли решающую роль и повлияли на действия кабинета министров и рекомендации от высокопоставленных чиновников, однако существует одно примечательное совпадение, которое, возможно, решило исход дела.

В начале 30-х годов атомную физику и ядерную химию считали не более чем дорогостоящим увлечением заумных исследователей, и страны, придававшие особое значение практической полезности науки (к примеру, СССР), почти не финансировали подобные исследования. Как следствие, радиоактивные вещества не пользовались большим спросом. Самым востребованным из них был радий, но и он не представлял большой ценности, а урановые руды, из которых он добывался, использовались лишь для окрашивания стекла (получалось прекрасно, но по очевидным причинам этого больше не делают).

Как все мы знаем, ситуация быстро изменилась, поскольку урану обязаны и Вторая мировая война, и Манхэттенский проект по созданию атомной бомбы, а позже и развитие гражданской атомной энергетики. Хотя этот металл существует в достаточном

количестве (его содержание в земной коре составляет 2,3 ppm / 0,00027 %) и встречается чаще, чем, к примеру, олово, в те времена, когда на него возник спрос, пригодных для разработки месторождений было мало. Кроме того, процесс переработки руды в металл был довольно сложным и малоисследованным, поэтому разработку месторождений и производство урана невозможно было организовать быстро [4].

В 1939 году уран находился в дальнем углу Периодической таблицы. С зарядовым числом 92 он был самым тяжелым из известных элементов, пока в 1940 году не открыли нептуний и плутоний; до окончания войны об этих двух элементах знали лишь несколько избранных. На самом деле местонахождение урана в Периодической таблице не было точно определено. В 1939 году он еще не переехал со своего изначального места прямо под вольфрамом (W)¹. Весь ряд *трансурановых* элементов еще только предстояло открыть и поместить в особую категорию *актиноидов* — элементов с зарядовым числом от 89 до 103; это произошло в конце 40-х годов.

Во время Второй мировой войны США фактически получили монополию на уран, поскольку контролировали два его главных источника, существовавших в 1949 году: Эльдorado в Канаде и Шинколобве в провинции Катанга в тогдашнем Бельгийском Конго [5]. Советский Союз был вынужден обходиться (по крайней мере, так считалось) захваченными запасами, оставшимися от немецкого проекта по созданию атомной бомбы, и тем, что еще можно было добыть в старой шахте города Йоахимстали (Яхимов) на территории нынешней Чехии.

Несмотря на то что идея получать в больших количествах дешевую атомную энергию, без сомнения, привлекала британское правительство, национальная безопасность, воплощенная в ядерном оружии, вероятно, была более важным пунктом

¹ И в моем издании *Laerebog i uorganisk kemi* Нильса Бьёррума 1946 года он все еще находится там, даже несмотря на то что Бьёррум в былые времена преподавал химию Нильсу Бору.

повестки дня. Британские ученые принимали участие в Манхэттенском проекте, но все же США не поделились всеми результатами работы со своими бывшими союзниками, предоставив британцам самостоятельно работать над недостающими деталями и, что не менее важно, найти свои собственные запасы урана.

Когда нервничающие политики обратились к геологам, те предсказали (весьма точно, как позже выяснилось), что со временем геологоразведочные работы помогут обнаружить достаточные залежи урана, которые сделают возможным и долгосрочное использование атомной энергии, и разработку ядерного оружия. То, как именно им удалось это предсказать, останется за рамками этой книги, но геологические карты, показывающие состав грунта по различным типам скальных пород, были широко распространены уже в 1948 году, и, зная тип скальной породы, можно было предсказать, какие минералы можно найти в данной местности.

Однако, для того чтобы фактически обнаружить ураносодержащую руду, нужно находиться на месторождении. В отношении урана существовало одно полезное устройство, которое могло превратить в геологоразведчика любого дилетанта, собирающего камни¹: счетчик Гейгера. Этот недорогой портативный прибор измеряет радиоактивность, хотя альфа-частицы (ядра гелия с двумя протонами и двумя нейтронами, испускаемые с высокой скоростью) труднее обнаружить, чем бета-частицы (электроны) или гамма-лучи (они подобны рентгеновским лучам, но обладают еще большей энергией). Эти три типа радиации обычно называют «ионизирующим излучением», поскольку они способны отрывать электроны от ядер, образуя заряженные ионы; и именно так их обнаруживает счетчик Гейгера.

Когда излучение проходит через трубку, наполненную газом — например, благородным неоном, — молекулы газа (вернее, его атомы, ведь неон как вещество состоит из отдельных

¹ Как это показано на обложке американского журнала «Популярная механика» 1949 года.

атомов) сталкиваются с быстрыми частицами или с высокоэнергетическими фотонами, которые смогут выбить из атома неона электроны, превращая атомы в положительно заряженные ионы. Теперь в трубке содержатся ионы, и внезапно она обретает способность проводить электричество, совсем как водный раствор какой-нибудь соли (нейтральные молекулы на это не способны), и именно это создает показания измерительного прибора. Но обычно счетчик также издает отчетливое пощелкивание, чтобы помочь геологоразведчику легко обнаружить источник излучения.

Я не знаю, удавалось ли кому-то из этих любителей найти золото и получить — по крайней мере, в США — щедрую награду от правительства. Однако в конце войны для страны, которая хотела быстро обзавестись ядерным оружием, обещания будущих шахт от геологов и геологоразведчиков были слабым утешением. Казалось, что удобное решение под рукой, когда выяснилось, что для получения урана, вероятно, можно использовать низкосортные руды золотых приисков Витватерсранда неподалеку от Йоханнесбурга [6]. Пробританский премьер-министр Южно-Африканского Союза фельдмаршал Ян Сметс активно стремился к сотрудничеству, и переговоры уже велись, когда в 1948 году его партия проиграла выборы и к власти с большим перевесом голосов пришла Национальная партия под руководством Даниеля Франсуа Малана.

Новый режим немедленно принялся внедрять идеологию апартеида, и в июне 1949 года, когда происходило собрание *кготла* в Серове, парламент единогласно принял закон о запрещении смешанных браков. Вследствие этого Национальная партия ни за что не потерпела бы громкий смешанный брак прямо у себя под носом. Именно это и сообщил британскому правительству Д.Ф. Малан после триумфа Серетсе в Серове. Однако точных последствий в случае отказа британцев сотрудничать он не озвучил.

Различные правительства Великобритании долгое время отрицали, что находились под давлением Южной Африки, и ис-

пользовали полуправду и беспочвенные обвинения для оправдания своих действий [7]. Однако в 1986 году кембриджский историк Рональд Хайам представил доказательства обратного [8], а в 1990 году независимо от Хайама это сделал журналист Майкл Датфилд в своей книге «Брак не по расчету» [9].

Вероятно, Национальная партия потратила некоторое время на поиски наилучшего инструмента убеждения, и, похоже, они выбрали для этого уран. Вскоре после того, как верховный комиссар Лейф Эгеланн лично доставил первое гневное послание от премьер-министра ЮАС, он же отправил ноту госсекретарю по делам Содружества, в которой заявлял, что переговоры по урану будут прекращены по крайней мере до конца октября 1949 года.

Затем на сцене появилось третье действующее лицо, которое, возможно, сделало урановый вопрос самым актуальным. 29 августа 1949 года Советский Союз удивил весь мир, и особенно западную разведку, взорвав первую ядерную бомбу более чем на три года раньше, чем ожидалось по оценкам ЦРУ.

Суть этой истории в том, что Рут, Серетсе и их маленькая дочь Жаклин жили в ссылке в Англии при двух британских правительствах подряд, несмотря на то что кабинеты министров попали под жестокий огонь критики со стороны национальной и международной прессы, и надо сказать, что некоторые (хоть и не все) британские чиновники, имевшие отношение к этому делу, испытывали искренние угрызения совести. Премьер-министр Эттли заметил: «Как будто нас вынудили согласиться на отречение от престола Эдуарда VIII, чтобы не раздражать Ирландское Свободное государство и Соединенные Штаты Америки» [10].

В 1952 году заработал первый в Южной Африке урановый завод [11], а 26 сентября 1957 года супружеской паре Кхама позволили вернуться домой, хотя Серетсе официально так и не признали вождем бамангвато. К тому времени, как и предсказывали, на рынке уже было достаточное количество урана, а Южная Африка была в любом случае проигранным делом для

Содружества: до знаменитой речи Гарольда Макмиллана «Ветер перемен» в Кейптауне¹ оставалось всего два с половиной года.

На этом заканчивается история об уране, но не история Серетсе и Рут Кхама. Читатели восхитительной серии книг Александра Макколла Смита о «Женском детективном агентстве № 1», возможно, обратили внимание на портрет, висевший на стене у Мма Рамотсве: портрет первого президента Ботсваны сэра Серетсе Кхама, 1921–1980². Мма Рамотсве глубоко его почитает и ставит на один уровень с королевой Великобритании и Нельсоном Манделой [12].

Так была ли принудительная ссылка четы Кхама следствием южноафриканского шантажа по поводу урана? Мы не знаем этого наверняка. Рональд Хайам и Питер Хеншоу утверждают в книге «Лев и антилопа: Великобритания и Южная Африка после Англо-бурской войны» (2003) [13], что правительство Великобритании было больше озабочено прямой аннексией своих южноафриканских протекторатов Южно-Африканским Союзом и что высылка четы Кхама рассматривалась как невысокая цена за защиту жителей нынешних Ботсваны, Лесото и Свазиленда от ига апартеида.

В то же время Хайам и Хеншоу отмечают, что для большинства министров это был стратегический вопрос, включавший в себя доступ к важным полезным ископаемым и основанный на «контексте и требованиях холодной войны». Уязвимость протекторатов сильно заботила министров и чиновников. Однако в британских архивах, похоже, нет доказательств прямой связи между прекращением переговоров по урану в 1949 году и действиями, предпринятыми против четы Кхама. Ответ на вопрос, разыгрывали ли южноафриканцы урановую карту в этой игре, следует искать в архивах Претории.

¹ 3 февраля 1960 года в Кейптауне, говоря о деколонизации, Макмиллан объявил, что «над этим континентом веет ветер перемен, и Великобритания вынуждена с этим считаться». После этого в том же году большинство африканских колоний получили независимость.

² Леди Рут Уильямс Кхама, 1923–2002.

Научно-популярное издание

Орстрём Ларс

ХИМИЯ НАВСЕГДА

О ГОРОХОВОМ СУПЕ,
ОПАСНОСТИ УТРЕННЕГО КОФЕ
И ПРОБЕ МИСТЕРА МАРША

Ответственный редактор *Е. Черезова*
Художественный редактор *Н. Данильченко*
Технический редактор *С. Синицына*
Корректор *С. Луконина*
Верстка *Н. Козель*

В оформлении использованы иллюстрации
© Egorov Artem / shutterstock.com (обложка)
и © Marina Sun / shutterstock.com (форзацы)

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» —
обладатель товарного знака «КоЛибри»
115093, Москва, ул. Павловская, д. 7, эт. 2, пом. III, ком. № 1
Тел. (495) 933-76-01, факс (495) 933-76-19
E-mail: sales@atticus-group.ru

Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» в г. Санкт-Петербурге
191123, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 12, лит. А
Тел. (812) 327-04-55
E-mail: trade@azbooka.spb.ru

ЧП «Издательство «Махаон-Украина»
Тел./факс (044) 490-99-01
e-mail: sale@machaon.kiev.ua

www.azbooka.ru; www.atticus-group.ru

Знак информационной продукции (Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.) **16+**

Подписано в печать 04.02.2021. Формат 60 × 90 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура «Charter».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,0.
Тираж 3000 экз. В-Н1S-26721-01-Р. Заказ №

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт». 170546, Тверская область,
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А
www.pareto-print.ru