

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

11 17



Главный редактор
академик, доктор физико-математических наук **А.Ф.Андреев**

Заместитель главного редактора
доктор физико-математических наук **А.В.Бялко**

доктор биологических наук **А.С.Апт**, доктор геолого-минералогических наук **А.А.Арискин**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **П.И.Арсеев**, **О.О.Астахова**, доктор биологических наук **Ф.И.Атауллаханов**, член-корреспондент, доктор юридических наук **Ю.М.Батурин**, доктор биологических наук **Д.И.Берман**, доктор биологических наук **П.М.Бородин**, **М.Б.Бурзин**, доктор физико-математических наук **А.Н.Васильев**, член-корреспондент, доктор филологических наук **В.И.Васильев**, кандидат биологических наук **М.Н.Воронцова**, доктор физико-математических наук **Д.З.Вибе**, кандидат физико-математических наук, доктор биологических наук **М.С.Гельфанд**, академик, доктор физико-математических наук **С.С.Герштейн**, профессор **А.Глухов (A.Glukhov, США)**, академик, доктор физико-математических наук **Г.С.Голицын**, доктор химических наук **И.С.Дмитриев**, кандидат биологических наук **С.В.Дробышевский**, академик, доктор физико-математических наук **Л.М.Зеленый**, академик, доктор биологических наук **Н.А.Зиновьева**, академик, доктор биологических наук **А.Л.Иванов**, профессор **Т.Йованович (T.Jovanović, Сербия)**, доктор биологических наук **С.Л.Киселев**, кандидат географических наук **Т.С.Клювиткина**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **М.В.Ковальчук**, доктор биологических наук **С.С.Колесников**, **Е.А.Кудряшова**, профессор **Е.Кунин (E.Koonin, США)**, доктор геолого-минералогических наук **А.Ю.Ленин**, член-корреспондент, доктор биологических наук **В.В.Малахов**, профессор **Ш.Миталипов (Sh.Mitalipov, США)**, доктор геолого-минералогических наук **Т.К.Пинегина**, доктор сельскохозяйственных наук **Ю.В.Плугатарь**, доктор физико-математических наук **М.В.Родкин**, академик, доктор биологических наук **Л.В.Розенштраух**, кандидат географических наук **Ф.А.Романенко**, академик, доктор физико-математических наук **А.Ю.Румянцев**, член-корреспондент, доктор биологических наук **Н.И.Санжарова**, доктор физико-математических наук **Д.Д.Соколов**, кандидат физико-математических наук **К.Л.Сорокина**, кандидат исторических наук **М.Ю.Сорокина**, **Н.В.Ульянова**, академик, доктор биологических наук **М.А.Федонкин**, академик, доктор физико-математических наук **А.Р.Хохлов**, академик, доктор физико-математических наук **А.М.Черепашук**, академик, доктор физико-математических наук **Ф.Л.Черноусько**, член-корреспондент, доктор химических наук **В.П.Шибяев**, **О.И.Шутова**, кандидат биологических наук **А.О.Якименко**, доктор геолого-минералогических наук **А.А.Ярошевский**



«Наука»

© Российская академия наук, журнал «Природа», 2017
© ФГУП «Издательство «Наука», 2017
© Составление. Редакция журнала «Природа», 2017

В НОМЕРЕ:

3 Н.В.Малюченко, М.Е.Валиева, М.П.Кирпичников, А.В.Феофанов, В.М.Студитский

Знакомьтесь — это FACT!

Белковый комплекс FACT играет важную роль в транскрипции (переписывании генов на язык РНК), в клеточной дифференцировке, репликации и репарации ДНК. Кроме того, он может быть вовлечен в развитие злокачественных новообразований. В опухолевой клетке FACT чрезмерно активен, и это может стать его «ахиллесовой пятой». Сейчас уже созданы соединения — кураксин, которые подавляют его работу во время транскрипции и тем предотвращают бесконтрольное размножение раковых клеток.

11 Н.Д.Дронова, А.М.Портнов

Признаки древности китайских бронзовых сплавов

Сегодняшний антикварный рынок изобилует подделками медных сплавов «под древность». Отлитые при помощи современных технологий копии древних китайских изделий пытаются искусственно состарить. Основная задача при их диагностике — обнаружение наведенных патин.

18 Ф.А.Романенко

Земля Франца-Иосифа: первые отечественные полярники

Считается, что советские полярники впервые высадились на архипелаг Земля Франца-Иосифа в сентябре 1928 г. с ледокола «Красин», о чем сообщают все известные источники. Однако это не так. Обнаружена публикация, свидетельствующая, что на полтора месяца раньше, в начале августа, архипелаг посетили моряки с ледокольного парохода «Г.Седов» под командованием В.И.Воронина.

28 В.А.Брылев, Ю.П.Князев

Мамаев курган — природно-мемориальный ландшафт и объект культурного наследия

Мамаев курган — в геолого-геоморфологическом отношении изолированный с трех сторон достаточно крутыми склонами эрозионный останец Приволжской возвышенности — символ героизма и патриотизма советского народа. Комплекс «Героям Сталинградской битвы» — это мемориальный ландшафт мирового значения.

35 РАЗДЕЛЕННАЯ СУДЬБА — НЕДЕЛИМАЯ ЖИЗНЬ

К 150-летию со дня рождения академика В.Н.Ипатьева

Более чем полвека упоминание о Ипатьеве в нашей стране было под запретом, невзирая на его выдающиеся успехи как исследователя-первопроходца и как организатора новых институтов и производств. История разорвала судьбу блестящего химика на две части: в 30-х годах вынужденная эмиграция сохранила ему возможность работать, а вероятно, и саму жизнь. Теперь имя Ипатьева занимает подобающее место в истории отечественной науки: с 1994 г. Российская академия наук в честь ученого раз в три года присуждает премию по технической химии. А как обстоит дело с его богатым наследием?

А.А.Матвейчук

Химические высоты академика Ипатьева (38)

Е.З.Голосман, П.Н.Борущий

Наследие великого химика — сохраним ли? (47)

М.Ю.Сорокина

«Несмотря на всякого рода переживания и невзгоды...» (59)**Научные сообщения**

67 А.Т.Базилевский

Лунная база, полярная вода и опасность лунотрясений**Времена и люди**

73 И.П.Андреева, З.А.Бессуднова

Сибирский графит Алибера

82

Новости науки

Обнаружение столкновения нейтронных звезд (82). Желтый гипергигант V1302 Aql в фазе быстрого эволюционного перехода. В.Г.Клочкова (83). Модернизированный токамак «Глобус-М2» заработает в следующем году (84). Конкурсы «Инженер года». Е.З.Голосман (85). Начали продавать генетически модифицированного лосося. Т.А.Кузнецова (86). Неандертальцы нам ближе, чем казалось? (87).

Рецензии

88 М.В.Винарский, А.А.Федотова

О лисах и людях: сибирская повесть о рукотворной эволюции (на кн.: L.A.Dugatkin, L.N.Trut. How to tame a fox (and build a dog): Visionary scientists and Siberian Tale of Jump-Started Evolution)

М.А.Вишнякова

Испаноязычное издание книги Н.И.Вавилова «Пять континентов» (на кн.: N.I.Vavilov. Cinco continentes: Tras el origen de las plantas cultivadas) (93)

91

Новые книги

CONTENTS:

- 3 N.V.Maluchenko, M.E.Valieva, M.P.Kirpichnikov, A.V.Feofanov, V.M.Studitsky**

Meet – This is FACT!

Protein complex FACT plays an important role in transcription (rewriting genes into RNA), in cell differentiation, DNA replication and repair. In addition, it may be involved in the cancer development. In a tumor cell, FACT is overactive, and this can become its linchpin. Nowadays specific compounds— curaxins— are created. They suppress its work during transcription and thereby prevent uncontrolled reproduction of cancer cells.

- 11 N.D.Dronova, A.M.Portnov**
Signs of Antiquity of Chinese Bronze Alloys

Nowadays antique market abounds with fakes of antique copper alloys. Casted by modern technologies, the copies of ancient Chinese products are artificially aged. The main task in their diagnostic is the detection of induced patina.

- 18 F.A.Romanenko**
Franz Josef Land: First Domestic Polar Explorers

It is believed that the Soviet polar explorers first landed on the Franz Josef Land archipelago in September 1928 from the ice-breaker «Krasin», which is reported by all known sources. However, it is not true. There has been found a publication revealed that a month and a half earlier, in early August, the sailors from the icebreaking steamer «G.Sedov» headed by captain V.I.Voronin visited the archipelago.

- 28 V.A.Brylev, Yu.P.Knyazev**
Mamayev Kurgan – the Natural and Memorial Landscape and the Object of Cultural Heritage

Mamayev Kurgan is geologically and geomorphologically isolated with fairly steep slopes by three sides erosive remnant of the Volga Upland. It is the symbol of heroism and patriotism of the Soviet people. The complex «Heroes of the Battle of Stalingrad» is a memorial landscape of universal importance.

35 DIVIDED DESTINY – INDIVISIBLE LIFE

On the 150th Anniversary of the Birth of Academician V.N.Ipatieff

For more than half a century, the mention of Ipatieff in our country was banned despite his outstanding achievements as a pioneering researcher and as the founder of new institutions and industries. The history divided the life of the brilliant chemist in two parts: in the 1930s forced emigration kept him able to work, and probably saved his very life. Now the name of Ipatieff regain an appropriate position in the history of Russian science: since 1994 the Russian Academy of Sciences in honor of the scientist once in three years awards a prize in technical chemistry. And what about his rich heritage?

A.A.Matveichuk**Chemical Eminence of Academician Vladimir Ipatieff (38)****E.Z.Golosman, P.N.Borutskii****The Legacy of the Great Chemist – Are We Able to Keep It? (47)****M.Yu.Sorokina****«Despite the Different Affections and Misfortunes...» (59)****Scientific Communications**

- 67 A.T.Basilevsky**
Lunar Base, Polar Water and Danger of the Moonquakes

Times and People

- 73 I.P.Andreeva, Z.A.Bessudnova**
Alibert's Graphite from Siberia

82 Science News

Detection the collision of neutron stars (82). Yellow hypergiant V1302 Aql in the phase of rapid evolutionary transition. V.G.Klochkova (83). Upgraded tokamak «Globus-M2» will start operating next year (84). Engineer of the Year Awards. E.Z.Golosman (85). First open-market realization of genetically modified salmon. T.A.Kuznetsova (86). Neanderthals are closer to us than we thought? (87).

Book Reviews

- 88 M.V.Vinarskii, A.A.Fedotova**
About foxes and people: siberian story about manmade evolution
(book: L.A.Dugatkin, L.N.Trut. How to tame a fox (and build a dog): Visionary scientists and Siberian Tale of Jump-Started Evolution)

M.A.Vishnyakova**The Spanish edition of the book «Five Continents» by N.I.Vavilov**
(book: N.I.Vavilov. Cinco continentes: Tras el origen de las plantas cultivadas) (93)**91 New Books**

Знакомьтесь — это FACT!

Н.В.Малюченко¹, М.Е.Валиева¹, М.П.Кирпичников¹,
А.В.Феофанов^{1,2}, В.М.Студитский^{1,3}

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

²Институт биоорганической химии имени М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН (Москва, Россия)

³Онкологический центр Фокс Чейз (Филадельфия, штат Пенсильвания, США)

Белковый комплекс FACT — шаперон гистонов, играющий важную роль в клеточной дифференцировке, транскрипции, репликации и репарации ДНК, который может быть вовлечен в развитие злокачественных новообразований. В данной статье рассматриваются различные аспекты, касающиеся строения и функций FACTа*. С учетом недавно обнаруженной способности дрожжевого FACTа обратимо разворачивать нуклеосому без использования энергии АТФ, обсуждается вопрос о влиянии этого шаперона на структуру хроматина и процесс транскрипции. Описан возможный механизм, благодаря которому FACT изменяет структуру нуклеосомы и который принципиально отличается от механизмов действия белков-ремоделеров хроматина. Особое внимание уделено проопухоловой активности FACTа и недавно разработанным противоопухолевым лекарственным средствам, кураксинам, в основе активности которых лежит ингибирование FACTа.

Ключевые слова: хроматин, нуклеосома, гистоны, транскрипция, шапероны гистонов, FACT, кураксины.

Теперь известно даже старшеклассникам, что чрезвычайно длинные молекулы ДНК плотно упакованы в крошечном ядре. Над расшифровкой механизма, посредством которого это достигается, трудилось множество научных коллективов с 60-х годов прошлого столетия [1]. В группе Р.Корнберга (R.Kornberg) молекулы ДНК изучали с помощью электронной микроскопии и обнаружили, что хроматин (полимер, в котором ДНК связана с белками) похож на дисковидные бусины, на нанизанные на нитку [2] (рис.1). Впоследствии выяснилось, что эти «бусины», диаметром около 11 нм, представляют собой комплекс, состоящий из ДНК и гистонного октамера — набора из четырех пар гистоновых белков (H2A, H2B, H3 и H4). Этот октамер образует белковую сердцевину, на которую как на катушку намотана в 1.7 оборота нить двуспиральной ДНК (порядка 146 пар нуклеотидов). Потом тянется свободный от белков участок (его называют линкер-

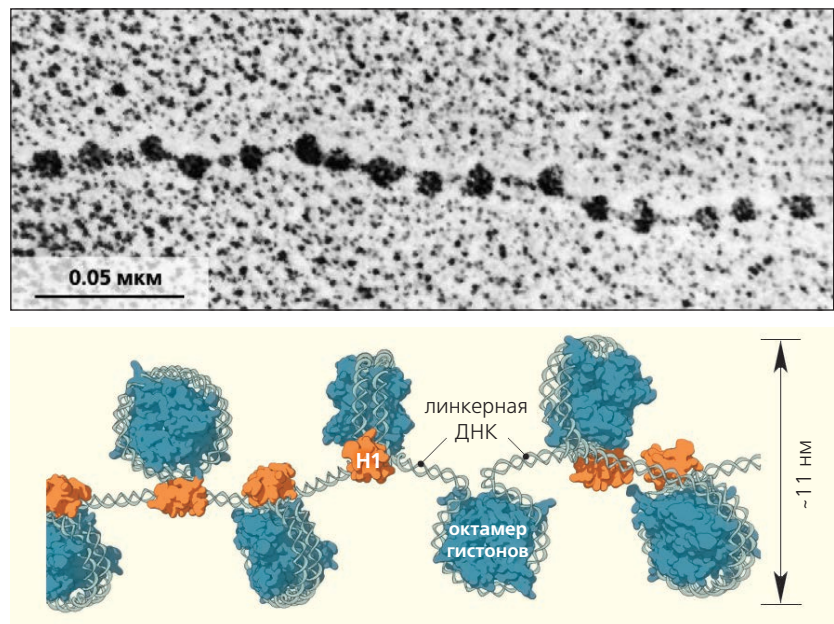
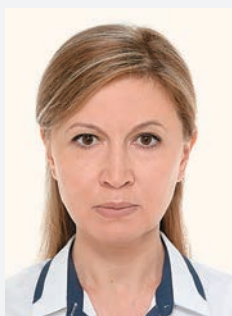


Рис.1. Нуклеосомы: электронная микрофотография, полученная лауреатом Нобелевской премии по химии Р.Корнбергом и построенная им модель «бусины на нитке» [2].

ной ДНК) — «нитка», длина которой равна примерно 30–50 парам нуклеотидов и зависит от вида организма. Затем — следующая «бусина» и т.д. Такая повторяющаяся упорядоченная структура, названная нуклеосомной, является элементарной единицей хроматина.

Нуклеосомная упаковка фактически не изменилась в ходе эволюции эукариот, что лишь подчеркивает значимость подобной пространствен-

* Эта английская аббревиатура воспринимается как слово мужского рода, поэтому мы позволили себе склонять ее, но писать без апострофа. — *Примеч. ред.*



Наталья Валериевна Малюченко, кандидат биологических наук, доцент кафедры биоинженерии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Занимается исследованием шаперонов гистонов и транскрипционных факторов как возможных мишеней для разработки лекарств противоопухолевого спектра действия.



Мария Евгеньевна Валиева, аспирант той же кафедры. Изучает структуру хроматина, функции и механизмы действия шаперона гистонов FACT.



Михаил Петрович Кирпичников, академик, доктор биологических наук, декан биологического факультета и заведующий кафедрой биоинженерии Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Область научных интересов — изучение взаимосвязи структуры и функции биологических макромолекул с использованием методов генетической инженерии и физического анализа структуры биополимеров.



Алексей Валерьевич Феофанов, доктор биологических наук, профессор той же кафедры, руководитель лаборатории оптической микроскопии и спектроскопии биомолекул Института биоорганической химии имени М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН. Занимается разработкой методик оптической микроскопии и спектроскопии применительно к исследованию молекулярных взаимодействий биомолекул в растворах и клетках.



Василий Михайлович Студитский, доктор биологических наук, профессор Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова и Онкологического центра Фокс Чейз США. Область научных интересов — эпигенетика, структурная организация и динамика хроматина, механизмы и регуляция транскрипции и репликации в хроматине.

ной организации ДНК [3]. (Заметим, в каждой нашей клетке находится более 20 млн нуклеосом, на которых размещено до 90% всей клеточной ДНК.) Совершенно очевидно, что и такого уплотнения ДНК (до 10-кратного) еще недостаточно — она остается слишком длинной для упаковки в ядро.

Следующий уровень организации ДНК был выявлен в структурных исследованиях хроматина, которые проводились в группе А.Клуга (A.Klug) в 1970-х годах. Выяснилось, что шесть нуклеосом укладываются в упорядоченные «стопки», которые перекручиваются одна вокруг другой. В результате образуется 30-нанометровая фибрилла ДНК [4] (рис.2), а вся молекула дополнительно сжимается до 50 раз. Однако и такая упаковка еще не обеспечивает размещение нити ДНК почти двухметровой длины в ядре размером около 10 мкм. Позже стало ясно, что хроматиновые фибриллы множество раз сворачиваются в глобулы, причем так, чтобы ни одна петля не обвивалась вокруг другой (см. рис.2). Это позволяет достичь минимального объема, и в итоге ДНК помещается в ядре клетки.

С той поры, как была расшифрована пространственная организация нуклеосомы [5, 6], началось создание различных моделей работы хроматин-связывающих белков, а также РНК- и ДНК-полимераз, топоизомераз, хеликаз и других факторов, необходимых для функционирования генов. Здесь мы лишь очень кратко остановимся на описании механизма транскрипции, которую осуществляют РНК-полимеразы (РНКП), т.е. на считывании информации с того или иного гена — синтезе РНК на матричной цепи ДНК. Ясно, что этому процессу компактная упаковка ДНК отнюдь не способствует. Как же столь массивный белковый комплекс как РНК-полимераза проникает в нуклеосому (этот процесс называется инициацией, но мы коснемся — совсем кратко —

только элонгации — удлинения цепочки РНК) и движется по очень компактно уложенной в них ДНК? Оказалось, перемещение фермента могут обеспечивать значительные конформационные изменения нуклеосом, причем лишь дестабилизирующие их, но не приводящие к полному нарушению нуклеосомной укладки.

В 2009 г. группа одного из авторов статьи (В.М.Студитского) расшифровала механизм транскрипции нуклеосомной ДНК РНК-полимеразой 2 (она снимает РНК-копии с большинства генов эукариот) [7]. Чтобы этого добиться, была создана «минимальная» экспериментальная модель — мононуклеосомные матрицы, собранные в пробирке из очищенных компонентов. Так удалось избежать многих сложностей и артефактов, возникающих при проведении исследований в многокомпонентных клеточных системах. Суть механизма заключается, в том, что РНКП2 движется по спирали вдоль нуклеосомных витков ДНК, расплетает ее часть, и та теряет связь с поверхностью октамера. Фермент прочитывает эту свободную от связей с белками часть цепи ДНК. РНК-полимераза движется дальше, продолжая наращивать цепь РНК, а ДНК позади РНКП2 закручивается обратно на нуклеосомную сердцевину (рис.3).

Важно отметить, что при таком процессе нуклеосома сохраняется на своем месте: ДНК не теряет связи с гистонами Н3/Н4, а димеры гистонов Н2А и Н2В подвергаются временному удалению с последующим (после прохождения РНК-полимеразы) возвращением в состав нуклеосомы. Связанные с ДНК гистоны Н3/Н4 служат ориентиром для димеров Н2А и Н2В при восстановлении исходной нуклеосомной структуры. По сути, в ходе транскрипции происходит конформационное изменение нуклеосом, не простых катушек для уакровки ДНК, а механизмов, регулирующих доступ к генетической информации.

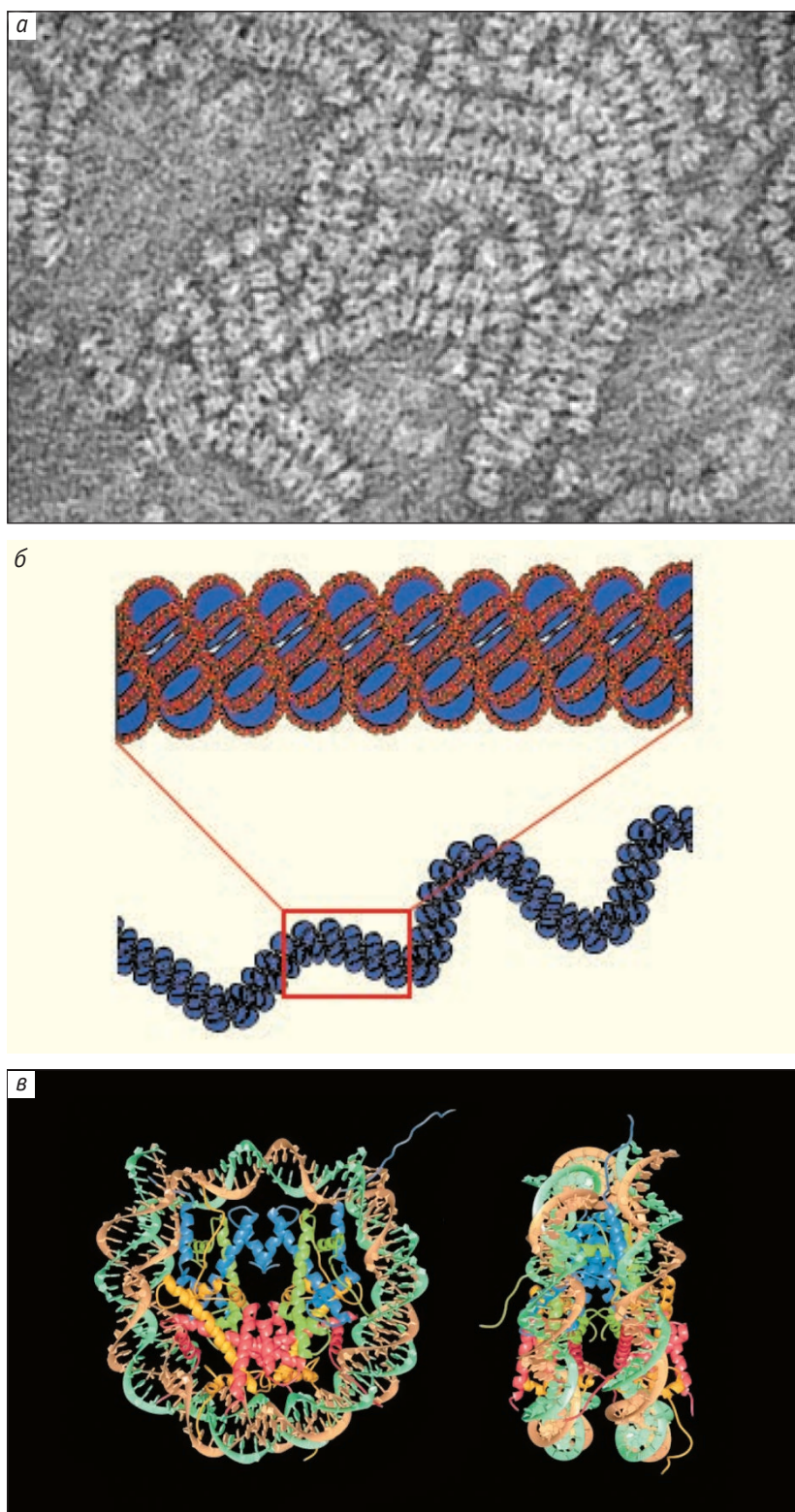


Рис.2. Электронная микрофотография нуклеосом (а), уложенных в стопки [4], полученная нобелевским лауреатом А.Кlugом, и хроматиновая фибрилла в виде соленоида (б). Структурная модель нуклеосомы (в) расшифрованная К.Люгер и Т.Ричмондом [7]. Четыре пары гистонов, из которых построена сердцевина нуклеосомы, показаны разным цветом: Н2А — желтым, Н2В — красным, Н3 — голубым, Н4 — зеленоватым.

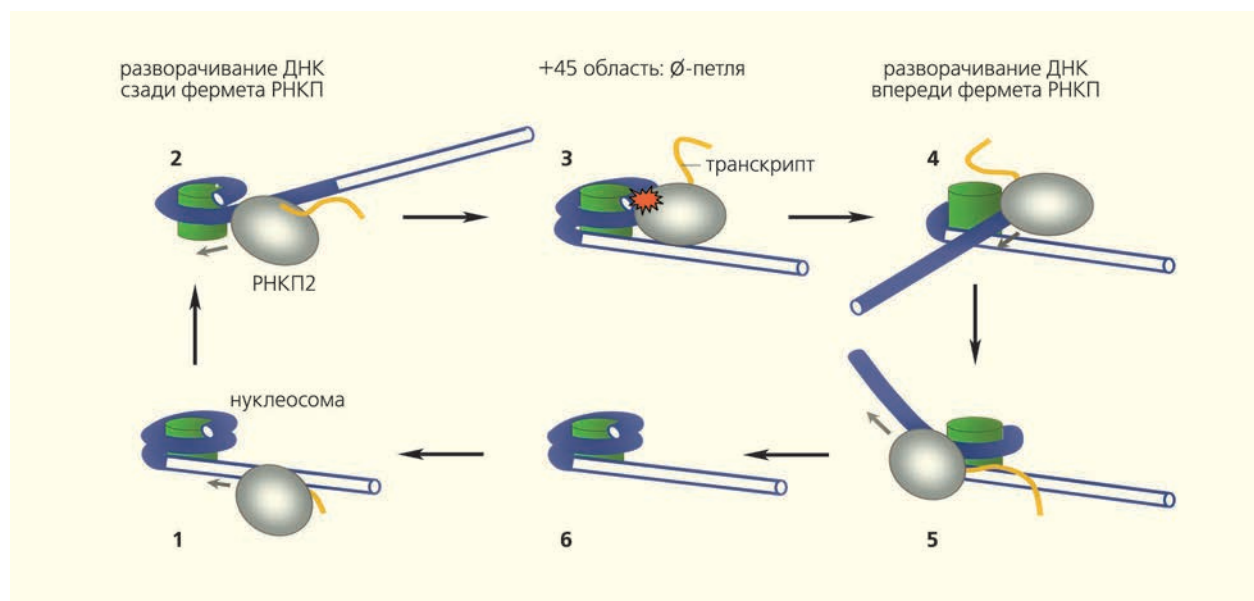


Рис.3. Схема возможного механизма «выживания» нуклеосом при транскрипции РНК-полимеразой 2 (РНКП2), который обусловлен формированием очень малой внутринуклеосомной петли ДНК [8]. Начальная стадия — это инициация транскрипции (направление указано стрелками) с образованием комплекса 1. Затем РНКП2 приближается к нуклеосоме (комплекс 2), и ДНК (синий цвет), находящаяся за ферментом, частично разворачивается и отходит от октамера (зеленый цилиндр). Полимераза «прочитывает» эту часть ДНК (т.е. образуется РНК-копия участка — транскрипт, показанный желтым) и движется дальше (штриховые стрелки). «Прочитанная» ДНК восстанавливает связь с гистонами (комплекс 3), а РНКП2 оказывается в Ø-петле (так как ДНК связана с ними и перед, и за ферментом). Ø-петля способствует сохранению гистонов на матрице и разворачиванию ДНК, находящейся перед РНКП2 (комплекс 4). Транскрипция через нуклеосому завершается, после прохождения фермента восстанавливаются ДНК-гистоновые контакты (комплекс 5) и нуклеосома возвращается в первоначальную позицию на ДНК (комплекс 6).

Факты о FАСТе

Один из механизмов конформационных перестроек хроматина, связан с работой специальных белковых комплексов — ремоделеров. Известно уже, что ремоделеры могут передвигать нуклеосомы вдоль цепи ДНК и открывать ее участки для синтеза РНК-копии гена полимеразой. Этот процесс не протекает без энергетических затрат, и белки-ремоделеры пользуются той энергией, которая высвобождается при гидролизе АТФ.

Существует еще один механизм ремоделирования, причем энергии АТФ он не требует. Секрет этого связан с работой белка FАСТ (англ. **F**Acilitates **C**hromatin **T**ranscription — облегчает транскрипцию хроматина). Название он получил в лаборатории Д.Рейнберга (D.Reinberg), где и была открыта эта способность белкового помощника [9]. Годом раньше в лаборатории Т.Формозы (T.Formosa) в опытах с дрожжами обнаружили связь FАСТа с удвоением генома перед делением клетки [10]. Сейчас известно множество процессов с участием ДНК, в которых задействован этот белковый комплекс. Он необходим для поддержания и изменения структуры хроматина, участвует в обмене гистонов, сборке нуклеосом, важен в клеточной дифференцировке, транскрипции, репликации, репа-

рации ДНК, а также может быть вовлечен в развитие злокачественных новообразований [11]. Примечательно еще одно: FАСТ почти не изменился в ходе эволюции, что говорит о важности его функций.

FАСТ — это гетеродимерный белковый комплекс, шаперон гистонов с особыми свойствами. В нашей лаборатории для изучения действия FАСТа, а также других белков, регулирующих процесс транскрипции, были созданы нуклеосомы, в которых на соседние витки ДНК добавлялись флуоресцентные метки [12] (рис.4). Одна из них служила донором энергии, вторая — акцептором. Под действием лазерного излучения метка-донор либо становится зелено-желтой, либо передает энергию акцептору, который приобретает красный свет. Передача энергии с донора на акцептор происходит только в том случае, если метки расположены очень близко друг к другу (это Фёрстеровский резонансный перенос энергии — **F**örster **R**esonance **E**nergy **T**ransfer, FRET) [13]. Анализируя спектры флуоресценции, можно оценить относительные расстояния между витками нуклеосомной ДНК в области расположения меток. Более того, донор-акцепторную пару вводили в разные участки ДНК (ближе к месту входа РНКП в нуклеосому, в ее середину и ближе к выходу РНКП

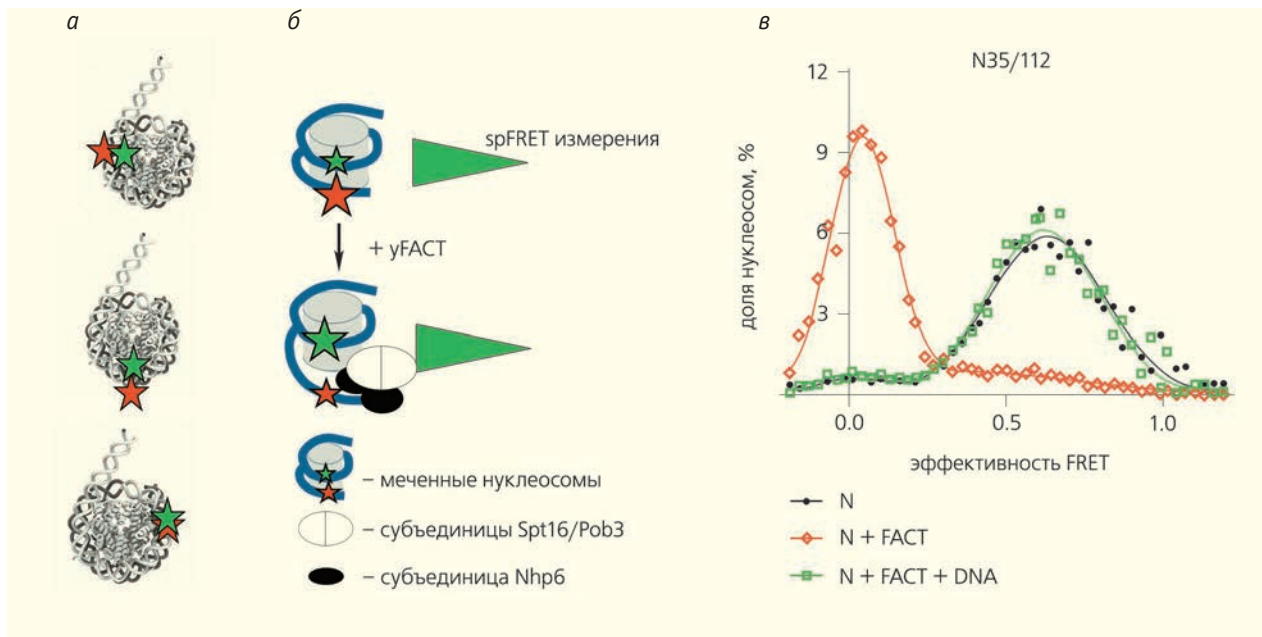


Рис.4. Флуоресцентно меченные нуклеосомы в изучении действия дрожжевого FACTа (уFACTа). Флуородонор (зеленая звездочка) и флуороакцептор (красная звездочка), введенные в три положения ДНК на нуклеосоме (а), при взаимодействии с субъединицами уFACTа (Spt16/Pob3 и Nhr6) отдаляются друг от друга (б) и сигнал FRET (в) снижается, что свидетельствует о раскручивании нуклеосомы. Это хорошо видно на графике эффективности FRET (в), где красной кривой показан сигнал от нуклеосом, обработанных уFACTом, черной — от исходных, зеленым — от восстановленных нуклеосом после диссоциации комплекса нуклеосома-FACT [12]. N 35/112 — номера меченых нуклеотидов.

из нуклеосомы), и таким образом можно было следить за структурными изменениями. Именно благодаря этому в опытах обнаружена способность дрожжевого FACTа обратимо разворачивать нуклеосому без использования энергии АТФ [12].

Когда образуется комплекс FACT—нуклеосома, «нитка» с «катушки» разматывается практически полностью, но при этом ДНК и гистоны остаются связанными друг с другом. Если в опытах убирали FACT из комплекса, то нуклеосомная ДНК снова наматывалась на гистоновый октамер, и исходная структура нуклеосомы полностью восстанавливалась. Как именно выглядят нуклеосомы, раскрученные с помощью FACT, пока неизвестно — это предмет дальнейшего изучения. Возможно, такие процессы, протекающие в клеточном ядре без затрат дополнительной энергии, особенно важны, когда хроматин нужно быстро изменить — например, если требуется активировать какой-либо ген.

Как же работает FACT? До сих пор не существует однозначного понимания последовательности событий, посредством которых FACT реорганизует нуклеосому. Благодаря работам Т.Формозы и А.Ладурнера (A.Ladurner) появились ценные данные о структуре этого удивительного белкового комплекса. У животных и растений он представляет собой гетеродимер, состоящий из двух субъединиц — Spt16 и SSRP1 [14], у дрожжей аналогом SSRP1 служат две субъединицы — Pob3 и Nhr6 [15]. В исследованиях выяснилось, что с различными

нуклеосомными участками могут взаимодействовать определенные домены FACTа [16]. В частности, концевая отрицательно заряженная область субъединицы Spt16 связывается электростатически с положительно заряженными хвостами гистона H2B, которые находятся снаружи нуклеосомы. Дальнейшее продвижение FACTа в глубь глобулы, возможно, происходит за счет «нуклеосомного дыхания». Суть его заключается в том, что примерно 20 концевых пар нуклеотидов ДНК на нуклеосоме способны спонтанно распрямляться и накручиваться обратно [17]. При расплетении ДНК обнажаются ранее скрытые поверхности гистонов и становятся мишенью для связывания других участков Spt16. Такое взаимодействие приводит к дальнейшему вытеснению ДНК из комплекса ДНК—гистоны, а с ней уже может соединиться другая субъединица FACTа — SSRP1 [16, 18, 19].

Зачем изучать FACT?

Изучать функции белкового комплекса FACT важно не только для фундаментальной науки, но и для медицины, поскольку обнаружена его тесная взаимосвязь с процессом злокачественной трансформации клеток. FACT традиционно рассматривали как комплекс «домашнего хозяйства», представленный во всех клетках организма [20], и только сравнительно недавно обнаружили, что в нормальных

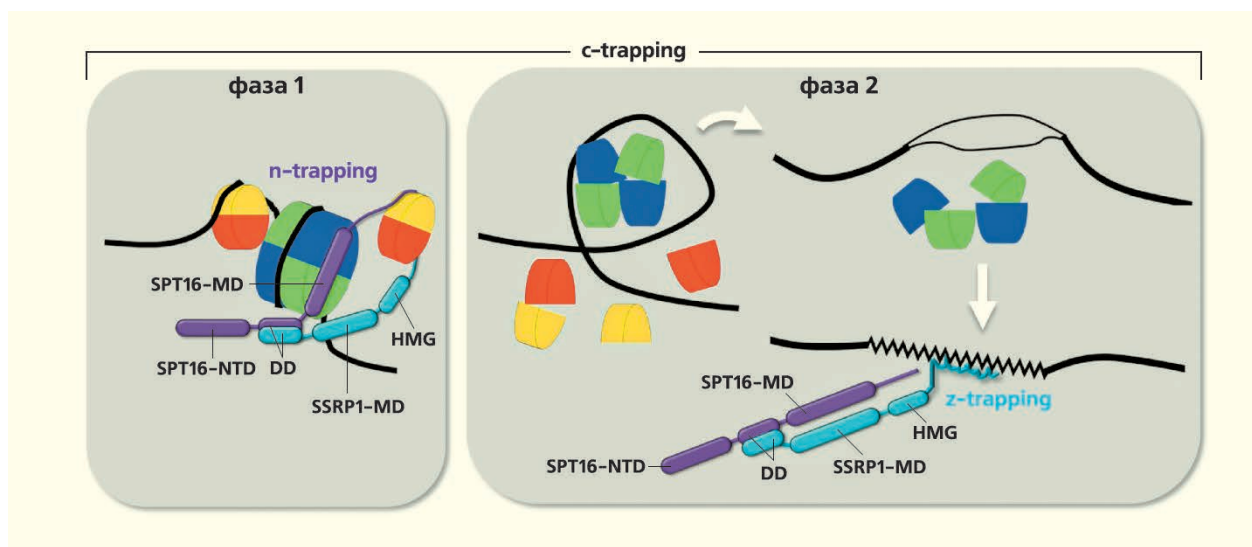


Рис.5. Модель улавливания FACTа в хроматине (chromatin trapping, c-trapping) с помощью кураксина [24]. Когда одна молекула кураксина CBL0137 связывает 10—100 пар оснований ДНК, FACT улавливается нуклеосомой (n-trapping) через субъединицу Spt16 (фиолетовые домены). На этой фазе процесса из октамера уходят гистоны H2A (желтый цвет) и H2B (красный), но пары H3 (синий цвет) и H4 (зеленый) остаются. Если же плотность кураксина высока — одна или несколько молекул на каждые 10 пар оснований, в конце фазы нуклеосома разбирается полностью, а FACT через свою субъединицу SSRP1 (голубые домены) улавливается z-формой ДНК (z-trapping).

тканях FACT синтезируется в основном в стволовых и недифференцированных клетках [21]. Высокий уровень комплекса FACT выявлен в некоторых клетках костного мозга, тимуса, лимфатических узлов (больше всего в зародышевых центрах лимфоидных фолликулов); в лимфоцитах слизистых оболочек [21]. В высоко дифференцированных клетках FACTа существенно меньше. В 2011 г. впервые обнаружили, что в ряде опухолевых клеток FACTа больше, чем в нормальных [22]. Через два года были опубликованы результаты определения уровня FACTа в 793 образцах различных опухолей [23] из банка тканей, находящегося в Институте рака Розуэлла Парка (Roswell Park Cancer Institute, США). Оказалось, содержание субъединиц FACTа в большинстве опухолей (правда, не во всех) повышено. Более того, высокий уровень SSRP1 соотносился с повышенным метастазированием злокачественных опухолей молочной железы, почек, легкого и предстательной железы.

Возникает вопрос о механизмах, посредством которых FACT может участвовать в канцерогенезе. Некоторые ученые полагают, что FACT регулирует экспрессию генов, ассоциированных с опухолью, взаимодействуя с факторами транскрипции [22]. С помощью методов биоинформатики обнаружено взаимодействие с FACTом различных регуляторных генов, важных для опухолевой трансформации [23]. В ряде исследований выяснилось, что в опухолевой клетке возникает порочный круг: FACT активирует транскрипцию онкогенов, а онкогены в свою очередь активируют транскрипцию генов субъединиц FACTа. Наиболее нагляден этот механизм на приме-

ре нейробластомы [24] (эта злокачественная опухоль нервной системы обнаруживается преимущественно у детей в возрасте 2–3 лет).

Несмотря на недостаточное понимание роли FACTа в метаболизме клетки, уже сейчас очевидно, что FACT сам способен воздействовать на регуляторы, управляющие судьбой клетки и запускающие или останавливающие различные программы ее развития. Активация этого фактора, возможно, стимулирует репрограммирование и дедифференцировку, в ходе чего клетка возвращается к своему стволовоподобному состоянию. Происходит неизбежное нарушение регуляции ее метаболизма и как печальный итог — злокачественное перерождение.

Но чрезмерная активация FACTа в опухолевой клетке может стать ее «ахиллесовой пятой». А.В.Гудков и К.В.Гурова (Онкологический институт имени Розвелла Парка в Баффало, США) создали соединения, способные инактивировать повышенную активность FACTа в опухолевых клетках. Такие вещества получили название кураксины (от английского cure — излечивать). Оказалось, что кураксины встраиваются в ДНК и способствуют необратимому связыванию FACTа с нуклеосомой (рис.5). Это явление Гурова называет «c-trapping» (от англ. chromatin trapping — хроматиновый капкан [25]). Фиксация FACTа приводит к тому, что белок уже не может свободно работать в хроматине и влиять на транскрипцию. Как следствие, изменяются три ключевых молекулярных каскада транскрипционных факторов (вовлеченных в развитие опухоли): p53, NF-κB и HSF1 [22]. Напомним, в норме белок

p53 регулирует клеточный цикл, вызывает апоптоз и подавляет образование злокачественных опухолей, а в опухолевых клетках он инактивирован. Ядерный фактор NF- κ B, наоборот, тормозит самоуничтожение клетки и способствует злокачественной трансформации. HSF1 — один из многих молекулярных шаперонов, принадлежащих классу белков теплового шока. В частности, HSF1 исправляет поврежденные белки в опухолевых клетках и тем способствует их выживанию.

Кроме упомянутых изменений каскадов, вызываемых кураксинами, некоторые из них могут ингибировать:

- индукцию транскрипции генов, кодирующих матриксные металлопротеиназы MMP1 и MMP8 (эти ферменты играют важную роль не только во многих нормальных физиологических процессах, но и в патологических, в частности, в злокачественном росте, способствуя инвазии опухоли и метастазированию);

- сигнальные каскады PI3K/AKT/mTOR (каскад отвечает за уход от апоптоза, пролиферацию клеток, метаболизм и вовлечен, например, в патогенез меланомы);

- активность ингибитора cIAP-1;

- ДНК-топоизомеразу II;

- ряд онкогенов, например, c-MYC и др.

Использование кураксинов в терапии опухолей, возможно, позволит преодолеть одну из самых основных проблем в химиотерапии, связанную с развитием устойчивости злокачественных клеток к лекарственному средству. Известно, что при монотерапии (лечения, направленного против единственного внутриклеточного молекулярного пути) резистентность развивается достаточно часто. Преодолеть подобные сложности можно с помощью комбинации препаратов, нацеленных на различные внутриклеточные мишени [26]. Как уже сказано, кураксины запускают верный каскад противоопухолевых реакций, отличный от стимулируемых многими существующими препаратами. Поэтому такие вещества могут оказаться перспективными реагентами для создания комбинированной схемы терапии с целью преодоления лекарственной устойчивости [27].

Мы завершаем короткое знакомство с FACTом, этим необычным представителем регуляторных белков. Но исследования FACTа далеки от завершения. Самая главная загадка, которую предстоит отгадать — детальный механизм изменения структуры хроматина под действием FACTа без затрат энергии. Возможно, благодаря этому шаперону гистонов ученые откроют совершенно новые молекулярные процессы в ядре клетки. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 14-24-00031).

Литература / References

1. Alberts B., Johnson A., Lewis J. et al. Molecular Biology of the Cell. N.Y., 2015.
2. Kornberg R.D., Thomas J.O. Chromatin structure; oligomers of the histones. Science. 1974; 184(4139): 865–868. Doi:10.1126/science.184.4139.865.
3. White C.L., Suto R.K., Luger K. Structure of the yeast nucleosome core particle reveals fundamental changes in internucleosome interactions. EMBO J. 2001; 20(18): 5207–5218. Doi:10.1093/emboj/20.18.5207.
4. Finch J.T., Lutter L.C., Rhodes D. et al. Structure of nucleosome core particles of chromatin. Nature 1977; 269: 29–36. Doi:10.1038/269029a0.
5. Richmond T.J., Finch J.T., Rushton B. et al. Structure of the nucleosome core particle at 7 Å resolution. Nature. 1984; 311: 532–537. Doi:10.1038/311532a0.
6. Luger K., Mader A.W., Richmond R.K. et al. Crystal structure of the nucleosome core particle at 2.8 Å resolution. Nature. 1997; 389: 251–260. Doi:10.1038/38444.
7. Kulaeva O.I., Gaykalova D.A., Pestov N.A. et al. Mechanism of chromatin remodeling and recovery during passage of RNA polymerase II. Nat. Struct. Mol. Biol. 2009; 16(12): 1272–1278. Doi:10.1038/nsmb.1689.
8. Кулаева О.И., Малюченко Н.В., Никитин Д.В. и др. Молекулярные механизмы транскрипции хроматина РНК-полимеразой 2. Мол. биол. 2013; 47(5): 754–766. [Kulaeva O.I., Maluchenko N.V., Nikitin D., Demidenko A., Chertkov O., Efimova N., Kirpichnikov M.P., Studitsky V.M. Molecular Mechanisms of Transcription Through a Nucleosome by RNA polymerase II. Molecular Biology. 2013; 47(5): 655–666. Doi:10.1134/S0026893313050099.]
9. Orphanides G., LeRoy G., Chang Ch.H. et al. FACT, a factor that facilitates transcript elongation through nucleosomes. Cell. 1998; 92: 105–116. Doi:10.1016/S0092-8674(00)80903-4.
10. Wittmeyer J., Formosa T. The *Saccharomyces cerevisiae* DNA polymerase alpha catalytic subunit interacts with Cdc68/Spt16 and with Pob3, a protein similar to an HMG1-like protein. Mol. Cell. Biol. 1997; 17(7): 4178–4190. Doi:10.1128/MCB.17.7.4178.
11. Safina A., Garcia H., Commare M. et al. Complex mutual regulation of FACT subunits on mRNA and protein levels in human cells. J. Biol. Chem. 2013; 12(15): 2423–2434. Doi:10.4161/cc.25452.
12. Valieva M., Armeev G.A., Kudryashova K.S. et al. Large-scale ATP-independent nucleosome unfolding by a histone chaperone. Nat. Struct. Mol. Biol. 2016; 23(12): 1111–1116. Doi:10.1038/nsmb.3321.
13. Hillisch A., Lorenz M., Diekmann S. Recent advances in FRET: distance determination in protein-DNA complexes. Curr. Opin. Struct. Biol. 2001; 11(2): 201–207. Doi:10.1016/S0959-440X(00)00190-1.

14. *Orphanides G., Wu W.-H., Lane W.S. et al.* The chromatin-specific transcription elongation factor FACT comprises human SPT16 and SSRP1 proteins. *Nature*. 1999; 400: 284–288. Doi:10.1038/22350.
15. *Formosa T.* The role of FACT in making and breaking nucleosomes. *Biochim. Biophys. Acta*. 2012; 1819(3–4): 247–255. Doi:10.1016/j.bbagr.2011.07.009.
16. *Hondele M., Stuwe T., Hassler M. et al.* Structural basis of histone H2A-H2B recognition by the essential chaperone FACT. *Nature*. 2013; 499: 111–114. Doi:10.1038/nature12242.
17. *Koopmans W.J., Buning R., Schmidt T. et al.* spFRET using alternating excitation and FCS reveals progressive DNA unwrapping in nucleosomes. *Biophys. J.* 2009; 97(1): 195–204. Doi:10.1016/j.bpj.2009.04.030.
18. *Hondele M., Ladurner A.G.* Catch me if you can: how the histone chaperone FACT capitalizes on nucleosome breathing. *Nucleus*. 2013; 4(6): 443–449. Doi:10.4161/nucl.27235.
19. *Winkler D.D., Muthurajan U.M., Hieb A.R. et al.* Histone chaperone FACT coordinates nucleosome interaction through multiple synergistic binding events. *J. Biol. Chem.* 2011; 286(48): 41883–41892. Doi:10.1074/jbc.M111.301465.
20. *Singer R.A., Johnston G.C.* The FACT chromatin modulator: genetic and structure/function relationships. *Biochem. Cell. Biol.* 2004; 82(4): 419–427. Doi:10.1139/o04-050.
21. *Garcia H., Fleysbman D., Kolesnikova K. et al.* Expression of FACT in mammalian tissues suggests its role in maintaining of undifferentiated state of cells. *Oncotarget*. 2011; 2(10): 783–796. Doi:10.18632/oncotarget.340.
22. *Gasparian A.V., Burkbart C.A., Purmal A.A. et al.* Curaxins: anticancer compounds that simultaneously suppress NF- κ B and activate p53 by targeting FACT. *Sci. Transl. Med.* 2011; 3(95): ra74. Doi:10.1126/scitranslmed.3002530.
23. *Garcia H., Miecznikowski J.C., Safina A. et al.* Facilitates chromatin transcription complex is an «accelerator» of tumor transformation and potential marker and target of aggressive cancers. *Cell Rep.* 2013; 4(1): 159–173. Doi:10.1016/j.celrep.2013.06.013.
24. *Carter D.R., Murray J., Cbeung B.B. et al.* Therapeutic targeting of the MYC signal by inhibition of histone chaperone FACT in neuroblastoma. *Sci. Transl. Med.* 2015; 7(312): ra176. Doi:10.1126/scitranslmed.aab1803.
25. *Safina A., Cheney P., Pal M. et al.* FACT is a sensor of DNA torsional stress in eukaryotic cells. *Nucleic. Acids Res.* 2017; 45(4): 1925–1945. Doi: 10.1093/nar/gkw1366.
26. *Di Bussolo V., Minutolo F.* Curaxins: a new family of non-genotoxic multitargeted anticancer agents. *ChemMedChem* 2011; 6(12): 2133–2136. Doi:10.1002/cmdc.201100476.
27. *Burkbart C., Fleysbman D., Kohn R. et al.* Curaxin CBL0137 eradicates drug resistant cancer stem cells and potentiates efficacy of gemcitabine in preclinical models of pancreatic cancer. *Oncotarget*. 2014; 5(22): 11038–11053. Doi:10.18632/oncotarget.2701.

Meet — this is FACT!

N.V.Maluchenko¹, M.E.Valieva¹, M.P.Kirpichnikov¹, A.V.Feofanov^{1,2}, V.M.Studitsky^{1,3}

¹Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

²Shemyakin—Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry (Moscow, Russia)

³Fox Chase Cancer Center (Philadelphia, USA)

Protein complex FACT (abbreviated from English Facilitates Chromatin Transcription) is a histone chaperone, which plays an important role in cell differentiation, DNA transcription, replication and DNA repair, and can also be involved in the cancer development. This review considers various aspects related to the structure and functions of FACT. Particular attention is paid to the pro-tumor activity of FACT and to new recently developed anti-cancer drugs — curaxins, whose activity is based on the inhibition of FACT. The effects of FACT on chromatin structure and a transcription process are also discussed in view of the recently found ability of yeast FACT to reversibly and ATP-independently unfold nucleosomes. A possible mechanism of ATP-independent changes in chromatin structure under the ATP-independent action of FACT without energy is described; it is drastically different from the mechanisms used by chromatin remodeling protein.

Keywords: chromatin, nucleosome, histone, transcription, histone chaperone, FACT, curaxins.

Признаки древности китайских бронзовых сплавов

Н.Д.Дронова¹, А.М.Портнов²

¹Высшая школа народных искусств (Санкт-Петербург, Россия)

²Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (Москва, Россия)

В статье рассматриваются современные методы выявления признаков древности бронзовых изделий. Микроскопический и элементный анализы позволяют определять состав древних бронзовых изделий и химические особенности патины. Изучен элементный состав патины и минеральный состав продуктов коррозии. Приводятся фотографии микроструктуры древних бронзовых сплавов. Определены составы примесей и особенности разрушения металла. При исследовании древних бронзовых изделий были выявлены их современные имитации, определен элементный состав и структура искусственно наведенной патины.

Ключевые слова: китайская бронза, микроскопические исследования, состав сплавов, диагностика древности бронзовых предметов, патина, искусственное старение, имитации древних бронз.

Китайская бронза благодаря качеству и масштабности литья и сложности отливок представляет собой уникальное явление в мировой культуре. Начиная с XVIII в. бронзовые изделия Древнего Китая вызывают повышенный интерес коллекционеров, что связано с «закрытостью» китайской истории и культуры. Западный мир открыл искусство Поднебесной и увлекся им в то время, когда в самом Китае еще не было систематических археологических раскопок. Они стали регулярно проводиться только с середины XX в.

История возникновения китайской бронзы

Самородную медь в Китае начали использовать прежде, чем научились выплавлять ее из руды. Местные археологи исследовали 252 вертикальные шахты по добыче меди глубиной до 50 м, с многочисленными горизонтальными штольнями и лазами. Бронзовый век в Китае начался в конце династии Ся (XVII в. до н.э.) и продолжался при династиях Шан (1600–1046 до н.э.), Западный Чжоу (1046–771 до н.э.) и Восточный Чжоу (770–221 до н.э.).

Изготовление бронзовых изделий достигло расцвета в эпоху Шан. В то время преобладала по-



Нона Дмитриевна Дронова, доктор технических наук, профессор кафедры ювелирного искусства Высшей школы народных искусств (Санкт-Петербург). Область научных интересов — обработка каменных и металлических изделий, история ювелирного дела.



Александр Михайлович Портнов, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры минералогии и геохимии Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (Москва). Круг научных интересов охватывает вопросы минералогии и геохимии. Постоянный автор «Природы».

суда для вина. Особый интерес для музеев и коллекционеров представляют сосуды в виде животных и птиц, а также треногие, квадратные, круглые, на подставках (ножках). Они использовались и для подогрева вина. Литые бронзовые сосуды применялись в государственных ритуалах при «общении» с предками или богами. Вера в то, что духи умерших влияют на земные события, была очень сильна. Духов следовало задабривать жертвоприношениями и приглашать участвовать в ритуальных трапезах.

Драгоценные бронзовые сосуды, отличаясь художественно-декоративными качествами, служили фамильными ценностями и передавались по наследству.

Древняя металлургия

Особый интерес при анализе признаков древности бронзовых сосудов представляет изучение технологий самых ранних выплавки металлов и особенностей руды и месторождений, где она добывалась. Такие исследования связаны с большими трудностями из-за скудности археологических доказательств (редких находок печей, тиглей и древнего шлака).

Тем не менее известно, что в древности изготавливались специальные литейные формы, состоящие из трех или более симметричных частей, которые сначала сушили и обжигали. Затем их собирали вместе с наружным кожухом, оставляя зазор, соответствующий толщине бронзового изделия. Расплав заливали в пресс-форму, а когда металл остывал, ее разбивали.

Древние пресс-формы обладали малой усадкой во время высыхания, стойкостью к высоким температурам, низкой теплопроводностью и хорошей вентиляцией во время заливки металла. Их изготавливали из глины, перемешанной с илом, песком и золой растений. Пластичность и прочность форм увеличивалась при добавлении природных органических клеев, таких как навоз и мед.

Применяя статистический анализ составов древних сплавов, удалось установить главные направления эволюции в технологии выплавки бронзы. Исходной медной рудой древности, скорее всего, была легкоплавкая окисленная руда, состоящая из малахита, но также использовались и сульфидные руды, о чем говорит присутствие в выплавленном металле включений сульфидов.

Основным способом получения бронзы в древности, по-видимому, была цементация, т.е. восстановление касситерита (SnO_2) древесным углем на поверхности расплавленной меди с одновременным насыщением ее оловом. Для производства бронзы применялся и станин ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$), в котором одновременно присутствуют медь и олово. Из него сразу получалась оловянистая бронза.

Выплавка бронзы из руды осуществляется легче, чем выплавка меди. Мы провели экспериментальные работы по моделированию древних технологий плавки. Результаты подтвердили нашу гипотезу: в отдельных случаях древние литейщики занимались не столько подбором компонентов сплава, сколько использованием природных руд с разным набором минералов.

Бронзы могут выплавляться при более низкой температуре, так как большинство примесей (мышьяк, сурьма, олово и др.) значительно понижают температуру плавления. Например, у бронзы

с 20% мышьяка точка плавления почти на 400°C ниже, чем у чистой меди (1085°C).

Оловянистой бронзе предшествовала мышьяковистая. Мышьяк присутствует во многих медных рудах и при плавке частично переходит в металл. Его примесь ухудшает качество сплава, но именно с мышьяковистой начинается век древней бронзы.

Историки древней металлургии в качестве своеобразного репера между естественной и искусственной бронзой принимают содержание As в 0.5%. Самые древние бронзовые изделия содержат мышьяка заметно больше. Это говорит о том, что еще на заре металлургии мастера целенаправленно добавляли в шихту мышьяковую руду — арсенопирит (FeAsS).

На тысячелетие позже, в эпоху развитой бронзы, стали выплавлять чистое олово. Появились оловянистые бронзы. Принято считать, что бронза, содержащая более 1% олова, — искусственно полученный сплав. Но это не совсем так. Бронза из станиновой руды может содержать до 10–15% олова. Случайными примесями в бронзовых сплавах считаются цинк, свинец, сурьма, железо, серебро, иногда никель, кобальт и золото.

Научное исследование китайской металлургии, металлообработки и изделий из металлов началось лишь во второй половине XX в. Были определены характерные рецептуры сплавов, техника литья, приемы обработки поверхности. Также изучались особенности разрушения металла и состав продуктов коррозии.

Раннюю китайскую бронзу можно уверенно датировать, только когда ее находят в профессиональных, хорошо документированных археологических раскопках [1]. Для подтверждения подлинности изделий должны применяться современные инструментальные методы. При изучении состава древних материалов надо решать следующие вопросы: является ли данный состав сплава преднамеренным или случайным и какова технология того или иного производственного процесса?

Изучение признаков древности бронзовых артефактов

Техническая экспертиза металлических изделий в современной антикварной практике базируется на сравнении состава металла (включая микропримеси) с известными образцами, принятыми за эталонные для данного времени и места производства, и на соответствии способа изготовления предмета эталонной исторической технологии.

Метод определения древности изделия, опирающийся лишь на состав и тип коррозионной пленки (патины), во многих случаях не работает ввиду многообразия и изощренности искусственного патинирования. Вместе с тем знание основных типов и структуры естественной патины, которая образу-

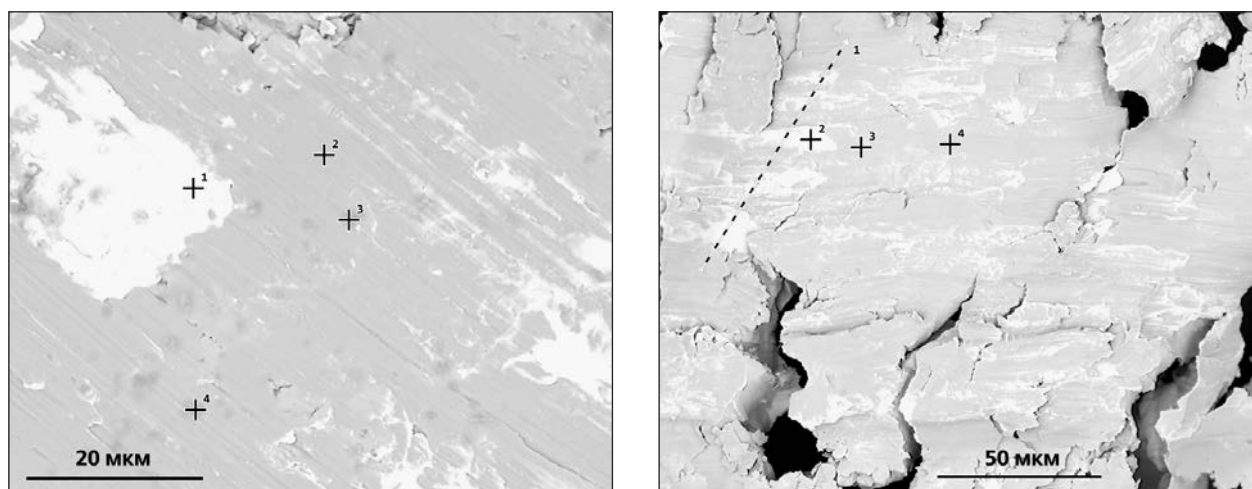


Рис.1. Исследование стружки, снятой с древнего бронзового сосуда. Слева — зона 1, справа — зона 2.

ется на металлах разных композиций, — полезный дополнительный признак для экспертов [2].

Образцы сплава и патины мы собирали вручную с поверхностей древних бронзовых сосудов из частной коллекции. Для получения более точных результатов патина счищалась, металл зашлифовывался и с таких мест снималась стружка. Всего было проанализировано около 1.5 г металлической бронзовой стружки, 2.5 г патины и 4.0 г продуктов ее разрушения.

Проведенное нами рентгеновское картирование позволило определить элементный состав бронзы и продукты коррозии, а также оценить влияние технологических факторов на процессы вторичного изменения поверхности древних сплавов. Для исследований использовался настольный сканирующий электронный микроскоп Phenom ProX — уникальный инструмент, в котором объединены функции оптического и электронного микроскопов с возможностью анализа химического состава. Разрешение данного микроскопа при ускорении напряжения 15 кВ составляет 14 нм. Интегрированная система энергодисперсионной спектроскопии позволила провести элементный анализ материала в конкретной точке, вдоль профиля и по площади.

При определении состава наших образцов мы придерживались общепринятых критериев классификации сплавов, когда любой элемент, составляющий по весу более 2%, должен быть обозначен в названии бронзы [3]. Для изучения мы взяли бронзовый сосуд, изготовленный в Китае предположительно в конце периода правления династии Западный Чжоу. Изделие симметричной формы и с декором, выполнен-

ным в высоком рельефе, было покрыто толстым слоем патины зеленовато-голубого и бежевого цвета. В некоторых местах обнажались красно-коричневые слои оксида меди (куприта). Первым этапом исследований стало изучение особенностей металлической стружки, снятой с края (точки 1-1, 1-2, 1-3, 1-4) и с обода (точки 2-1, 2-2, 2-2, 2-4) крышки сосуда (рис.1, 2).

Анализ результатов показал вариацию состава в отдельных точках, что говорит о существенной гетерогенности сплава (табл.). Три анализа отвечают медно-свинцовому сплаву и по одному — легированной свинцом меди, медно-оловянисто-сурьмяному, медно-оловянисто-мышьяковому и медно-оловянисто-сурьмяно-мышьяковому сплавам. Еще в одной точке определена двухкомпонентная (Pb-Cu) система, в которой зафиксировано высокое содержание свинца (около 90%), что свидетельствует о примитивной технологии плавки.

Обнаруженные количества меди, свинца, олова, мышьяка находятся в хорошем соответствии с информацией, полученной из исторического обзора [3]. Как мы уже говорили, наиболее древняя — мышьяковистая бронза, причем сплавы меди с мышьяком были естественными. Мышьяк

Таблица

Элементный состав бронзового сплава древнего китайского сосуда

Точка анализа на рис.1	Элементы, %							Название сплава
	Cu	Sn	Sb	As	Si	Pb	O	
1-1	89.5	3.1	1.7	3.4	2.3			Cu-Sn-As
1-2	9.3					90.7		Pb-Cu
1-3	74.3	3.4	3.6	5.0			13.8	Cu-Sn-Sb-As
1-4	78.4	2.9	2.8		1.9		11.1	Cu-Sn-Sb
2-1	74.4	1.5	1.1			23.0		Cu-Pb
2-2	15.0					85.0		Pb-Cu
2-3	83.3	1.2	1.1	0.9		5.3	8.2	Cu-Pb
2-4	93.5	2.1	0.8			1.3	2.4	Cu-Pb



Рис.2. Крышка бронзового ритуального винного сосуда «Олень». Китай. Период государства Шан (1600–1027 до н.э.)
Здесь и далее фото Н.Д.Дроновой

присутствует во многих медных рудах и при плавке частично переходит в сплав, который при высокой концентрации мышьяка становится более легкоплавким и хорошо заполняет все выемки литейной формы, что не присуще вязкой, быстро остывающей меди. Текучесть металла важна при отливке изделий сложной формы.

Руда из каждого месторождения обладает специфическим, свойственным только данному источнику, набором микропримесей. При выплавке состав и количество примесей несколько меняется, но это поддается учету. Таким образом, можно получить определенные метки, которые характеризуют сплавы, полученные из руды того или иного месторождения или определенных горно-рудных центров.

Выплавка бронзы в основном, видимо, шла из карбонатно-оксидных легкоплавких руд зон окисления сульфидов. Именно для них характерно накопление меди, никеля, платиноидов, теллура, а также свинца и цинка. Обнаружение необычных по химическому составу бронзовых предметов указывает на возможность существования богатых сульфидных полиметаллических месторождений в районе археологических находок древней бронзы.

В состав руд входит стандартный набор минералов кор выветривания месторождений или рудопроявлений одного типа. При выветривании происходит не только разрушение первичных минералов, но и возникновение новых. Большая часть глинистых минералов, многочисленных сульфаты, карбонаты, минералы оксидов железа, алюминия, марганца, титана и многие другие приурочены к зонам разломов или контактам толщ разного состава.

Образование продуктов выветривания находится в тесной зависимости от физико-географи-

ческих условий, и в первую очередь — от теплого и влажного климата, характеризующего местность царств Шан и Чжоу в Древнем Китае.

В продуктах коррозии некоторых древних бронзовых сосудов обнаружены следы осмия. Этот элемент платиновой группы очень тугоплавок, тяжел и образует природные сплавы с иридием и платиной. Он может содержать и другие элементы платиновой группы. При исследовании структуры древнего сосуда мы обратили внимание на присутствие в бронзовом сплаве мелких зерен твердых минералов, содержащих осмий и родий, которые имеют очень высокую температуру плавления. Эти не растворенные в расплаве включения, отличающиеся по цвету и химическому составу, служат индикаторами древних бронз. Содержание осмия в рудах, как правило, не превышает 10⁻⁵%. Бронза из них выплавляется лишь при 700–800°C.

Изучение древних патин

В течение длительного времени (0,3–2,5 тыс. лет) своего существования древние бронзы подвергаются коррозии, в результате которой образуется пленка, называемой патиной [4]. Патина служит показателем древности данного изделия.

Цвет древних патин чаще всего зеленоватый, но встречаются и другие: голубые, черные, серые, коричневые, розовые, красные. Иногда на одном изделии можно наблюдать пленки нескольких цветов. Патина бывает матовая и глянцевая.

Цвет и состав патины сильно зависят не только от компонентов первоначального сплава, но и от места нахождения и времени и условий хранения найденного изделия [5]. Влияет на внешний вид патины и технология выплавки металла.

Чаще всего патина состоит из оксидов и карбонатов (малахита и азурита) меди. Встречается также и оксид олова. Кроме того, если в бронзовом сплаве присутствовали другие металлы (цинк, свинец и др.), то и их оксиды или карбонаты также могут входить в состав патины. К наиболее распространенным минералам коррозии бронзы относят: тенорит CuO, куприт Cu₂O, халькозин Cu₂S, малахит Cu₂(OH)₂[CO₃], азурит Cu₃(OH)₂[CuCO₃]₂.

Особенности морфологии малахитового продукта коррозии (рис.3) мы изучали на поверхности бронзового сосуда из династии Шан [6].

Для того чтобы понять, какие зоны и почему подвергаются коррозии и образованию патины, остановимся на некоторых технологических характеристиках древних бронз.

Бронзовые сплавы затвердевают в некотором интервале температур, т.е. кристаллизация начинается при одной температуре, а заканчивается при другой. При этом и кристаллы, образованные в разное время, различаются по составу: те, что затвердевают в начальный момент кристаллизации, богаты металлом, который имеет более высокую темпе-

ратуру плавления, а затвердевающие в конце процесса обогащены легкоплавкими элементами [7].

Микропримеси в исходном сырье играют особую роль при плавке. Места их локализации могут служить центром коррозионных разрушений.

Выделяются благородные и неблагородные (дикие) патины. Устойчивые (благородные) патины растут сравнительно медленно. Например, при образовании благородной малахитовой патины сначала возникает красная или черная пленка, состоящая из оксидов и сульфидов. Затем она постепенно преобразуется в карбонатное соединение в виде эмалевидного зеленого слоя. Из-за того что этот процесс протекает очень медленно, вновь сформированный слой передает все нюансы поверхности предмета. Благородная патина не покрывает детали изделия и не искажает его форму. Она распределяется по поверхности равномерно, не протравливая границы зерен сплава.

Любой коррозионный процесс многостадийен. В качестве первого слоя (примыкающего к металлу) в патине присутствует куприт. Вышележащие слои образованы малахитом и азуридом, а также брошантитом (гидратированным сульфатом меди).

В оловянистых бронзах в патину входит касситерит, а при высокой примеси свинца — некоторые его оксиды.

Неустойчивые, быстро развивающиеся (дикие) патины, как правило, включают хлориды меди (атакамит, паратакамит) и бромиды. Присутствие последних — особенно хороший признак при констатации древности изделий. Фальсификаторы обычно не используют соединения брома для искусственного патинирования. Поверхности древних бронз покрыты трехслойной коррозионной коркой, содержащей минералы зеленовато-голубого цвета, из-под которой в отдельных зонах выступают красновато-коричневые пятна куприта.

Иногда сплавы распадаются на составные элементы: медь, серебро, цинк. Эти металлы (в чистом виде) могут концентрироваться как внутри объекта, так и на поверхности.

На поверхности древних бронз развиваются различные минералы. Касситерит не образует самостоятельного слоя. Как правило, он расположен в массе куприта в виде небольших порошкообразных скоплений в трещинках. Однако на бронзах с высоким содержанием олова касситерит может формировать мелкозернистый сплошной зеленовато-серый слой.

Церуссит (карбонат свинца) образует прослойку зеленовато-серого цвета под наружным слоем малахита. Самородный свинец встречается в сплаве в виде глобул.

Малахит на поверхности изученного нами сосуда находится как в верхних, так и в нижних слоях. Его скопления локализованы в верхних частях зоны цементации и образуют землистые разности и тонкие корочки. Под микроскопом малахит обнаруживает тонкошестоватое и мелковолокнистое

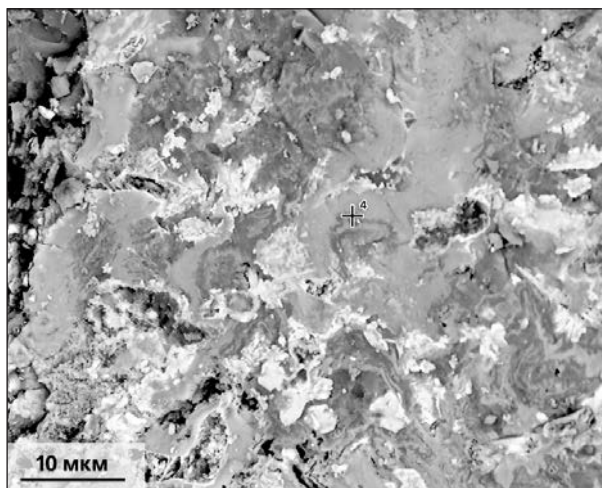


Рис.3. Микроскопические исследования патины древнего сосуда. Обнаружена зональность в выделениях малахита, образованного при коррозии бронзового сплава.

строение. Волокна группируются в конусы роста, радиально-лучистые пучки и субпараллельные агрегаты. Обычные формы выделения — плотные или порошковатые агрегаты, налеты, примазки, почки, сферокристаллы. От растворенных минералов в патине остаются поры и пустоты, которые малахит не всегда заполняет полностью. В таких случаях на поверхности образуется причудливая ноздреватая почковидная пленка. В зависимости от примесей некоторых минералов изменяется цвет малахита. Так, хризоколла придает ему синеватый оттенок.

Бронзовые предметы, будучи погребенными в земле более тысячи лет, под действием воды и солей почвы всегда подвергаются коррозии [8]. В отличие от искусственно наведенных патин, которые характеризуются неравномерным проникновением по границам зерен, коррозия древних изделий происходит медленно, и на их поверхности патина распределяется ровным слоем.

Современные имитационные изделия из медных сплавов

Большая часть бронзовых ритуальных предметов, изготовленных в Древнем Китае, была утрачена в X–XII вв. Это привело к необходимости воспроизведения «древних» бронз. Уже в то время существовал трактат «Hsuan Ho Ku Tu Lu», который описывал приемы изготовления сложной патины. Искусственную патину получали, закапывая бронзовые изделия в землю, которую поливали соками растений [9]. Практика копирования древней бронзы продолжалась и в последующие периоды. Известен рецепт из рукописи «Hsin-ju wei-tso» времени династии Мин (1368–1644 гг.), где для создания патины рекомендуют хлористые соединения, крепкий уксус и нагревание [5].

На аукционах лоты с древними бронзовыми изделиями стоят несколько миллионов долларов США. В связи с этим антикварный рынок изобилует многочисленными подделками медных сплавов «под древность». Отлитые при помощи современных технологий копии древних китайских изделий пытаются искусственно состарить, чтобы получить эффект патины древности.

Некоторые имитации представляют определенный интерес. Например, в лондонском Музее Виктории и Альберта, который обладает прекрасными коллекциями китайской бронзы, в экспозицию включены и выявленные подделки.

Основная задача при диагностике признаков древности — обнаружение искусственных патин.

Особенно популярна патина была в эпоху Возрождения. Ее наносили на памятники и другие культурные объекты для создания эффекта старины и чтобы защитить металл от выцветания и коррозии. Такая патина могла быть прозрачной или матированной.

Зеленовато-голубую двухслойную патину можно получить из раствора нитрата меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ концентрацией 200 г/л, который наносят кистью на экспонат и оставляют на 12–16 ч. После промывки холодной водой и осушки поверхность обрабатывают ветошью с тонким порошком пемзы, а затем еще три-четыре раза патинируют. Постепенно образуется зеленовато-голубая пленка, слегка просвечивающая внутренним темно-коричневым плотным слоем оксида меди.

Как же отличить благородную древнюю патину от современной, быстро наведенной?

Полезным для разработки таких методологий было знакомство с работами по изучению патины, механизм образования которой указывает на длительную историю [10]. При определении патины рекомендуется получать не только элементный, но и минеральный состав. Основные диагно-

стические признаки — скорость, интенсивность и равномерность проникновения коррозионных процессов вглубь металла. Поскольку коррозия — достаточно длительный процесс, и образование природной патины схоже с процессами образования минералов в зонах окисления сульфидно-медных месторождений.

В последнее время для изготовления имитаций бронзовых сосудов чаще всего используется латунь — сплав меди и цинка. В изделиях 19-го столетия в состав латуни мог входить свинец. Сейчас для удешевления процесса и улучшения литейных качеств используются специальная легированная латунь, которая отличается и высокой коррозионной стойкостью. В ряде случаев она считается полноценным заменителем оловянистых бронз [11–13].

Мы провели элементный анализ стружки обработанного на аукционе литого изделия (рис.4), которое имитировало древний бронзовый кинжал в стиле карасукской культуры (950–800 лет до н.э). Сплав состоял из Cu (68.1%), Zn (29.9%) и Pb (0.9%). Присутствие цинка совершенно не характерно для древних китайских изделий. Близкий по составу сплав использовался при изготовлении скульптуры в XVIII в. (хотя содержание свинца там было больше). С высокой степенью вероятности мы датировали кинжал XIX–XX веками.

Следующим шагом стало исследование патины. В «новодельной» патине, которая получается при нагревании изделий с азотной кислотой, раствором нашатыря или уксусно-медной соли, под микроскопом видны «зоны вскипания» (см. рис.4). Микроскопическое изучение структуры патины позволяет практически однозначно отбраковывать подделки, изготовленные из современных сплавов. Определение элементного состава и анализ структуры патины помогают установить состав и технологии получения древних материалов.

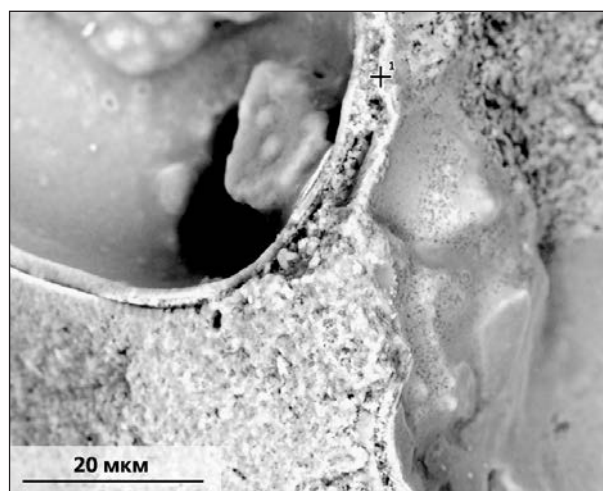
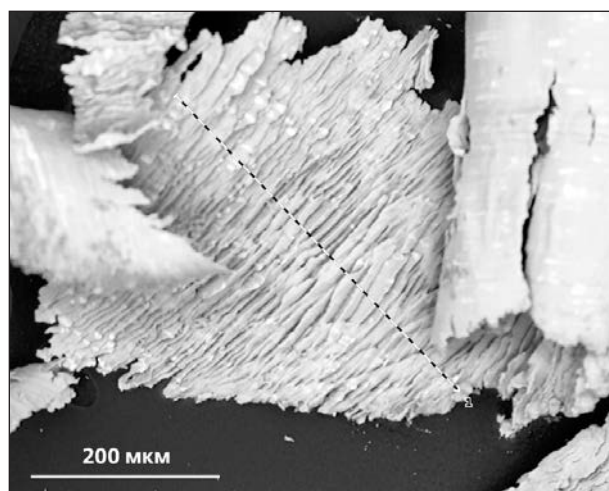


Рис.4. Микроструктура стружки современного изделия из латуни (слева) и характерная вспученная структура искусственно наведенной патины.

* * *

Изучение китайских древних бронзовых изделий с помощью современных инструментальных методов дает возможность отличить их от копий и подделок нового времени. Данная процедура для сегодняшнего антикварного рынка необходима.

Таким образом, наше исследование показало, что признаками древности китайских бронзовых изделий могут служить: 1) сложный состав сплава и его неоднородность, присутствие в составе примесей свинца, сурьмы и мышьяка; 2) включения примесей редких элементов, в том числе осмия и других элементов платиновой группы; 3) локальная неоднородность патины по содержанию

компонентов и особенности ее минерального состава; 4) присутствие вторичных минералов (куприта, малахита, азурита, брошантита и др.) в составе патины.

Какие еще исследования можно использовать для датирования древних сплавов? Сейчас появилось много работ, посвященных изучению стабильных изотопов свинца, которые служат «паспортом» древних артефактов. Изотопный состав свинца (имеющего четыре стабильных изотопа с атомными весами 204, 206, 207 и 208) остается постоянным при горячей и холодной обработке, коррозии или сплавлении с другими металлами. Такой метод применяется для выявления самых искусных подделок древних бронзовых изделий. ■

Литература / References

1. Мартынов А.И., Шер Я.А. Методы археологического исследования: Учебное пособие для студентов вузов. М., 1989. [Martyunov A.I., Sber Ya.A. Methods of an archaeological research: Manual for students of higher education institutions. Moscow, 1989. (In Russ.)]
2. Wayman M.L. Archaeometallurgical contributions to a better understanding of the past. *Materials Characterization* 2000; 45: 259–267.
3. Kunlong Chen, Tbilo Rebren, Jianjun Mei, Congcang Zhao. Special alloys from remote frontiers of the Shang Kingdom: scientific study of the Hanzhong bronzes from southwest Shaanxi. *China Journal of Archaeological Science*. 2009; 36: 2108–2118.
4. Valenstein S.G., Hearn M. *Asian Art, by M.Lerner, A.Murck, B.B.Ford*. Recent Acquisitions. A Selection 1985/1986 (Metropolitan Museum of Art). 1985; 72–88.
5. Scott D.A. Copper and bronze in art: corrosion, colorants, conservation. Los Angeles, 2002.
6. Yang Lia, Zhirong Baoa, Taotao Wua et al. Specific corrosion product on interior surface of a bronze wine vessel with loop-handle and its growth mechanism, Shang Dynasty, China. *Materials Characterization*. 2012; 68: 88–93.
7. Ерусалимчик И.Г. Коррозионные свойства сплавов драгоценных металлов и их влияние на качество ювелирных изделий. М., 2002. [Erusalimchik I.G. Corrosion behavior of alloys of precious metals and their influence on quality of jewelry. Moscow, 2002. (In Russ.)]
8. Ling He, Junyan Liang, Xiang Zhao, Baolian Jian. Corrosion behavior and morphological features of archeological bronze coins from ancient China. *Microchemical Journal*. 2011; 99: 203–212.
9. Hugbes R., Rowe M. *The Colouring, Bronzing and Patination of Metals*. L., 1991.
10. Robbiola L., Blengino J.-M., Fiaud C. Morphology and mechanisms of formation of natural patinas on archaeological Cu–Sn alloys. *Corrosion Science*. 1998; 40(12): 2083–2111.
11. *Metals Handbook*. 1948 edition. Cleveland, 1952.
12. Смирягин А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы. М., 1956. [Smiryagin A.P. Industrial non-ferrous metals and alloys. Moscow, 1956. (In Russ.)]
13. Справочник по машиностроительным материалам. Т.2. М., 1959. [Guide book on machine-building materials. V.2. Moscow, 1959. (In Russ.)]

Signs of Antiquity of Chinese Bronze Alloys

N.D.Dronova¹, A.M.Portnov²

¹Higher School of Folk Arts (Saint Petersburg, Russia)

²Sergo Ordzbonikidze Russian State Geological Prospecting University (Moscow, Russia)

The article describes modern methods of detecting signs of antiquity of bronze products. Modern microscopic and elemental analyses allow determining the composition of ancient bronzes and the characteristic features of patina. The elemental composition of patina and mineral composition of the corrosion are studied. The pictures of the microstructure of ancient bronze alloys are shown. The compositions of residual elements and specific features are determined. Modern imitations of ancient bronzes have been found in the studies; their elemental composition and the structure of artificially induced patina have been determined.

Keywords: Chinese bronze, microscopic study, composition of alloys, diagnostic of ancient bronzes, patina, artificial aging, imitations of ancient bronzes.

Земля Франца-Иосифа: первые отечественные полярники

Ф.А.Романенко

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

Изложена история первых посещений Земли Франца-Иосифа отечественными полярниками, сначала в составе иностранных, а затем российских и советских экспедиций. Обнаружена публикация, свидетельствующая, что первая высадка советских полярников на архипелаг произошла не в сентябре 1928 г. с ледокола «Красин», о чем сообщают все известные источники, а на полтора месяца раньше, в начале августа, с ледокольного парохода «Г.Седов» под командованием капитана В.И.Воронина. Сам капитан и возглавил высадку, в результате которой на мысе Лофли на Земле Александры появился каменный гурий с гербом СССР, нарисованным известным архангельским художником С.Г.Писаховым. Данный памятник не упоминается ни в одной из сводок по истории Земли Франца-Иосифа и нуждается в обследовании как важный исторический объект.

Ключевые слова: Земля Франца-Иосифа, ледокол «Красин», Р.Л.Самойлович, ледокольный пароход «Г.Седов», капитан В.И.Воронин, дирижабль «Италия», Земля Александры.

Земля Франца-Иосифа — самая северная суша евроазиатского сектора Арктики, лежащая ближе всего к Северному полюсу. Архипелаг открыла 30 августа 1873 г. австро-венгерская экспедиция Ю.Пайера и К.Вайпрехта на паровом фрегате «Тегетхофф» [1, 2]. Первая высадка на сушу (на о.Вильчека) состоялась 1 ноября: Пайер достиг обледеневшего острова вместе с И.Халлером, А.Клотцем и несколькими матросами, в том числе норвежским шкипером Э.Карлсенем. Через несколько часов сюда отправились Вайпрехт и Г.Брош, на следующий день, 2 ноября, на берегу побывал почти весь экипаж. Пайер поднял флаг Австро-Венгрии и торжественно объявил новооткрытую землю принадлежащей императору Францу-Иосифу I.

Первым нашим соотечественником, ступившим на берега архипелага, стал, по-видимому, архангельский плотник Максим Варакин, который в 1894 г. построил (точнее, собрал) рубленую избу на мысе Флора для английской экспедиции Ф.Джексона [3]. Он благополучно перезимовал на о.Нортбрука вместе со всей экспедицией и экипажем судна «Виндворд», но оставаться на вторую зимовку не захотел и осенью 1895 г. вернулся на судне в Архангельск.

9 августа 1901 г. на том же мысе Флора высадились группа русских моряков с ледокола «Ермак» (капитан А.К.Цвигман) под командованием С.О.Макарова. Они установили металлическую



Фёдор Александрович Романенко, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Область научных интересов — четвертичная геология и геоморфология Северной полярной области, история исследования и взаимоотношений человека и природы в Арктике. Член редколлегии «Природы».

мачту с флагом, остатки которой до сих пор лежат среди камней. А в память посещения «Ермаком» архипелага уже в начале XXI в. экипаж атомного ледокола «Ямал» и представители регионального отдела специального назначения и ФГУП «Судоремонтный завод «Нерпа» установили на мысе Флора памятную табличку.

Практически одновременно, осенью 1901 г., на архипелаг прибыли еще шесть подданных Российской империи, которых пригласил в экспедицию американский метеоролог Э.Б.Болдуин (1862–1933). Экспедиция была снаряжена на средства миллионера У.Циглера. Задачей россиян был уход за собаками, которых насчитывалось около 400. Собаки питались пеммиканом, годным в пищу и для людей. Зимовку животные перенесли с трудом, многие умерли. По мере продвижения к северу Болдуин предполагал постепенно убивать собак, чтобы кормить ими других, и замораживать мясо для заключительного полюсного прохода [4]. Однако достичь полюса экс-



Земля Франца-Иосифа. У мыса Флора. Фото 2013 г.

Здесь и далее фото автора

педиции не удалось, и летом 1902 г. ее участники на судне «Америка» вернулись на материк.

В большей части источников сообщается, что каюрами у Болдуина были остяки (ханты). Но сам Болдуин называет их просто «сибиряками». Они поднялись на борт «Америки» в Солембале, где Болдуин погрузил собак, 15 сибирских пони (возможно, так именовались якутские или маньчжурские низкорослые лошади, которые, в частности,

могли питаться сушеной рыбой) и много загода заготовленного оборудования. Собак и лошадей доставил русский предприниматель норвежского происхождения А.И.Тронтхейм, традиционно поставивший собак арктическим экспедициям (он обеспечивал животными Ф.Нансена, У.Уэлмана, герцога Абрुццкого, Э.В.Толля и др.). Наверное, он и оформлял каюров в экспедицию. Одним из них стал тобольский плотник С.К.Лемберов. Имен



Ящик из-под пеммикана, специально изготовленного для экспедиции Болдуина (слева, фото 2013 г.) и его реклама в ежемесячном журнале McClure's Magazine за май 1901 г.

других сибирских каюров в литературе не встречается, как и подробностей об их деятельности. Известно, что Болдуин привлекал их к подготовительным работам при запуске воздушных шаров, с помощью которых поднимал и разбрасывал буй с почтой при южных ветрах [5]. Один из таких буев с запиской обнаружил писатель И.С.Соколов-Микитов на берегу залива Русская Гавань (Новая Земля) в 1930 г. Вот что он писал: «В плавнике, густо покрывавшем отлогий берег, я нашел хорошо сохранившийся переплетенный бронзовой проволокой пробковый буй. На крышке было написано по-английски, что буй принадлежит американской экспедиции Болдуина—Циглера. Мою находку я принес в охотничьей сумке на корабль.

С большим трудом, при помощи пароходного механизма, была отвинчена окислившаяся бронзовая пробка. Из запаянной медной трубочки мы извлекли напечатанную на машинке записку:

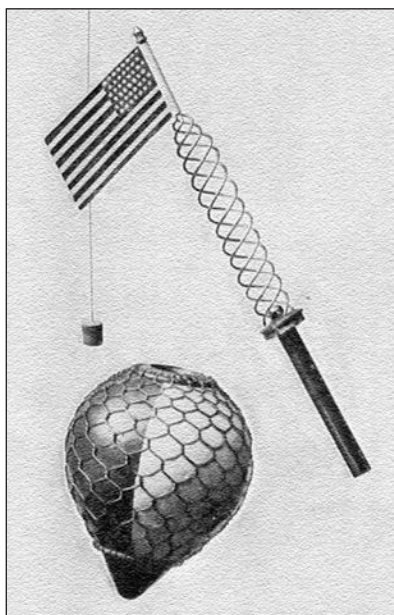
80°21' N 56°40' E
 CAMP. ZIEGLER FRANZ JOSEF LAND
 Field Headquarters of the Baldwin-Ziegler
 Polar Expedition, June 23, 1902.

To the nearest American Consulate.

Cargo coal required quickly. Yacht «America» in open water (Aberdare Channel) since June 8 th. This year's work successful — enormous depot placed in Rudolf Land by sledge, March, April and May; collection for National Museum, record from and paintings of Nansen's hut, excellent photographs and moving pictures, etc., etc., secured. Five ponies and one hundred fifty dogs remaining. Desire hay fish and thirty sledges. — Must return early August, baffled not beaten. All in health. Twelfth balloon.

Buoy No. 164
 Baldwin, Signal Corps, USA»*.

* 80°21'с.ш., 56°40'в.д. Лагерь Циглера, Земля Франца-Иосифа. Главная полевая квартира Болдуина, циглеровской полярной экспедиции, 23 июня 1902 года. Ближайшему американскому консулу. Срочно требуется доставка угля. Яхта «Америкэн» в открытой воде в проливе Абердар с восьмого июня. Работа этого года успешна — огромный склад доставлен на Землю Рудольфа на санях в течение марта—апреля—мая. Собраны коллекции для Национального музея, обеспечен отчет, зарисовки хижин Нансена, превосходные фотографии и картины и т.д. Осталось пять пони, 150 собак, нуждаюсь в сене, рыбе, 30 санях. Должен вернуться в начале августа, не добившись успеха, но не побежденный. Все здоровы. Двенадцатое донесение. Буй №164 [6, с.220–227].



Один из почтовых буев Болдуина [4].

По воспоминаниям Н.Н.Урванцева [7], Болдуин откликнулся на эту находку и сообщил, что буй был отправлен на аэростате.

Состав экспедиции Болдуина известен не лучшим образом, так как публикаций о ней немного. Известно, что всего путешественников было 42 человека, в том числе 36 американцев и скандинавов и шесть «сибиряков». В экспедиции участвовали заместитель Болдуина по научной работе топограф (surveyor), впоследствии известный геолог, исследователь Аляски Эрнест де Ковен Леффингвелл (1875–1971), картограф датчанин Эйнар Микельсен (1880–1971), фотограф Э.Фиала (1869–1950), художник и астроном Р.У.Портер (1871–1949), метеоролог Ф.Д.Лонг (1852–1916) и пере-

водчик. В число участников входили также геодезист Хейр, врачи Ч.Л.Сейтц и Джеймс Де Брюле (assistant scientist), секретари Барнард и Диксон, члены экипажа Ч.Р.Рилле, братья Джон и Антон Ведуо, Лукас, Виньярд, Майкл [2].

Имен каюров, кроме Степана Лемберова, не удалось установить, но зато сохранились их лица! В Интернете на ресурсе YouTube размещен фрагмент английского фильма 1909 г. Чарльза Урбана, который содержит несколько сцен из жизни полярной экспедиции Болдуина с каюрами и ездовыми собаками**. Можно предположить, что оператором был Фиала.

В распоряжении экипажа находились скрипки, гитары, мандолины, банджо, арфы, два вида аккордеонов, треугольник, бубен, окарина, виолончель, губная гармоника, а также тщательно подобранная библиотека и боксерские перчатки [4].

Шесть человек из экспедиции Болдуина участвовали потом и в следующем походе к полюсу, организованном Циглером. Это возглавивший его Фиала, художник Портер, метеоролог Лонг, врач Сейтц, завхоз Рилле и один из братьев Ведуо.

В Соломбале, куда Фиала заходил в 1903 г., на борт поднялся Степан Лемберов, сопровождавший собак. Он буквально умолял американца зачислить его в состав экспедиции, не требуя зарплаты и обещая работать только за еду и одежду [8]. Но на судне уже не оставалось мест в каютах, оно было перегружено, и с большим сожалением начальник экспедиции отказал своему старому товарищу, «великолепному человеку», как он отзывался о Лемберове. В экспедиции остались 34 американца, три норвежца, англичанин и канадец.

** <https://www.youtube.com/watch?v=jzKaRgbcDQO>



Остатки базового лагеря экспедиции Болдуина в 1901–1902 гг. на о.Альджер у мыса Пологого. Фото 2012 г.

Про отечественную экспедицию Г.Я.Седова, которая зимовала в бухте Тихой на о.Гукера в 1913–1914 гг., напротив, существует обширная литература, поэтому рассказ о ней здесь не приводится. Также широко известно героическое путешествие по льдам группы штурмана В.И.Альбанова, покинувшей дрейфующую шхуну «Святая Анна» экспедиции Г.Л.Брусилова [9]. В момент выхода на мыс Мэри Хармсуорт (Земля Александры) 25 июня 1914 г. в группе было 10 человек. 9 июля к мысу Флора добрались в одном каяке только сам Альбанов и матрос А.Э.Конрад. Здесь они дождались судна экспедиции Седова «Михаил Суворин» (так переименовали «Святого великомученика Фоку») и на нем 25 июля ушли на материк.

16 августа 1914 г. к мысу Флора подошло еще одно русское судно «Герта» (капитан И.П.Ануф-



Астрономический пункт экспедиции Г.Я.Седова на берегу бухты Тихой, выполненный в виде деревянного креста с датами зимовки. На заднем плане — могила старшего механика экспедиции И.А.Зандера, умершего 12 марта 1914 г. Фото 2012 г.



Бухта Тихая. На переднем плане — базальтовая скала Рубины, на заднем — ледник Юрия и купол Джексона. Фото 2013 г.



Базальтовый блок на мысе Флора с буквой «р» от надписи «Герта» 1914 г. Когда-то рядом с ним стояла уютная изба Джексона, построенная Максимом Варакиным в 1894 г. и разобранный экспедицией Седова в 1914 г. Фото 2012 г.

риев) со спасательной экспедицией под командованием капитана первого ранга И.И.Ислямова. Она была отправлена на поиски экспедиций Седова и Брусилова, судьба которых к лету 1914 г. не была известна. Экипаж «Герты» в связи с войной России с Австро-Венгрией поднял на суше русский флаг (сделал это сын Ислямова Илья), объявил архипелаг территорией России, написал на базальтовом обломке белой краской имя своего корабля (буква «р» сохранилась как минимум до 2013 г.), оставил небольшой склад продуктов и теплой одежды. После этого шхуна ушла к Земле Георга и затем к Новой Земле. Моряки «Герты» были последними подданными Российской империи на полярном архипелаге, да и самой империи оставалось существовать уже менее трех лет.

В составе экипажа «Герты» были также радист Александр

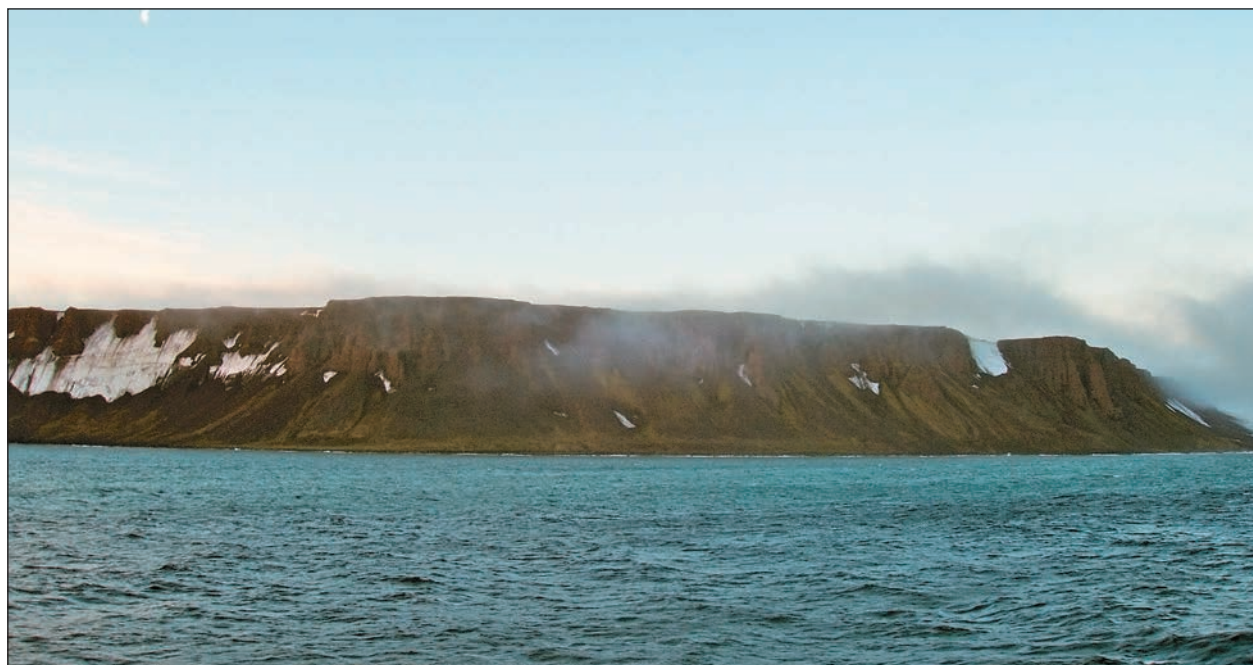
Овчинников и снова — известный нам Степан Лемберов. Он уже не мог жить без Арктики и в 1916 г. вошел в состав первых зимовщиков метеорологической станции на о.Диксон в качестве плотника и каюра. Первую зимовку возглавил другой ветеран Земли Франца-Иосифа — участник экспедиции Седова ветеринарный врач П.Г.Кушаков (1870—после 1920). Лемберов обжился на Диксоне, построил на материковом берегу немного южнее острова избу и остался в ней, занимаясь промыслом. В 1921 г. он умер и похоронен на острове, на мысу, названном в его честь мысом Лемберова [10]. Построенная им изба (наверное, несколько раз капитально перестроенная) до сих пор стоит на берегу в устье реки, носящей его имя — реки Лемберова. До начала 1990-х годов здесь был промысловый участок и в избе жили люди.

4 сентября 1916 г. Министерство иностранных дел России обратилось к правительствам союзных и дружественных государств с нотой о принадлежности Российской империи всех открытых земель и островов, расположенных к северу от азиатского побережья, в том числе Земли Франца-Иосифа, о.Врангеля, новооткрытой Земли Императора Николая II (Северной Земли). Нота не встретила возражений.

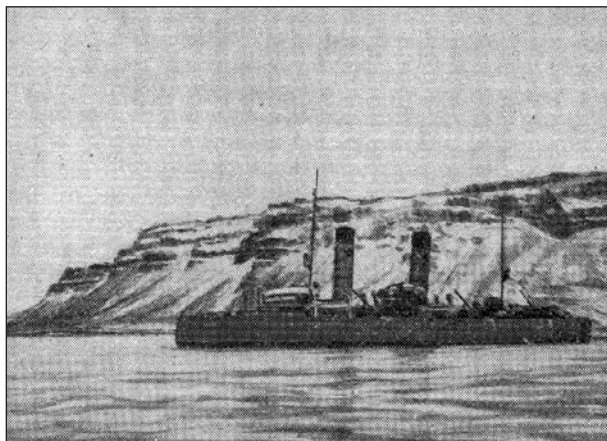


Зимовка Лемберова в устье реки к юго-востоку от о.Диксон. Фото 2000 г.

15 апреля 1926 г. Постановлением Президиума ВЦИК СССР «Об объявлении территорией СССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» все эти острова включены в состав СССР. И снова не было возражений, и только в конце 1920-х годов норвежское общественное движение выразило протест и подготовило ряд требований к своему и советскому правительству, утверждая принадлежность архипелага Норвегии. Требования были оставлены без внимания, и Земля Франца-Иосифа окончательно вошла в состав Советского Союза, а с 1991 г. — его правопреемницы, Российской Федерации.



Мыс Ния на Земле Георга. Фото 2013 г.



Мыс Ния на фотографиях, сделанных В.А.Березкиным с борта ледокола «Красин» [11] в 1928 г. (вверху) и в экспедиции КЭЙРА-2012 13 августа 2012 г.

Традиционно считается [2, 11], что первая высадка советских полярников на Землю Франца-Иосифа произошла 22 сентября 1928 г. на мысе Ния Земли Георга. Сюда подошел ледокол «Красин» (капитан К.П.Эгги) с экспедицией Р.Л.Самойловича, продолжая поиски пропавших участников полета У.Нобиле на дирижабле «Италия», которые остались в гондоле и вместе с ней были унесены от места катастрофы (так называемой группы Алессандрини).

В 10 ч 45 мин 22 сентября на мыс Ния высадились начальник экспедиции Самойлович, а также его заместитель П.Ю.Орас, штурман (2-й помощник капитана) Б.М.Бачманов, гидролог В.А.Березкин, географ и секретарь экспедиции И.М.Иванов, доктор А.В.Средневский, машинист А.Ташин, матрос (старший рулевой) Ф.П.Салин и кинооператор Н.И.(?)Солодовников [12–14]. На горизонтальной базальтовой площадке высотой 10 м над урезом воды они установили флаг СССР и здесь же решили оставить депо для участников пропавшей экспедиции. Высадившись, Самойлович тут же отослал катер назад на «Красин» за строительными материалами. Катер сделал два рейса и привез все затребованное, одна-

ко строительство домика-убежища для потерпевших крушение, в котором они могли бы спастись, так и не было начато из-за сильного наката, шуги и блинчатого льда. Ветер усилился, люди с трудом по грудь в ледяной воде выгрузили строительные материалы на берег. Тем не менее продовольственный склад удалось оставить на сухом месте.

Вечером Самойлович получил указание возвращаться в Ленинград — поиски были закончены. Состояние и местонахождение продовольственного склада в настоящее время неизвестно, он не найден*. Трое из высадившихся — Самойлович, Орас и Бачманов — были репрессированы во время Большого террора и погибли в 1939, 1943 и 1938 гг. соответственно [15]. Добавлю, что из 134 участников спасательной экспедиции были репрессированы не менее 18 человек, т.е. каждый седьмой.

Данная высадка уже много десятилетий считается первым советским посещением архипелага. Крупнейший историк полярных стран М.И.Белов пишет: «Так, впервые над ледяными просторами Земли Франца-Иосифа взвился флаг страны Советов» [11, с.296].

Но на самом деле первые советские люди высадились на архипелаге на полтора месяца раньше, 5 августа 1928 г., с ледокольного парохода «Г.Седов», и руководил высадкой знаменитый полярный капитан В.И.Воронин. Описание этого плавания по дневникам капитана составил Н.И.Евгенов [16]. Опубликовано оно в «Трудах Института по изучению Опу Севера» под общим названием «Научные работы экспедиции на ледоколе «Малыгин» в Баренцевом море летом 1928 года». В плавании участвовали экипаж судна, двое летчиков, художник С.Г.Писахов (всего 45 человек) и бригада зверопромышленников (58 человек). Ученых на борту «Г.Седова»

* Как сообщила автору заместитель директора по научной работе национального парка «Русская Арктика» М.В.Гаврило, в 2010 г. участники экспедиции «По следам «Двух капитанов»» обнаружили на мысе Ния в каменной осыпи под скальным останцом разбросанные доски с выбранной четвертью, которые могут быть остатками депо «Красина». Следов флажштока найдено не было.

Состав продовольственного склада, оставленного «Красинным» 22 сентября 1928 г. на мысе Ния и впоследствии никем не найденного [12]

1. Мука ржаная	4 мешка	12. Лавровый лист	200 г
2. Мука пшеничная	2 мешка	13. Перец	200 г
3. Крупа гречневая	1 мешок	14. Грибы сушеные	2 кг
4. Горох	12 кг	15. Яйца сухие	2,5 кг
5. Фасоль	24 кг	16. Фрукты сухие	32 кг
6. Рис	17 кг	17. Горчица	800 г
7. Масло сливочное	54 кг	18. Кофе молотый	4 кг
8. Шпик	25 кг	19. Сахар песок	35 кг
9. Овощи сухие	25 кг	20. Мыло серое	10 кг
10. Рыба сушеная	32 кг	21. Спички	20 пачек
11. Соль	25 кг	22. Табак	18 пачек

не было. Поэтому, наверное, и сам Воронин, и Евгенов, и даже историограф Арктики В.Ю.Визе не придали факту высадки на Землю Александры никакого исторического значения, и сведения о ней остались только в данном сборнике.

Задачей плавания «Г.Седова» было обследование северной части Баренцева и Карского морей в поисках мест, куда уходит летом морской зверь (гринландский тюлень), промысел которого тогда интенсивно вели в Горле Белого моря весной. Но исчезновение «Италии», а затем и Р.Амундсена послужило причиной расширения задания — советский Комитет помощи Нобиле поручил «Г.Седову» обследовать район к востоку от Шпицбергена.

7 июля «Г.Седов» вышел из Мурманска и после сложного плавания во льдах западнее Новой Земли, в ходе которого экипаж занимался промыслом тюленя и белого медведя, 31 июля подошел к мысу Гранта на Земле Георга. Подходы к нему и проливы Земли Франца-Иосифа были забиты льдом. На следующий день Воронин получил указание искать группу Алессандрини и повернул на запад, полностью изменив план похода в Карское море.

Используя разводья и периодически встречая тяжелый лед, «Г.Седов» 5 августа вошел в залив Вайпрехта Земли Александры и остановился в его

вершине у узкой полосы припая. Капитан сам возглавил береговую партию, которая с трудом высадилась на ледяной обрыв и направилась на юго-запад к мысу Лофли. После нескольких часов ходьбы она достигла мыса. Вот как описывает события Евгенов по запискам Воронина: «Мыс этот сложен из шиферной породы и возвышается над уровнем моря около 120 м. По обе стороны его сползают глетчеры, оставляя свободной от льда небольшую площадку из камней и красной глины, с разбросанными по ней клочками моха, на которых росли белые цветы — род лютиков, с опушенным волосками невысоким стволиком. На мысе В.И.Воронин поставил из камней гурий высотой около 3 м, на котором у подножия художником Писаховым, плававшим на «Г.Седове», был нарисован герб Союза и написано «Г.Седов» и дата. Закончив осмотр, оказавшийся безрезультатным [следов итальянцев не найдено. — *Ф.Р.*], партия вернулась на корабль» [16, с.100].

Затем «Г.Седов» пошел в пролив Кембридж в поисках площадки для взлета и посадки имеющегося на борту самолета Ю-13. Но лед был уже непрочен, и подобрать площадку не удалось. Судно подошло к мысу Иохансена (западный входной мыс в залив Дерюгина Земли Георга), севернее которого пролив был покрыт сплошным льдом.



Участки первых высадок советских полярников на Землю Франца-Иосифа. Цифрами обозначены: 1 — мыс Лофли на Земле Александры (5 августа 1928 г., ледокольный пароход «Г.Седов»), где установлен памятник с рисунком С.Г.Писахова; 2 — западное побережье залива Дерюгина на Земле Георга, район мыса Иохансена (6 августа 1928 г., ледокольный пароход «Г.Седов»); 3 — мыс Ниля на Земле Георга (22 сентября 1928 г., ледокол «Красин»).



Полярная станция «Бухта Тихая». Основана в 1929 г., закрыта в 1959–1960 гг. Сейчас — опорный пункт Национального парка «Русская Арктика» с музеем и почтовым отделением. Фото 2012 г.

Здесь Воронин решил на вторую высадку и выслал «на лед и на берег» [16, с.101] разведывательные группы, но они ничего подходящего для аэродрома не нашли. Описаний посещения Земли Георга в источнике нет, но можно предположить, что моряки обследовали западное побережье залива Дерюгина.

Утром 7 августа из-за усиления ветра и появления в проливе ледяных полей «Г.Седов» был вынужден уйти на юг, долго бился во льдах к юго-западу от архипелага, впервые приблизился к о.Виктория, снова вернулся к Земле Георга и наконец 25 августа ушел к Новой Земле. Миновав мыс Желания, вышел в Карское море, напрямую направился к Карским Воротам, прошел пролив в битом льду и 3 сентября вернулся в Архангельск.

В ходе всего плавания штурманы вели метеорологические и ледовые наблюдения, Воронин составил ледовую карту. Это было первое плавание и самого капитана, и его корабля в столь высокие ши-

роты. До этого Воронин ходил главным образом по Белому и южной части Баренцева и Карского морей, два раза участвовал в Карских экспедициях.

1928 г. положил начало его высокоширотной арктической биографии. Уже на следующий год на борту «Г.Седова» под командованием Воронина на Землю Франца-Иосифа направилась экспедиция во главе с О.Ю.Шмидтом. Ее участники построили полярную станцию «Бухта Тихая» на о.Лукера, подняли советский флаг, и Шмидт, назначенный правительственным комиссаром архипелага, объявил его советской территорией, как в 1914 г. И.Ислямов — российской. С тех пор наши соотечественники живут и работают на архипелаге практически постоянно.

Забывтый эпизод из истории открытия Земли Франца-Иосифа заставляет нас снова вспомнить капитана Воронина, экипаж которого первым из советских людей высадился на архипелаг два раза: 5 августа на Землю Александры и 6 августа — на

Землю Георга. А Георгию Яковлевичу Седову, руководителю первой отечественной экспедиции к Северному полюсу, довелось побывать на Земле Франца-Иосифа не раз — в 1913–1914 гг. в ходе

экспедиции и с 1928 г. неоднократно — именем на борту ледокольного парохода.

Судьба гурья с гербом СССР работы Степана Писахова пока остается невыясненной. ■

Работы поддержаны Национальным парком «Русская Арктика» и выполнены в рамках обработки материалов экспедиции КЭЙРА-2012.

Литература / References

1. *Пайер Ю.* 725 дней во льдах Арктики. М.; Л., 1935. [*Payer J.* 725 days in the Arctic ice. Moscow; Leningrad, 1935. (In Russ.)]
2. Земля Франца-Иосифа / Ред. П.В.Боярский. М., 2013. [The Franz Josef Land / Ed. P.V.Boyarsky. Moscow, 2013. (In Russ.)]
3. *Jackson F.G.* A thousand days in the Arctic. L.; N.Y., 1899; 1.
4. *Baldwin E.B.* North pole, how I hope to reach the. McClure's Magazine. 1901; XVII: 415–422.
5. *Capelotti P.J.* A «radically new method»: balloon buoy communications of the Baldwin—Ziegler Polar Expedition, Franz Josef Land, June 1902. Polar Research. 2008; 27: 52–72.
6. *Соколов-Микитов И.С.* Белые берега: Собрание сочинений в 4 т. Т.2: Рассказы и очерки. Л., 1986: 169–241. [*Sokolov-Mikitov I.S.* White coasts. Leningrad, 1986; 2: 169–241. (In Russ.)]
7. *Урванцев Н.Н.* Два года на Северной Земле. Л., 1935. [*Urvantsev N.N.* Two years in Severnaya Zemlya. Leningrad, 1935. (In Russ.)]
8. *Fiala A.* Fighting the polar ice. N.Y., 1907.
9. *Альбанов В.И.* На юг, к Земле Франца-Иосифа. Красноярск, 1989. [*Albanov V.* To the South, to the Land of Franz Joseph. Krasnoyarsk, 1989. (In Russ.)]
10. *Попов С.В., Троицкий В.А.* Топонимика морей Советской Арктики. Л., 1972. [*Popov S.V., Troitsky V.A.* Toponymy of the Soviet Arctic seas. Leningrad, 1972. (In Russ.)]
11. *Белов М.И.* История открытия и освоения Северного морского пути. Советское арктическое мореплавание 1917–1932 гг. Л., 1959; 3. [*Belov M.I.* The History of the Discovery and Exploration of the Northern Sea Route. Soviet Arctic Navigation 1917–1932. Leningrad, 1959; 3. (In Russ.)]
12. *Самойлович Р.Л.* S.O.S. в Арктике. Берлин, 1930. [*Samoilovich R.L.* S.O.S. in the Arctic. Berlin, 1930. (In Russ.)]
13. *Самойлович Р.Л.* Работы арктической экспедиции на ледоколе «Седов» в 1930 г. Природа. 1930; 11–12: 1135–1154. [*Samoilovich R.L.* The work of the Arctic expedition on the icebreaker «Sedov» in 1930. Priroda. 1930; 11–12: 1135–1154. (In Russ.)]
14. *Самойлович Р.Л.* На спасение экспедиции Нобиле. Л., 1967. [*Samoilovich R.L.* To save the Nobile expedition. Leningrad, 1967. (In Russ.)]
15. *Ларьков С.А., Романенко Ф.А.* «Враги народа» за полярным кругом. М., 2010. [*Larkov S.A., Romanenko F.A.* People's Enemies behind the Arctic Circle. Moscow, 2010. (In Russ.)]
16. *Евгенов Н.И.* Ледокольный пароход «Георгий Седов» в поисковых экспедициях 1928 года. Труды Института по изучению Севера. 1929; 45: 96–112. [*Evgenov N.I.* Icebreaking steamer «Georgy Sedov» in search expeditions of 1928. Trudy Instituta po izucheniyu Severa. 1929; 45: 96–112. (In Russ.)]

Franz Josef Land: first domestic polar explorers

F.A.Romanenko

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

The history of visiting Franz Josef Land by Russian polar explorers, at first as a part of foreign expeditions, then within Russian and Soviet expeditions, is narrated. The author has found a publication that states that the first landing of the Soviet polar explorers to the archipelago had happened not in September 1928 from the ice-breaker «Krasin», as is reported in all the modern sources, but a month and a half earlier, in July, from the icebreaking steamer «G.Sedov» headed by captain V.I.Voronin. The captain himself was the head of the landing; a stone cairn with the USSR national emblem, drawn by the famous artist S.G.Pisahov appeared on the Lofli Cape, on Alexandra Land as a result of this landing. This monument is not registered in any report dedicated to the history of Franz Josef Land, and needs to be studied as an important historical object.

Keywords: Franz-Josef Land, ice-breaker “Krasin”, R.V.Samoilovich, icebreaking steamer “G.Sedov”, captain V.I.Voronin, dirigible “Italy”, Alexandra Land.

Мамаев курган — природно-мемориальный ландшафт и объект культурного наследия

В.А.Брылёв¹, Ю.П.Князев¹

¹Волгоградский государственный социально-педагогический университет (Волгоград, Россия)

Рассмотрена роль Мамаева кургана в Сталинградской битве (определившей коренной перелом в Великой Отечественной войне и признанной важной вехой в истории человечества) и последующее формирование на его территории военно-мемориального культурного ландшафта «Героям Сталинградской битвы».

Ключевые слова: культурный ландшафт, мемориальный ландшафт, Всемирное наследие ЮНЕСКО, Сталинградская битва, беллигеративный рельеф.

Советскому солдату посвящаяю.

Г.К.Жуков

Мы погибли бы, если б не погибли.

Фемистокл

Поля сражений — особый тип культурного ландшафта, отличный от тех, что формируются исходя из целесообразности, полезности, рациональности, эстетических устремлений общества. Военная культура, включая военную инженерию, создает особые событийные ландшафты. И если событие значимо для мировой истории, то и место приобретает значение, а самому ландшафту задается особый импульс развития через его мемориализацию, что позволяет сопереживать события через восприятие места [1, 2].

Мемориальный комплекс «Героям Сталинградской битвы» с монументом «Родина-мать зовёт!» в Волгограде — символ героизма и патриотизма советского народа, это дань памяти тем, кто погиб в битве на Волге. Сам курган стал историческим объектом Всемирного значения, символом победы советского народа в Сталинградской битве, «Главной высотой России», объектом культурного наследия федерального значения. После Великой Отечественной войны курган приобрел мемориальную функцию: в 1959–1967 гг. под руководством Е.В.Вучетича здесь возведен мемориальный комплекс, в некрополях и в ряде индивиду-



Виктор Андреевич Брылёв, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и методики преподавания географии Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Научные интересы связаны с геоморфологией Нижневолжского региона, ландшафтоведением, оценкой геоэкологического состояния ландшафтов Волгоградской области и изучением особо охраняемых природных территорий.



Юрий Петрович Князев, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и методики преподавания географии того же университета. Область научных интересов — сохранение Всемирного природного и культурного наследия, ландшафтоведение, оценка геоэкологического состояния ландшафтов бассейна среднего Дона.

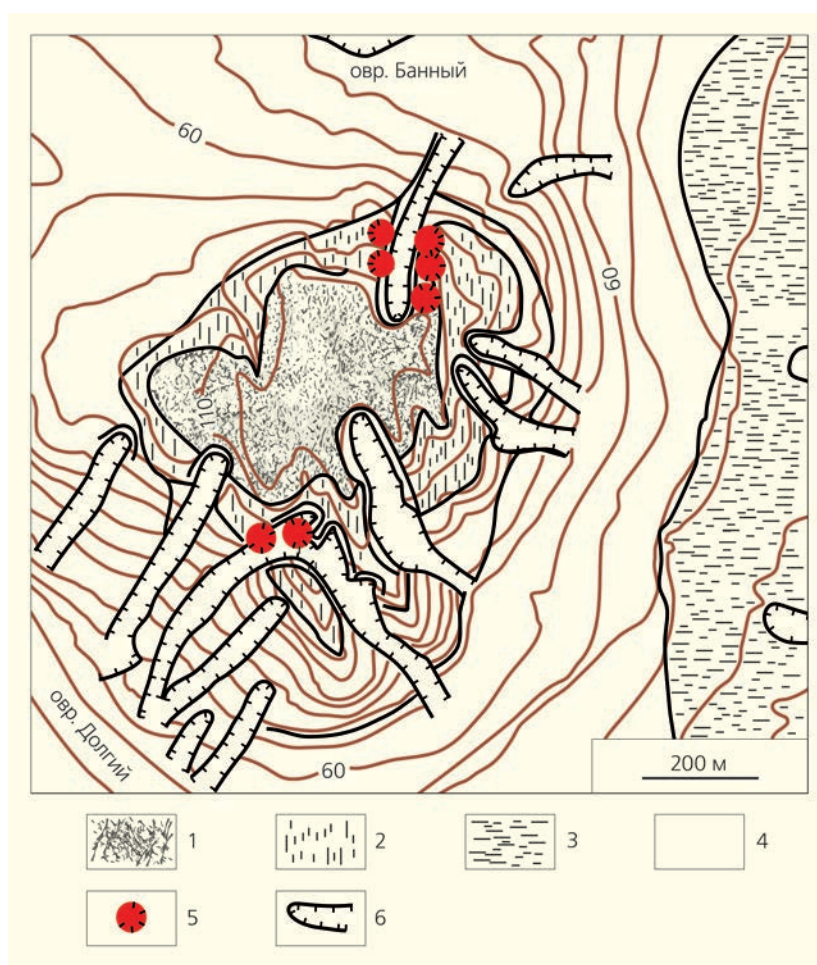
альных могил покоится прах более 34,5 тыс. воинов. *Нельзя допустить, чтобы история нашего народа, сплав твердости, добытый в горниле военных лет, ускользали из памяти потомков. Не опираясь на прошлое своей страны, своего родного края, невозможно построить будущее**.

* Сталинградская битва. Июль 1942 — февраль 1943: Энциклопедия / Ред. М.М.Загорулько. Волгоград, 2012. С.4.

В 2013 г. мемориальный комплекс на Мамаевом кургане зарегистрирован в предварительном списке Всемирного наследия ЮНЕСКО от России. Комплекс соответствует трем критериям Всемирного наследия: шедевр творческого гения человека (I критерий наследия), уникальные здания или архитектурный ансамбль, включая ландшафт, связанные с важнейшими веками в человеческой истории (IV критерий) и как связанный с событиями, имеющими универсальную значимость (VI критерий) [3]. Ныне Мамаев курган — единый культурный ландшафт, для музеефикации которого разработан и принят ряд законодательных актов на федеральном и региональном уровнях*.

До войны местные жители называли эту местность «бугор», что на языке волжских татар звучало как «мамай». Во время Сталинградской битвы во всех военных документах стратегический холм именовали «Высота 102». Слово «курган» по отношению к данной местности впервые применили военные корреспонденты газет «Правда» и «Красная звезда», после чего оно вошло во все документы.

Мамаев курган — доминирующая над северной и центральной частями Волгограда возвышенность, что и определило ее стратегическую и тактическую значимость и потенциальную возможность стать полем битвы. Подобное значение холм имел еще со Средневековья. Он был действительно замечательным местом для наблюдения за тем, что происходит на Волге, чем ордынцы, а позднее и русские воины пользовались — на его вершине находились сторожевые посты. В нескольких десятках километров ниже по течению Волги в XIII–XV вв. находилась ханская ставка г.Сарай-Берке. Ордынцы небезосновательно считали, что надежный караул на данной стратегической возвышенности может легко контролировать Волгу и Волго-Донскую переволку, тем самым обезо-



Геоморфологическая схема Мамаева кургана [5; 11]. Условные обозначения: 1 — неогеновые ергенинские пески (N_1^{er}), 2 — палеоген-неогеновые майкопские глины ($P N_1^{mk}$), 3 — четвертичные хвалынские глины ($Q_3^{hv_1}$), 4 — четвертичные делювиальные отложения (Q_3^{ab}), 5 — оползни, 6 — овраги.

пасив столицу Золотой Орды от внезапных нападений**. На самом кургане доказательств пребывания ставки хана Мамайя не обнаружено.

Натурные наблюдения, анализ картографических и литературных источников свидетельствуют, что особенности битвы за курган определялись в первую очередь его рельефом. В геолого-геоморфологическом отношении это изолированный с трех сторон достаточно крутыми склонами эрозионный останец Приволжской возвышенности. Он приурочен к денудационной ступени майкопских и киевских глин и изрезан многочисленными оврагами и промоинами. Со стороны Волги он ограничен довольно крутыми уступами к террасе, связанной с хвалынской трансгрессией Каспийского моря (около 80–40 тыс. лет назад). Воды трансгрессии «подрубали» склон Приволжской возвышенности, об-

* Постановление главы администрации Волгоградской обл. от 04.06.2007 №942 «Об утверждении границ зон охраны Мамаева кургана, места ожесточенных боев в 1942–1943 гг., — объекта культурного наследия федерального (общероссийского) значения».

** Лаццилин Б.С. На родных просторах. Записки краеведа. Волгоград, 1963.

разовав абразионную террасу на абсолютных отметках +30–45 м. Именно на ней расположился Царицын*, а позднее — центральные и северные районы Сталинграда (Волгограда). Трансгрессия вошла в дохвалынские балки и небольшие речные долины, расширив их и оставив коричнево-бурые глины, которые геологи и местные жители называют шоколадными. Курган расположен в нескольких километрах от центра города, с юга он ограничен оврагами Долгим и Крутым, а с севера — Банным. Курган окружен множеством более мелких оврагов и балок, часть которых в настоящее время засыпана. Современная высота кургана над уровнем Волги составляет 113 м, над окружающей территорией — 60–70 м, над уровнем Мирового океана — 102 м [4, 5].

Подножие кургана сложено из плотных и водонепроницаемых песчаных опоконидных глин, в привершинной его части вклиниваются пласты песка. Почвенный покров образован светло-каштановыми супесчаными или солонцовыми почвами, покрытыми поlynно-злаковой растительностью; в эрозионных понижениях древесно-кустарниковая растительность, в основном дубы, клены и вязы. Местами встречаются солончаки. Исторические данные свидетельствуют, что такой же вид он имел и в эпоху Золотой Орды. В предвоенные годы работники Сталинградской лесомелиоративной станции провели озеленение кургана [6, 7].

Вот как описал Мамаев курган довоенного периода участник Сталинградской битвы В.П.Некрасов в повести «В окопах Сталинграда»: *Он плоский и некрасивый. Молоденькие деревца, насаженные рядами. Люся говорит, что здесь предполагалось разбить парк культуры и отдыха. Возможно, когда-нибудь здесь и будет красиво, но пока что малопривлекательно. Какие-то водонапорные башни, сухая трава, редкий, колючий кустарник. Но вид отсюда действительно замечательный. Большой город прижался к самой реке. Каменное нагромождение новых домов, возвышающееся над деревянными постройками, облепившими его со всех сторон. Покосившиеся, подслеповатые, они лежатся*

*вдоль оврагов, ползут к реке, вылезают наверх, втискиваются между железобетонными корпусами заводов. Заводы большие, дымные, грохочущие кранами, паровозными гудками. «Красный Октябрь», «Баррикады» и совсем далеко на горизонте корпуса Тракторного. Там свои поселки — белые, симметричные корпуса, маленькие, поблескивающие этернитовыми крышами коттеджи. И за всем этим Волга — спокойная, гладкая, такая широкая и мирная, и кудрявая зелень на том берегу, и выглядывающие из нее домики, и фиолетовые совсем уже дали**.*

Мемуары участников битвы, рассказы очевидцев, кадры кинохроники и фотоматериалы свидетельствуют, что морфологические элементы ландшафта кургана оказали огромное влияние на битву в городе. Еще до начала боев это осознали и германское командование, проведя детальную аэрофотосъемку местности. До 12 сентября 1942 г. на вершине кургана располагался командный пункт 62-й армии, но после прорыва немецких войск в центр Сталинграда он был перенесен ближе

** Некрасов В.П. В окопах Сталинграда: Повесть, рассказы. М., 1989. С.56.



Немецкий аэроснимок Мамаева кургана и его окрестностей. 23 августа 1942 г. На снимке отмечены: 1 — лесные полосы, 2 — водонапорные баки на вершине Мамаева кургана, 3 — железная дорога, 4 — жилая застройка, 5 — металлургический завод «Красный Октябрь».

Здесь и далее фото из фондов музея-заповедника Сталинградской битвы

* В 1589 г. город был основан на волжском острове, но в 1615 г. укрепления Царицына были заново отстроены на правом, «крымском» берегу Волги.

к Волге. Бои за обладание курганом начались 13 сентября, на следующий день нацисты захватили его вершину. Встречное сражение продолжалось на склонах кургана 135 дней и унесло жизни более 30 тыс. советских воинов. Вершина кургана была освобождена 13 января 1943 г., и лишь 26 января, пройдя несколько сотен метров, наши воины вышли к северо-западному подножию кургана и соединились с советскими войсками, наступавшими с запада. На этом месте установлен на постаменте танк Т-34 №18 из колонны «Челябинский колхозник», ставший составной частью мемориального комплекса*.

На территории между Ельшанкой и Сухой Мечеткой город был разрушен настолько, что по развалинам не всегда угадывалось направление бывших улиц. О масштабах разрушения говорят и такие числа: только с площадки Тракторного завода вывезено 9 тыс. вагонов обломков и мусора и 20 тыс. вагонов покореженного металла. При восстановлении города была использована только незначительная часть обломков зданий. Основная же их масса была раздроблена, свалена в мелкие овраги и промоины (в том числе и на склонах Мамаева кургана) или рассеяна и спланирована, образовав новую поверхность на 0.1–2 м выше прежних отметок [8].

Средняя глубина разрушения приповерхностного слоя земли взрывами мин, бомб и снарядов крупных калибров достигает 1.5–4 м. Ниже эпицентров взрыва возникло существенное уплотнение горных пород вдоль полусферической по-



Мамаев курган и центральная часть Сталинграда. Съемка с немецкого бомбардировщика. Сентябрь 1942 г.

верхности дна воронки с обрамляющим прогибанием границ слоев. Это до сих пор хорошо прослеживается в стенках траншей и строительных котлованов в окрестностях Мамаева кургана. В северных районах города (от Советского до Тракторозаводского) в пределах хвалынской абразионной террасы (на ней расположена прибрежная часть города, здесь прочные полускальные палеогеновые песчано-алевритовые породы залегают близко от поверхности) глубина воронок достигает 2–4 м. На такой же глубине застряли и неразорвавшиеся фугасы [8].

Идея увековечить память о героях Сталинградской битвы возникла сразу после ее окончания, и у ландшафта появилась новая функция — мемориальная, с того времени природно-культурный каркас Мамаева кургана и его топонимическая структура стали развиваться исключительно в этом направлении. Первый памятник павшим

* Сталинградская битва. Июль 1942 — февраль 1943: Энциклопедия / Ред. М.М.Загоруйко. Волгоград, 2012.



Вершина Мамаева кургана после окончания Сталинградской битвы. Февраль 1943 г.

героям, скромный обелиск на братской могиле, был установлен 8 февраля 1943 г. В 1945–1955 гг. проходили всесоюзные конкурсы на проект мемориала. В итоге вести разработку окончательно проекта было поручено коллективу скульптора Вучетича. Совет министров СССР 25 января 1958 г. принял Постановление №100 о строительстве в Сталинграде памятника-ансамбля. Технический проект Вучетича был одобрен исполкомом Сталинградского областного совета депутатов трудящихся (Решение №1 1/240).

После окончания Сталинградской битвы и до начала строительных работ курган являл собой огромный черный холм, в теплое время года на нем не росла даже трава, в холодное — быстро таял снег. Саперами было на нем обезврежено более 40 тыс. снарядов, авиабомб и мин. Плотность огня здесь была колоссальной: на 1 м² приходилось около 1200–1400 пуль и осколков. Масштабные земляные работы на склонах кургана начались в 1959 г. Два года осуществлялось формирование контуров строительной площадки: насыпался грунт под основание монумента «Родина-мать зовет!», сооружались дамбы, противоэрозионные террасы, подготавливались земляные площадки на месте будущих площадей, эспланада, насыпное основание главного фундамента. Засыпались белигеративные формы рельефа (воронки от взрывов, окопы, рвы, насыпи). Всего было перемещено до миллиона кубических метров грунта, в том числе под главным монументом 150 тыс. На склонах кургана и ныне местами сохранились полужасыпанные окопы, воронки и дот (долговременная огневая точка), расположенный на юго-восточном склоне в сторону бывшего нобелевского нефтесиндиката и Парка вдов (вырубленного летом 2017 г. при облагораживании территории Центрального стадиона к чемпионату мира по футболу 2018 г.).

Заглубление окопов, траншей, рвов, блиндажей редко превышало 2 м, но встречаются убежища с большей глубиной, особенно в бортах оврагов, в том числе засыпанных после войны, а также вдоль берега Волги. Так, на западном склоне Мамаева кургана при строительстве торгового комплекса в начале XXI в. был обнаружен немецкий бетонированный блиндаж, заглубленный на 7–8 м. Вместо разрушенного почвенного слоя почти повсеместно образовался слой насыпного грунта, состоящего из битого кирпича, пепла, штукатурки, осколков стекла, которые были смешаны с грунтом и бытовым мусором, включая медленно разлагающиеся растительные остатки. Толщина такого слоя достигает 0,5–2,5 м, а в пределах засыпанных овражков — в несколько раз больше [8].

В ходе самой битвы и при последующем восстановлении в городской черте возник особый техногенный слой крайне неоднородных супесчано-суглинистых грунтов, уложенных хаотично, без контроля механического и химического состава и плотности, которые содержат множе-

ство органических останков и разнообразные металлические фрагменты (осколки снарядов и бомб, огнестрельное оружие, остатки бронетехники, арматуру построек и т.д.). В состав этого слоя входят также древесные остатки, останки воинов и мирных граждан, животных (лошадей и крупного рогатого скота), перемешанные с горными породами во время боевых действий. Их объем не поддается учету — только за три часа варварской бомбежки 23 августа 1942 г. в городе было убито около 40–45 тыс. мирных граждан, а на Мамаевом кургане и в его окрестностях с середины сентября 1942 г. погибло не менее 30 тыс. советских воинов.

Для завершения строительства всего мемориального комплекса потребовалось около девяти лет. Творческому коллективу удалось решить все поставленные перед ним задачи. Во-первых, успешно расположить все объекты мемориала на местности со сложным рельефом; во-вторых, художественными средствами архитектуры и скульптуры рассказать о масштабах Сталинградского сражения и героизме воинов; в-третьих, добиться гармоничного сочетания всех частей мемориала друг с другом, с окружающим ландшафтом, с близлежащей застройкой Сталинграда [7].

Ансамбль-памятник располагается на территории площадью в 26 га, это огромная архитектурно-скульптурная композиция, связанная общим замыслом и идеей. Начиная от проспекта Ленина, монументы и сооружения мемориального комплекса протянулись на 1,5 км до главного из них. Территория ансамбля состоит из ряда террас и площадей, постепенно поднимающихся от подножия холма до его вершины. Памятник композиционно составлен из архитектурных звеньев, как бы нанизанных на общую ось. Друг за другом, один уровень сменяется другим, по мере подъема появляются все новые составляющие композиции. Верхняя смотровая площадка у основания скульптуры «Родина-мать зовет!» находится на высоте 78 м относительно входа в мемориал с проспекта Ленина. Несет смысловое значение и озеленение территории: здесь высажены типичные для России деревья, прежде всего это ель и береза, террасированные склоны закреплены посадками вяза [7]. Лесомелиорация превратила курган в лесной оазис, самую зеленую часть города, окруженную сухостепными и полупустынными ландшафтами.

Комплекс состоит из девяти частей*: вводной композиции-горельефа «Память поколений», аллей пирамидальных тополей, площади «Стоять насмерть», стены-руины, площади Героев, монументального рельефа, зала Воинской славы, площади Скорби и главного монумента «Родина-мать зовет!» [9]. К 50-летию Победы открылось воин-

* Сталинградская битва. Июль 1942 — февраль 1943: Энциклопедия.



Панорамная съемка осевой части памятника-ансамбля «Героям Сталинградской битвы».

ское мемориальное кладбище, где перезахоранивают останки воинов, которые находят поисковые отряды. В 2005 г. здесь появился храм Всех Святых, что превращает Мамаев курган в мемориально-исторический сакральный ландшафт.

Сам выбор темы и выбор проектного решения сразу придали памятнику-ансамблю на Мамаевом кургане исключительную значимость. Прошедшие полвека со дня открытия мемориала подтвердили его непреходящую художественную и социально-культурную ценность. Архитектурно-градостроительный ансамбль подчинил себе огромное, простирающееся до горизонта пространство [10].

Наряду с выполнением мемориальной функции ландшафт развивался в соответствии с нуждами народного хозяйства. Так, восточный склон кургана прорезан железной дорогой Волгоград—Москва, восточнее ее находится проспект Ленина — вторая по грузо- и пассажиропотоку магистраль. Западный склон ограничен Второй Продольной — самой длинной улицей России, общая протяженность которой более 55 км. Восточнее нее находится ретрансляционная вышка и комплекс зданий телерадиокомпании «Волгоград-ТРВ». В послевоенные годы значительную часть оврагов и балок, начинавшихся на кургане, засыпали. А на склонах устроили террасы и озеленили их, поэто-

му на современных фотографиях они не кажутся такими крутыми, как на предвоенных снимках. Со всех сторон курган окружен жилой застройкой и корпусами промышленных предприятий.

Комплекс «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом кургане представляет собой мемориальный ландшафт мирового значения. К сожалению, ни одно поле битвы пока не включено во Всемирное наследие, поскольку этот тип наследия воспринимается Комиссией Всемирного наследия как включающий в себя пропаганду насилия, что несовместимо с миссией ЮНЕСКО и ценностями Всемирного наследия [1]. Тем не менее, в 2013 г. мемориальный комплекс был включен в предварительный перечень объектов наследия ЮНЕСКО от Российской Федерации. Важнейший аргумент для включения данного объекта в Список наследия — поля сражений должны напоминать нынешнему и будущему поколениям об ужасах войны, они немой пример борьбы против насилия, за проведение политики только мирными средствами. Есть прецеденты включения близких по духу объектов. В частности, это места массового геноцида мирного населения (концлагерь Освенцим, или Аушвиц, в Польше), места первого применения ядерного оружия (Хиросима, Япония) или его испытания (атолл Бикини, Маршалловы о-ва).

* * *

Мамаев курган, как ландшафтная форма, прошел ряд этапов в своем развитии, начиная с эпохи Золотой Орды до наших дней. Сначала природное геоморфологическое образование — стратегический курган — эрозионный останец, с которого визуально контролировалась р.Волга и частично

Волго-Донская переволока. Потом природно-лесомелиоративная террасированная территория (1920–1930-е годы). Затем беллигеративный объект, изрытый воронками, траншеями, блиндажами и дзотами (в 1942–1943 гг. и до середины 1950-х). И наконец, военно-мемориальный комплекс (с 1958–1959 гг. по наше время, хотя отдельные элементы датируются 1943 г.) [11]. ■

Литература / References

1. Кулешова М.Е. Бородинское поле: роль ландшафта в Бородинском сражении и формировании объекта наследия. Известия Русского географического общества. 2013; 145(4): 1–12. [Kuleshova M.E. Borodino Field: a landscape role in the Borodino battle and formation of an object of Heritage. Proceedings of the Russian Geographical Society. 2013; 145(4): 1–12. (In Russ.)]
2. Кулешова М.Е. Культурные ландшафты в Списке объектов Всемирного наследия. Известия РАН. Сер. геогр. 2007; 3: 7–17. [Kuleshova M.E. Cultural landscapes in the List of World Heritage. News of RAS. Geography. 2007; 3: 7–17. (In Russ.)]
3. Князев Ю.П. Всемирное природное и культурно-природное наследие ЮНЕСКО: Учеб. справ. пос. Волгоград, 2011. [Knyazev Yu.P. Of World natural and cultural heritage and natural heritage UNESCO: Training and reference manual. Volgograd, 2011. (In Russ.)]
4. Брылёв В.А. Эволюционная геоморфология юго-востока Русской равнины: Монография. Волгоград, 2005. [Brylev V.A. Evolutionary geomorphology of the South-East of the Russian plain. Volgograd, 2005. (In Russ.)]
5. Брылёв В.А., Корхова Ю.А. Древние и современные оползни Нижнего Поволжья и факторы их образования. Геоморфология. 2010; 4: 37–46. [Brylev V.A., Korkhova Yu.A. Ancient and modern landslides of the Lower Volga region and factors of their formation. Geomorphology. 2010; 4: 37–46. (In Russ.)]
6. Корчатов А.Т. Сталинградская лесомелиоративная станция. М., 1950. [Korchatov A.T. Agroforestry station in Stalingrad. Moscow, 1950. (In Russ.)]
7. Семенюткина А.В., Костюков С.М., Хужахметова А.Ш. Концептуально-методологические аспекты обновления зеленого фонда Мамаева кургана. Ландшафтная архитектура и садово-парковое и ландшафтное строительство: современные проблемы. Мат. между. науч.-практ. конф. Воронеж, 2009: 185–189. [Semenyutkina A.V., Kostyukov S.M., Khusakmetova A.S. Conceptual and methodological aspects of upgrading the green Fund Mamayev Kurgan. Landscape architecture and landscape gardening and landscape construction: modern challenges: Materials of international scientific-practical conference. Voronezh, 2009: 185–189. (In Russ.)]
8. Самусь Н.А., Игнатенко О.Н., Самусь А.Н. Сталинградская битва: военные воздействия на геосреду города Волгограда. Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». 2017; 2: 7–10. [Samus N.A. Ignatenko O.N., Samus A.N. The battle of Stalingrad: the military impact on geomedium city of Volgograd. Electronic scientific-educational journal WGSU «The Edge of knowledge». 2017; 2: 7–10. (In Russ.)]
9. Мамаев курган — главная высота России (Ред. Т.А.Приказчиков). Волгоград, 2011. [Mamayev Kurgan — the main height of Russia (Ed. T.A.Prikazchikov). Volgograd, 2011. (In Russ.)]
10. Антюфеев А.В., Остробородов В.Б., Таран А.С. Перспективы развития территории мемориального комплекса на Мамаевом кургане в Волгограде. Великая Отечественная война 1941–1945 гг. в судьбах народов и регионов. Казань, 2015: 500–508. [Antyufeev V.A., Ostrobodov V.B., Taran A.S. Prospects of development of the territory of the memorial complex at Mamaev Kurgan in Volgograd. The Great Patriotic war of 1941–1945 the destinies of peoples and regions. Kazan, 2015: 500–508. (In Russ.)]
11. Брылёв В.А., Дедова И.С., Дьяченко Н.П. и др. Геоморфология Волгоградской области: коллективная монография. М., 2017. [Brylev V.A., Dedova I.S., Dyachenko N.P. et al. Geomorphology of the Volgograd region: collective monograph. Moscow, 2017. (In Russ.)]

Mamayev Kurgan — the natural and memorial landscape and the object of Cultural Heritage

V.A.Brylev¹, Yu.P.Knyazev¹

¹Volgograd State Social and Pedagogical University (Volgograd, Russia)

The article considers the role of the Mamayev Kurgan in the Battle of Stalingrad and the subsequent formation on its territory of a military memorial cultural landscape «Heroes of the Battle of Stalingrad» which determined a radical change in the Great Patriotic War and is recognized as an important milestone in the history of mankind.

Keywords: cultural landscape, memorial landscape, a UNESCO World Heritage site, the Battle of Stalingrad, beligerent relief.

Разделенная судьба — неделимая жизнь

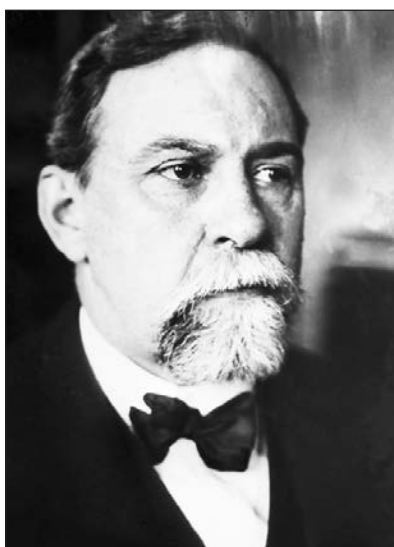
К 150-летию со дня рождения академика В.Н.Ипатьева

На обелиске кладбища в Нью-Джерси (США) выбиты слова «Русский гений Владимир Николаевич Ипатьев, изобретатель высокооктанового бензина». К сожалению, на родине это утверждение стало общеизвестным относительно недавно.

Научное наследие В.Н.Ипатьева огромно и многогранно. Первые шаги на пути к химическим наукам он сделал самостоятельно во время учебы в Михайловском артиллерийском училище, перечитывая труды А.Кольбе, Д.И.Менделеева, Н.А.Меншуткина, К.Фрезениуса. О прирожденной любви В.Н. к химии свидетельствуют следующие факты. После окончания училища в 1889 г. он получил пособие на приобретение офицерского имущества, но значительную часть средств истратил на оборудование для домашней химической лаборатории. Поступив в Михайловскую артиллерийскую академию, В.Н. за свой счет приобрел дополнительные приборы для химической лаборатории академии.

В этой лаборатории Владимир Николаевич исследовал образцы стали, используемой для изготовления орудий. Полученные результаты были опубликованы в «Артиллерийском журнале» за 1892 г. Материалы первой научной работы В.Н., называвшейся «Опыт химического исследования структуры стали», были доложены на заседании отделения химии Русского физико-химического общества. Его председатель — Менделеев — одобительно отозвался о работе Ипатьева, что окрылило его и утвердило в правильности выбранного им жизненного пути.

После окончания Михайловской артиллерийской академии перед В.Н. встала задача подготовки диссертации. Для выбора ее темы он обратился за советом к А.Е.Фаворскому (тогда приват-доценту Санкт-Петербургского университета), который настоятельно рекомендовал изучать органическую химию, в частности провести исследование



В.Н.Ипатьев (1867–1952).

реакций непредельных углеводов. Всего за два года В.Н. подготовил ассистентскую диссертацию и представил ее к защите. Часть этой работы, которая касалась присоединения НВг к олефинам против правила Марковникова, была удостоена малой Бутлеровской премии.

Следующий этап накопления опыта в области органической химии проходил под руководством знаменитого ученого А.Байера во время стажировки в Мюнхенском университете. Здесь Ипатьев в короткий срок решил задачу, связанную с пространственной изомерией таких сложных природных соединений, как терпены. Далее он установил структуру изопрена и впервые осуществил его синтез, что име-

ло огромное значение для получения полного аналога натурального каучука.

Вернувшись домой, В.Н. продолжил свои исследования и в 1899 г. защитил научную работу на звание профессора. Далее его научные интересы оказались связанными с превращениями органических соединений в присутствии катализаторов. В частности, он обнаружил каталитическую активность железа в дегидрировании спиртов и их дегидратацию на оксиде алюминия. Используя в качестве катализатора порошок алюминия, В.Н. впервые показал возможность получения бутадиена из этилового спирта. Позднее С.В.Лебедев, основываясь на этих результатах, усовершенствовал каталитические системы, которые повышали выход бутадиена. Это привело к созданию в СССР промышленного производства синтетического каучука.

В начале XX в. Ипатьев совершил грандиозный прорыв в области превращений органических и неорганических соединений путем проведения реакций при высоких давлениях. Им были преодолены огромные экспериментальные трудности, связанные с обеспечением герметичности и безопасности реактора при высоких температурах и давлениях. После долгих изысканий В.Н.

сконструировал удобный и надежный в эксплуатации реакционный аппарат для проведения реакций при давлениях до 1000 атмосфер и температурах до 500°C. По-видимому, этот успех был достигнут благодаря глубоким знаниям в артиллерийском деле. Известный во всем мире реактор, получивший название «бомба Ипатьева» (по современной терминологии — автоклав), до сих пор не претерпел существенных изменений.

Автоклавы открыли новую эпоху в проведении реакций под давлением. В.Н. получил большой массив новых результатов, показавших решающее влияние давления на характер протекания разнообразных химических превращений. Например, была установлена возможность проведения прямой и обратной реакций: дегидрирование спиртов и гидрирование альдегидов. А спирты в значительной степени превращались в парафины в результате гидрирования образующихся непредельных углеводородов.

Ипатьев широко использовал различные катализаторы, что давало возможность усиливать эффект высоких давлений и регулировать селективность процессов. Особенно ярко это проявлялось при использовании порошкообразных катализаторов (как простых, так и сложных), в частности, для гидрирования стабильных ароматических соединений (бензола, фенола, нафталина, антрацена, флуорена), а также солей ароматических кислот. В.Н. впервые обнаружил положительное влияние различных добавок (промоторов) на активность основного компонента.

В 1912 г. В.Н. осуществил гидрирование моно- и полисахаридов в многоатомные спирты (давление 100 атм, температура 130°C, катализаторы — палладий или никель). Высокие показатели процесса (полная конверсия сахаридов при почти стопроцентной селективности по целевым продуктам) позволили реализовать его в промышленности. Значительный вклад В.Н. внес в усовершенствование переработки жидких растительных масел в твердые жиры.

Большое внимание Ипатьев уделял превращениям углеводородов различных классов. Он впервые провел термополимеризацию этилена с получением высокомолекулярных продуктов, имеющих резиноподобный характер, — аналогов современного полиэтилена. При использовании в качестве катализатора хлорида алюминия этилен полимеризовался даже при комнатной температуре, образуя продукты в виде двух слоев: более легкого верхнего и более густого и высокоплавкого нижнего. Можно считать, что это было началом последующих разработок процессов получения полимербензинов и смазочных масел. В.Н. постоянно проявлял интерес к проблемам нефти, показывая пути термического и каталитического крекинга углеводородов.

Ипатьев выполнил большой цикл исследований по превращению неорганических соедине-

ний. Он показал возможность вытеснения металлов из солей при высоких давлениях водорода. Это было сделано на целом ряде солей меди, цинка, кадмия, ртути, висмута, кобальта, никеля и др. В.Н. выявил закономерности протекания этих реакций, варьируя давление водорода и температуру. Он также осуществил восстановление серной кислоты до сероводорода и серы; фосфорной кислоты до различных модификаций фосфора, в том числе фиолетово-черного с высокой плотностью.

Деятельность Ипатьева охватывала не только научные изыскания, но и преподавательское дело. Он написал ряд учебников, среди которых «Основные законы химии», «Неорганическая химия» (книга выдержала восемь изданий), «Органическая химия» (четыре издания). Ученый получил много почетных наград, в частности престижную Бутлеровскую премию, а в 1916 г. был избран действительным членом Российской императорской академии. Позднее ему было присвоено звание генерал-лейтенанта. О мировом признании значимости работ Ипатьева говорит то, что он был избран членом Парижской и Берлинской академий, а также стал почетным доктором нескольких университетов мира.

Ипатьев обладал огромным организационным талантом, что особенно проявилось в годы Первой мировой войны. Организовав и возглавив Химический комитет при Главном артиллерийском управлении, он проводит колоссальную работу по строительству заводов для производства серной и азотной кислот. Много сил он уделил процессам ректификационного выделения ароматических соединений из нефтяного сырья и каменноугольных смол. Это позволило в полной мере обеспечить русскую армию взрывчатыми веществами. В.Н. предложил использовать бензол и толуол в качестве добавок к бензиновым фракциям для повышения их октанового числа.

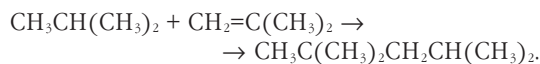
После революции 1917 г. Ипатьев, внутренне не разделяя идей большевизма, остался верен служению науке на благо Родины. Он трижды встречался с В.И. Лениным и обсуждал с ним перспективы развития российской химической промышленности. В.Н. был назначен членом Президиума Высшего совета народного хозяйства, Госплана и Наркомата по военным делам. Наряду с активной работой по реконструкции химической промышленности он создает и возглавляет новые научные учреждения (Государственный институт прикладной химии, Государственный институт высоких давлений и др.), развивая собственную научную школу. В 1927 г. В.Н. Ипатьев стал лауреатом Ленинской премии за работы по катализу в условиях высоких давлений.

В июле 1930 г. В.Н. Ипатьев вместе женой выехал за границу, как потом оказалось, навсегда, но он всегда надеялся на возможность возвращения на Родину. В эти грозные годы, когда проводи-

лись аресты коллег, сотрудников, друзей Ипатьева, обвинявшихся в шпионаже, саботаже, вредительстве, у него возникли самые худшие предчувствия.

В Германии В.Н. познакомился с представителем фирмы «Universal Oil Products Company» (UOP), который пригласил посетить эту фирму. Ее президент предложил ученому организовать лабораторию для изучения каталитических превращений нефтяных углеводородов. Заключая контракт с UOP, В.Н. оговорил условие, согласно которому все его разработки в США бесплатно становятся собственностью СССР. По настоянию ученого лабораторный корпус был перестроен с учетом проведения в нем каталитических опытов при высоких давлениях. В.Н. считал, что для будущего крекинга нефти необходимо сочетать основную процесс с использованием побочных продуктов — газообразных углеводородов.

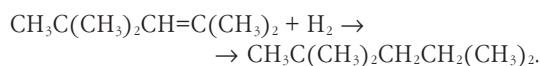
В основу исследований, начатых в UOP, были положены прежние результаты, полученные в России. Первый успех был достигнут при изучении полимеризации олефинов отходящих газов крекинга на кислотных катализаторах, которые были созданы В.Н. еще в первое десятилетие века. Чрезвычайно важным открытием стала реакция алкилирования парафинов олефинами на хлориде алюминия. Если исходными соединениями были изобутан и изобутилен, то продуктом является изооктан (2,2,4-триметилпентан), который имеет октановое число, равное 100:



Еще одно очень важное достижение было сделано Ипатьевым в результате проведения димеризации изобутилена:



Образующийся изооктен подвергают гидрированию, что дает целевой продукт — изооктан:



Эти результаты можно считать венцом самоотверженной научной работы, которую Ипатьев проводил на протяжении многих десятилетий в области каталитических превращений большого числа органических соединений при высоких давлениях.

Изооктан, благодаря своим антидетонационным свойствам, служит прекрасным топливом для двигателей внутреннего сгорания, увеличивая их производительность и время работоспособности.

В США с учетом стратегии Ипатьева были вскоре построены заводы по производству этого высокоценного продукта. Во время Второй мировой войны союзники использовали его в качестве авиационного бензина, что позволяло английским и американским самолетам резко повышать скорость и сокращать время набора высоты и давало большие преимущества перед немецкой авиацией, обеспечивая союзникам господство в воздухе. Таким образом, научные открытия Ипатьева внесли весомый вклад в разгром фашистской Германии. Специальным решением Правительства США были отмечены заслуги В.Н. в разработке промышленных процессов производства авиационных бензинов.

Интенсивные исследования в UOP Ипатьев сочетал с подбором материалов по результатам своей работы, которые регулярно высылал в СССР. В 1936 г. по распоряжению Академии наук СССР была издана фундаментальная монография В.Н.Ипатьева «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях». Значительная часть этой книги посвящена каталитическим превращениям углеводородов. Ипатьев с гордостью писал: «Мои научные исследования внесли новую струю в область химии углеводородов и, безусловно, окажут большое влияние на дальнейшее развитие нефтяной промышленности». Но в конце того же года на Общем собрании Академии наук СССР было принято постановление о лишении Ипатьева звания академика. В январе 1937 г. Центральный исполнительный комитет СССР лишил его советского гражданства и навсегда запретил въезд в СССР. Имя Ипатьева — автора более 400 научных работ и около 300 патентов, лауреата Ленинской премии — на многие годы было предано забвению.

22 марта 1990 г. по инициативе бюро Отделения общей и технической химии (академик-секретарь О.М.Нефедов) Общее собрание АН СССР приняло Постановление о посмертном восстановлении В.Н.Ипатьева в числе своих действительных членов. В 1994 г. была учреждена премия его имени в области технической химии.

Россия помнит гениального русского ученого Владимира Николаевича Ипатьева и гордится им.

Заканчивая это введение в подборку более подробных материалов, посвященных ученому, приятно подчеркнуть, что журнал «Природа» был среди первых изданий, которые вернули его имя читателям: статья историка науки доктора химических наук В.И.Кузнецова «Торжество таланта» вышла еще в феврале 1990 г.

© академик **М.П.Егоров,**

Н.Я.Усачев,

доктор химических наук,

Е.П.Беланова,

кандидат химических наук

Институт органической химии имени Н.Д.Зелинского

РАН (Москва, Россия)

Химические высоты академика Ипатьева

А.А.Матвейчук

Москва, Россия

Закончивший военные училища и академию В.Н.Ипатьев еще во время учебы серьезно заинтересовался химией. Начав с домашней химической лаборатории, он преуспел в экспериментах и был принят в Русское физико-химическое общество. Оставшись в Михайловской артиллерийской академии на преподавательской работе, Ипатьев продолжал свои исследования, стажировался в Европе, защищал диссертации, и за 10 лет превратился из химика-любителя в авторитетного специалиста. Период с начала XX в. до Первой мировой войны ознаменовался целым рядом достижений ученого, среди которых создание первого в химической практике устройства для применения высоких давлений, открытия в области катализа, проведение новых синтезов. А в военные годы он стал практически основателем отечественной нефтехимической промышленности. И продолжил свою научную и организаторскую работу после революции 1917 г. Однако со временем изменившаяся обстановка в стране вынудила его остаться за границей. Хотя в США научная карьера Ипатьева оказалась тоже блестящей, ученый до конца своих дней оставался русским патриотом и мечтал о возвращении на родину...

Ключевые слова: В.Н.Ипатьев, автоклав, катализ, синтез, нефтехимическая промышленность.

В начале февраля 1943 г. капитуляция под Сталинградом остатков немецкой армии во главе с фельдмаршалом Ф.Паульсом обозначила начало решительного перелома в ходе Второй мировой войны. В то же время на другом континенте, в США, за создание технологии производства 100-октанового авиационного бензина Владимир Николаевич Ипатьев был удостоен высшей награды этой страны в области авиации — премии Фосетт (Fawcett Aviation Award). Так был отмечен его личный вклад в борьбу всего прогрессивного человечества против фашистской Германии.

На пути научного становления

Владимир Ипатьев родился 9 (21) ноября 1867 г. в Москве в семье городского архитектора. Интерес к естественным наукам у него пробудился во время занятий в 3-м Московском кадетском корпусе. В ходе последующей учебы в Михайловском артиллерийском училище он самостоятельно и настойчиво осваивал основы химии. В 1889 г. поручик Ипатьев выдержал сложные конкурсные испытания и поступил в Михайловскую артиллерийскую академию, одно из старейших и престижных высших военно-учебных заведений России. Здесь он



Александр Анатольевич Матвейчук, кандидат исторических наук. Был главным редактором журнала «Oil of Russia» (1997–2010 гг.). Читал авторские курсы по истории отечественной нефтегазовой промышленности в Российском государственном университете нефти и газа имени И.М.Губкина и других ведущих московских вузах. Основные исследования посвящены истории нефтяной и газовой промышленности России. Лауреат премии имени И.М.Губкина (2006).

решил всерьез заняться наукой, оборудовав для этих целей домашнюю химическую лабораторию. Упорные и непрерывные занятия экспериментами не замедлили дать свои зримые результаты. В 1890 г. в Михайловской артиллерийской академии были напечатаны «Записки по качественному анализу» поручика Ипатьева, что стало основанием для его приема в члены авторитетного Русского физико-химического общества (РФХО). В то время президентом РФХО и одновременно председателем его Отделения химии был великий ученый-энциклопедист Д.И.Менделеев. В его рядах состояли светила российской химической науки: академики Ф.Ф.Бейльштейн, Н.Н.Бекетов, профессора В.В.Марковников, Д.П.Коновалов, К.И.Лисенко, А.К.Крупский, Н.А.Меншуткин, П.А.Ильенков, Н.А.Бунге, Г.Г.Густавсон, А.Е.Фаворский, А.М.Зайцев. Доклад поручика Ипатьева «Опыт химического исследования структуры стали» в марте 1892 г. был встре-

чен корифеями российской химии весьма благожелательно.

В мае 1892 г., с блеском сдав последний экзамен, Владимир Ипатьев окончил курс Михайловской артиллерийской академии и был оставлен там для преподавательской работы. С большим желанием и неумной энергией он приступил к работе на педагогическом поприще, не снижая в то же время высокого темпа экспериментальной исследовательской работы. Его первая лекция состоялась 17 сентября 1892 г. и была посвящена классификации неорганических соединений. Через год на основании своего лекционного курса он опубликовал учебное пособие «Основные законы химии», выдержавшее несколько изданий. В мае 1895 г. штабс-капитан Ипатьев успешно защитил диссертацию на звание «штатного преподавателя по химии» по теме «О действии брома на третичные спирты и бромистого водорода на ацетиленовые и алленовые углеводороды». Впоследствии за эту работу РФХО присудило ему «малую» премию имени академика А.М.Бутлерова. А в ноябре 1895 г. Ипатьев получил и первую государственную награду — орден Святого Станислава 3-й степени.

Научные достижения Ипатьева стали основой для решения руководства Михайловской артиллерийской академии отправить его «для усовершенствования в познаниях» за границу. В мае 1896 г. он переступил порог химической лаборатории в Мюнхенском университете, которой в те годы руководил будущий нобелевский лауреат профессор А.Байер. Плодотворные 10 месяцев работы молодого русского химика дали значимые результаты: был синтезирован в достаточных количествах карон (представитель класса терпенов), изучены продукты его окисления, а затем осуществлено важное исследование по синтезу и установлению строения изопрена. После стажировки в Германии штабс-капитан Ипатьев направился во Францию, где ему предстояло побывать в парижской Центральной лаборатории порохов и селитр и посетить ряд пороховых заводов.

В конце осени 1897 г. в Санкт-Петербурге вышла в свет монография Ипатьева «Строение и синтез изопрена», обобщившая первые результаты его научной стажировки за рубежом и получившая высокую оценку у членов РФХО. А на исходе следующего года он посетил Киев, где в стенах местного университета проходил X Съезд русских естествоиспытателей и врачей. На заседании Химической секции съезда был сделан доклад о результатах экспериментальных работ с алленовыми углеводородами, встреченный аплодисментами присутствующих ученых. Потребовалось еще полгода на завершение обширной программы экспериментальных работ, и в середине февраля 1899 г. Ипатьев успешно защитил научную работу на звание профессора химии Михайловской артиллерийской академии. Так за 10 лет он прошел путь от химика-любителя до признанного научным сообществом специалиста.

Раскрывая тайны гетерогенного катализа

В середине января 1901 г. на заседании Отделения химии РФХО уже подполковник Ипатьев сделал доклад «О пирогенетических контактных реакциях с органическими веществами», обозначивший гетерогенный катализ как новое направление своих исследований (с тех пор он стал главным делом его жизни). Следует подчеркнуть, что к тому времени каталитические реакции химика изучали уже на протяжении девяти десятилетий. Так, первую каталитическую реакцию получения виноградного сахара из крахмала открыл еще в 1811 г. академик Петербургской академии наук К.С.Кирхгоф. Успешно работали в этой области и современники Ипатьева: уже упомянутые Густавсон и Коновалов, а также французский химик профессор Тулузского университета П.Сабатье, удостоенный в 1912 г. Нобелевской премии. Однако в своих экспериментальных работах они уделяли основное внимание подбору и приготовлению разнообразных катализаторов, изучали влияние примесей на протекание реакций, связывая каталитическое действие лишь с ролью промежуточных соединений в процессе реакций, а выяснению в каталитическом процессе роли высоких температур и давлений особого значения не придавали. И здесь Ипатьев пошел непроторенной дорогой. Основным направлением его научной деятельности стало изучение явлений катализа при высоких температурах и давлениях.

В период 1901–1905 гг. Владимир Николаевич обстоятельно изучил терموкаталитические реакции превращения спиртов, предложив новые методы синтеза альдегидов, эфиров, олефинов, а позднее и диеновых углеводородов. Он осуществил синтез замещенных циклопропанов из 1,4-дибромолефинов и натриймалонового эфира, получивший название «реакция Ипатьева», установил каталитическую активность ряда металлов и оксидов металлов в дегидрогенизации спиртов при высоких температурах, доказал влияние степени дегидратации оксида алюминия на его каталитические свойства, показал возможность получения бутadiена из этилового спирта в присутствии алюминия и его оксида. Наряду с высокими температурами Ипатьев впервые в мире применил в гетерогенном катализе еще и высокое давление — до 600 атм и выше. Ученый обнаружил, что этот фактор имеет решающее значение при реакциях гидрирования и ароматических, и этиленовых углеводородов. Введение в каталитическую практику высокого давления потребовало революционной перестройки лабораторного оборудования. Владимир Николаевич сконструировал специальный аппарат, названный в химическом сообществе «бомбой Ипатьева», где имелись барометр и термометр для измерения давления и температуры. Он отмечал: «Причина, почему давление долгое время не вводили в круг изучения каталитических реакций, заключалась в том, что было очень труд-

но справиться с экспериментальной стороной исследования. Главная трудность заключалась в устройстве прибора, который можно было подвергать сильному нагреванию до 500–550°C, причем он должен выдерживать давление в несколько сот атмосфер». В дальнейшем это изобретение стало прототипом современных химических реакторов и автоклавов.

В 1904 г. в Санкт-Петербурге вышла в свет работа Владимира Ипатьева «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях: диссоциация в явлениях катализа», где были глубоко исследованы каталитические свойства оксида алюминия, ставшего впоследствии одним из самых распространенных в химии катализаторов. На примере реакций восстановления камфары в борнеол, дегидрации борнеола в камфен и гидрогенизации камфена в изокамфен, протекающих с помощью разных катализаторов, автор убедительно показал возможность совмещения окислительно-восстановительных и дегидратационных реакций в одном прямом процессе.

Прошло еще три года, и в конце декабря 1907 г., на I Менделеевском съезде, состоявшемся в Санкт-Петербурге после кончины классика, полковник Ипатьев представил впечатляющие результаты своей исследовательской работы по каталитической гидрогенизации многоядерных ароматических соединений. В своем докладе он упомянул о первой встрече с великим ученым весной 1890 г., когда тот в ходе продолжительной беседы дал ему, начинающему химику, символическую путевку в большую науку.

А еще через три месяца, 20 марта 1908 г., в Петербургском университете Владимир Николаевич с блеском защитил диссертацию на ученую степень доктора химии по теме «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях», в которой обобщил свои исследования 1901–1907 гг. Эта фундаментальная работа принесла ученому широкую известность не только в России, но и в ведущих европейских странах. В ней были заложены основы каталитических превращений органических веществ при высоких температурах и давлениях (экспериментальной базой послужили реакции деструктивного гидрирования олефиновых и ароматических углеводородов).

После защиты диссертации доктор химии Ипатьев, не снижая активности, продолжил цикл своих фундаментальных исследований по деструктивной гидрогенизации органических соединений. С 1909 г. в экспериментальных работах им



Генерал Владимир Ипатьев.

были использованы смешанные (промотированные) катализаторы, что позволило значительно расширить применение гетерогенного катализа в лабораторной практике. Тогда же он первым установил принципиальную возможность получения бутадиена (дивинила) из этилового спирта на алюминиевом катализаторе и определил, что хлориды цинка и алюминия значительно понижают температуру полимеризации этилена под давлением.

6 декабря 1910 г. императорским указом Ипатьев был произведен в чин генерал-майора, став первым в истории русским генералом, имеющим степень доктора химии. Следует упомянуть и еще о ряде его значимых достижений в области гетероген-

ного катализа в довоенный период. В 1913 г. ученый при давлении 70 атм и температуре 275°C получил полиэтилен в присутствии хлорида алюминия, а затем при вводе хлорида цинка обнаружил тяжелый полимер этилена. А через год он провел пирогенизацию паров различных органических веществ при большом добавочном давлении введенного извне водорода, что привело к насыщению им продуктов реакции. Научные достижения Ипатьева были отмечены его избранием 29 ноября 1914 г. членом-корреспондентом Императорской Санкт-Петербургской академии наук (по физическому разряду Физико-математического отделения), а чуть больше чем через год, 9 января 1916 г., он стал ординарным академиком.

Нефть на службе российской армии

1 августа 1914 г. в Санкт-Петербурге в семь часов вечера германский посол в России граф Пурталес вручил российскому министру иностранных дел декларацию об объявлении войны. В первые дни августа после оглашения высочайшего манифеста об объявлении войны во всех крупных городах России прошли массовые манифестации, лейтмотивом которых стал лозунг «Победа России и славянства». Большинство выступавших предрекали скорую победу «малой кровью» над германской армией. Однако уже через три недели разгром 2-й русской армии под командованием генерала А.В.Самсонова в Восточной Пруссии при Сольдау показал, что Россия вступила в полосу кровавого лихолетья не подготовленной к ведению полномасштабных боевых действий. По оценке генерал-майора Ипатьева, здесь сказалась неготовность военного ведомства к ведению длительной войны:

«Военное и морское ведомства, заготавливая запасы боевого снаряжения, совершенно не задумывались над вопросом о пополнении их во время войны и не учитывали, какой расход их потребуется во время боев... Непосредственно за объявлением войны выяснилось, что наши заводы взрывчатых веществ даже на ту небольшую производительность, которую они имели, лишены главного исходного продукта — толуола, запасы которого были весьма ничтожны, а выработка совсем не налажена».

Для военного руководства России стало неприятным открытием то, что для производства тротила был необходим в больших объемах исходный материал, так называемый «сырой» бензол, поставки которого до начала войны обеспечивали именно германские химические предприятия. С началом войны этот канал поставок сырья был закрыт, и отечественное производство боеприпасов встало перед проблемой острейшего дефицита взрывчатых веществ. Если в первой половине 1914 г. общая производительность всех российских заводов составляла до 5 тыс. пудов взрывчатых веществ в месяц, то в условиях начала интенсивных боевых действий заявка военного ведомства возросла сразу в 12 раз — до 60 тыс. пудов, а затем появилось и новое требование — обеспечить выпуск 165 тыс. пудов. И это при том, что бензольное производство в России попросту отсутствовало. Первоначальные надежды на помощь союзников не оправдались, впоследствии Ипатьев писал: «...мы могли получить из Америки лишь ничтожное количество толуола и тротила, причем должны были платить громадные деньги и притом в золоте». Поэтому надо было рассчитывать только на собственные силы, и в ноябре 1914 г. генерал-майор Ипатьев во главе комиссии Главного артиллерийского управления был командирован в Донбасс для «детального исследования всех коксовых фабрик Донецкого района», чтобы выяснить возможности приспособления коксового производства для военных целей. В результате он и его соратники разработали и предложили военному ведомству обоснованную программу решения бензольной проблемы. 6 февраля 1915 г. Ипатьев был назначен руководителем Комиссии по заготовке взрывчатых веществ при Главном артиллерийском управлении, которая приступила к организации ускоренного строительства в России бензольных производств. Под его пристальным личным контролем в сжатые сроки удалось построить первый «казенный» Кадиевский бензольный завод, который уже в сентябре 1915 г. дал первую продукцию. В последующие месяцы был введен в эксплуатацию Макеевский бензольный завод, а затем и еще 20 подобных производств.

Весенне-летняя компания 1915 г. сложилась крайне неудачно для русской армии: территории Литвы, Галиции, Польши были оккупированы противником. В этих условиях в качестве одной из причин этих поражений военным ведомством на-

зывалась нехватка снарядов. Вновь появились требования Главного артиллерийского управления об увеличении производства взрывчатых веществ, в частности тротила. Поскольку возможности коксобензольного производства были исчерпаны, внимание Комиссии по заготовке взрывчатых веществ было обращено на нефтяное производство. В июне 1915 г. в Особом совещании по обороне было принято решение о строительстве установок «по извлечению толуола из бензинов майкопского и грозненского месторождений». Для организации этого производства уже генерал-лейтенант Ипатьев вместе со штабс-капитаном И.Н.Аккерманом был командирован на Северный Кавказ, чтобы «составить проект извлечения из бензинов фракции богатой толуолом, а также проект нитровочных мастерских для нитрации толуола в монокристаллолуол». Благодаря их настойчивой деятельности в невыносимые для военного времени сроки толуоловые заводы в Екатеринодаре и Грозном были пущены в эксплуатацию уже в конце 1916 г.

Достигнутый успех позволил приступить к дальнейшему развертыванию работ в этом направлении. В своей книге «Жизнь одного химика» (1945) Ипатьев писал: «Комиссия решила развивать производство бензола из нефти, подвергая последнюю пирогенетическому разложению. Уже с начала 1915 г. в различных лабораториях велись опыты над разложением нефти при высокой температуре по методу, впервые предложенному Никифоровым и осуществленному в промышленном масштабе в Кинешме». К реализации этого проекта были привлечены: заведующий отделом неорганической химии Научно-технической лаборатории И.И.Андреев, директор Центральной химической лаборатории Министерства финансов доктор химии Н.Д.Зелинский, главный химик «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель» М.М.Тихвинский, заведующий химической частью завода «Нефтегаз» магистр химии С.В.Лебедев. Позднее Владимир Николаевич вспоминал: «Первые заводские опыты по пирогазации нефти были проведены нашей комиссией в Казани на городском газовом заводе... Дело было налажено в сравнительно короткое время, и на заводе стали добывать нефтяной бензол и толуол, которые по своим качествам были вполне пригодны для изготовления взрывчатых веществ... Установка на нем пирогазации нефти оказалась школой по этому вопросу и в значительной степени способствовала успеху устройства заводов в Баку». Затем было принято решение о строительстве там же сразу четырех толуоловых заводов. Строительство одного из них по проекту адъюнкт-профессоров Петербургского технологического института А.Е.Порай-Кошица и К.И.Смоленского осуществлял Бакинский военно-промышленный комитет при полном содействии Комиссии по заготовке взрывчатых веществ. В начале 1916 г. уже в новом для себя статусе академика Ипатьев посетил город и ознакомился

с ходом строительства этого завода. По его распоряжению с целью ускорения работ туда были откомандированы опытные специалисты: С.В.Лебедев, инженер Ю.П.Грожан и военный инженер Н.Д.Матов. Осенью 1916 г. толуоловый завод Бакинского военно-промышленного комитета был пущен в эксплуатацию. В тот же период успешно завершилось и строительство толуолового завода «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель» по проекту профессора М.М.Тихвинского. Владимир Ипатьев писал по этому поводу: «Фирма Нобелей стала первой поставлять бензол и толуол артиллерийскому ведомству и значительно обогнала Бакинский военно-промышленный комитет. Ей одной было поставлено до 20 тыс. тонн чистого бензола и толуола по цене около 16 руб. за пуд». Кроме того, в Баку к концу войны были построены еще два небольших толуоловых завода: акционерной компании «Бенкендорф и К°» и фирмы «Нефтегаз». Еще один толуоловый завод военным ведомством был построен в Туркестанском крае, в Ферганской долине, вблизи селения Сель-Роко. Подводя итоги реализации «нефтяной» военной программы, Ипатьев сделал вывод: «Полезность от пирогазации нефти для получения бензола и толуола была существенной, общее количество добытых таким путем продуктов дошло до 30 тысяч тонн, что вполне оправдало и затраченную энергию, и израсходованные средства».

На службе в Стране Советов

Октябрьский переворот 1917 года Ипатьев встретил в чине генерал-лейтенанта на посту председателя Химического комитета при Главном артиллерийском управлении. Как многие русские генералы и офицеры, он встал перед трудным выбором: либо эмиграция, либо сотрудничество с новым режимом. Во многом на его решение повлияла встреча в конце ноября 1917 г. с бывшим директором Бондюжского химического завода, инженером-технологом (и революционером) Л.Я.Карповым, который был заведующим Отделом химической промышленности Высшего Совета Народного Хозяйства РСФСР. Академику Ипатьеву было сделано предложение «от имени правительства помочь организовать совместную работу для перехода всей военно-химической промышленности на мирное положение». В качестве председателя особой Комиссии для демобилизации химической промышленности при Отделе химической промышленности ВСНХ РСФСР в условиях Гражданской войны Ипатьев в течение двух лет руководил работой по налаживанию работы целого ряда предприятий, выпускавших нужную для Советской России продукцию гражданского назначения.

В начале мая 1920 г. последовало его назначение директором Государственного института научно-технических исследований, созданного на

базе бывшей Центральной лаборатории военного ведомства. Без освобождения от этой должности в конце мая 1921 г. Ипатьев был назначен председателем коллегии Главного химического управления ВСНХ. А постановлением ВЦИК от 25 мая того же года был утвержден членом Президиума ВСНХ РСФСР и, кроме того, еще и членом Госплана. Такое обилие ответственных руководящих должностей его не пугало, об этом он писал: «Вступая в то время на такую административную работу, я твердо верил, что, будучи большим патриотом своей родины, я сумею принести пользу на том поприще, где требуются мои знания и опыт, а не мои политические убеждения».

В середине 1921 г. в правительство РСФСР поступила глубоко продуманная записка Ипатьева о дальнейшем развитии промышленности на основе привлечения иностранного капитала, получившая одобрение советского руководства. С этой целью он был направлен в командировку в Западную Европу, последовательно посетил Германию, Великобританию, Бельгию и Францию, где провел переговоры с представителями деловых кругов. После возвращения в мае 1922 г. академик был назначен председателем коллегии Научно-технического отдела ВСНХ РСФСР. На этом посту он проработал до ноября 1926 г., почти пять лет.

Несмотря на большую загруженность административной работой, Владимиру Николаевичу все же удалось найти возможность и для продолжения своих научных исследований. Летом 1923 г. в Петрограде он организовал небольшую «домашнюю» химическую лабораторию на своей академической квартире. На первом этапе его помощниками стали: химики Н.А.Клюквин, А.К.Андрюшенко, Н.В.Кондырев и военный инженер А.И.Киселев. Вскоре, по оценке академика, были достигнуты и первые успехи: «С ничтожными средствами и с тремя-четырьмя лаборантами, мало подготовленными к тонкой работе, с невообразимыми препятствиями в организации научной работы в убогой лаборатории, нам все-таки удалось начать исследовательскую работу, и вскоре полученные результаты укрепляли наш дух и окрыляли надеждой...». В последующем благодаря его настойчивости на территории Опытного химического завода на Ватном острове Ленинграда была создана Лаборатория высоких давлений, на базе которой в 1927 г. был образован Государственный институт высоких давлений. Под руководством Ипатьева научный и инженерно-технический персонал этого академического учреждения проводил исследования в областях производства топлив, включая крекинг грозненского парафинистого мазута, катализаторов, синтетических красителей и дубителей и др. Об интенсивности работы директора института говорит целый ряд опубликованных в те годы трудов: «Разложение пиронафта» (1920), «Производство аммиака» (1920), «Туруханский графит» (1921), «Каталитические явления в приро-

де» (1922), «Нефть и ее происхождение» (1922), «Наука и промышленность на Западе и в России» (1923), «Положение и задачи советской химической промышленности» (1925), «Курс органической химии» (1927).

15 мая 1927 г. в Москве в актовом зале Политехнического музея состоялось торжественное чествование академика Ипатьева по случаю 35-летия его активной научной деятельности и приближающегося 60-летия со дня рождения. Выступая с поздравлением в адрес юбиляра, заместитель председателя Президиума ВСНХ А.П.Серебровский подчеркнул: «Начиная с первых послеоктябрьских дней 1917 года Владимир Николаевич Ипатьев был первым начальником химической промышленности. Все, что было сделано потом, было сделано им... Мы прекрасно знаем, какую огромную роль имеет Владимир Николаевич для нашего народного хозяйства, и если когда-либо мы поставим химическую промышленность на уровень с западноевропейской, то мы можем тогда смело сказать от лица Президиума, это было сделано благодаря трудам Владимира Николаевича». Советское правительство вскоре осыпало юбиляра наградами: сначала установило ему пожизненную персональную пенсию в 300 руб., а затем присудило премию имени В.И.Ленина и присвоило почетное звание «Заслуженный работник науки, техники и искусства».

Казалось, все складывается удачно для продолжения плодотворной научной деятельности, но уже в конце второго десятилетия 20-го столетия в Советской России стали явственно проявляться признаки грядущего Большого террора. Судебный процесс по «Шахтинскому делу», состоявшийся в Москве 18 мая — 6 июля 1928 г. по сфабрикованному органами ОГПУ обвинению большой группы инженеров и техников в осуществлении подрывной, контрреволюционной деятельности в угольной промышленности нашел свое трагическое продолжение и в других отраслях. Вскоре академик А.Е.Чичибабин предупредил Владимира Николаевича о возможности его ареста. В своей книге «Жизнь одного химика» Ипатьев писал: «А.Е. сказал мне, что в Москве он слышал от одного коммуниста, будто ввиду недовольства в верхах развитием химической промышленности было решено арестовать последовательно следующих лиц: Шпитальского, Камзолкина, Кравца, Фокина и меня. Я не поверил А.Е. и сказал, что это сплетни для устрашения, чтобы лучше работали. Но это предсказание стало оправдываться: в начале 1929 г. был



Одна из монографий, опубликованных в 1920-е годы.

арестован Шпитальский, в июне — инженер Камзолкин, заведующий отделом химической промышленности в Госплане; в ноябре арестовали Кравца. Эти факты все более и более подтверждали мое подозрение, что и меня вскоре постигнет такая же участь».

В июне 1930 г. Владимир Николаевич с женой выехал в Германию в качестве официального члена советской делегации на Международном энергетическом конгрессе в Берлине. После завершения конгресса, с разрешения руководства ВСНХ и АН СССР, он на несколько месяцев остался в Германии для завершения работ по контракту с фирмой «Bayerische Stifckstoff Werke», по исследованию каталитических процессов. А тем временем вести, приходившие из Совет-

ской России, не могли не вызвать тревогу. В июле органами ОГПУ было объявлено о раскрытии контрреволюционной организации «Трудовая крестьянская партия» во главе с известным ученым-экономистом Н.Д.Кондратьевым, создателем концепции длинных волн конъюнктуры («кондратьевских циклов»), затем о разоблачении еще одной контрреволюционной организации в Наркомторге, в сфере снабжения населения СССР продуктами, во главе с профессором Е.С.Каратыгиным и бывшим генерал-майором А.В.Рязанцевым.

В сентябре 1930 г. академик Ипатьев приехал в США по приглашению руководства компании «Universal Oil Products Company», президент которой Х.Хэйлли сделал ему предложение возглавить научно-исследовательское подразделение по разработке технологий глубокой переработки нефти. Попросив время для обдумывания окончательного ответа, Владимир Николаевич вернулся в Германию, чтобы завершить контрактные обязательства перед фирмой «Bayerische Stifckstoff Werke».

А тем временем новости с родины становились все трагичнее. Состоявшийся 25 ноября — 7 декабря 1930 г. в Москве судебный процесс по делу Промышленной партии дал новый импульс массовым политическим репрессиям среди научной и инженерно-технической интеллигенции. По фальсифицированным материалам ОГПУ большая группа ученых и инженеров обвинялась в создании антисоветской подпольной организации «Промпартия» и в осуществлении в 1925–1930 гг. вредительства в промышленности и на транспорте. Среди них были хорошие знакомые академика Ипатьева: председатель Научно-технического совета ВСНХ профессор Н.Ф.Чарновский, директор Теплотехни-

ческого института профессор Л.К.Рамзин, бывший ректор Московского высшего технического училища профессор И.А.Калинников.

Тогда же вновь обострилось давнее заболевание Владимира Николаевича, и он решил повременить с возвращением в СССР, сославшись на необходимость проведения лечения в зарубежной клинике. На его письмо с просьбой о предоставлении годичного отпуска «для поправки здоровья» из Москвы был получен положительный ответ.

В следующем, 1931-м, году тучи над Москвой продолжали сгущаться. В феврале в СССР создано Главное управление лагерей (ГУЛАГ), весной прошел новый судебный процесс по делу «Союзного бюро ЦК РСДРП», а в августе настала очередь ученых Академии наук СССР: коллегия Ленинградского ОГПУ вынесла суровый приговор по сфальсифицированному «Академическому делу», обвинив группу почтенных академиков и сотрудников академических учреждений, многие из которых были хорошими знакомыми Владимира Николаевича, в организации монархического заговора против советской власти. В условиях набирающего оборота сталинского террора Ипатьев решил не возвращаться в СССР и уехать в США, приняв предложение американской компании «Universal Oil Products Company». Позднее в своей книге он с горечью писал: «...у меня самого в душе до конца моей жизни останется горькое чувство: почему сложились так обстоятельства, что я все-таки принужден был остаться в чужой для меня стране, сделаться ее гражданином и работать на ее пользу в течение последних лет моей жизни».

На последнем берегу

В исследовательском комплексе компании, располагавшемся в районе Риверсайд в пригороде Чикаго, для исследовательской работы Ипатьева были созданы превосходные условия, оборудование лабораторий отвечало последнему слову науки и техники. В помощь ему был подобран высококвалифицированный персонал, среди которых находились несколько русских химиков, в том числе В.Комаревский, И.Курбатов, А.Усачев, а также уроженец Польши Г.Пайнс. Исследовательский комплекс возглавлял доктор химии Г.Иглов, сын русских эмигрантов, также хорошо владеющий русским языком.

В течение одного года команда Ипатьева сумела разработать эффективную технологию получения высокооктановых полимербензинов на основе раннее сжигавшихся бесцельно в факельных устройствах крекинг-газов. С использованием особого катализатора, фосфорной кислоты на кизельгуре, полимеризация пропилена — олефина, содержащего три атома углерода в молекуле, и бутилена — олефина с четырьмя атомами углерода — позволила получить жидкий продукт бензиновой фракции с октановым числом от 80 до 82. Уже в 1935 г. на

первой промышленной установке компании было переработано 3 млн кубических футов крекинг-газа, выпускалось 15 тыс. галлонов бензина в день.

На следующих этапах экспериментальных работ Ипатьев доказал возможность совмещения окислительно-восстановительных и дегидратационных реакций в одном прямом процессе. Он отыскал эффективные катализаторы гидрирования и дегидрирования, алкирования ароматических соединений, диметилирования парафинов и др. К его несомненным достижениям можно отнести также разработку технологического процесса алкирования ароматических и парафиновых углеводородов олефинами с целью получения продуктов высокой химической ценности. Важным для отрасли оказался и способ получения высокооктановых бензинов путем гидрогенизации тяжелых нефтяных остатков водородом под высоким давлением. Им была предложена глубоко продуманная программа исследований платины как катализатора для процесса дегидроциклизации.

Впечатляющие результаты работы Ипатьева вскоре стали достоянием мировой научной общности. Он счел необходимым донести их до советских ученых: в СССР был опубликован его фундаментальный труд «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях» и работа «Полимерный бензин». В то же время, со второй половины 30-х годов, начались активные попытки принудить его вернуться в Советский Союз. К нему в Чикаго даже приехал с уговорами тогдашний посол СССР в США А.А.Трояновский. Однако тот не сумел дать каких-либо убедительных объяснений трагического итога судебного процесса по делу «Московского центра» (15–16 января 1935 г.) и дальнейшей эскалации репрессий в СССР. Затем последовала многомесячная переписка с руководством Академии наук СССР, сулившим «златые горы» для академика Ипатьева. Однако его позиция осталась непоколебимой, и 21 декабря 1936 г. главная партийная газета «Правда» опубликовала статью академика В.Л.Комарова: «Академики-невозвращенцы», где решительно осуждалось «изменническое по отношению к своей Родине» поведение Владимира Ипатьева и Алексея Чичибабина и выдвигались требования от имени научной общественности лишить их высокого звания советских академиков и гражданства СССР, «как перебежчиков в лагерь капитализма». Через неделю Общее собрание АН СССР поддержало это предложение, а 5 января 1937 г. постановлением ВЦИК Ипатьев был лишен советского гражданства.

Вскоре после этого правительство США в исключительном порядке предоставило ему американское гражданство как лицу, «внесшему большой вклад в развитие национальной науки и экономики». А в июне 1937 г. профессор Ипатьев в составе делегации американских ученых принял участие в работе второго Мирового нефтяного

конгресса в Париже. Здесь он впервые встретился с профессором П.Сабатье, лауреатом Нобелевской премии за цикл работ по каталитическому катализу. В ходе продолжительной беседы французский ученый отдал должное большому вкладу русского коллеги в развитие исследований в области катализа.

В ноябре 1937 г. члены Чикагского отделения Американского химического общества торжественно отметили 70-летие со дня рождения и 45-летие научной деятельности Владимира Ипатьева, профессора Северо-Западного университета (Northwestern University) и руководителя одного из исследовательских подразделений компании «Universal Oil Products Company». В конце того же года в Чикаго была опубликована брошюра «Vladimir N. Ipatieff Meeting, Chicago Section American Chemical Society, November 26, 1937».

Активная научная и педагогическая деятельность Ипатьева была отмечена в 1938 г. почетной степенью доктора Северо-Западного университета. А в следующем году он основал там лабораторию высоких давлений (Catalytic High Pressure Laboratory for Chemical Research). Вскоре последовало и признание со стороны американского академического сообщества, в 1939 г. он был избран действительным членом Национальной академии США (United States National Academy).

Исследования и экспериментальные работы академика Ипатьева во многом определили объем каталитической продукции в нефтеперерабатывающей промышленности США в 30–40-х годах XX в. Гетерогенный катализ превратил парафиновые алициклические углеводороды в ценный источник сырья для органических синтезов. Ведущее место в отрасли заняли каталитический крекинг и риформинг с применением твердых многофункциональных катализаторов, что позволило непрерывно наращивать многотоннажное производство высококачественного авиационного топлива.

Высокооктановый бензин, произведенный по технологии Ипатьева, дал существенные преимущества авиации союзников в воздушных сражениях начавшейся Второй мировой войны. По оценке авиационных специалистов, применение 100-октанового бензина дало возможность уменьшить на 33,3% пробег самолета до отрыва от земли, на 40% ускорить подъем на 1 милю высоты, на 20–30% повысить бомбовую нагрузку. Преимущество авиабензина-100 зримо подтвердилось в ходе воздушной «Битвы за Британию» в 1940 г., когда англий-



В лаборатории Северо-Западного университета с Г.Пинесом (Эванстон, 30-е годы).

ские «Спитфайры», летавшие на нем, показали значительно лучшие боевые характеристики, чем немецкие «Мессершмидты-109», управлявшиеся бензином с октановым числом 87.

И хотя в годы Великой Отечественной войны Ипатьев жил в США, можно в определенной мере говорить и о его существенном личном вкладе в достижение победы над врагом. Так, суммарный объем высокооктанового авиационного бензина, поставленный союзниками в СССР, составил 1 млн 197 тыс. 587 т. А чтобы уяснить, как много это значило для вооруженных сил СССР, можно обратиться к книге генерал-полковника В.В.Никитина «Горючее — фронту», где приведены данные по расходу авиационного горючего в 1941–1945 гг.: «За годы войны Красной Армией было израсходовано более 4 млн 481 тыс. т авиабензинов, в том числе высокооктановых 2 млн 998 тыс. т».

В конце ноября 1942 г. в Чикаго ведущие представители химического сообщества США торжественно отметили 75-летие со дня рождения руководителя исследовательского подразделения компании «Universal Oil Products Company» и профессора Северо-Западного университета Владимира Ипатьева, а также и 50-летие его научной деятельности. К этому двойному юбилею Американский институт химиков выпустил специальное издание «Владимир Н.Ипатьев. Торжественная характеристика трех главных вех в его карьере» (Vladimir N. Ipatieff. Testimonial in Honor of Three Milestones in His Career). Во время торжественного заседания известные ученые и специалисты воздали должное уроженцу России, занявшему по

праву одно из ведущих мест в славной когорте великих химиков XX в.

Понимая, что личным участием он способен принести Родине пользу в годы военного лихолетья, Ипатьев в 1944 г. решил вернуться в СССР для продолжения своей научной работы. С этой целью он встретился с советским послом в США А.А.Громько, который впоследствии в своих мемуарах «Памятное» (1988) написал: «Академия наук СССР, научная общественность нашей страны уже выразили в свое время свое законное возмущение действиями ученого, который имел все возможности для плодотворной деятельности на родине, но предпочел погнаться за “длинным долларом”. Советские ученые справедливо заявляли, что себя как специалиста он продал за деньги». Таким образом, возвращение Владимира Ипатьева на Родину оказалось и на этот раз невозможным.

До последних дней Владимир Ипатьев продолжал работать в лаборатории гетерогенного катализа. В книге своих воспоминаний он писал: «Я как военный старый конь, который, когда услышит военную музыку, тотчас начинает проявлять особую живость, вспоминая прежнюю службу, так и я, пришедши в лабораторию, не могу удержаться от того, чтобы не взять пробирку в руки и не начать проверку новых опытных результатов». За период 1931–1952 гг. им было опубликовано 160 научных статей и получено 174 патента на изобретения.

После окончания войны он прожил еще семь лет и ушел из жизни через неделю после своего 85-летия, 29 ноября 1952 г. Его последние письма сыну и дочери в Ленинград проникнуты глубокой тоской по Родине.

У академика Ипатьева было множество почетных титулов и научных наград. В Российской империи он стал полным кавалером орденов Св. Анны и Св. Станислава, а также награжден орденами Св. Владимира 2-й, 3-й и 4-й степеней. В Советской России был удостоен званий лауреата премии име-

ни В.И.Ленина и заслуженного деятеля науки, техники и искусства. Среди его научных наград премии имени А.А.Бутлерова, Н.А.Иванова, В.П.Мошнина, а также медали: А.Лавуазье от Французского химического общества, К.Бертело от Французского общества промышленной химии, У.Гиббса от Американского химического общества. Он был избран почетным членом Немецкого химического общества, Общества русско-американских инженеров в США, почетным доктором университетов: Мюнхенского имени Людвига и Максимилиана (Ludwig—Maximilians Universität München) и Страсбургского (Université de Strasbourg).

В настоящее время память об академике Владимире Ипатьеве увековечена в названии лаборатории высокого давления Центра катализа Северо-Западного университета. В американских научных изданиях и энциклопедиях его называют «отцом гетерогенного катализа высокого давления». С 1947 г. Американским химическим обществом регулярно присуждается ученым в возрасте до 40 лет премия имени академика Ипатьева за высокие достижения в области катализа. С 1988 г. в Северо-Западном университете установлена Ипатьевская стипендия для преподавателей химии. Наконец была восстановлена справедливость и в нашей стране: с 1994 г. Российской академией наук за выдающиеся работы в области технической химии раз в три года также присуждается премия имени В.Н.Ипатьева.

В 1945 г. в Нью-Йорке на русском языке вышел двухтомник Владимира Ипатьева «Жизнь одного химика». В предисловии к первому тому воспоминаний он писал «...Если человек является истинным ученым по призванию, то в тайниках его разума обязательно гнездятся творческие мысли, которые неустанно толкают его в область научных изысканий. И никакие обстоятельства жизни, никакие жизненные невзгоды не могут отратить этого талантливой или гениальной творца от реализации его смелых фантастических замыслов». ■

Chemical Eminence of Academician Vladimir Ipatieff

A.A.Matveichuk
Moscow, Russia

Graduated from a military school and the Mikhailovskaya Artillery Academy, Vladimir Ipatieff during the study was seriously interested in chemistry. Starting with a home chemistry laboratory, further he has succeeded in a very important experimental works and became a member of the Russian Physical and Chemical Society. Remaining in the Academy as a professor Vladimir Ipatieff continued his scientific studies, trained in Europe, prepared and defended thesis, and after ten years has evolved from an amateur chemist to the most reputable scientist. The period from the beginning of the XX century till the First World War was marked by a number of his outstanding achievements, including: the creation of the first chemical autoclave with the ability to achieve high temperature and pressure; some discoveries in the field of heterogeneous catalysis; the development of some important processes of synthesis of hydrocarbons. And during the First World War he became virtually the founder of the domestic petrochemical industry. He continued his scientific fruitful activity after the revolution of 1917. Over time, however, the changed situation in the USSR forced him to stay abroad. Although the USA scientific career of Vladimir Ipatieff was very successful, he until the end of his life remained a real Russian patriot and wanted to return home...

Keywords: V.N.Ipatieff, autoclave, catalysis, synthesis, petrochemical industry.

Наследие великого химика — сохраним ли?

Е.З.Голосман¹, П.Н.Боруцкий²

¹Новомосковский институт азотной промышленности «НИАП-КАТАЛИЗАТОР» (Новомосковск, Россия)

²Научно-производственная фирма «ОЛКАТ» (Санкт-Петербург, Россия)

21 ноября 2017 г. в России и в мире отмечается 150-летие со дня рождения великого химика-технолога академика В.Н.Ипатьева. Торжественные мероприятия включают публикации, круглые столы, выставки, научные конференции. Но состоялось ли в полной мере возвращение русского гения на родину после многих лет забвения? Как распорядилась Россия его наследием? Помимо разностороннего научного вклада Ипатьев оставил стране ряд исследовательских институтов, создал по сути российскую химическую промышленность. А за последние 25 лет с карты России из 6000 отраслевых НИИ и КБ исчезло более 5000. «Отец гетерогенного катализа», Ипатьев мечтал вернуться в СССР и организовать здесь институт промышленного катализа; в какой-то степени эта его мечта воплотилась в нескольких институтах. Несмотря на все сложности современного переломного периода, разработка и внедрение промышленных катализаторов продолжается Институтом катализа имени Г.К.Борескова СО РАН, «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», НПФ «ОЛКАТ», Институтом органической химии имени Н.Д.Зелинского РАН, Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова и др. Отношение мирового сообщества к заслугам Ипатьева выразилось в учреждении престижных премий американской (с 1947 г.) и российской (с 1994 г.), носящих его имя. Но очень важно, чтобы на родине ученого было продолжено в полной мере и его дело.

Ключевые слова: В.Н.Ипатьев, гетерогенный катализ, промышленные катализаторы.

Выдающиеся химические открытия за последние столетия позволили решить многие проблемы повседневной жизни. Современная химия вошла в каждый дом, в каждую отрасль промышленности, в сельское хозяйство, в космос: сегодня практически нет продукции, в производстве которой не участвовала бы эта наука. Одним из локомотивов прогресса в химической индустрии стал катализ. Катализаторы, образуемые с реагентами промежуточные соединения, а затем восстанавливающие свой химический состав, ускоряют протекание реакций. До 90% продукции в химической и нефтехимической промышленности получают с применением катализаторов. По данным Института катализа имени Г.К.Борескова СО РАН, общий объем годовой продукции, производимой в мире с помощью каталитических технологий, оценивается в 3 трлн долл. США. При этом стоимость производства самих используемых за год катализаторов не превы-



Евгений Зиновьевич Голосман, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник «НИАП-КАТАЛИЗАТОР» (г.Новомосковск), член центрального правления Российского химического общества имени Д.И.Менделеева. Награжден рядом научных премий, в том числе премией по технической химии имени В.Н.Ипатьева РАН (2009). Область научных интересов — развитие технологии и организация производства катализаторов.



Павел Николаевич Боруцкий, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе ООО «НПФ «ОЛКАТ»» (Санкт-Петербург). Лауреат премии Правительства РФ. Занимается разработкой гетерогенных катализаторов и технологий процессов изомеризации алканов и алкенов, гидроизомеризации и риформинга бензиновых фракций, гидроочистки углеводородного сырья.

шает 13–15 млрд долл. Кому же мир обязан столь широким их применением? Конечно, в первую очередь двум основоположникам гетерогенного катализа: русскому ученому Владимиру Ипатьеву и французскому — Полю Сабатье.

Ученый и организатор

Будучи по образованию офицером-артиллеристом, Владимир Николаевич Ипатьев стал химиком по призванию. Его успехи как ученого были обусловлены прежде всего исследованиями каталитических реакций органических веществ. Сам он отчетливо представлял огромный потенциал катализа, отметив в конце своей докторской диссертации: «Заканчивая описание произведенных мною опытов по катализу, — опытов, которых потребовалось более тысячи только для того, чтобы разъяснить некоторые вопросы каталитических реакций, я заранее предвижу, какая громадная работа предстоит еще для того, чтобы была надлежащим образом освещена эта “химия будущего”». Среди его научных достижений в этой области за период работы в России следует упомянуть несколько особо значимых.

Ипатьев первым ввел в химическую практику, в том числе в гетерогенном катализе*, использование высоких давлений. Сконструированный им в 1904 г. прибор («бомба Ипатьева») стал прототипом ныне повсеместно работающих автоклавов. В 1909 г. он применил новую технологию, показав возможность получения каолина под давлением. Это предвосхитило работы по синтезу цеолитов, составивших основу новых катализаторов, например, обладающих молекулярно-ситовым действием. В том же году Владимир Николаевич исследовал каталитические свойства оксида алюминия — одного из самых распространенных в химии катализаторов. А в следующем — открыл явление — «промотирующий эффект» добавок к катализатору, усиливающих его действие, в частности, при гидрировании олефинов. В пионерских работах 1903–1913 гг. он осуществил синтез метана из угля и водорода и полимеризацию этилена. Фактически эти работы стали основой будущего производства ныне широко распространенного пластика — полиэтилена высокого давления. Наконец, развитые Ипатьевым еще в 1904–1906 гг. идеи послужили базой для развития такого процесса, как гидрогенизация углей (процесс Бергюсса), а впоследствии и современных технологий глубокой переработки нефти — каталитического крекинга и гидрокрекинга тяжелых нефтяных фракций.

Всего за период с 1900 г. до начала Первой мировой войны Ипатьев выполнил более 100 исследований, опубликовал три монографии, два учебника, несколько брошюр и более 100 статей в русских и иностранных журналах. В 1909 г. он сделал в Лондоне два доклада, имевших большой успех. Широкая научная эрудиция и знание состояния промышленности, в частности производства взрывчатых веществ, в России и за рубежом снискали Ипатьеву заслуженный авторитет, который

* В гетерогенном катализе вещество, ускоряющее реакцию, образует самостоятельную фазу в среде реагирующих компонентов.

многократно умножился после его успехов как организатора химической промышленности в годы Первой мировой войны.

Из-за острого дефицита взрывчатых веществ, а также толуола и бензола для их производства началось строительство 20 небольших заводов в Донбассе и Казани под руководством Ипатьева. А в связи с применением немцами отравляющих веществ ему одновременно было поручено организовать химзащиту войск.

Став председателем созданного в 1916 г. Химического комитета, генерал-лейтенант академик Ипатьев привлек к работе ведущих российских химиков. Вместе они вели огромную работу по поиску источников сырья и созданию производства необходимых продуктов — от взрывчатых и горючесмазочных материалов до медикаментов и сахара. Неоднократно встречаясь с главнокомандующим российской армией — Николаем II, Ипатьев сам бывал и на фронте, проверяя эффективность защиты солдат в окопах от газовых атак.

В ноябре 1917 г. по предложению Л.Я.Карпова, представителя уже советского правительства, Ипатьев призвал членов Химического комитета сделать все, чтобы спасти фактически созданную в годы войны химическую промышленность. С его участием решались вопросы алюминиевого и коксогазового производства, получения синтетического каучука. В.И.Ленин еще в 1921 г. называл Ипатьева «главой нашей химической промышленности». Активно участвовал Владимир Николаевич и в организации в первом десятилетии советской власти ряда новых химических институтов. В их числе Институт физико-химического анализа (ныне Институт общей и неорганической химии имени Н.С.Курнакова РАН), Институт по изучению платины во главе с Л.А.Чугаевым, Центральная химическая лаборатория при Химическом отделе ВСНХ (ныне Физико-химический институт имени Л.Я.Карпова), Государственный институт прикладной химии (ГИПХ), Государственный институт высоких давлений (ГИВД). Последним он руководил, а также был директором образованного в 1920 г. Государственного института научно-технических исследований (ГОНТИ). Особенностью деятельности этого — многопрофильного — института было сочетание исследований фундаментального характера с разработкой новых технологий.

В 1927 г., как праздник мировой науки, в стране широко отмечалось 60-летие Ипатьева и 35-летие его научной деятельности. Он получил звание заслуженного деятеля науки и премии имени Ленина. Однако, несмотря на высокий научный и организаторский авторитет ученого, в 1926 г. его вывели из состава ВСНХ и руководства химией в Красной Армии. Начались аресты некоторых его коллег. В 1930 г. Ипатьев выехал в Германию для участия в энергетическом конгрессе и для лечения, оставаясь до 1935 г. директором и научным

руководителем ГИВД. В 1936 г. в СССР еще вышел его фундаментальный труд: «Каталитические реакции при высоких давлениях и температурах» (изданный одновременно и в США), но после отказа подчиниться требованию немедленно вернуться в СССР автор 29 декабря 1936 г. был исключен из Академии наук, а 5 января 1937 г. лишен советского гражданства.

Великому русскому ученому, приехавшему в США на 64-м году жизни, не знавшему английского языка, Ипатьеву суждено было стать основоположником нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности также и в Америке.

Уже с 1930 г. Владимир Николаевич был профессором Северо-Западного университета и руководителем научных исследований в фирме «Universal Oil Products Company» (UOP, ныне лидирующей в мире фирме по разработке катализаторов и процессов нефтепереработки и нефтехимии). Исследования Ипатьева в организованной им лаборатории катализа фирмы (в г.Риверсайде), а также в созданной им, в том числе на свои средства, лаборатории в университете (в г.Эванстоне близ Чикаго), привели не только к важным открытиям, но и к появлению новых технологических процессов. Так, под его руководством проводились работы по синтезу компонентов моторных топлив. С 1935 г. предложенный Ипатьевым катализатор использовался в промышленности для получения высокооктанового полимербензина. Создание высокооктановых бензинов (за него Владимир Николаевич был удостоен в 1943 г. авиационной премии «Fawcett») позволило обеспечить скоростные преимущества авиации союзников над немецкой. Можно сказать, что это немалый вклад академика Ипатьева в победу над фашизмом не только США и Англии, но и любимой им России.

В день своего 70-летия на заседании Американского химического общества ученый сделал доклад «Катализ — химия будущего». Юбилера поздравляли коллеги из 30 стран. Еще более торжественно отмечалось в 1942 г. 75-летие Ипатьева. Неоднократно обращаясь к руководству СССР с просьбой о возвращении и не получая ответа, Владимир Николаевич продолжал работать до самых последних дней своей жизни. Один из его учеников, американский профессор Г.Пайнс, возглавивший после кончины Ипатьева его лабораторию, сказал: «Вы, русские, не представляете себе, кого вы потеряли в лице Ипатьева, не понимаете даже, кем был этот человек. Каждый час своей жизни здесь, в США, всю свою деятельность он отдал России. Беспредельная любовь к родине, какой я никогда и ни у кого из эмигрантов не видел, была той почвой, на которой произрастали все выдающиеся результаты исследовательских трудов Ипатьева».

Сегодня лаборатория имени Ипатьева при Северо-Западном университете существует как Центр катализа и науки о поверхности, а в офисе

фирмы UOP сохраняют музей Владимира Николаевича с его рабочим столом. А как обстоят дела с наследием ученого на его родине?

Прерванные традиции

Имя ученого мирового масштаба оказалось на десятилетия вычеркнуто из отечественной истории науки (упоминания об Ипатьеве исчезли даже из Большой советской энциклопедии, в публикациях нельзя было ссылаться на его труды, о его работах не рассказывали студентам-химикам). Но традиции, заложенные Владимиром Николаевичем, развивались в СССР после его отъезда в США учениками и последователями.

В ГИВД творческая атмосфера, созданная академиком Ипатьевым, сохранялась еще долгие годы, несмотря на репрессии в отношении некоторых ведущих сотрудников (по нескольким лет в заключении отбыли любимый ученик Ипатьева, Григорий Алексеевич Разуваев, сын Ипатьева Владимир Владимирович, Марк Семенович Немцов). И на заложенном фундаменте вырастали новые результаты. Так, в лаборатории Немцова исследовалась деструкция алканов под давлением водорода. Б.Л.Молдавский открыл реакцию дегидроциклизации алканов на хромовом катализаторе. А.В.Фрост, а также А.А.Введенский, А.И.Динцес, В.Н.Монастырский проводили работы по созданию отечественных катализаторов и технологии синтеза аммиака, метанола и полиэтилена.

С 1929 по 1941 г. по разработкам ГИВД были созданы катализаторы и осуществлены в промышленном масштабе синтезы метанола (при участии В.Н.Долгова), мочевины (В.А.Болотов), этилового спирта путем гидратации этилена (А.А.Вайнштейн, Э.М.Каганова, А.А.Введенский) и полиэтилена высокого давления. Работы по действию водорода и воды под давлением на неорганические вещества развились позднее в исследования коррозии металлов под давлением (В.В.Ипатьев). В период Великой Отечественной войны эвакуированные в Уфу сотрудники ГИВД активно участвовали в создании промышленной установки получения полимербензина из газов крекинга, процесса получения полиэтилена, разрабатывали технологии получения активного оксида алюминия и алюмокобальт-молибденового катализатора, начали работы по каталитическому риформингу*, продолжили совершенствовать катализатор этилена. Достижения института были отмечены целым рядом Государственных премий.

Особо следует отметить труд репрессированных сотрудников ГИВД в так называемых «шарашках». Там при участии Немцова (будущего лауреа-

* Риформинг — промышленный процесс переработки бензиновых фракций нефти с целью получения высококачественных бензинов и ароматических углеводородов.



Доктора химических наук В.И.Якерсон (1935–2009), Е.З.Голосман, доктор химических наук, знаменитый бард А.А.Дулов (1931–2007) в лаборатории исследования катализаторов Института органической химии имени Н.Д.Зелинского РАН (слева направо). В плодотворном научном союзе каталитиков академического и отраслевого НИИ было создано и внедрено множество катализаторов, получены десятки совместных патентов, написаны многочисленные статьи и монографии.

та Ленинской премии за разработку технологии синтеза изопрена) развивались способы получения фенола и ацетона. В г.Ухте Разуваев участвовал в работах по извлечению радия. В будущем он стал директором и организатором Института полимеров АН СССР, директором Института химии в Горьком, академиком, Героем Социалистического Труда, лауреатом Ленинской и Государственных премий СССР.

После войны и возвращения из эвакуации в Ленинград ГИВД в результате реорганизаций и слияний получил название ВНИИНефтехим, сохраняя ипатьевскую школу — традиции научных и технологических исследований, заложенных первым директором. По разработкам сотрудников института в СССР было организовано множество крупнотоннажных производств: построено около 100 промышленных установок каталитического риформинга бензиновых фракций, установки изомеризации *n*-пентана и легких пентангексановых фракций, производства изопрена и продуктов оксосинтеза — бутилового спирта и 2-этилгексанола. Высокий технологический уровень научных разработок основывался на профессиональной квалификации научных сотрудников, среди которых было семь докторов и около 60 кандидатов наук.

В Институте нефтеперерабатывающей промышленности (ВНИИ НП, г.Москва) промышленное воплощение в СССР получили разработки каталитического крекинга, гидроочистки различных видов сырья.

А что мы имеем сегодня? Имя Ипатьева вернулось на родину на сломе политических эпох — после реабилитации в 1990 г. Академия наук восстановила его в звании академика. Но по трагической иронии судьбы это совпало с разрушением того, что сам ученый считал делом своей жизни.

Ряд блестящих (прежде всего отраслевых) НИИ значительно разрушены. За последнюю четверть века с карты страны из 6 тыс. металлургических, химических, машиностроительных и прочих институтов и КБ исчезли более 5 тыс. В значительной части оставшихся численность сотрудников сократилась в десятки раз, в том числе и в созданных Ипатьевым. Уничтожено детище Владимира Николаевича — ВНИИНефтехим с его отличными исследовательскими и опытными установками. Немного осталось и от научной части знаменитого ГИПХ — инсти-

тута широчайшего профиля, который был создан знаменитыми российскими учеными в 1919 г. Там в течение многих лет решались вопросы создания взрывчатых веществ, ракетных топлив, новых катализаторов. В значительной степени потеряны позиции Грозненского нефтяного научно-исследовательского института, ВНИИ НП и др. В Туле не стало Института мономеров, который располагал коллективом в 2 тыс. человек и отличной опытной базой. Разрушительные примеры можно множить и множить.

Эти деструктивные процессы идут на фоне систематического недофинансирования всей отечественной науки и неуклюжих попыток реформировать Академию наук, что выливается в катастрофическую утечку мозгов за рубеж — ученые снова вынуждены покидать родину, хоть и не ради спасения своей жизни, а ради возможности эффективно работать. По данным разных источников, за последние три десятилетия счет покинувших Россию высококвалифицированных специалистов — ученых, инженеров, врачей — идет на сотни тысяч, что приносит колоссальные убытки стране. А деградация системы образования, плодящей по сути недоделанных инженеров — плохо подготовленных для реальной работы бакалавров, ставит под угрозу технологическое будущее страны. Похоже, что отечество возвращается в 30-е годы прошлого столетия, когда надо было в спешке готовить на рабфаках технических специалистов вместо погибших и уехавших в Гражданскую войну, а также репрессированных. Нужны хорошие

полновесные инженеры, каких готовил Ипатьев, преподавая в военных училищах.

Разумеется, организация фундаментальной и прикладной науки в новых условиях не могла оставаться прежней, ее реформирование после распада СССР было неизбежным. Но произошедшее масштабное разрушение системы отраслевых НИИ, пусть излишне крупных и несколько неповоротливых, но служивших естественным звеном в цепи наука—производство, нельзя оправдать соображениями, что за границей таковых нет, а перевод открытий в технологии обеспечивают научные фирмы при частных компаниях. Возможно, когда-нибудь подобная структура сформируется и у нас, но для этого необходимы организации, заинтересованные в стратегических горизонтах, а не в извлечении сиюминутной прибыли. И ориентация экономики не на трех сырьевых китов — две трубы (газовую и нефтяную) и лесоповал, а на подлинные, не просто декларируемые, инновации. С чем дело у нас пока обстоит не очень хорошо, и вот итог: сегодня в России большинство промышленных установок, на которых, в частности, производятся стратегически важные моторные топлива и крупнотоннажные продукты нефтехимии, базируются на зарубежных технологиях и импортных катализаторах. Так, катализаторы синтеза аммиака (ранее выпускавшиеся на заводах в Кемерове, Гродно, Чирчике, Северодонцеке, Калуге, Новомосковске) в настоящее время у нас не производятся. И это разработанные еще в СССР катализаторы мирового уровня, потребности в которых полностью покрывались отечественными заводами!

А ведь Ипатьев еще в 1921 г. говорил: «Прочным и устойчивым может считаться лишь то производство, для которого все без исключения сырые материалы могут быть разысканы внутри страны, а само производство обслуживается русским техническим персоналом». Не правда ли, знакомый нам сегодня призыв, в частности применительно к стратегически важным катализаторам, хотя и без использования слова «импортозамещение»? Особо подчеркнем, что количество стран, которые владеют полным комплексом технологий производства катализаторов, меньше, чем число государств, обладающих технологиями производства атомного оружия.

Есть ли какие-то проблески надежды в сложившейся чрезвычайной, кризисной ситуации?

Мечта Ипатьева — институт катализа

Ученик Ипатьева М.В.Рысаков рассказывал, что Владимир Николаевич, мечтая вернуться на родину, думал о создании там института промышленного катализа. Отчасти, наверное, его идея воплотилась в Государственном институте азотной промышленности и продуктов органического

синтеза (ГИАП) и его филиалах, тематика большинства из которых была связана с катализом. ГИАП был образован в 1943 г. слиянием двух организаций, созданных ранее, в 1931 и 1932 гг.: Государственного института азота и Государственного института по проектированию азотных производств. Ему в 30-х годах были переданы начатые ГИВД разработки по аммиачной тематике под руководством ученика Ипатьева А.В.Фроста. ГИАП стремительно развивался. Были созданы уникальная научная база, опытный завод в Подмоскowie (г. Видное), крупнейшие установки по испытанию катализаторов (в Черкассах и Щекине). В период с 1950 по 1975 г. по всей стране были образованы девять филиалов, четыре из которых имели и опытные производства: Северодонецкий, Дзержинский, Днепродзержинский, Новомосковский. Это был один из самых крупных мировых НИИ (с численностью сотрудников более 12 тыс.), проводивший исследования в области проектирования технологий для производства аммиака, азотной кислоты, метанола, ацетилена, водорода, азотных удобрений, адипиновой кислоты, капролактама, бутиловых спиртов, тяжелой воды и др. На основе разработок ГИАП и филиалов были созданы сотни промышленных катализаторов. Основными их производителями стали Северодонецкий, Кемеровский, Ангарский, Гродненский химкомбинаты и Чирчикский завод «Электрохимпром».

После распада СССР ряд филиалов в сокращенном виде продолжил работу на территориях Украины, Белоруссии, Узбекистана. Остальные стали самостоятельными организациями. В головном же институте сохранилась только небольшая проектная часть и не осталось ни одного научного специалиста и ни одной установки.

Новомосковский филиал ГИАП был создан в 1958 г.; тогда в его состав входила научная часть, опытный завод (ныне катализаторное производство), проектная часть; в общей сложности там работало 1800 специалистов. Филиал ГИАП возник в городе с гигантскими химическими заводами — химкомбинатом (ныне НАК «Азот»), заводом бытовой химии (ныне «Проктер энд Гембл»), заводом органического синтеза (ныне «Полипласт») и др. Почти одновременно с созданием филиала в городе появилось и отделение Московского химико-технологического института (ныне университета) имени Д.И.Менделеева, в котором в период расцвета обучалось 5000 студентов. Оно стало поставщиком кадров для предприятий и НИИ Новомосковска и всей страны. В течение нескольких лет были построены здание для проектировщиков, корпуса научной части и опытного завода (катализаторного производства), которые оснащались современными приборами и установками. Коллектив ежегодно пополняли сотни молодых специалистов. Мощности катализаторного производства позволяли проводить не только отработ-



Различные формы выпускаемых катализаторов (таблетки, цилиндры с семью отверстиями, кольца, экструдаты).

ку опытно-промышленных партий, но и получение сотен тонн катализаторов для всех каталитических стадий агрегатов производства аммиака и иных продуктов в химической, нефтехимической, металлургической, машиностроительной, оборонной, атомной, пищевой промышленности на свыше чем 200 предприятиях. Среди более чем 500 промышленных катализаторов, используемых в химии, нефтехимии, металлургии и других отраслях экономики России для широкого круга процессов неорганического, органического и экологического катализа, несколько десятков — это разработки Новомосковского филиала.

Особо необходимо отметить создание Новомосковским филиалом ГИАП и головным институтом крупнейшей в Европе катализаторной фабрики в г.Дорогобуже. Первая очередь была введена в эксплуатацию в 1972 г., вторая — в 1981 г. Подобные предприятия в стране рождались весьма быстро и эффективно благодаря объединению в одной организации научной и проектной частей и катализаторного производства: промышленная технология катализаторов для фабрики, предложенная научными специалистами, отрабатывалась в опытных (от десятков килограммов до 1–2 т) партиях на своем заводе, а проект самой фабрики в Дорогобуже был подготовлен своими же проектировщиками.

К сожалению, разрушение отраслевых институтов не минуло и Новомосковское подразделение ГИАП. Произошло резкое сокращение численности сотрудников, проектная часть стала отдельной организацией — НИАП, а научная часть и катализаторное производство — Новомосковским институтом азотной промышленности (ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»). Но все-таки, в отличие от тысяч отраслевых НИИ и КБ, организация устояла после штормов и ликвидаций.

«НИАП-КАТАЛИЗАТОР» продолжает модернизацию катализаторов и поставляет промышленности России, СНГ и дальнего зарубежья сотни тонн модифицированной продукции. Конечно, возможности Новомосковского НИИ сильно сократились по сравнению с периодом расцвета, как и практически во всей недофинансируемой науке. Проедается старый багаж наработок. И все же ряд выпускаемых катализаторов признаны в числе лучших в России и в мире — благодаря тому, что они постоянно совершенствуются. Прежде всего это относится к катализаторам (партии от десятков и сотен килограмм до десятков тонн) для процессов метанирования, конверсии углеводородных газов, сероочистки, получения защитных (контролируемых) атмосфер, катализаторам лобового слоя низкотемпературной конверсии оксида углерода, к ряду катализаторов очистки технологических и выбросных газов. Часть их синтезирована на основе разработанного нами направления — химии приготовления оксидных и металлоксидных смешанных цементсодержащих катализаторов.

Так, наши специалисты впервые в мире предложили технологию получения носителей для катализаторов методом шликерного литья под давлением. Сама технология шликерного литья широко используется для получения различных керамических изделий, однако применение ее в катализаторной промышленности уникально. Она не просто расширила спектр возможных геометрических форм носителей — стало возможным производить катализатор оптимизированной формы (в виде цилиндров, шаров с семью отверстиями). Это позволяет снизить газодинамическое сопротивление слоя катализаторов и увеличить их активную поверхность, а также уменьшить температуру стенки дорогостоящих реакционных труб. Катализаторы были внедрены на ряде агрегатов синтеза аммиака с рекордно длительным сроком эксплуатации. Эта серия промышленных катализаторов эксплуатируется в России и на производствах метанола, и в водородных установках и т.д.

Разработанные катализаторы для получения защитных атмосфер путем диссоциации аммиака, которые используются для предотвращения окисления и изменения поверхности металлов, практически удовлетворили потребность в них на всех производствах страны. Их срок службы (как говорят, пробега) составляет не менее 15 лет.

На Магнитогорском металлургическом комбинате недавно введен в эксплуатацию катализатор очистки коксовых газов, содержащих синильную кислоту, бензол, сероводород, аммиак, воду при весьма высоких температурах (1150–1200°C). При столь жестких условиях работы активность нового катализатора превысила показатели ранее работавшего там катализатора немецкой фирмы.

Впервые в мировой промышленной практике в метанатор агрегата производства аммиака Ровенского ПО «Азот» был загружен цементсодержащий катализатор метанирования (очистки синтезированного газа от оксидов углерода) кольцевидной формы, что позволило снизить газодинамическое сопротивление метанатора и достичь экономии по природному газу для одного агрегата аммиака до 250 тыс. м³/год

Созданные катализаторы метанирования демонстрируют фантастический срок службы. Первоначально предполагаемое время эксплуатации изделий серии НИАП-07, которые загружались и загружаются в метанаторы 37 агрегатов синтеза аммиака РФ и СНГ, а также поставлялись на заводы



Узел формования катализаторов в форме экструдатов. Производство катализаторов такого вида повышает производительность их наработки по сравнению с выпуском катализаторов в форме таблеток и колец с помощью таблетмашин. Катализаторы-экструдаты применяются в различных реакторах.

Кубы, Румынии, Болгарии, Ирана, оценивалось максимум в 5–7 лет, но постоянная модернизация позволила продлить их реальную работу до 15 лет и более. Рекорды эксплуатации одной из модификаций составляет 22 года («Гродно Азот») и около



Уникальная термическая печь для прокаливания носителей катализаторов при температурах до 1500°C. Керамические носители нужны для получения термостабильных, механически прочных катализаторов, работающих при высоких температурах (в процессах конверсии углеводородных газов, получения защитных атмосфер и др.).



Исследование катализаторов, сырьевых компонентов, носителей с применением рентгеновского дифрактометра. Рентгеновский метод — один из самых информативных для наших целей: с его помощью определяется фазовый состав и степень дисперсности компонентов катализаторов.



Установка для определения температуры разложения компонентов катализаторов на воздухе и в восстановительных средах (в водороде). Эти исследования позволяют решать вопросы выбора температур прокаливания и активации катализаторов.

25 лет («Невинномысский Азот», «Тольяттиазот»). Можно отметить, что перезагрузка катализаторов метанирования на заводах была связана не со снижением эффективности их работы, а с проверкой работоспособности самих метанаторов или с их капитальным ремонтом. В ближайшее время будет испытываться новый катализатор со сниженной температурой активации. Такая продукция требу-

ется, прежде всего из-за изменения теплового баланса агрегатов аммиака в связи с увеличением их производительности (с 1350 т до 1750 т в сутки).

Значительное увеличение срока службы высокоэффективных катализаторов (конверсии углеводородов, защитных атмосфер и ряда других), созданных в ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», позволило предприятиям только за счет сокращения перезагрузок катализаторов получить сотни миллионов рублей экономии. Суммарный же экономический эффект от внедрения только катализаторов метанирования во всех метанаторах, где они эксплуатировались, за счет увеличения сроков пробега составил 2.5 млрд руб.

Есть и другие примеры создания и практического применения высококлассных катализаторов. Это, конечно, разработки Технологического института сверхтвердых и новых углеродных материалов в г.Троицке, Института нефтехимического синтеза РАН, химического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, Института органической химии имени Н.Д.Зелинского РАН и, разумеется, Института катализа СО РАН. Создание последнего в 1958 г. в Академгородке тоже, безусловно, можно назвать воплощением мечты Ипатьева о каталитическом институте. Его первым директором стал выдающийся ученый и организатор науки академик Г.К.Боресков, а сейчас им руководит академик В.И.Бухтияров. Пожалуй, среди химических институтов в России именно этот располагает лучшей научной базой и опытными установками, имея еще одно несомненное преимущество — превосходный контакт с Новосибирским университетом, постоянное пополнение талантливыми выпускниками вуза. Многие из них уже со студенческой скамьи работают в лабораториях института, где под научным руководством академика В.Н.Пармона (директора с 1995 по 2014 г.) собралась целая плеяда блестящих каталитиков — профессоров, докторов и кандидатов наук. Их глупо-

кие фундаментальные исследования воплотились в создание промышленных катализаторов, в первую очередь для процессов нефтепереработки.

И все же эти прекрасные академические институты и вузы не могут в полной мере заменить каталитические прикладные отраслевые институты. Нужны, как были там, крупные опытные установки с объемом реакторов для испытания катализаторов не менее 100–200 л и расходом заводских газов от нескольких тысяч до десятков тысяч кубометров, которые должны работать круглосуточно, длительное время и на реальном сырье. С учетом возможных вредных выбросов установки непременно должны располагаться на промышленных площадках вдали от жилых кварталов. Необходимы и высококвалифицированные специалисты по загрузкам и пускам промышленных агрегатов, где будет происходить внедрение разработанных каталитических процессов.

И только при таком масштабировании, после таких испытаний можно практически безошибочно рекомендовать промышленности разработки как самих отраслевых НИИ, так и академических институтов и вузов. Полагаем, что подобный подход имел в виду, об этом мечтал замечательный химик-технолог Ипатьев.

Перекличка премий

Мало кто из российских ученых в 20-м столетии удостоивался стольких почетных наград и званий. Ипатьев был избран академиком различных иностранных академий наук, стал кавалером медалей Лавуазье, Берглю, Гиббса и др. Американские историки науки утверждают, что Россия дала миру трех величайших химиков: в XVIII в. — М.В.Ломоносова, в XIX в. — Д.И.Менделеева, в XX в. — В.Н.Ипатьева. Владимир Николаевич был назван в 1937 г. в США Человеком года, будучи выбранным из более чем 1000 претендентов. Г.Эглоф, директор исследовательского отдела фирмы UOP, говорил, что Ипатьев служил связующим звеном между американской и российской наукой.

Исключительное отношение американского научного сообщества к выдающимся заслугам академика Ипатьева выразилось и в том, что Американское химическое общество (ACS) еще при жизни Владимира Николаевича, начиная с 1947 г., стало проводить награждение премией его имени. Согласно положению конкурса, премия присуждается раз в три года за выдающиеся экспериментальные работы в области катализа и химии процессов при высоких давлениях. Первым Ипатьевскую премию получил Л.Шмерлинг молодой коллега Ипатьева, ставший в дальнейшем известнейшим нефтехимиком.

Упомянем еще несколько лауреатов более поздних лет. В 1983 г. за одно из первых исследований хемосорбции и каталитических реакций на

очищенных поверхностях им стал Д.Гудман. В работе были применены самые современные методы исследований того времени. В 1986 г. премии был удостоен Р.Хэйзен — за изучение неявных зависимостей между кристаллической структурой и физическими свойствами. Были разработаны несколько методик исследований при высоких давлениях и температурах. А в 1989 г. премию получил наш соотечественник, выпускник (1974) МГУ, эмигрировавший в 1977 г. в США, А.Клибанов. Его научные интересы включали биотехнологию, различные новые материалы; он организовал ряд компаний. Еще через три года лауреатом стал М.Дэвис, работавший в Калифорнии, где проводил исследования катализаторов при высоком давлении, а также биоматериалов.

В 1995 г. был премирован М.Барто — исследователь в области изучения механизма реакций и активных центров на поверхности катализаторов — металлов и оксидов. Используя фотоэлектронную спектроскопию, он успешно идентифицировал активные центры на поверхности оксидов и описал характеристики, влияющие на изменение активности. Полученные данные способствовали созданию новых катализаторов и установлению новых тенденций в изучении реакций на поверхности как парадигмы в развитии новых каталитических технологий. Следующим получил премию А.Геллман — за глубокие исследования химических процессов, которые протекают на поверхности, специально разработанными для этого новыми методиками.

Победителем конкурса 2001 г. выбрали профессора Дж.Бреннеске за исследования при высоком давлении локальных молекулярных структур в надкритических растворах. В 2004 г. премии удостоился Р.Лобо, исследования которого были направлены на изучение цеолитных катализаторов. А последним лауреатом в 2016 г. был назван А.Бхан — за выдающийся вклад в гетерогенный катализ посредством детальных кинетических исследований и развитие способов конверсии метанольного сырья.

Российская академия наук по понятным причинам смогла пополнить свой перечень химических наград премией в области технической химии имени В.Н.Ипатьева лишь в 90-х годах прошлого века. С 1994 г. по настоящее время (конкурсы проводятся, как и в Америке, один раз в три года, и при представлении работ выдвигаются лишь ведущие авторы, причем не более трех человек) победителями признаны 16 авторов восьми конкурсных работ.

Первыми победителями престижного конкурса в 1994 г. стали ученые из Института нефтехимического синтеза имени А.В.Топчиева РАН доктора химических наук Е.В.Сливинский, С.М.Локтев, Г.А.Корнеева — за цикл работ «Разработка научных основ и технологии получения кислородсодержащих продуктов гидроформилирова-

нием неопределенных соединений на родиевых катализаторах под давлением»; последними, в 2015 г., — член-корреспондент РАН доктор химических наук У.М.Джемилев (Институт нефтехимии и катализа РАН) и доктора технических наук В.М.Капустин («ВНИПИнефть») и В.А.Хавкин («ВНИИ НП») — за работу «Каталитические процессы для получения продуктов нефтехимии и моторных топлив».

Масштабность и научно-техническую значимость работ, представляемых на конкурс имени Ипатьева, покажем на примере одной из них. В 2009 г. премия была присуждена за цикл работ «Физико-химические основы промышленной технологии производства водостойких катализаторов очистки газов от озона» академику, декану химфака МГУ В.В.Лунину, профессору химфака МГУ С.Н.Ткаченко и одному из авторов данной статьи. Многолетними усилиями многих специалистов химфака, научно-внедренческой фирмы «ТИМИС» и «НИАП КАТАЛИЗАТОР» созданы высокоэффективные, водостойкие, механически прочные промышленные катализаторы разложения озона; их производство освоено в «НИАП-КАТАЛИЗАТОР».

Благодаря своим окислительным и бактерицидным свойствам озон используется довольно широко — как сильный, универсальный окислитель; в очистных комплексах химических производств; при дезинфекции и осветлении воды; при устранении запахов; в технологии уничтожения отработанных автомобильных покрышек; при создании полупроводников, жидких кристаллов; при заживлении ран, лечении заболеваний крови, стерилизации медицинских инструментов; для создания комфортной атмосферы в помещениях и для их дезинфекции; при хранении продуктов; на оборонных предприятиях для утилизации различных химических загрязнений, например радиоактивного кобальта и компонентов ракетных топлив.

Часто спрашивают, зачем нужно разлагать озон. У многих представление о нем ограничено приятным запахом после грозы. При очень низких концентрациях озон действительно ощущается как приятная свежесть, но с ростом концентрации становится неприятным для обоняния (а начиная с определенного уровня — даже взрывоопасным). Более того, озон — токсичное вещество первого класса опасности с предельно допустимой концентрацией всего 0.1 мг/м³. Раздражающий запах и токсичность делает актуальной проблему деструкции остаточного газа, который после технологических процессов необходимо превращать в безопасный кислород.

Самый оптимальный с точки зрения экономической эффективности и простоты аппаратного оформления технологический процесс — каталитическое разложение озона. Однако ряд пригодных для этой цели российских и иностранных катализаторов имеют серьезные недостатки: или недостаточно высокую активность, или низ-

кую механическую прочность, или короткий срок пробега (особенно при работе во влажном газе). Применение катализаторов на основе драгметаллов ограничено из-за высокой стоимости.

В отмеченной премией работе была разработана серия высокоэффективных катализаторов разложения озона на основе оксидов переходных металлов и специальных высокоглиноземистых цементов. Для этого пришлось приготовить и изучить более 500 составов новых цементсодержащих катализаторов с различным соотношением компонентов. Созданные катализаторы по своим характеристикам не уступают лучшим мировым аналогам, причем они оказались эффективными и в реакциях очистки различных органических соединений.

Катализаторы марки ГТ и ГТТ синтезированы и внедрены в промышленность на более чем 50 предприятиях России, СНГ и дальнего зарубежья. Первым крупным внедрением стали их промышленные испытания на Днепровской водопроводной станции (г.Киев). А в настоящее время эти катализаторы эффективно работают в озонаторных установках ГНЦ «Курчатовский институт», ракетно-космического завода ГКНПЦ имени М.В.Хруничева, АО «Мосводоканал», Кольской атомной станции (г.Полярные Зори), Невинномысском ПО «Азот» и во многих других организациях, в том числе только на медицинских установках фирмы «Медозон» для разложения озона этими катализаторами загружено более 500 установок. Для очистки отходящих газов пищевых предприятий на установках фирмы «Ятаган» также используются катализаторы в нескольких сотнях установок. А на заводе компании «Ok Rubber» (Таиланд) катализаторы применяются при переработке изношенных шин по озонной технологии. Есть у них и совсем неожиданные применения. Так, для исследований на пучке Большого адронного коллайдера (CERN, Швейцария) Научно-исследовательским институтом ядерной физики МГУ и др. был создан крупнейший комплекс аппаратуры, который включает в себя 350 тыс. дрейфовых детекторов. Образующийся в системе озон отрицательно влияет на материалы детектора. Примененный катализатор ГТТ полностью устраняет озон и уже восемь лет надежно защищает дрейфовые детекторы, а также устраняет органические и силиконовые примеси в газовой смеси. Крупное внедрение катализаторов осуществлено на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства — Западной водопроводной станции г.Москвы (240 тыс. м³ воды в сутки) и спортивных сооружениях (бассейнах). Начато использование катализаторов и на Рублевской водопроводной станции г. Москва (320 тыс. м³ воды в сутки), и в ГУП Водоканал (г.Санкт-Петербург).

Суммарный экономический эффект от внедрения катализаторов на нескольких десятках предприятий составил несколько сотен миллионов рублей.

Итоги следующего престижного российского конкурса на соискание премии имени В.Н.Ипатьева будут подведены в конце 2018 г., американского — в 2019 г.

Возвращение забытого гения

Имя Владимира Николаевича после многих лет забвения заняло достойное место в ареопаге российской науки. Несомненно, вклад Ипатьева как ученого, изобретателя, создателя новых исследовательских институтов, организатора химического производства можно сравнить с многосторонней деятельностью великих ученых и руководителей гигантских проектов — академиков И.В.Курчатова и С.П.Королева. Конечно, столь замечательная дата, его 150-летие, не остается незамеченной в России и в мире: проводятся конференции, выходят статьи. Один из круглых столов памяти академика состоялся еще в начале года в Доме русского зарубежья, рядом с которым завершается строительство здания музея, где разместится галерея выдающихся деятелей русской эмиграции,

и в том числе постоянно действующая выставка, посвященная Владимиру Николаевичу.

Что же касается практической части наследия Ипатьева, то стране еще предстоит справиться с тяжелыми последствиями своего рода «репрессий производств», которые, в какой-то степени аналогично человеческим репрессиям, нагрянули в постпереломную эпоху. Конечно, трудно рассчитывать, что все руководители министерств и ведущих компаний будут иметь организационный талант уровня академика Ипатьева, но ожидать от них стратегической ориентированности на развитие научного потенциала и высокотехнологической экономики России мы вправе.

И за прошедшие в XXI в. годы уже имеются обнадеживающие примеры строительства у нас новых насыщенных каталитическими процессами нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Это крупные НПЗ в Татарстане и Тюменской обл., строящиеся нефтехимический комбинат в Тобольске, Приморский НПЗ и Амурский ГПЗ.

Новые катализаторы и процессы, превосходящие зарубежные аналоги, успешно реализованы



Блок риформинга (показана секция комбинированной установки производства моторных топлив Сургутского завода стабилизации газоконденсата(РП)). Блок каталитического риформинга бензиновой фракции вырабатывает базовый высокооктановый компонент бензина (около 1 млн т в год) с пониженным содержанием вредных ароматических углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах серии ГПС, разработанных в ООО «НПФ «ОЛКАТ»».

также по разработкам «осколков» бывшего ВНИИ-Нефтехима, юридически ликвидированного в 2015 г. Это технология жидкофазного синтеза изопрена, созданная в НПО «ЕВРОХИМ» (Санкт-Петербург), которая с 2006 года применяется в ПАО «Нижекамскнефтехим». Мощность действующего производства изопрена составляет 190 тыс. т в год. А сульфатциркониевый катализатор и технология изомеризации легких углеводородных фракций, разработанные в НПП «Нефтехим» (бывшем Краснодарском филиале ВНИИНефтехима) уже используются на ряде заводов в России, а также в Индии и Китае: создание и широкомасштабное внедрение российской конкурентоспособной технологии для крупнотоннажного производства автобензинов, соответствующих требованиям европейских стандартов, отмечено премией Правительства РФ. ЗАО «НПО «Ленкор» продолжает работы, начатые В.В.Ипатьевым. Эта организация в настоящее время — одна из ведущих в стране в области технического диагностирования и экспертизы промышленной безопасности.

В 2015 г. ряд российских ученых и инженеров были отмечены премией Правительства РФ в об-

ласти науки и техники за разработку и промышленное освоение инновационной, энерго- и ресурсосберегающей технологии производства высокооктановых автомобильных бензинов с улучшенными экологическими свойствами. В их числе бывшие сотрудники ВНИИНефтехима, работающие в ООО «НПФ «ОЛКАТ»» (Санкт-Петербург), в том числе один из авторов статьи, которые участвуют в промышленном освоении принципиально нового цеолитсодержащего катализатора риформинга, а также в разработке технологии гидроизомеризации бензолсодержащих фракций. Всего на катализаторах этой фирмы производится около 10% объема российского автомобильного бензина.

Постараемся же руководствоваться словами Владимира Николаевича Ипатьева, написанными им еще в 1923 г.: «Никакие потрясения государств, никакие разрухи промышленно-хозяйственной жизни не страшны для государств, если только не пропала охота к производительному труду. Если не угас дух мысли и творчества, представляющий собой ценнейший народный капитал — капитал науки!» ■

The legacy of the great chemist — are we able to keep it?

E.Z.Golosman¹, P.N.Borutskii²

¹“NIAP/KATALIZATOR” (Novomoskovsk, Russia)

²“OLKAT” Research and Production Firm (Saint Petersburg, Russia)

November 21, 2017 in Russia and in the world the 150th anniversary of the birth of the great chemist-technologist, Academician V.N.Ipatieff, will be celebrated. Special events include publications, round tables, exhibitions, and scientific conferences. But was the return of the Russian genius to his native land fully realized after many years of oblivion? How did Russia manage his heritage? In addition to a diverse scientific contribution, Ipatieff headed a number of research institutes in the country, created the Russian chemical industry. And over the past 25 years, more than 5000 research institutes from the 6000 in this field in Russia have disappeared. «Father of heterogeneous catalysis», Ipatieff dreamed of returning to the USSR and organizing here an institute for industrial catalysis; to some extent this dream of Vladimir Nikolaevich fulfilled in several institutes. Despite all the complexities of the modern turning period, the development and introduction of industrial catalysts is continued by Boreskov Institute of Catalysis (Novosibirsk), NIAP-KATALIZATOR (Novomoskovsk), OLKAT (St. Petersburg), the N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry (Moscow), Lomonosov Moscow State University, etc. The attitude of the world community to the merits of Ipatieff was expressed in the creation of a prestigious awards (American (since 1947)) and Russian (since 1994)). But it is very important that in his homeland, his business will be fully preserved.

Keywords: V.N.Ipatieff, heterogeneous catalysis, industrial catalysts.

«Несмотря на всякого рода переживания и невзгоды...»

М.Ю.Сорокина

Дом русского зарубежья имени Александра Солженицына (Москва, Россия)

Юбилей выдающегося химика Владимира Николаевича Ипатьева (1867–1952) приходится на год столетия Октябрьской революции, сыгравшей значительную роль в судьбе самого ученого и всех его близких. Как истинный патриот Ипатьев отдавал все свои таланты и силы родине независимо от системы власти в России. Несмотря на это, только вынужденная эмиграция спасла его от ареста в годы сталинских репрессий. Семья ученого оказалась разорвана — в СССР остались дочь и сын, которым пришлось многое пережить. А мечте Владимира Николаевича вернуться на родину не суждено было сбыться...

Ключевые слова: Российская академия наук, В.Н.Ипатьев, русская эмиграция, история химии.

Академик В.И.Вернадский (1863–1945) записал 14 ноября 1938 г. в дневнике: «Вчера работал над книгой. Основные черты демократии выяснил себе как ноосферные явления. Думал хорошо. Был у Комарова в связи с цензурой — не допускают и искажают *Chemische Zentralblatt!* Два № задержаны. В них нет начала (рефераты о двух новых работах Ипатьева!?)» [1]. Так в одной дневниковой записи ученого оказались навсегда связаны для потомков демократия, ноосферные явления и попытки уничтожить память о самом известном русском химике XX в. — академике В.Н.Ипатьеве (1867–1952).

В разгорающейся топке Большого террора 29 декабря 1936 г. Владимир Николаевич был исключен из числа действительных членов АН СССР, а 5 января 1937-го решением ЦИК СССР лишен советского гражданства [2–6]. Декабрьское постановление Общего собрания АН СССР гласило: «С 1927 г. действительный член Академии Наук Союза ССР В.Н.Ипатьев находится за границей. В.Н.Ипатьев сообщил Президиуму Академии Наук Союза ССР, что считает невозможным в настоящее время вернуться на родину и возобновить работу в Академии Наук, так как связан контрактом с иностранной коммерческой фирмой. Отказываясь возвратиться к работе в Академии Наук, решительно предпочитая работать в иностранной коммерческой фирме, В.Н.Ипатьев грубо нарушает основной долг каждого гражданина Союза ССР — трудиться на благо своей родины. Считаю поведение В.Н.Ипатьева явно несовместимым с достоинством советского гражданина и тем более со зва-



Марина Юрьевна Сорокина, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом истории русского зарубежья Дома русского зарубежья имени Александра Солженицына. Область научных интересов — социальная история отечественной науки, архивное наследие ученых.

нием действительного члена Академии Наук, Общее собрание Академии Наук Союза ССР, в соответствии с §24 Устава Академии, постановляет: лишить В.Н.Ипатьева звания действительного члена Академии Наук Союза ССР*». Сегодня хорошо известно, что почти все сведения в этом тексте были фальсифицированы, начиная с даты отъезда академика. Но инерции клеветы и лжи вполне хватило на то, чтобы в списках действительных членов Академии имя Ипатьева было восстановлено только через 50 лет, в период горбачевской перестройки, посмертно**.

Есть что-то символическое в том, что 150-летний юбилей В.Н.Ипатьева приходится на год столетия Русской революции. Прижизненная и посмертная судьба выходца из старинного дворянского рода, одного из создателей российской химической промышленности и в то же время советского военно-промышленного комплекса,

* Цит. по: www.ihst.ru/projects/sohist/document/chim36.htm

** 22 марта 1990 г. Общее собрание Академии наук СССР приняло постановление «О восстановлении (посмертно) в членах Академии наук СССР ученых, необоснованно исключенных из Академии наук СССР», в том числе В.Н.Ипатьева.



оказались так тесно переплетены с драматической историей революций 1917 г., как мало у кого из академиков дореволюционного избрания.

Владимир Николаевич Ипатьев родился 9 (21) ноября 1867 г. в Москве, и буквально в дни октябрьского переворота 1917 г. ему исполнилось 50 лет. Он был в расцвете своей профессиональной научной карьеры: в ноябре 1914 г. Императорская академия наук избрала Ипатьева членом-корреспондентом по Отделению физико-математических наук, в январе 1916 г. — действительным членом по тому же отделению. Генерал-лейтенант Русской императорской армии, заслуженный профессор Михайловской артиллерийской академии, председатель Химического комитета при Главном артиллерийском управлении, куда для обеспечения снабжения фронта вошли все наиболее известные русские химики, Ипатьев по праву занимал место одного из лидеров российской науки и оборонной промышленности.

Как преодолеть трагический и губительный для судьбы России разрыв между самодержавием и различными общественными силами в условиях тяжелого военного кризиса? Этот вопрос долго

и безуспешно пытались решать и наиболее дальновидные деятели правительства, и лидеры политических партий, и военные, и студенчество. Общенациональный кризис, вызванный Первой мировой войной и нарастающей революционной ситуацией в стране, стал тем вызовом времени, на который пришлось отвечать и академической элите. И она оказалась способной быстро и эффективно реагировать на социально-политические изменения. Это и сделало в недалеком будущем бывшую Императорскую академию наук ведущим научным институтом, определяющим развитие всей советской науки и общества; «первенствующее ученое сословие» — лучше любого государственно-бюрократического органа.

Ипатьев оказался в числе тех специалистов, которые почти сразу после большевистского переворота начали тесно сотрудничать с новой властью, исходя из интересов измученной военными неудачами и социальными конфликтами, фактически распадающейся страны. В своих мемуарах, написанных в 40-е годы уже в эмиграции в США, он вспоминал, что на вопрос немецкого коллеги, почему он не покидает СССР и не переезжает за границу, где мог бы найти значительное более комфортные условия для научной работы, не замедлил ответить: «...я, как патриот своей родины, должен остаться в ней до конца моей жизни и посвятить ей все силы. Проф. Эйнштейн слышал мой ответ и громко заявил: «вот этот ответ я вполне разделяю, так и надо поступать» [7, т.2, с.483].

Вероятно, такое понимание своей гражданской и научной миссии было сформировано у Владимира Николаевича еще семьей. Его отец, известный архитектор Николай Алексеевич Ипатьев (1839–1890), навсегда оставил о себе память в Москве проектированием многих православных храмов. Мать, Анна Дмитриевна (урожденная Глики; умерла в 1877 г.), гречанка по происхождению, также принадлежала к высококультурной семье медиков, математиков, педагогов.

Родной брат — Николай Николаевич Ипатьев (1869–1938), военный инженер, участник многих проектов по строительству железнодорожных магистралей, в том числе сложнейшей по природным условиям части Пермь-Котласской дороги. Выйдя в 1906 г. в отставку, он поселился в Екатеринбурге, создал небольшую строительную фирму, вел активную общественную и краеведческую деятельность. Гласный Екатеринбургской городской думы, Николай Ипатьев входил в комитет по постройке Уральского горного института. Однако Большой истории он известен не общественной или предпринимательской деятельностью... В 1908 г. Николай Ипатьев приобрел особняк («Ипатьевский дом»), навсегда вошедший в историю России как место расстрела в 1918 г. последнего российского императора Николая II и его семьи и ставший одним из символов русской трагедии XX в. Хозяин дома разделил печальную судьбу

многих людей его круга, став беженцем. Вместе с женой Марией Федоровной (урожденной Гельцер) он эмигрировал в Японию, затем жил в Чехословакии, где и скончался в Праге. Похоронен в крипте храма Успения Пресвятой Богородицы на Ольшанском кладбище.

«Несмотря на всякого рода переживания и невзгоды, без которых не может обойтись ни одна человеческая жизнь, — вспоминал Владимир Николаевич, — я должен, однако, признать, что моя жизнь сложилась очень благоприятно как для научной деятельности, так и для частной жизни» [7, т.1, с.XIII]. Собственно семейная жизнь академика Ипатьева была счастливой. Вместе с супругой Варварой Дмитриевной (урожденной Ермаковой; умерла в 1952 г.) он прожил всю жизнь. А вот траектории судеб их детей — трех сыновей и дочери — оказались весьма непростыми, в чем отразился непредсказуемый драматизм XX в. Старший сын Дмитрий родился в 1893 г. Ему было чуть больше 20 лет, когда он — прапорщик запаса Гвардейского артиллерийского дивизиона — добровольцем отправился в августе 1914 г. на фронт Первой мировой войны, быстро дослужился до командира роты, был удостоен нескольких орденов, но 3 сентября 1915 г. погиб под Вильно. Его смерть была огромным ударом для всей семьи. Тело Дмитрия перевезли в Москву и похоронили на Ваганьковском кладбище, где его захоронение сохраняется и поныне на участке его бабушки Софьи Федоровны Гельцер, представительницы известной артистической семьи.

Средний сын — Николай (1896–1935) — также прошел через все испытания войн, и его жизненный путь оказался наиболее изломанным среди всех Ипатьевых. Долгие годы о нем ничего не было известно; считалось, что он «пропал» в Африке. И лишь недавно, благодаря подвижнической деятельности В.К.Ронина [8], стали известны некоторые подробности необычной судьбы Николая Владимировича. В 1914 г. он, зачисленный по настоянию отца на юридический факультет Петербургского университета*, с началом Первой мировой войны перешел в Николаевское кавалерийское училище и в 1915 г. уже числился в 1-м гусарском Сумском полку. На фронт отправился уже в составе Кавказской туземной («Дикой») конной дивизии под командованием брата государя, великого князя Михаила Александровича. Вскоре 20-летний штаб-ротмистр Ипатьев стал адъютантом команду-

* Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга. Ф.14. Оп.3. Д.65197.



Могила старшего сына и дочери.

щего 5-й армией Северного фронта генерала от кавалерии А.М.Драгомирова и после захвата власти большевиками некоторое время скрывался на даче Ипатьевых в Калужской губернии.

Там, в с.Товарково на р.Угре, еще в 1905 г. Владимир Николаевич купил у крестьян участок около 50 десятин возле церкви Рождества Христова



Современная панорама: правый берег Угры со стороны пос.Товарково.



Все, что осталось от усадьбы Ипатьевых: старый яблоневый сад и остатки фундамента дома.

и к 1906 г. построил большой дом. Дача, первоначально задуманная для летнего отдыха, вскоре превратилась в образцовое хозяйство с передовым землепользованием и плодоносящим яблоневым садом. Вместе с небольшим заводиком по разведению породистых лошадей (увлечение детей!) они служили примером для соседских крестьян и других землевладельцев. Сегодня от хутора семьи Ипатьевых остались лишь восстановленная усилиями энтузиастов церковь, фундамент господского дома и по-прежнему обильно плодоносящий старый яблоневый сад.

Пережив вместе с матерью начальный период Гражданской войны на Угре, к декабрю 1918 г. Николай Ипатьев оказался на Украине, а затем, в 1919 г., уже в Бельгии, где в числе первых русских беженцев поселился в Брюсселе. Молодому человеку, который находился в тяжелом материальном положении и даже подумывал о самоубийстве, помог старый знакомый отца, инженер и промышленник Д.А.Пеняков, в то время директор химического предприятия неподалеку от Гента. И Николай поступил в Государственный агрономический институт в Жамблу, в 42 км к юго-востоку от Брюсселя. Это был один из первых бельгийских вузов, куда начали поступать русские эмигранты, он имел хорошую международную репутацию, и около трети его студентов составляли иностранцы. В 1922 г. Николай Ипатьев окончил этот институт с отличием и получил диплом инженера-агронома.

Большое место в его жизни занимала эмигрантская общественная деятельность. Член Союза русских монархистов, Николай Ипатьев собирал пожертвования в «Особую казну» великого князя Николая Николаевича, был делегатом Российского зарубежного съезда 1926 г. в Париже от русской эмиграции в Бельгии. Позже, весной 1930 г., он оказался среди самых первых и самых щедрых жертвователей на сооружение в Брюсселе русского православного храма Св. Иова Многострадального «в память Царя-Мученика Николая II и всех

русских людей, богоборческой властью в смуте убиенных», присылая взносы из Конго.

Неудивительно, что случайно (случайно ли?) встретив своего отца в январе 1922 г. в Брюсселе, куда академик приехал в командировку как советский правительственный эксперт, он не обрадовался этой неожиданной встрече. Однако любопытно другое. Несмотря на очевидную разницу в понимании своего гражданского долга, отец и сын не собирались обрывать контакты и вскоре встретились еще раз — в Берлине в середине 1923 г. Возможно, они пересекались еще не раз; во всяком случае, имя и образ отца всегда сопровождали и охраняли Николая в его трудной судьбе.

К середине 1920-х годов Николай Ипатьев сменил немало служб: работал химиком на плавильном заводе драгоценных металлов, на фабрике красителей и т.д. Но в 1926 г., как и многие русские эмигранты, искавшие более адекватного применения своим знаниям и талантам, он поступил на государственную службу в Бельгийском Конго. Важную роль сыграло его знакомство с профессором химии Ж.Пирартсом, возглавлявшим лабораторию в Министерстве колоний Бельгии. И в октябре 1926 г. Ипатьев отплыл в Конго, где ему предстояло стать помощником директора химической лаборатории в Леопольдвиле. С этого момента последующие 10 лет его жизни оказались связаны с Африкой, где он и остался до конца своих дней.

В эти годы в бельгийской части Африки русских можно было найти повсюду. Многие бывшие белые офицеры и члены их семей, став инженерами и служащими различных частных и государственных компаний, строили мосты и прокладывали дороги, изучали гидрографию новых территорий и местную флору и фауну, лечили больных, учили детей и местное взрослое население. Ежедневно совершали подвиг повседневности вопреки словам поэта: «Будешь мереть по ямам африканским...»*.

* Из поэмы Владимира Маяковского «Хорошо!» (1927).

Среди этих людей — известный исследователь Арктики и первооткрыватель Северной Земли Борис Андреевич Вилькицкий (1885–1961), супруги Малевские-Малевичи — Святослав Святославович (1905–1973), художник, химик и дипломат, и его супруга Зинаида Алексеевна (урожденная княжна Шаховская, 1906–2001), писательница, широко известная своими мемуарами «Таков мой век», и многие-многие другие русские беженцы.

Николай Ипатьев работал в Службе промышленности и торговли в провинциях Конго — Касаи и Кокийявил (ныне Мбандака, Экваториальная провинция), но едва ли не каждая новая должность заканчивалась для него конфликтом с начальством. Ипатьевский «ген» исследователя, ученого, творца не оставлял ему возможности смириться с рутинной лабораторной работой по изучению качества продуктов... Влекло Ипатьева-младшего совсем другое — научное исследование алкалоидов, применяемых в народной медицине африканцев. В июне 1930 г., посетив плантацию масличных пальм на р.Монгала в округе Убанги (Конго), он впервые услышал от местных жителей об отваре из листьев растения «эфери»*, который очень помогает при лихорадке. Когда осенью он поехал в г.Элизаветвиль, где должен был возглавить химическую лабораторию, взял с собой на анализ загадочные листья.

С февраля 1932 г. Николай Ипатьев приступил к исследованию химических свойств горького экстракта эфирина, а уже в октябре отправил в Брюссель статью, где заявил на основании собственного опыта, что эфирин действует лучше и быстрее, чем хинин, обладая к тому же как тонизирующим, так и успокаивающим эффектом. Позднее в некрологе исследователя будет написано о его надеждах, что открытое им лекарство против малярии вскоре заменит в колониальной медицине сравнительно дорогой хинин.

Надеждам ученого не суждено было сбыться. Он скончался 20 января 1935 г. в г.Стэнливиле (ныне Кисангани, город на северо-востоке Конго) в возрасте 38 лет. По словам его отца, Николай Владимирович «геройски погиб при исполнении своего долга», испытав на себе открытое им средство против желтой лихорадки [7, т.1, с.XIV]. Так или иначе, но, несмотря на идейные расхождения, и в своей европейской, и в своей африканской профессиональной жизни сын шел по стопам отца, как и те дети академика, которые остались в СССР.

Младший сын Владимира Николаевича — Владимир — был доктором химических наук, работал

* Вероятно, речь идет о базилике эвгенольном (*Ocimum gratissimum*) — богатом алкалоидами растении родом из Африки, которое местные жители именуют эфирином и используют в качестве лекарственного средства. Антималарийные свойства у *Ocimum gratissimum* подтвердили в 2005 г. камерунские биохимики из Университета Дуалы (Doi:10.1055/s-2005-837745). — Примеч. ред.

в Ленинграде**. Летом 1941 г. он был арестован и освобожден из заключения в июле 1946 г., умер в 1955 г. Любимая дочь Владимира Николаевича — Анна (1894–1958) — также химик по специальности. Она была одним из немногих людей, кто постоянно общался с отцом. Его письма к дочери сохранились в Петербургском филиале Архива РАН***. Согласно ее завещанию, она похоронена на Ваганьковском кладбище, рядом с братом Дмитрием.

Как легко заметить из этого беглого обзора, поколение детей Ипатьевых прошло через все «муки» русского XX в. Их отец, который, казалось бы, занимал самое высокое профессиональное положение при большевистской власти, — председатель Комиссии по организации и демобилизации химической промышленности при Всероссийском совете народного хозяйства (ВСНХ, 1918), с 1921 г. начальник Главного управления химической промышленности ВСНХ и член его Президиума, а в 1923–1926 гг. — председатель Химического комитета при Реввоенсовете, осуществляющий руководство всеми военно-химическими работами в СССР, правительственный эксперт по научно-техническим вопросам с постоянными поездками в Европу, лауреат премии имени В.И.Ленина (1927), директор Лаборатории высоких давлений в Ленинграде (с 1929 г. — Государственный институт высоких давлений), — также испытал все взлеты и падения русской интеллигенции при большевистском режиме.

Аресты коллег и близких друзей В.Н.Ипатьева в 1929 г. буквально вынудили академика принять решение о необходимости покинуть СССР. Так, его ближайший ученик, физикохимик, Евгений Иванович Шпитальский (1879–1931), профессор Московского университета и член-корреспондент АН СССР, арестованный в начале 1929 г., на «процессе Промпартии» был назван одним из главных «вредителей» в химической промышленности и руководителем «вредительской цепочки», а затем погиб в заключении. И после того как в июне 1930 г. Владимир Николаевич вместе с женой Варварой Дмитриевной выехал в Берлин для участия во 2-м Международном энергетическом конгрессе, на родину они уже не вернулись. После завершения конгресса Ипатьевы, в надежде на успешную операцию тяжело болевшей супруге и с согласия АН СССР, выехали в США, где со временем Владимир Николаевич получил престижное место профессора Северо-западного университета и директора Лаборатории катализа и высоких давлений в Эванстоне (пригород Чикаго). В эти годы Ипатьев активно публиковал свои научные рабо-

** В литературе неоднократно указывалось, что в 1936 г. он публично отрекся от отца-«невозвращенца» на Общем собрании АН СССР. Однако есть сведения, что данная запись была фальсифицирована, и, таким образом, этот историографический факт требует уточнения.

*** СПбФ АРАН. Ф. 941. Оп.1. Д. 49.



Северо-западный университет в Эванстоне (пригород Чикаго), 1942 г.

ты; в 1939 г. он был избран членом Национальной академии США и постоянно номинировался коллегами на Нобелевскую премию по химии — в 1938, 1941, 1942, 1948–1950 гг.

Несмотря на долгое отсутствие, до 1937 г. В.Н.Ипатьев продолжал публиковаться в СССР. В апреле 1936 г. по издательскому плану АН СССР на русском языке вышла его монография о катализе при высоких давлениях, но уже с середины того

ментально не подтверждая этого. И даже А.А.Громыко, посол СССР в США в годы Второй мировой войны, а затем многолетний министр иностранных дел СССР, писал, что академик Ипатьев сидел у него в приемной и рыдал, получая очередной отказ в визе на родину [9]. Свидетельства эти кажутся сомнительными. Но сам академик, действительно, до конца своей жизни испытывал горькое чувство оторванности от родины: «Почему сложились так обстоятельства, что я все-таки принужден был остаться в чужой для меня стране, сделаться ее гражданином и работать на ее пользу в течение последних лет моей жизни?» [7, т.2, с.484].

Дочери Анне он писал в Ленинград 2 декабря 1945 г.: «Работая здесь научно, я, однако, никогда не забывал, что всякое новое достижение приносит также пользу и моей Родине. Хотя мы и не испытывали здесь голода и холода во время войны, но должен тебе сказать, что мучительно переживал все начальные военные неудачи нашей Красной Армии, но, однако, верил, что потенциальная энергия русского народа возьмет свое и он выйдет победителем, несмотря на все лишения»*.

Вера в Россию и ее народ всегда были важной доминан-



С французским химиком, лауреатом Нобелевской премии 1912 г. П.Сабатье.

* СПбФ АРАН. Ф. 941. Оп.1. Д.42. Л.5–6.



Банкет по случаю золотой свадьбы четы Ипатьевых, 1942 г.

той мироощущения академика Ипатьева. И когда в 1946 г. Александра Львовна Толстая (1884–1979) создала при Толстовском фонде специальный Комитет по оказанию помощи русским ученым и профессорам, находившимся в Европе в лагерях для перемещенных лиц («Профессорский фонд»), в состав его исполкома, наряду с известными русскими учеными, жившими в США (П.А.Сорокиным, И.И.Сикорским, М.М.Карповичем, М.И.Ростовцевым и др.), вошел и Владимир Николаевич Ипатьев. Благодаря их высокому авторитету к деятельности Профессорского фонда удалось привлечь многих американских коллег и помочь переезду в США нескольким сотням русских деятелей науки и высшей школы [10].

29 ноября 1952 г. В.Н.Ипатьев скончался в Чикаго и похоронен на кладбище Элмвуд (штат Иллинойс). Рядом с ним покоится жена, Варвара Дмитриевна, пережившая мужа всего на девять дней. На Свято-Владимирском православном кладбище в г.Джексоне (штат Нью-Джерси) установлен памятный обелиск в честь ученого.

Даже после кончины ученого его имя многие десятилетия вымарывалось из истории отечественной науки. Отдел пропаганды и агитации ЦК КПСС в письме в Секретариат ЦК от 23 апреля 1959 г., отмечая идеологические ошибки при подготовке биографических справок дополнительного, 51-го, тома Большой советской энциклопедии, отнес к таковым и статью об Ипатьеве — «химик-органике, который... не вернулся в СССР, работал в США и выступал против Советского Союза». Несмотря на посмертное восстановление в статусе действительного члена Академии наук, интереснейшие двухтомные мемуары ученого долго не находили своего издателя и были впервые опубликованы в России только в 2011 г. при содейст-

вии действительного члена РАН, доктора химических наук, профессора, лауреата Государственной премии России, лауреата международной энергетической премии «Глобальная энергия», научного руководителя Института катализа имени Г.К.Борескова Сибирского отделения РАН В.Н.Пармона.



С супругой Варварой Дмитриевной, 1942 г.

Но время неумолимо все расставляет на свои места. Сегодня благодаря личной инициативе и неустанной деятельности группы энтузиастов во главе с кандидатом медицинских наук Т.А.Сидоровой выявлено много новых сведений о семье великого ученого, и медленно, но верно восстанавливается дача-хутор академика В.Н.Ипатьева, находящаяся ныне на территории Национального парка «Угра». Нет сомнений, что пришло время

объединить усилия всех исследователей и организаций (Дома русского зарубежья имени Александра Солженицына, Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова и др.), заинтересованных в создании Мемориального фонда академика В.Н.Ипатьева, в рамках которого получили бы развитие различные проекты краеведческого, историко-научного и научно-исследовательского характера. ■

Литература / References

1. *Вернадский В.И.* Дневники, 1935–1941. Ред. В.П.Волков. М., 2006; 1: 352. [*Vernadsky V.I. Dnevniky (Diaries), 1935–1941. V.P.Volkov (ed.). Moscow, 2006; 1:352. (In Russ.).*]
2. *Кузнецов В.И.* Превратности творчества академика В.Н.Ипатьева. Репрессированная наука. Л., 1991; 367–376. [*Kuznetsov V.I. Reverses of Creations of V.N.Ipatieff. Repressed Science. L., 1991; 367–376. (In Russ.).*]
3. *Кузнецов В.И.* Владимир Николаевич Ипатьев: Научная биография. М., 1992. [*Kuznetsov V.I. Vladimir Nikolayevich Ipatieff: Scientific Biography. Moscow, 1992. (In Russ.).*]
4. *Волков В.А.* А.Е.Чичибабин и В.Н.Ипатьев — трагические судьбы. Российские ученые и инженеры в эмиграции. М., 1993; 40–71. [*Volkov V.A. A.E.Chichibabin and V.N.Ipatieff — Tragic Fates. Russian Scientists and Engineers in Exile. Moscow, 1993; 40–71. (In Russ.).*]
5. *Соловьев Ю.И.* Владимир Николаевич Ипатьев и Алексей Евгеньевич Чичибабин. Трагические судьбы: репрессированные ученые Академии наук СССР. М., 1995: 46–53. [*Soloviev Yu.I. Vladimir Nikolayevich Ipatieff and Aleksey Yevgenyevich Chichibabin. Tragic Fates: Repressed Scientists of the USSR Academy of Sciences. Moscow, 1995: 46–53. (In Russ.).*]
6. *Блох А.М.* «Нобелиана» Петра Лебедева и Владимира Ипатьева. Природа. 2002; 4: 67–71. [*Blokh A.M. The Nobel Nonprize to Petr Lebedev and Vladimir Ipatyev. Priroda. 2002; 4: 67–71. (In Russ.).*]
7. *Ипатьев В.Н.* Жизнь одного химика. Нью-Йорк, 1945. [*Ipatieff V.N. The Life of a Chemist. N.Y., 1945. (In Russ.).*]
8. *Ронин В.К.* «Русское Конго». 1870–1970. М., 2009; 1–2. [*Ronin V.K. «Russian Congo». 1870–1970. Moscow, 2009; 1–2. (In Russ.).*]
9. *Громыко А.А.* Памятное. М., 1988; 2: 114. [*Gromyko A.A. Memorable. Moscow, 1988; 2: 114. (In Russ.).*]
10. *Ульянкина Т.И.* Спасение ученых от нацизма в 1933–1941 гг.: Беженский университет Э.Джонсона и Толстовский фонд (Нью-Йорк). Вопросы истории естествознания и техники. 2007; 4: 78–108. [*Uliankina T.I. Rescue of scientists from Nazism, 1933–1941: Alvin S.Johnson's Refugee University and Tolstoy Fund (New York). Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki. 2007; 4: 78–108. (In Russ.).*]

“Despite the different affections and misfortunes...”

M.Yu.Sorokina

Alexander Solzhenitsyn Center for the Study of the Russian Diaspora (Moscow, Russia)

The anniversary of the distinguished chemist Academician Vladimir Nikolaevich Ipatieff (1867–1952) is celebrating at the year of the centennial jubilee of the 1917 October Revolution, which played a significant role in the fate of the scientist and his family. As a true patriot, Ipatieff contributed all his talents and efforts to his country, regardless of the system of power in Russia. Despite this, only forced emigration saved him from arrest during the years of Stalin's repression. The family of the scientist was torn up — in the USSR there was a daughter and a son who had to endure much. And Ipatieff's dream of returning to his homeland was not destined to come true...

Keywords: Russian Academy of Sciences, Vladimir Ipatieff, Russian emigration, social history of chemistry.

Лунная база, полярная вода и опасность лунотрясений

Научные сообщения

доктор геолого-минералогических наук А.Т.Базилевский

Институт геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского РАН (Москва, Россия)

Полярные районы Луны представляют интерес как возможное место создания лунной базы. Их преимущество — наличие запасов льда воды, накопившихся в так называемых холодных ловушках. База должна защищать своих обитателей от высокого вакуума, слишком высоких (днем) и слишком низких (ночью) температур, космических лучей и метеоритной бомбардировки. В последние годы стала выявляться еще одна потенциальная опасность лунной среды, которую надо учитывать, — лунотрясения. Их действие было обнаружено достаточно давно по наблюдениям 1969–1977 гг. в рамках программы «Аполлон», но как фактор риска для лунной базы они не обсуждались. Магнитуда зарегистрированных лунотрясений — от 1.6 до 4.2 по шкале Рихтера, но возможность более сильных сотрясений исключить нельзя. Анализ недавно полученных снимков лунной поверхности очень высокого (~0.5 м) разрешения привел к обнаружению на лунных материках (в том числе и в полярных районах) более 3000 уступов, вероятно, созданных очень молодыми (<50 млн лет) тектоническими надвигами. Такие процессы должны были сопровождаться лунотрясениями. Удобный для изучения земной аналог этого явления — землетрясение с магнитудой 6.9, случившееся 14 ноября 1968 г. вблизи городка Мекеринг в Западной Австралии, которое сопровождалось образованием надвигового уступа и катастрофическими разрушениями городских построек. Очевидно, что лунотрясения могут приводить к серьезным механическим напряжениям и даже разрушениям в помещениях лунной базы и элементах ее инфраструктуры. Этот фактор риска должен изучаться и учитываться.

Ключевые слова: лунная база, полюса Луны, полярная вода, уступ, надвиг, лунотрясение.

Луна — самый близкий космический сосед Земли. Она активно изучается рядом стран с помощью автоматических космических аппаратов. Обсуждаются и планы создания на Луне обитаемой базы, которую можно использовать для изучения различных характеристик нашего спутника в стационарных лабораториях и в маршрутных исследованиях, для наблюдений за далекими космическими объектами, а также как перевалочный и заправочный пункт при полетах к другим объектам Солнечной системы. В качестве перспективного места для создания лунной базы рассматриваются полярные районы [1, 2]. Они привлекательны тем, что Солнце там стоит очень низко над горизонтом, и даже в середине лунного дня температуры поверхности невысокие, а в зонах вечной тени и в некоторых других местах в лунном рыхлом грунте содержится заметная примесь льда воды [3, 4]. Вода же нужна для жизнеобеспечения базы и как сырье при производстве ракетного топлива для полетов к другим космическим объектам.

База должна защищать своих обитателей от неблагоприятных составляющих лунной среды: высокого вакуума, слишком высоких (днем) и слишком низких (ночью) температур, космических лучей и метеоритной и микрометеоритной бомбардировки. В последние годы стала выяв-

ляться еще одна потенциальная опасность, которую надо учитывать при создании базы на Луне, — сейсмическая активность, или, проще говоря, лунотрясения.

О том, что на Луне есть сейсмическая активность, стало ясно еще в 1969–1977 гг. в результате наблюдений с помощью сейсмометров, установленных в местах посадки космических кораблей «Аполлон-12, -14–16» [5, 6]. Тогда было зарегистрировано довольно большое количество сейсмических сотрясений, как глубинных, так и приповерхностных. Но как фактор, который должен учитываться при освоении нашего спутника, лунотрясения, насколько нам известно, не рассматривались. По-видимому, это связано с тем, что в результате исследований в 60–80-х годах прошлого века была установлена высокая вулканическая и тектоническая активность на Луне, проявлявшаяся примерно 3 млрд лет назад, а потом практически прекратившаяся.

Однако в последние годы был проведен анализ огромного массива снимков лунной поверхности, которые получили камеры LROC NAC (Lunar Reconnaissance Orbiter Camera Narrow Angle Camera) с разрешением около 0.5 м, установленные на космическом аппарате «Lunar Reconnaissance Orbiter». В результате были обнаружены формы рельефа, возникшие при очень молодой (<50 млн лет) вулканической и тектонической активности [7–9]. Эти образования сравнительно небольшие и рас-

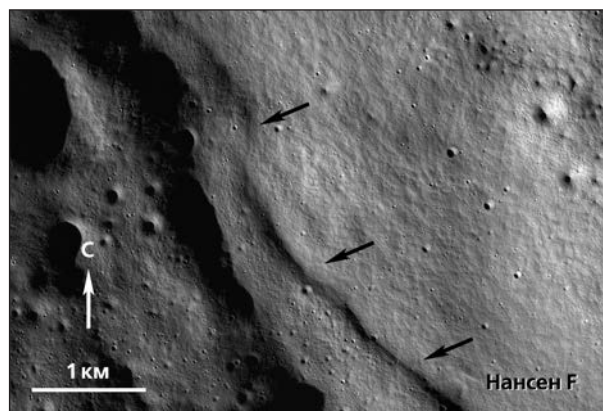
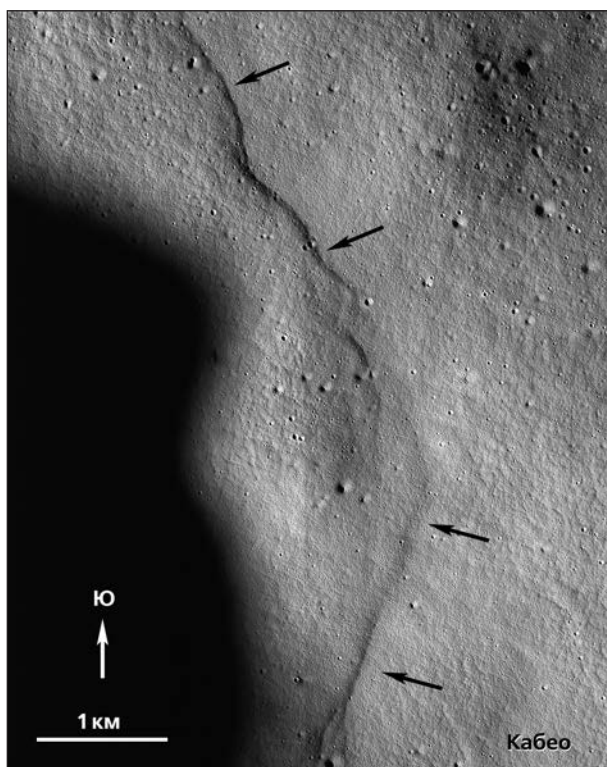
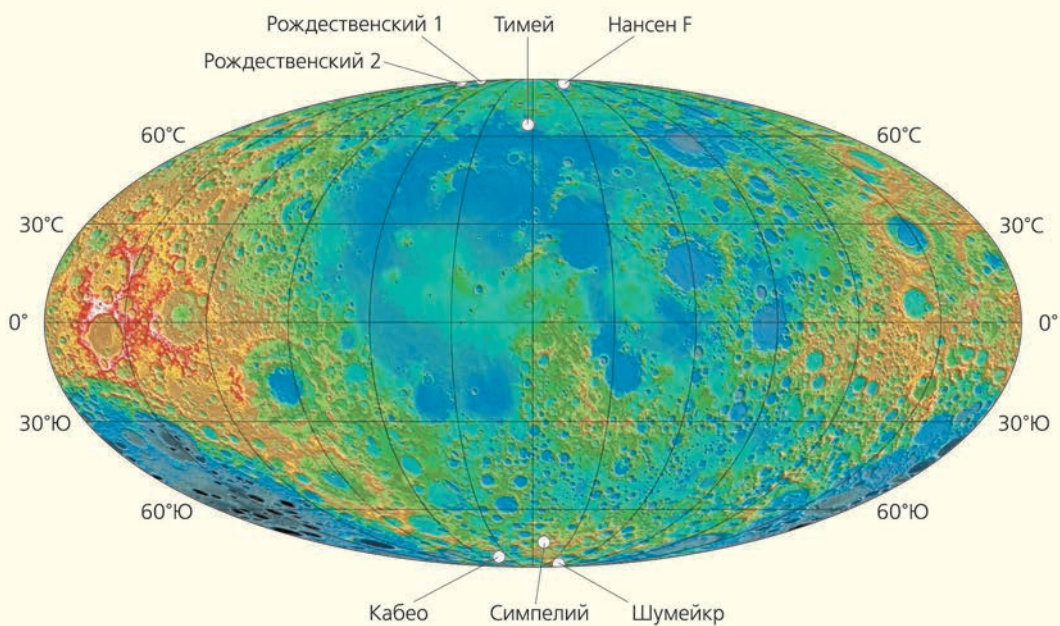


Рис.1. Топографическая карта Луны с местами, где расположены надвиговые уступы в полярных областях (вверху) и изображения надвиговых уступов (показаны черными стрелками) вблизи кратеров Кабео и Нансен F (внизу).

полагаются очень локально. Но стало ясно, что и вулканическая и тектоническая активность в современную геологическую эпоху на Луне есть. Проведенный анализ снимков, в частности, выявил более 3000 уступов поверхности, по-видимому, созданных тектоническими надвигами [9]. Т.Р.Воттерс с коллегами связывают образование таких надвигов с лунотрясениями [10]. Эти авторы,

используя упоминавшиеся данные сейсмических наблюдений в местах посадки космического корабля «Аполлон», определили магнитуды (от 1.6 до 4.2 по шкале Рихтера) и местоположения эпицентров 25 из 28 зарегистрированных приповерхностных лунотрясений. Оказалось, что одно из них, входящее в категорию относительно сильных, произошло вблизи южного полюса Луны, 19 слу-

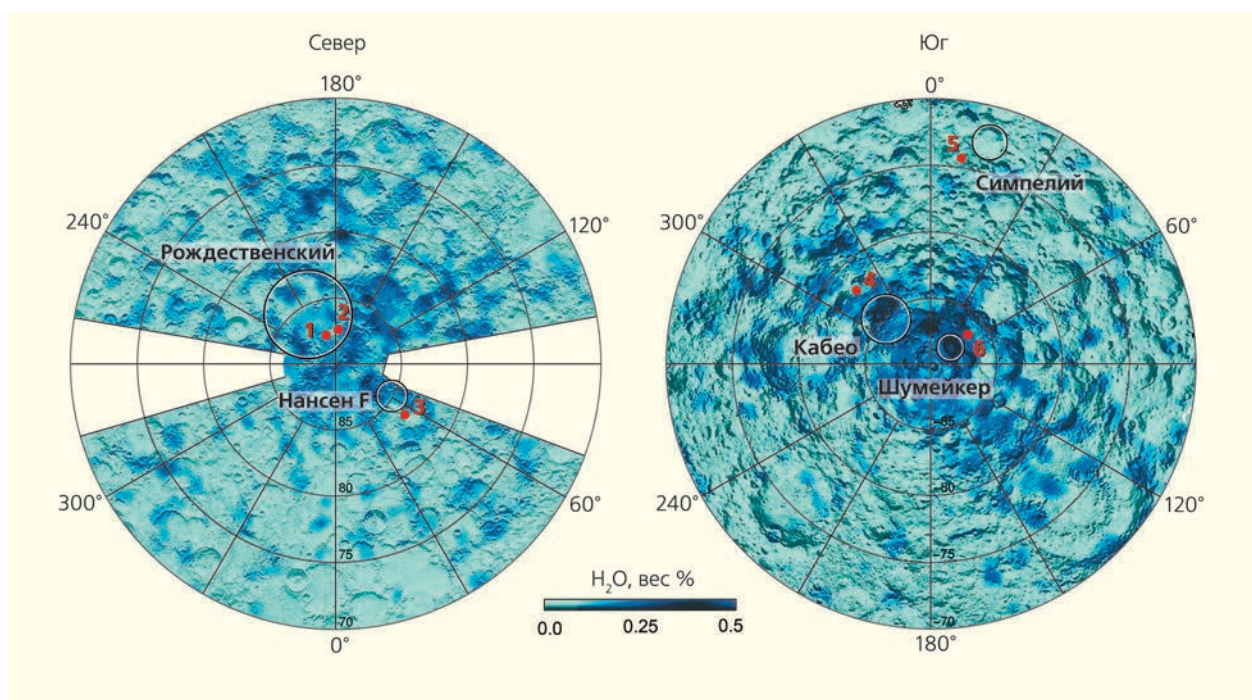


Рис.2. Карты содержания льда воды в верхнем слое толщиной 1 м [4, с изменениями]. Красные точки показывают местоположения надвиговых уступов: 1 — Рождественский 1; 2 — Рождественский 2; 3 — Нансен F; 4 — Кабео; 5 — Симпелий; 6 — Шумейкер.

чились, когда Луна была близка к апогею ее орбиты, а 9 — к перигею.

Мы кратко рассмотрим примеры уступов тектонических надвигов в полярных районах Луны (севернее 70°с.ш. и южнее 70°ю.ш.) [8], их соотношения с другими геологическими образованиями, а также уступ Мекеринг (Meckering) — земной аналог подобных образований в Австралии [11].

Воттерс с коллегами описали три надвиговых уступа в северной полярной области и три уступа в южной [8]. Это, соответственно, уступы Рождественский 1 и 2, Нансен F и уступы Кабео, Симпелий и Шумейкер. Все они названы по ближайшим крупным кратерам. Скорее всего, в полярных областях еще существуют и другие надвиговые уступы, но там значительные площади затенены, и они на снимках не видны. Длина уступов составляет от нескольких до 10–15 км, а высота может достигать десятков метров [12]. Это свидетельствует о значительной энергетике создавших их лунотрясений.

На рис.1 видны надвиговые уступы Нансен F и Кабео, имеющие мягкие очертания, что может указывать на некоторое сглаживание их поверхности малыми метеоритными ударами и склоновыми процессами. А возможно, это и их первичная характеристика, связанная с рыхлым сложением вовлеченного в деформацию материала. Поверхность выше уступов и перед ними осложнена пологосклонными извилистыми в плане грядами протяженностью до сотен метров и шириной не-

сколько десятков метров. Если такие гряды — результат сейсмического сотрясения при образовании надвига, то это говорит об относительной молодости лунотрясений.

Полярные области Луны — местность материкового типа с многочисленными нередко пересекающимися кратерами диаметром десятки километров и более [13, 14]. Район южного полюса приходится на вал самого крупного и, по-видимому, самого древнего ударного бассейна Южный полюс — Эйткен диаметром примерно 2500 км. Описываемые уступы осложняют эту испещренную кратерами поверхность. Так, уступ Кабео (см. рис.1) «взбирается» на 10–15-градусный внутренний склон кратера диаметром около 40 км.

В полярных областях Луны в зонах вечной тени (и не только в них) в поверхностном слое присутствует примесь льда воды и некоторых других летучих соединений.

Из рис.2 видно, что одни надвиги (Кабео и Шумейкер) находятся около мест высоких концентраций H₂O, другие (Рождественский 1 и 2) — в местах с умеренными концентрациями, а третьи (Нансен F и Симпелий) — в районах без заметной концентрации H₂O. Надвиговые разломы вряд ли могут быть источником полярной воды, хотя в работах последних лет установлено, что недра Луны не так безводны, как это представлялось раньше [15, 16]. Спектроскопические наблюдения за облаком ударного пара в эксперименте LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite), когда сту-



Рис.3. Фото надвигового уступа Мекеринг.

www.aees.org.au/gallery/1968-meckering



Рис.4. Искривление рельсов железной дороги в Мекеринге.

www.aees.org.au/gallery/1968-meckering

пень ракеты была сброшена на место выявленной по нейтронной спектроскопии аномально высокой концентрации водорода в кратере Кабео, показали: кроме пара воды в облаке присутствовали CO , CO_2 , H_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , C_2H_4 , CH_3OH и CH_4 [17]. По некоторым оценкам, такой набор летучих соединений лучше всего согласуется с привнесением их кометами и астероидами, бомбардирующими поверхность Луны [18].

Сейсмические сотрясения, сопровождавшие образование надвигов, по-видимому, могут вызывать в полярных областях сублимацию и последующую потерю льда из порового пространства поверхностного материала. На примере шести обсуждаемых надвигов это вероятное явление достоверно исследовать невозможно, но его следует иметь в виду в последующих работах.

Упомянутый земной аналог лунных надвигов — надвиг близ городка Мекеринг (Meckering) в западной Австралии образовался 14 ноября 1968 г., когда там произошло землетрясение с магнитудой 6.9 по шкале Рихтера [11]. Оно продолжалось 40 сек и привело к образованию уступа-надвига (рис.3) и к разрушению городских построек и участков железной дороги (рис.4, 5).

Высота уступа Мекеринг достигает 3 м (т.е. он ниже, чем рассматриваемые лунные уступы), а его протяженность (с ответвлениями) — примерно 40 км (по этому параметру он не уступает лунным аналогам). Анализ сейсмограмм показал, что надвиговый разлом Мекеринг начался на глубине 1.5 км от поверхности и распространялся на глубину не более 6 км [19]. Землетрясение вызвало и появление трещин растяжения шириной около 1 м, которые, по всей вероятности, уместно сопоставлять с небольшими грабнями, описанными в ассоциации с некоторыми лунными надвигами [10].

Надвиговый разлом произошел в песчано-алевритовых аллювиальных отложениях и местами сопровождался сухой флюидизацией песка, похожей на явление, описанное в работе Н.Мелоша [20]. Песок, подвергавшийся флюидизации, залегал на глубине около 1 м под суглинистым почвенным слоем. Во время землетрясения он прорывался на поверхность через слабые зоны в почве — в местах сгнивших корней деревьев [21]. Не исключено, что достаточно сильные лунотрясения могут вызывать подобную сухую флюидизацию лунного грунта. Подобное явление требует специального изучения.



Рис.5. Катастрофическое разрушение жилого дома в Мекеринге.

static.panoramio.com

Итак, из приведенного материала следует, что в полярных областях Луны (так же как и на других территориях) наблюдаются геологически молодые уступы, по-видимому, созданные тектоническими надвигами. Их образование сопровождалось лунотрясениями. Наблюдения 1969–1977 гг. с помощью сейсмометров в местах посадки космических кораблей «Аполлон-12, -14–16» подтверждают существование современной сейсмической активности на Луне. Одно из зарегистрированных неглубоких лунотрясений, которое относится к категории относительно сильных, произошло недалеко от южного полюса. Полярные области

Луны рассматриваются как места, перспективные для создания лунной базы, в том числе из-за наличия там ресурсов льда воды в поверхностном рыхлом слое. Очевидно, что лунотрясения вблизи базы могут приводить к серьезным механическим напряжениям в жилых и технических помещениях и в элементах ее инфраструктуры. Этот фактор риска должен специально изучаться, что очевидно, потребует развертывания на Луне новой сети сейсмических наблюдений. И если будет установлено, что лунотрясения представляют реальную опасность, то при постройке базы это должно обязательно учитываться. ■

Работа поддержана Российским научным фондом (проект 17-17-01149).

Литература / References

1. *Burke J.D.* Merits of lunar polar base location. *Lunar Bases and Space Activities of the 21st Century*. Ed. W.W.Mendel. Houston. 1985; 77–84.
2. *Zelenyi L.* Milestones of the Russian space science program for the decade 2016–2025. The Seventh Moscow Solar System Symposium 7m-s3, Space Research Institute, Moscow, Russia, October 10–14, 2016. Moscow, 2016; 7MS3-OS-01.
3. *Feldman W.C., Lawrence D.J., Elpbic R.C. et al.* Polar Hydrogen Deposits on the Moon. *J. Geophys. Res. Planets*. 2000; 105(E2): 4175–4195.
4. *Sanin A.B., Mitrofanov I.G., Litvak M.L. et al.* Hydrogen distribution in the lunar polar regions. *Icarus*. 2017; 283: 20–30.
5. *Nakamura Y., Latham G.V., Dorman H.J. et al.* Shallow moonquakes — Depth, distribution and implications as to the present state of the lunar interior. *Proceedings 10th Lunar and Planetary Science Conference*. Houston, 1979; 2299–2309.

6. Nakamura Y. Shallow moonquakes: How they compare with earthquakes. Proceedings, 11th Lunar and Planetary Science Conference. Houston, 1980; 1847–1853.
7. Braden S.E., Stopar J.D., Robinson M.S. et al. Evidence for basaltic volcanism on the Moon within the past 100 million years. Nature Geoscience. 2014; 7: 787–791.
8. Watters T.R., Robinson M.S., Beyer R.A. et al. Evidence of recent thrust faulting on the Moon revealed by the Lunar Reconnaissance Orbiter Camera. Science. 2010; 329: 936–940.
9. Watters T.R., Robinson M.S., Collins G.C. et al. Global thrust faulting on the Moon and the influence of tidal stresses. Geology. 2015; 43(10): 851–854.
10. Watters T.R., Weber R.C., Collins G.C., Johnson C.L. Shallow lunar seismic activity and the current stress state of the Moon. Lunar and Planetary Science XLVIII Conference. Houston, 2017; 2569.
11. Everingham I.B. Preliminary report on the 14 October 1968 earthquake at Meckering, Western Australia. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Department of Natural Development, Commonwealth of Australia. 1968; 142.
12. Базилевский А.Т., Иванов М.А., Красильников С.С. и др. Молодые тектонические деформации в южной полярной области Луны. Астрономический вестник. 2017. В печати. [Bazilevsky A.T., Ivanov M.A., Krasilnikov S.S. et al. Young tectonic deformation at South Polar Region of the Moon. Solar System Research. 2017. In press.]
13. Wilhelms D.E. The geologic history of the Moon. US Geological Survey Spec. Pap. 1987; 1348.
14. Ivanov M.A., Hiesinger H., Abdrakhimov A.M. et al. Landing site selection for Luna-Glob mission in crater Boguslawsky. Planetary and Space Science. 2015; 117: 45–63.
15. Saal A.E., Hauri E.H., Cascio M.L. et al. Volatile content of lunar volcanic glasses and the presence of water in the Moon's interior. Nature. 2008; 454(7201): 192–195.
16. Hauri E.H., Weinreich T., Saal A.E., et al. High pre-eruptive water contents preserved in lunar melt inclusions. Science. 2011; 333(6039): 213–215.
17. Colaprete A., Schultz P., Heldmann J. et al. Detection of water in the LCROSS ejecta plume. Science. 2010; 330(463): 463–468.
18. Bereznoi A.A., Kozlova E.A., Sinitsyn M.P. et al. Origin and stability of lunar polar volatiles. Advances in Space Research. 2012; 50: 1638–1646.
19. Langston C.A. Depth of faulting during the 1968 Meckering, Australia, earthquake sequence determined from waveform analysis of local seismograms. J. of Geophys. Res. 1987; 92(B11,11): 561–574.
20. Melosh H.J. Acoustic fluidization: A new geologic process. J. of Geophys. Res. 1979; 84(B13): 7513–7520.
21. Collins C., Cummins P., Clark D. et al. Paleoliquefaction studies in Australia to constrain earthquake hazard estimates. Proceedings of 2004 NZSEE Conference, Rotorua, 19–24 March 2004. Rotorua, 2004; 50: 1–7.

Lunar base, polar water and danger of the moonquakes

A.T.Basilevsky

Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, RAS (Moscow, Russia)

Polar areas of the Moon are interesting as possible place for building of lunar base. Their advantage is a resource of water ice accumulated in so-called cold traps. The base should protect its inhabitants from high vacuum, too high (at day time) and too low (at night) temperatures, cosmic rays, and meteorite bombardment. And in recent years one more potential danger of lunar environment, which should be taken into account in the base building, became evident. These are moonquakes. They were registered rather long time ago in the Apollo program observations at 1968–1977, but as factor of risk for lunar base were not discussed. Magnitude of the registered moonquakes is 1.6 to 4.2 in Richter scale, but possibility of the stronger quakes is not excluded. Analysis of recently gained images of lunar surface of very high (~0.5 m) resolution led to discovery in lunar highlands, including polar areas, of more than 3000 scarps, probably formed by very young (<50 Ma) tectonic thrust faults, that should be accompanied by moonquakes. Convenient for study terrestrial analog of this phenomenon is earthquake with magnitude 6.9 happened on November 14, 1968 in the vicinity of small town Meckering, Western Australia, which accompanied by formation of thrust scarp and catastrophic destruction of the town houses. It is obvious that moonquakes can lead to serious mechanical stress and even destructions in the lunar base buildings and in the elements of its infrastructure. This is a factor of risk which should be studied and taken into account in the building of the base.

Keywords: Lunar base, poles of the Moon, polar water, scarp, thrust fault, moonquake.

Сибирский графит Алибера

И.П.Андреева¹, З.А.Бессуднова¹

¹Государственный геологический музей имени В.И.Вернадского РАН (Москва, Россия)

В фондах Государственного геологического музея имени В.И.Вернадского РАН есть необычный экспонат — черный обелиск из массивного графита. С ним связана судьба французского купца и предпринимателя Жан-Пьера Алибера и удивительная история освоения в середине XIX века уникального месторождения графита в труднодоступных Тункинских горах Восточного Саяна. Из графита, добытого на Ботогольском руднике Алибера, фабрика И.Л.Фабера изготовила карандаши со специальной надписью «Graphite de Sibirie de la mine Alibert», которыми пользовались известнейшие художники России и Европы.

Ключевые слова: графит, Алибер, история, месторождение, музей.

Государственный геологический музей имени В.И.Вернадского (ГМ) РАН, один из старейших естественнонаучных музеев России, восходит своей историей к Музею естественной истории Императорского Московского университета. Фонды музея начали формироваться еще в середине XVIII в. и хранят поистине исторический каменный материал, значительная часть которого поступила из Императорского Московского общества испытателей природы (ИМОИП). Так, в 1856 и 1867 гг. общество передало в музей образцы графита с Ботогольского месторождения, подаренные Жан-Пьером Алибером (1820–1905). Среди них привлекает внимание черный обелиск высотой 37 см, вырезанный целиком из большого куска массивного плотнокристаллического графита в форме четырехгранной пирамиды с одной срезанной и полированной гранью и усеченной вершиной. Обелиск смонтирован на черной лакированной деревянной подставке с прорезями для окаймляющих его мелких образцов, часть которых, как и верхняя деталь, утеряна. Сотрудникам отдела фондов ГМ РАН удалось установить, что за этим экспонатом скрывается удивительная история освоения уникального месторождения в труднодоступных Тункинских горах Восточного Саяна.

Первые сведения о графите в этом районе относятся к 1684 г., когда иркутский голова Л.К.Кислянский, живописец и знаток горнорудного дела, доложил о найденной в Тункинской долине казаком А.Михалевым руде, названной им «карандаш самой прямой» [1, с.56]. Через 150 с лишним лет о находках графита в Тункинских горах стало известно от другого сибирского казака, офицера С.И.Черепанова*. В 1838 г. к нему, как начальнику пограничного отделения, обратились охотники-



Графитовый обелиск в экспозиции «Исторические коллекции» ГМ РАН.

Фото И.А.Стародубцевой

союты** с просьбой извлечь свинец для оружейных пуль из найденных ими кусков графита, кото-

* Хобта А, Снопков С. В гостях у Алибера // Земля Иркутская. 2007. №1. С.48–58.

** Союты — коренной малочисленный народ, населяющий ныне Окинский р-н Республики Бурятия. Потомки саянских самодийцев, подвергшиеся тюркизации и бурятизации. В 2010 г. их численность составляла около 3600 чел.

рый они приняли за свинцовую руду. Черепанов сразу опознал графит и сам осмотрел гору, где его нашли сойоты. В 1847 г., оставив службу, он переехал в Санкт-Петербург и стал позднее литератором и книгоиздателем*. О судьбе находки сойотов Черепанов подробно рассказал в воспоминаниях, опубликованных в 1876 г. [2]. Приехав в столицу, он показал образцы графита в Министерстве финансов, надеясь, что новое месторождение будет взято в государственную казну. Однако министерство не посчитало выгодным разработку графита, предоставив ему право лично распоряжаться открытым месторождением, чтобы извлечь из своего открытия такую пользу, какая ему заблагорассудится**. Черепанов и распорядился, продав в 1847 г. за 300 руб. серебром свое право молодому предпринимателю Алиберу.

Именно с этой удивительной личностью связана история Ботогольского месторождения. Жан-Пьер Алибер родился в г.Монтобан во Франции и был восьмым ребенком в семье торговца сукном. Окончив богословскую школу, он обучался торговым и юридическим премудростям в Лондоне. Предусмотрительно получив в Тавастгусской губернии Финляндского генерал-губернаторства Российской империи звание первостатейного тавастгусского купца, предоставлявшее значительные льготы по налогам в России, семнадцатилетним юношей в 1837 г. Жан-Пьер приехал в Санкт-Петербург, где начал торговать мехами, за которыми ездил в Восточную Сибирь [3].

Он открыл галантерейные магазины в Красноярске и Иркутске, завел знакомства среди местного населения в надежде больше узнать о неизвестных местах, золотых приисках и находках руд и цветных камней***. Вероятно, он услышал и о находках графита в отрогах Саян. По словам Алибера, графит интересовал его давно, и он в 1844 и 1846 гг. посетил Францию, Германию, Швейцарию и Англию для ознакомления с производством графитовых карандашей и для приобретения нужных по этому делу познаний [4, с.10]. Знаменитое Борроудельское месторождение высококачественного графита в графстве Камберленд, снабжавшее с середины XVI в. карандашами фирмы Брокмана весь мир, к 1840 г. заметно истощилось, и британское правительство безуспешно искало новые месторождения во всех странах [3]. В Париже Алибер консультировался в Музее естественной истории у французского минералога А.Дюфренау, директора Горной школы, оценившего качество привезенных Жан-Пьером образцов саянского графита (он принял его за английский) и назвавшего эту находку кладом для науки и промышленности [5, р.85].

* bsk.nios.ru/enciklodediya/cherepanov-semen-ivanovich

** Хобта А., Снопков С. В гостях у Алибера // Земля Иркутская. 2007. №1. С.50.

*** Там же. С.48–58.

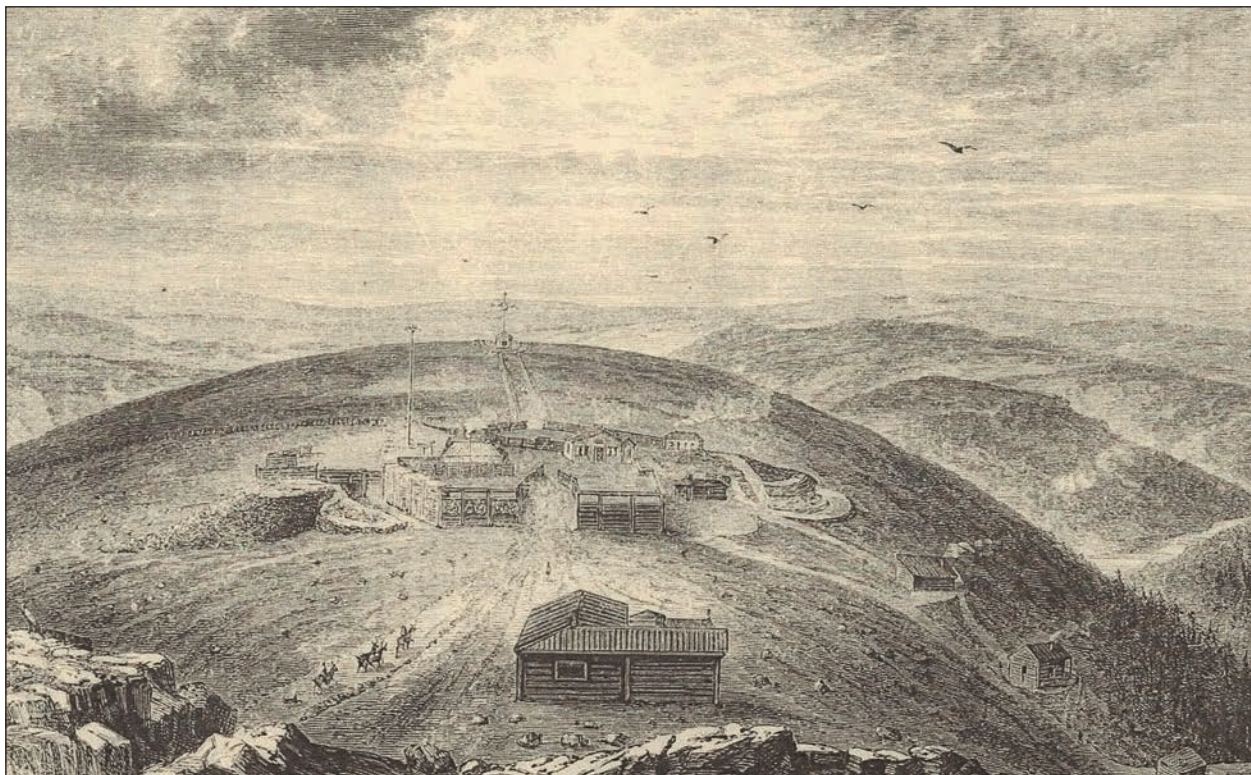
Приобретая в 1847 г. у Черепанова права на участок, Алибер уже представлял, какую колоссальную выгоду можно извлечь, если перспективы на графит оправдаются. Но надо заметить, что сам он никогда не упоминал об этой сделке, в его изложении история открытия выглядит по-другому: *В 1846 году, быв по торговым делам в Восточной Сибири, я познакомился с горными местностями этого края... с целью осуществить давно питаемое мною желание отыскать хороший графит. Для этого собственно сделал я несколько поездок на линии водораздела рек Иркутта, Китоя, Белой и Оки... Впоследствии, после долгих, постоянных трудов и усилий, наконец, мне представился счастливый случай открыть коренное месторождение этого минерала, в одном из отрогов Саянского хребта, в недрах Ботугольского гольца, лежащего невдалеке и почти в равномерном расстоянии от истоков вышеозначенных рек [4, с.11].*

Алибер был убежден в существовании на Ботогольском гольце мощных залежей качественного графита, поэтому неблагоприятные результаты первых двух лет, когда были вскрыты бедные верхние горизонты пород, не повергли его в отчаяние. Наоборот, он расширил производство, увеличив численность штата до ста человек, работающих круглосуточно в капитальной шахте [4, с.12].

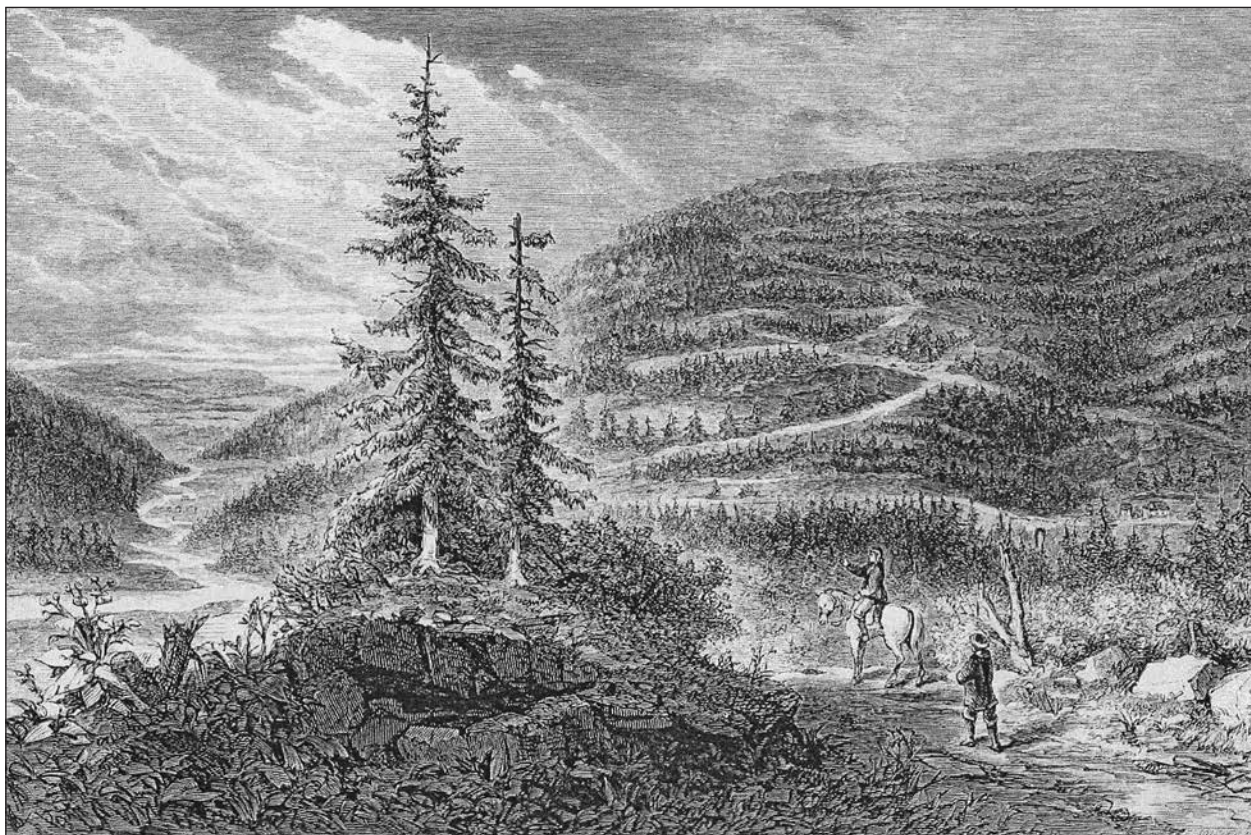
На вершине, на высоте более 2 тыс. м, недалеко от шахты, Алибер соорудил добротные дома для рабочих и хозяйственные постройки. Он проложил дорогу, соединяющую рудник с заимкой у подножия горы, где построил ферму и скотный двор. Интересно, что еще в середине XX в. эта дорога длиной 6 км, на строительство которой ушло 12 лет, была в прекрасном состоянии [6]. От сильных ветров оградил участок работ широкой каменной стеной высотой до 6 м и ветроломами высотой до 10 м, сложенными блоками и кусками породы из отвалов шахты.

Все это требовало больших финансовых вложений. Будучи под угрозой полного разорения, Жан-Пьер был вынужден брать невыгодные кредиты и залезать в долги. В 1851 г. он заключил договор с Ф.П.Занадворовым, согласно которому компаньон обязался поставить новое оборудование для рудника и построить карандашную фабрику [6], но свои обещания компаньон не выполнил.

Первые обнадеживающие результаты работ на руднике Алибера появились в 1853 г., когда было вскрыто мощное гнездо графита. В том же году вышла статья профессора Горного института минералога Н.И.Кокшарова о тункинском графите, написанная по результатам изучения образцов, доставленных в Императорское Санкт-Петербургское минералогическое общество вместе с картой. Кокшаров высоко оценил качество графита, из которого, по его словам, *можно прямо вытирать карандаши [7, с.471].*



Рудник Алибера на вершине Ботогольского гольца. Гравюра [10, приложение].



Дорога на рудник Алибера. Гравюра [10, приложение].

Работы на шахте продолжались, но гнездо графита, которое залегло довольно большою массой, вдруг совершенно выработалось [4, с.12]. В тот момент Алибер поступил как опытный горный инженер. Он предположил, что за разломами и трещинами, составляющими так называемый «пережим», можно ожидать появления богатых залежей. Будучи в столь неблагоприятных обстоятельствах, превозмогая все препятствия, поставленные мне самой природою, не страшась предстоящих работ и оставаясь равнодушным к мнениям других, я... принял твердую решимость продолжать начатые и с таким терпением в течение многих годов производимые поиски: почему и приступил к дальнейшему углублению в каменных твердых едва сокрушимого гранита [4, с.12]. Его надежды оправдались — менее чем через год, 3 февраля 1854 г., в боковой горной выработке, которую Алибер назвал Мариинской, был вскрыт высококачественный графит.

Выступая на заседании Сибирского отдела Императорского Русского географического общества (ИРГО) в Иркутске в 1854 г., Алибер рассказал, какой ценой далось ему это открытие: *Настоящий мой успех стоит мне очень дорого: восемь лет я провел в диких горных дебрях и был предоставлен всем лишениям, очень естественным при таком образе жизни, перенес всякого рода страдания. Труд и горе были неразлучны со мною. Ко всему этому, при моих настойчивых поисках, я потерял затраченный по этому делу весьма значительный капитал — свыше 80 тыс. руб. серебром* [4, с.14]. Алибер пообещал учредить «карандашное заведение» в Петербурге в январе 1855 г. точно в таком же виде, как некогда эта мануфактура процветала на заведениях знаменитого Брокмана [4, с.13].

Заготовив необходимое для этой цели количество графита и видя, что его планы по строительству фабрики сорваны, Алибер в конце 1855 г. поехал в столицу.

В Петербурге Жан-Пьер старался привлечь к своему открытию как можно больше внимания. В одном из декабрьских номеров газеты «Санкт-Петербургские ведомости» появилась статья о сибирском открытии Алибера и значении для России карандашной фабрики*. Писатель А.В.Дружинин написал в своем дневнике 5 января 1856 г. о встрече с Алибером у издателя А.А.Краевского: *У Краевского четверги хороши по многим причинам — одна из них та, что на них всегда бывает несколько нового народа. Так и тут видел я Алибера, открывшего графитовые прииски в Сибири. Разглядывали его альбом, штучку весьма значительную***. О «коммерческой важности» открытия писала газе-

та «Северная пчела»***. В конце января 1856 г. Алибер выступил с показом образцов, карт и альбома с рисунками на заседаниях Вольного экономического, Санкт-Петербургского минералогического и Русского географического обществ [5].

Заручившись в столичных научных кругах высокой оценкой качества, Алибер приехал в Москву, где передал в ИМОИП на рассмотрение образцы графита с Ботогольского рудника. Все образцы были изучены секретарем общества геологом И.Б.Ауэрбахом, который пришел к заключению о пригодности «жильного» (т.е. плотнокристаллического) графита для производства карандашей. О результатах работы Ауэрбах доложил на заседании ИМОИП 16 февраля 1856 г. [8]. Эти образцы были переданы заведующему Минералогическим кабинетом Московского университета профессору Г.Е.Щуровскому, который включил графит в Отечественное собрание [9]. Ныне образцы Алибера хранятся в фондах ГГМ РАН.

В марте 1856 г. Императорская академия художеств выдала Алиберу свидетельство, признающее исключительно высокое качество прошедших испытания образцов графита, пригодного для всех видов рисования. Среди подписавших свидетельство значатся вице-президент Ф.П.Толстой, архитектор К.А.Тон, скульптор и живописец барон П.К.Клодт, художники Ф.А.Бруни, К.П.Брюллов, А.Т.Марков [5].

Алибер, хотя и получил положительные профессиональные оценки, не продвинулся в решении главного вопроса — реализации добытого графита. В России, при такой удаленности и труднодоступности источника сырья, о строительстве карандашной фабрики, требовавшей больших и рискованных капиталовложений, в то время можно было только мечтать. После Крымской войны 1853–1856 гг. финансовая система страны оказалась расстроена. Ни у российского правительства, ни у частных предпринимателей не было финансовых возможностей для этого. Оценив ситуацию, Жан-Пьер решил искать рынки сбыта за пределами России. В те годы самой успешной и процветающей была карандашная фабрика И.Л.Фабера, основанная в 1761 г. в баварском городе Штайн близ Нюрнберга. Полностью модернизированная, она имела филиалы сбыта в Париже, Лондоне и Нью-Йорке. Обратившись в эту фирму с предложением снабжать ее первосортным графитом из Сибири, Алибер в 1856 г. заключил с Фабером контракт, утвержденный российским правительством [10]. Жан-Пьеру это соглашение, по которому получить свою часть прибыли он мог только после реализации карандашей, было невыгодно. Ему пришлось брать кредиты, чтобы обеспечить доставку графита [3].

* Карандашная руда в Сибири. Новое чрезвычайно важное открытие, сделанное И.П.Алибером // Санкт-Петербургские ведомости. 26 декабря 1855 г.

** Дружинин А.В. Повести. Дневник. М., 1986. С.17.

*** Каменский П. Разыскание и открытие графита в Восточной Сибири, финляндским купцом И.П.Алибером // Северная пчела. 17 января 1856 г.

Графитовые блоки для фабрики, отсортированные лично Алибером, тщательно упаковывались в прочные ящики, сделанные из кедровых досок. Транспортировать графит из Сибири в Баварию было трудно и дорого. Зимой по дороге, проложенной Жан-Пьером, ценный груз доставлялся вьюками или на санях до села Голуметь, откуда его везли по почтовому тракту в Петербург и далее в Германию. Применялся и более дешевый способ — сплав по рекам Шилке и Амуру до Николаевска-на-Амуре, далее пароходами в Европу. Это путешествие продолжалось около двух лет, но такой способ применялся чаще, чем сухопутный. К 1858 г. фабрика Фабера была обеспечена сибирским графитом в количестве, превышающем 2500 пудов, которые, в соответствии с договором, Алибер должен был поставлять в течение пяти лет*.

На фабрике графит сначала подвергался лабораторным и технологическим испытаниям. Серийный выпуск был налажен в 1861 г., когда первая партия карандашей со специальной надписью «Graphite de Sibirie de la mine Alibert» («Сибирский графит рудника Алибера») поступила в продажу [10].

Все это время Алибер, не прекращая работ на руднике, искал пути выхода из неблагоприятного положения. В 1859 г. он вновь поехал в Петербург, где договорился об участии в выставке Вольного экономического общества** осенью 1860 г.

В конце 1859 г. Жан-Пьер вернулся в Иркутск, где 24 декабря лично получил от иркутского губернатора К.К.Венцеля удостоверение, согласно которому господин Иван Петрович Алибер, купец первой гильдии из Тавастгуса, проживающий в Восточной Сибири 18 лет, признается автором открытия и разработки месторождения графита в горах Байкала. Венцель отметил, что все начинания г-на Алибера, отличающегося безупречной репутацией, выгодны для России благодаря его честной и умелой деятельности. Этот документ, а также письма, протоколы заседаний, отзывы и статьи о его руднике Алибер представил в книге, иллюстрированной гравюрами и изданной в 1865 г. в Париже [5].

Летом 1860 г. Алибер занимался устройством выставки в Иркутске. В музее «Азиатской России музей», находившемся с 1854 г. в ведении ИРГО, в секции «Сибирь» 17 и 18 августа экспонировались не только блоки графита весом до двух пудов, но и изделия из него, среди которых примечательны были два бюста — Ермака и Александра II. С восторгом отозвался о выставке посетивший ее генерал-губернатор Восточной Сибири Н.Н.Муравьев-Амурский. В своем письме Алиберу от 23 августа 1860 г. он назвал того *добрым гражданином, полезным для России*, и с благодарностью вспом-

нил о многочисленных благотворительных деяниях Алибера и его *постоянных вкладах во всякое полезное и милосердное дело**** [5, с.47]. Граф Муравьев-Амурский и сам оказывал Алиберу поддержку в его деятельности, в частности, при его протекции Алибер был принят в Петербурге императором, наградившим его серебряной медалью Святого Станислава на ленте [10].

В столице Алибер намеревался устроить представительную экспозицию. Однако на открывшейся в залах Михайловского манежа 28 сентября 1860 г. первой выставке Императорского Вольного экономического общества (ИВЭО) экспонировался всего один штук графита из рудника Алибера, который в каталоге выставки сопровождался комментарием: *Весьма замечательный кусок графита, добытый... в Мариинском руднике господина Алибера... <...> Пуд такого графита стоит 100 рублей серебром. Он законтрактован исключительно фабрикантом Фабером, г-н Алибер долго искал возможность составить в России компанию для добывания этого графита, но все старания его остались безуспешны* [11, с.20]. Вероятно, остальные экспонаты не смогли доставить вовремя из Иркутска. Об образцах, предоставленных Алибером для этой выставки, 22 октября в журнале ИВЭО была опубликована статья А.Ушакова, в которой приведены результаты исследования всех разновидностей графита и сопутствующих минералов [5]. Эта статья — последний российский документ в сборнике Алибера 1865 г., все последующие — зарубежные и датированы 1862–1865 гг.

В силу сложившихся обстоятельств, испытывая серьезные финансовые трудности, Алибер вернулся во Францию, навсегда покинув свой рудник. Среди причин, повлиявших на его отъезд из России, возможно, было и изменение конъюнктуры на мировом рынке в связи с внедрением нового способа изготовления карандашей из низкосортного графита****. Сам Жан-Пьер ответственность за прекращение работ и, как следствие, свой вынужденный отъезд возлагал на бывшего компаньона. В 1869 г. Алибер в письме иркутскому губернатору сообщил о не выполненных Занадворным обязательствах. В этом же письме он официально и окончательно передал все свои права на месторождение казне [12].

Алибер создавал свое предприятие основательно, в полной уверенности, что оно будет существовать долгие годы, обеспечивая лучшим графитом производство карандашей на российской фабрике. По отзывам современников, побывавших на руднике, это был оазис европейской цивилизации среди дикой и суровой сибирской природы. Пла-

* Хобта А., Снотков С. В гостях у Алибера // Земля Иркутская. 2007. №1. С.48–58.

** Там же.

*** Здесь и далее перевод текстов с французского языка выполнен Г.П.Андреевой.

**** Хобта А., Снотков С. В гостях у Алибера // Земля Иркутская. 2007. №1. С.48–58.

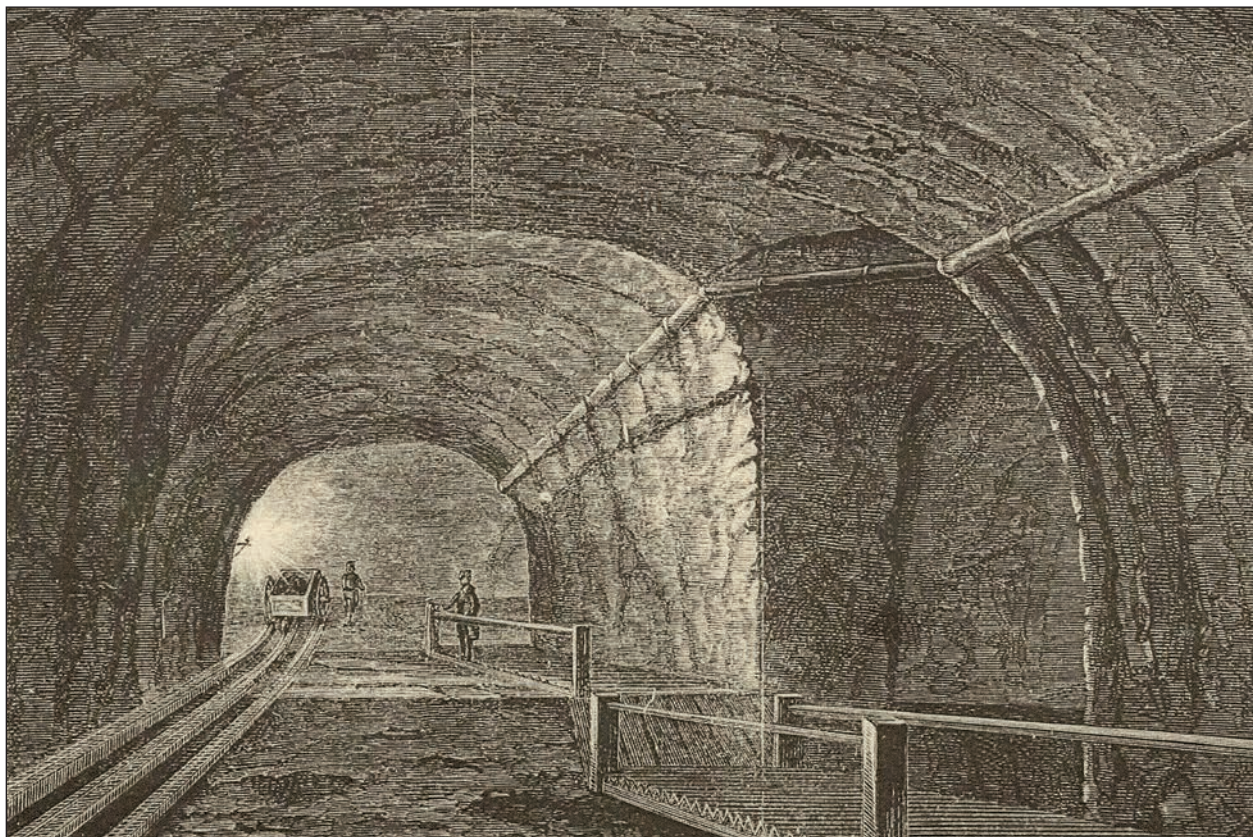
нировка улиц и строений в пределах купола гольца, сами постройки и их интерьеры — как, например, стеклянная крыша с витражами над устьем шахты — все это отвечало трем принципам: польза, прочность, красота. У своего дома на защищенной от ветра террасе Алибер устроил небольшой цветник из местных альпийских растений. С художественным вкусом были оформлены его собственные апартаменты и интерьер часовни, украшенные картинами и цветными витражами.

Судя по всему, Алибер легко находил общий язык с совершенно разными людьми. Работы на руднике выполняли вольнонаемные кочевники-сойоты и ссыльные — он не только платил им достойную зарплату, но и обеспечивал их необходимыми бытовыми удобствами. Архитекторов, каменщиков, пекарей, поваров, художников он тоже находил среди кочевников и ссыльных [5].

Благодаря разумной организации труда и налаженному снабжению рудник прекрасно функционировал и в отсутствие хозяина. В июне 1859 г., когда Алибер находился в Петербурге, шахту и рудничный поселок посетил с инспекцией Ф.Н.Львов, сотрудник Горного отделения Главного управления Восточной Сибири, отбывший 12 лет каторги по делу петрашевцев. В своем обстоятельном докладе он охарактеризовал конструкцию и техническое состояние шахты как образцовые. Особое

внимание он обратил на заботу о здоровье рабочих: меры безопасности, медпункт с хирургом, хорошее питание. Личные впечатления от посещения рудника нашли отражение в его восторженной статье в газете «Иркутские ведомости». Он подробно описал так поразившие его среди голых скал и заснеженных вершин добротные дома европейской постройки, часовню с колокольней, балюстрады и галереи с ровными, мощенными камнем, улицами и, наконец, саму шахту, похожую на подземный дворец. При этом он особенно отметил высокое качество всех построек, а также чистоту и порядок на прииске [5].

Менее чем через месяц гору Алибера посетил Г.Радде, совершавший путешествие по Восточной Сибири в составе экспедиции ИРГО в качестве рисовальщика и коллектора [5]. Он по достоинству оценил комфортные условия, созданные гигантским трудом в почти недоступной горной местности и на высоте, где нет никакой растительности. Говоря о европейском уровне предприятия Алибера, он особенно отметил великолепное качество дороги, прорубленной в крутом склоне и соединяющей рудник с подножием горы, где находились заимка, ферма и участки земли для выращивания фуражных и огородных культур. Радде отметил уважительное отношение к Алиберу местных жителей — кочевников-сойо-



Главный (откаточный) штрек на шахте Алибера. Гравюра [10, приложение].

тов, которых он приобщил к разведению крупно-го рогатого скота.

Посетивший Ботогольский голец в 1865 г. во время экспедиции в Восточные Саяны географ и геоморфолог П.А.Кропоткин был поражен — прииск выглядел так, *будто хозяева вчера только уехали и в своем поспешном отъезде оставили на столах скатерти, термометр на веранде, кучи графита на горах и незапертую шахту с машинами. Жалко смотреть на этот прииск, так прочно, так основательно построенный на страшной высоте и теперь брошенный* [13, с.41]. Кропоткин отметил, что местные жители с нетерпением ждут приезда Алибера, с восторгом рассказывая о его щедрости. Надеясь на возвращение хозяина, сойоты долго сохраняли и оберегали прииск. Исследователь Сибири И.Д.Черский, побывавший на прииске в 1873 г., во время изучения геологии и географии Тункинского хребта, также обнаружил его нетронутым. Однако позднее рудник был разграблен, а часовня, беседки и оранжерея сожжены [6].

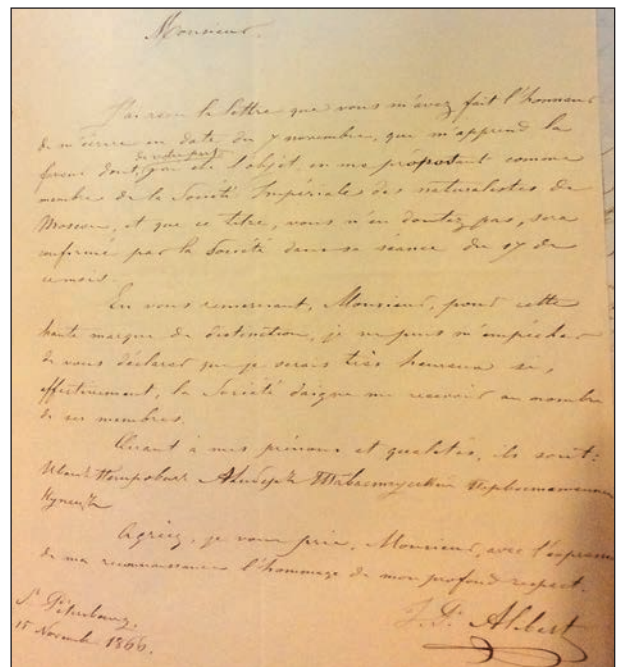
Вернувшись на родину, во Францию, Алибер стал пропагандировать ботогольский графит на европейском рынке, привлекая к нему внимание на выставках, которые были своеобразными центрами обмена информацией. Позже в письме на имя президента ИМОИП он писал: *В 1862 г., после отъезда из Санкт-Петербурга, я отправился в Лондон на Всемирную выставку, где представил свой графит, обработанный в Сибири* [14, 1866 г., л.186]. Жан-Пьер показал возможности применения графита в качестве материала для скульптора. В одной из витрин в отделе «Россия», наряду с карандашами фирмы «Фабер», были выставлены отполированные до блеска блоки и пластины графита, изделия из него, в том числе скульптурная композиция с бюстами Ермака и Александра II, а также рисунки с видами рудника. В витрине «Сувениры из моих путешествий» Алибер представил гальку и валуны нефрита, золотой песок и меха соболей, альбом с акварельными зарисовками живописных мест Сибири. Обе витрины вызвали большой интерес и широко освещались в лондонской и парижской прессе. Жюри присудило Алиберу золотую и серебряную медали. Большинство экспонатов выставки Жан-Пьер передал в дар музеям, а также императорам, королевским домам, Ватикану, европейским правителям и отдельным городам, в том числе своему родному Монтобану. В письме на имя мэра города он писал: *Я буду счастлив, если муниципальный совет примет решение поместить его в Музей Монтобана как постоянное напоминание о моих добрых чувствах к согражданам* [5, р.90]. Алибер был награжден орденом Почетного легиона и орденами ряда европейских стран.

Заслуги Алибера были высоко оценены в Обществе содействия национальной промышленности Франции, которое наградило Жан-Пьера зо-

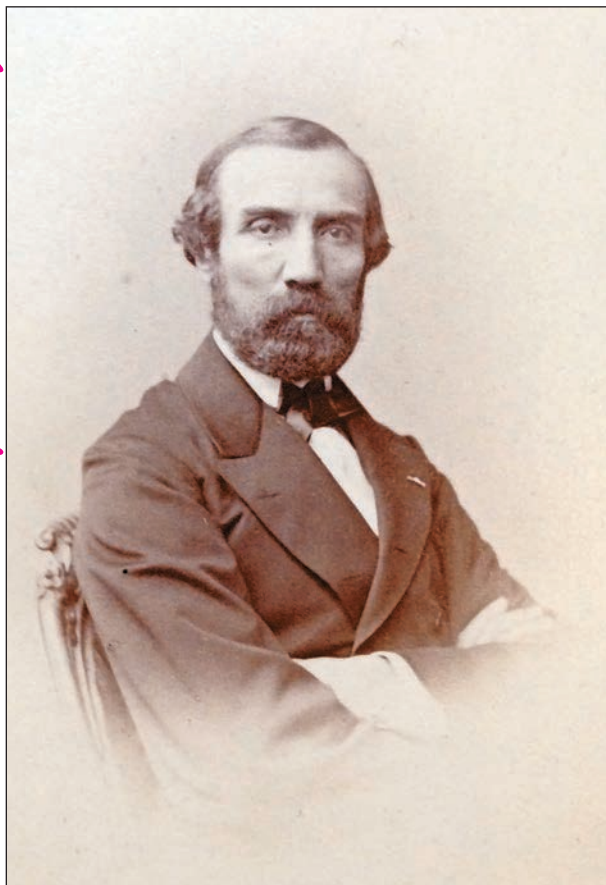
лотой медалью с надписью: *Присуждается 2-ну Ж.-П.Алиберу за открытие и разработку высококачественного графита в Сибири. 6 апреля 1864 г.* [5, с.104]. После лондонской выставки карандаши с маркой «Graphite de Sibirie de la mine Alibert» были признаны самыми лучшими в мире, а фирма Фабера прочно и надолго утвердилась на мировом рынке. Качество грифелей из сибирского графита было высоко оценено такими известными художниками, как Г.Дорэ и Ж.Энгр [5].

Документы, обнаруженные нами в архиве ИМОИП, проливают свет на некоторые неизвестные ранее факты из жизни Алибера. Выяснилось, что в 1866–1867 гг. он посещал Москву и Петербург. В письме от 25 мая 1866 г. из московского отеля «Россия» он обратился к президенту ИМОИП: *Благожелательный прием, которым Общество удостоило самородный графит, открытый мною в Восточной Сибири, привел к тому, что я счел своим долгом познакомить общество с благоприятными отзывами об этом минерале в странах Европы* [14, 1866 г., л.187]. Рассказав о своих успехах и наградах, он предложил: *Я думаю, 2-н Президент, Обществу будет угодно принять от меня серию образцов графита разной структуры и пород, встречающихся в залежи, а также изделия, представляющие научную ценность* [14, 1866 г., л.187].

В том же году оригинальная композиция с графитовым обелиском была передана им в дар обществу, о чем в п.25 протокола заседания ИМОИП от 20 октября 1866 г. сделана запись: *Алибер представил Обществу превосходный кусок сибирского графита из Мариинского прииска, с двух сторон от-*



Письмо Ж.-П.Алибера 1866 г. [15, 1866, л.189].



Иван Петрович Алибер. 1867 г. [15, 1867, л.71]. Публикуется впервые.

шлифованный в виде небольшого обелиска, с окружающими его у подножия горными породами и минералами, которые в месторождении его сопровождают. К этому приложены образцы карандашей различной твердости, приготовленных из этого графита на фабрике Фабера в Нюрнберге и несколько печатных брошюр о том же предмете. Определено: передать образцы в Минералогический музей Московского университета, а карандаши рисовальщику Общества С.Ф.Щеголеву [15].

Осенью 1866 г. Алибер был избран членом-корреспондентом ИМОИП. В письме от 15 ноября из Петербурга он благодарит за оказанную честь и пишет, как правильно писать его имя и звание: *Иван Петрович Алибер, тавастгусский перво-статейный купец* [14, 1866 г., л.189]. В архиве МОИП в одном из фотоальбомов есть фотография Алибера, которую он прислал в письме от 26 янва-

ря 1867 г. из Петербурга [14, 1867 г., л.71]. Эта фотография, сделанная в фотоателье на Невском проспекте специально для ИМОИП, ранее нигде не публиковалась.

В последующие годы жизни во Франции Алибер продолжал участвовать в выставках, проводимых в Париже, Вене, Гавре и других городах. За графитовые изделия, представленные на всемирной выставке в Париже в 1878 и 1889 гг. он был награжден золотой медалью [16].

Карандаши из сибирского графита получили мировую известность и выгодно продавались по всему миру. Но торговые взаимоотношения с фирмой Фабера у Алибера не сложились, и в конце концов он обратился в суд. Обладая исключительными правами на графит, Фабер не только не выполнил обязательство построить в Москве карандашную фабрику, но и занимался махинациями, которые были раскрыты Жан-Пьером. По решению Парижского коммерческого суда Фабер выплатил ему в 1878 г. солидную денежную компенсацию, благодаря которой Алибер смог наконец расплатиться с долгами и начать жизнь богатого рантье [3].

В условиях сурового сибирского климата здоровье Алибера было подорвано. Во многих местах он пытался вылечиться от ревматизма, но только лечение на термальном курорте Шатоннеф-ле-Бан (регион Овернь, департамент Пюи-де-Дом), куда он приехал в 1871 г., помогло ему избавиться от недуга. В 1882 г. в знак благодарности за свое чудесное выздоровление Жан-Пьер за свой счет благоустроил участок в излучине долины в окрестностях курорта. На вершине холма в 1893 г. была установлена выполненная по его заказу бронзовая статуя Святой Девы Марии, символизирующая, как следует из текста на постаменте, надежду Алибера на ее помощь и милосердие [3]. С тех пор этот холм, известный во Франции как пик Алибера, — одна из местных достопримечательностей.

В России память о первом разработчике Ботогольского графита сохранилась в местных географических названиях. Гора, где располагался прииск, и дорога, поднимающаяся к нему, носят имя Алибера.

В Государственном геологическом музее имени В.И.Вернадского РАН, в зале «Исторические коллекции», можно увидеть черный графитовый обелиск, дар исследователя и предпринимателя, романтика и авантюриста Ивана Петровича (Жан-Пьера) Алибера Московскому обществу испытателей природы. ■

Литература / References

1. Зоркин В.И. Иркутские градоначальники. Кн.1: Воеводы и вице-губернаторы (1682–1764). Иркутск, 2007. [Zorkin V.I. Irkutsk City's Mayors. Book 1: Voivodes and Vice Governors (1682–1764). Irkutsk, 2007. (In Russ.).]
2. Черепанов С.И. Отрывки из воспоминаний сибирского казака. Древняя и Новая Россия. Кн.5–7. Санкт-Петербург, 1876. [Cherepanov S.I. Fragments from Memories of the Siberian Cossack. Ancient and New Russia. Books 5–7. Saint-Petersburg, 1876. (In Russ.).]

3. *Доржиева Г.С.* Места памяти и культурная непрерывность (на примере топонимии Бурятии). Вестник Бурятского государственного университета. 2014; 11: 7–10. [Dorzhieva G.S. Places of memory and cultural continuity (on the example of toponymy of Buryatia). Vestnik of the Buryat State University. 2014; 11: 7–10. (In Russ.)]
4. *Алибер И.* Об отыскании графита в Восточной Сибири тавастгусским первостатейным купцом Алибером. Вестник Императорского Русского географического общества. 1854; 11: 9–14. [Alibert I. About search of graphite in Eastern Siberia by the Tavastgus merchant of the first guild Alibert. Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society. 1854; 11: 9–14. (In Russ.)]
5. *Alibert J.-P.* La mine de graphite de Sibirie. Paris, 1865.
6. *Солоненко В.П., Кобеляцкий И.А.* Восточные Саяны. Иркутск, 1947. [Solonenko V.P., Kobelyatsky I.F. East Sayan Mountains. Irkutsk, 1947. (In Russ.)]
7. *Кокшаров Н.И.* О минералах из Тункинского хребта, доставленных Императорскому С.Петербургскому минералогическому обществу иркутским военным губернатором К.К.Венцелем. Горный журнал. 1853; Ч.11. Кн.4: 466–472. [Kokscharow N.I. About the minerals from the Tunkinsky ridge delivered to Imperial St.Petersburg Mineralogical Society by Irkutsk military governor K.K.Ventsel. Gorny Journal. 1853; Pt.11. Book 4: 466–472. (In Russ.)]
8. *Auerbach J.B.* Extrait du process-verbal de la seance du 16 fevrier 1856. Bulletin de la Societe Imperiale des naturalists. 1856; 29: 155–158.
9. *Щуровский Г.Е.* Каталог минералогического кабинета Большого и Малого при Императорском Московском университете. М., 1858. [Sbchurovsky G.E. The catalog of a mineralogical Big and Small Cabinet at the Imperial Moscow University. Moscow, 1858. (In Russ.)]
10. *Alibert J.-P., Faber A.W.* The pencil-lead mines of Asiatic Siberia. A historical sketch, 1764–1861. Cambridge, 1865.
11. *Арсеньев И.А.* Выставка Императорского Вольного экономического общества 1860 года. СПб., 1860. [Arsen'ev I.A. Exhibition of the Imperial Free Economic Society of 1860. Saint-Petersburg, 1860. (In Russ.)]
12. *Артемов Б.Н.* Полезные ископаемые и ближайшие задачи учета минеральных ресурсов Бурят-Монгольской автономной области. Труды Центрального управления промышленных разведок. 1922; 2: 187–250. [Artem'ev B.N. Mineral resources and the nearest tasks of accounting for mineral resources of the Buryat-Mongolian autonomous region. Works of the Central management of industrial explorations. 1922; 2: 187–250. (In Russ.)]
13. *Кропоткин П.А.* Поездка в Окинский караул. Алиберовский прииск. Записки Сибирского Отдела ИРГО. 1867; Кн.9 и 10: 40–43. [Kropotkin P.A. Trip to Okinsky guard. Alibert's mine. Notes of the Siberian Branch of Imperial Russian Geographical Society. 1867; Books 9 & 10: 40–43. (In Russ.)]
14. Архив МОИП. Оп.416. Письма членов общества и других лиц. [Archive of Moscow Society of Naturalists. Inventory 416. Letters from members of the Society and other persons] [(In Russ.)]
15. Протокол заседания Императорского Московского общества испытателей природы от 20 октября 1866 г. Архив МОИП. Оп.413. Протоколы заседаний. Л.19. [Protocol of the meeting of the Imperial Moscow Society of Naturalists from October 20, 1866. Archive of Moscow Society of Naturalists. Inventory 413. Protocols of meetings. P.19.][(In Russ.)]
16. *Шпаков В.Н.* История всемирных выставок. М., 2008. [Schpakov V.N. History of World Exhibitions. Moscow, 2008. (In Russ.)]

Alibert's graphite from Siberia

I.P.Andreeva¹, Z.A.Bessudnova¹

¹Vernadsky State Geological Museum, RAS (Moscow, Russia)

The article considers the history of an unusual exhibit's appearance in the Collection's Department of the Vernadsky State Geological Museum of the Russian Academy of Sciences— a black obelisk of massive graphite. The authors describe the amazing history of the unique graphite deposit development in the remote Tunkinsky Mountains of the Eastern Sayany and the destiny of the French merchant and entrepreneur Jean-Pierre Alibert, who mastered this deposit in the middle of the 19th century. From the graphite extracted on the Alibert's Botogolskii mine, I.L.Faber's factory had made pencils with the special inscription «Graphite de Sibirie de la mine Alibert» which used the most famous artists of Russia and Europe.

Keywords: graphite, Alibert, history, deposits, museum.

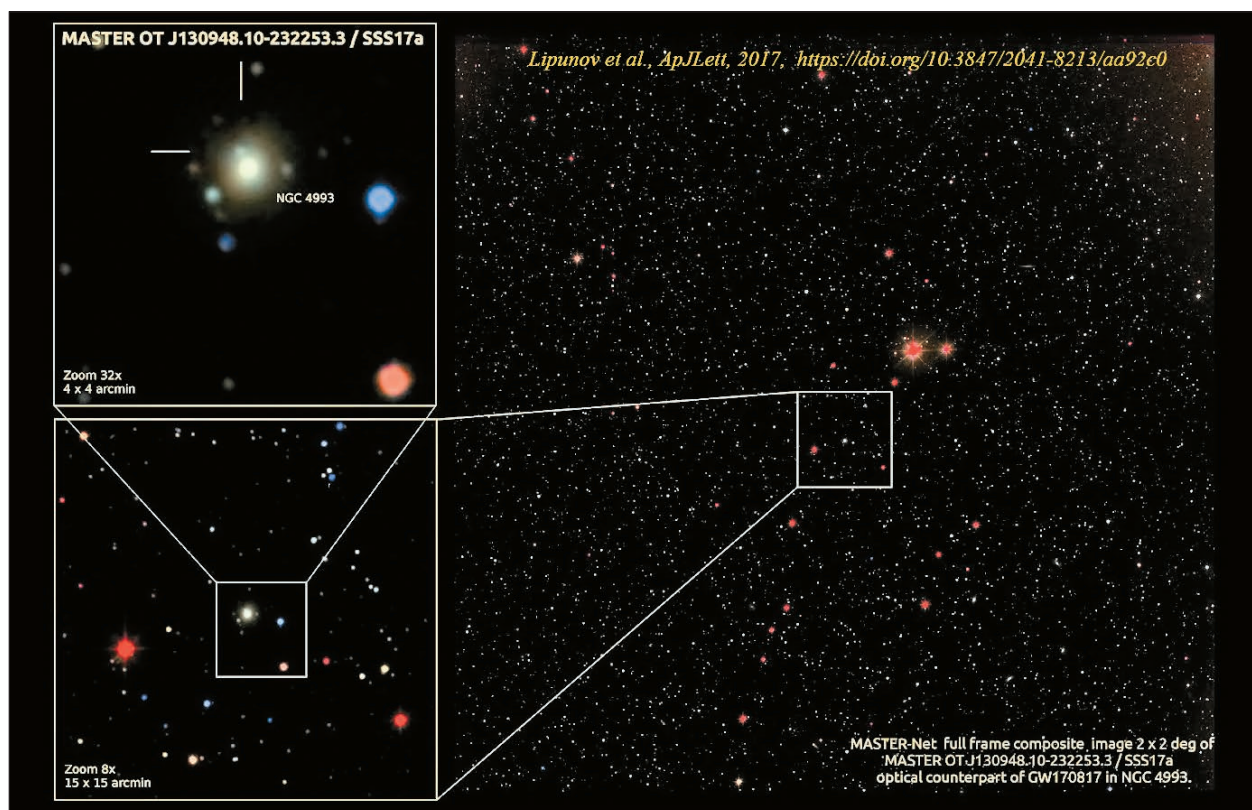
Новости науки

Астрофизика и звездная астрономия

Обнаружение столкновения нейтронных звезд

17 августа 2017 г. в 12:41:04.44 всемирного времени три гравитационно-волновые антенны, расположенные в США (Ливингстон, Хэнфорд) и Италии (Пиза) практически одновременно зарегистрировали столкновение двух нейтронных звезд, произошедшее на расстоянии 120 млн св. лет от Земли. Ошибка определения координаты события в этот момент составляла сотни квадратных градусов. Однако уже через 2 с всенаправленная гамма-обсерватория NASA «Ферми» обнаружила короткий всплеск гамма-излучения, позже подтвержденный и европейской гамма-обсерваторией «ИНТЕГРАЛ». Уточненные данные с итальянской гравитационно-волновой антенны Virgo позволи-

ли существенно уменьшить неопределенность направления на источник. После уточнения и коррекции вероятного направления квадрат ошибок составил менее 100 квадратных градусов. Примерно через 10 ч несколько наземных оптических телескопов, в том числе один из восьми российских телескопов-роботов Глобальной роботизированной сети мониторинга космического пространства «МАСТЕР» Государственного астрономического института имени П.К.Штернберга (ГАИШ) Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, расположенный в Андах на высоте 2500 м (Аргентина, Обсерватория национального университета г.Сан-Хуан), обнаружили оптическую вспышку в галактике NGC 4993. После этого небесные координаты события стали известны с точностью до долей угловых секунд и оно могло быть подробно исследовано мощными оптическими телескопами и радиотелескопами.



Комбинированное фото взрыва 17.08.2017 в галактике NGC 4993, полученное на телескопах «МАСТЕР» в ЮАР и Аргентине.

Исследования всех этих гравитационно-волновых, рентгеновских и оптических данных показали, что данное событие было вызвано слиянием двух нейтронных звезд. Замечательно, что открытый через 12 ч после слияния в галактике NGC 4993 оптический объект ни по поведению, ни по яркости, ни по спектру не был похож на любую из исследованных сверхновых. Полученные вскоре оптические спектры подтвердили, что оболочка взрыва разлетается со скоростью 100 тыс. км/с (это треть скорости света!), что соответствует второй космической скорости на поверхности нейтронных звезд.

Уникальное открытие 17 августа 2017 г. стало результатом сразу двух революций в технологии: по сравнению с концом XX в. физики научились измерять расстояния с тысячекратно лучшей точностью, а астрономы создали телескопы-роботы, способные обозревать поля и находить с тысячекратно большей скоростью новые объекты.

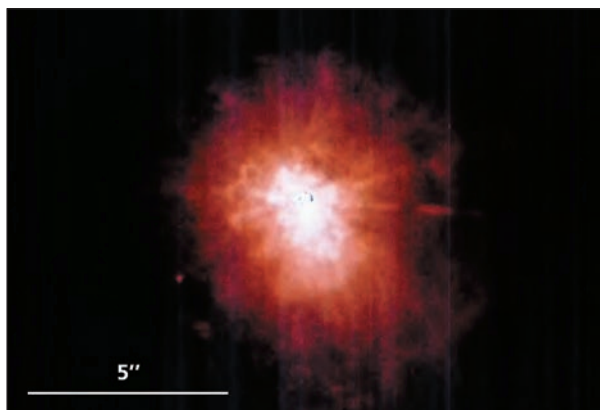
Пресс-релиз Глобальной роботизированной сети мониторинга космического пространства «МАСТЕР» ГАИШ МГУ 16.10.2017.

Астрофизика и звездная астрономия

Желтый гипергигант V1302 Aql в фазе быстро эволюционного перехода

Предшественники желтых гипергигантов — массивные (с исходной массой $>20 M_{\odot}$) звезды, которые на завершающих стадиях своей эволюции попадают в фазу сначала красных, а затем желтых сверхгигантов, где теряют значительную часть массы. Самые массивные из них относятся к желтым гипергигантам. Типичный представитель красных сверхгигантов — звезда Бетельгейзе в созвездии Орион, примером желтых гипергигантов, редко встречающихся из-за кратковременности этой фазы эволюции, служит яркая звезда ρ Кассиопеи. Светимость желтого гипергиганта составляет $\log L/L_{\odot} \approx 5.3-5.9$, поэтому на диаграмме Герцшпрунга—Рассела эти объекты расположены вблизи предела светимости, в области нестабильности, содержащей гипергиганты спектральных классов от А до М. Образовавшиеся в ходе нескольких эпизодов мощного звездного ветра (с темпом $10^{-4}-10^{-3} M_{\odot}/\text{год}$), околзвездные структурированные оболочки гипергигантов служат источниками ИК- и мазерного излучения, а также излучения в линиях многочисленных молекул. Потомками этих массивных сверхгигантов могут быть звезды Вольфа—Райе и в финале эволюции — вспышки сверхновых.

Долгое время оставался неясен эволюционный статус звезды высокой светимости V1302 Aql, ассоциированной с мощным ИК-источником IRC+10420. Один из решающих аргументов, подтверждающий ее статус в качестве звезды большой массы, был получен в конце прошлого века на основе спектральных данных 6-метрового те-



Изображение желтого гипергиганта V1302 Aql (=IRC+10420), полученное космическим телескопом «Хаббл», заимствовано из статьи R.M.Humphreys, N.Smith, K.Davidson et al. «HST and infrared images of the circumstellar environment of the cool hypergiant IRC+10420» (Astronomical J. 1997; 114: 2778–2794).

лескопа Специальной астрофизической обсерватории РАН, когда в атмосфере V1302 Aql был обнаружен значительный избыток азота*. Высокая позиционная точность спектральных данных 6-метрового телескопа позволила детально изучить поле скоростей в системе звезда + расширяющаяся оболочка.

Для этого были измерены лучевые скорости, соответствующие положениям линий различного типа: запрещенные и разрешенные эмиссии металлов, абсорбционные и эмиссионные компоненты линий NaI, KI. В результате определена системная скорость, при этом переменность скорости не обнаружена, что отвергает гипотезу о двойственности звезды. Стабильное положение абсорбционных компонентов линий, имеющих сложные абсорбционно-эмиссионные профили, указывает на наличие сгустков вещества, подобно каплям дождя падающих к центру масс звезды со скоростью около 20 км/с.

На смене тысячелетий интерес к этому гипергиганту возрос в связи с обнаружением быстрого роста его эффективной температуры. По спектрам 70-х годов прошлого столетия V1302 Aql был классифицирован как нормальный F-сверхгигант, однако последующие наблюдения** выявили быстрое изменение спектрального класса до A5, что позволило предположить: звезда эволюционирует к стадии Вольфа—Райе с темпом увеличения T_{eff} около 120 К за год. В публикациях 2002 г.*** авто-

* Klochkova V.G., Cbentsov E.L., Panchuk V.E. Optical spectrum of the IR source IRC+10420 in 1992–1996. MNRAS. 1997; 292: 19–26.

** Humphreys R.M., Davidson K., Smith N. Crossing the Yellow Void: spatially resolved spectroscopy of the post-red supergiant IRC +10420 and its circumstellar ejecta. Astron. J. 2002; 124: 1026–1044.

*** Ключкова В.Г., Юшкин М.В., Ченцов Е.Л., Панчук В.Е. Эволюционные изменения в оптическом спектре peculiarного сверхгиганта IRC+10420. Астрон. ж. 2002; 79: 158–171.

ры указывают, что V1302 Aql — это массивная звезда на стадии после красного сверхгиганта, которая пересекает на диаграмме Герцшпрунга—Рассела критическую область, называемую Желтым Войдом. Новые наблюдения на 6-метровом телескопе, проведенные в 2001–2014 гг. в рамках прежней методики, привели к выводу* о стабильности спектрального класса V1302 Aql, а следовательно, о прекращении роста ее температуры. Однородность накопленного наблюдательного материала в целом и стабильность спектра V1302 Aql в последнюю декаду наблюдений позволили заключить**, что гипергигант вошел в фазу замедления (или прекращения) роста эффективной температуры и на диаграмме Герцшпрунга—Рассела находится вблизи высокотемпературной границы Желтого Войда.

Таким образом, на рубеже тысячелетий астрономам посчастливилось стать очевидцами редкого эволюционного события в мире звезд. За обнаруженным эволюционным маневром гипергиганта могут последовать следующие эволюционные петли, поэтому последующий спектральный мониторинг V1302 Aql остается чрезвычайно актуальным.

В.Г.Клочкова,

доктор физико-математических наук
 Специальная астрофизическая обсерватория РАН,
 пос.Нижний Архыз
 (Карачаево-Черкесская Республика)

Физика плазмы

Модернизированный токамак «Глобус-М2» заработает в следующем году

В Физико-техническом институте (ФТИ) имени А.Ф.Иоффе РАН при участии специалистов Института ядерной физики (ИЯФ) имени Г.И.Будкера СО РАН завершается модернизация сферического токамака «Глобус-М» (он будет называться «Глобус-М2»). Ученые рассчитывают, что усовершенствованная установка станет одним из лидеров по удельной мощности нагрева плазмы и даст возможность испытать аппаратуру для международного экспериментального реактора ИТЭР.

Чтобы термоядерный синтез стал поставщиком энергии, плазму нужно нагреть до очень высоких температур — 100 млн градусов и выше — и обеспечить достаточно высокую плотность среды, не менее 10^{15} частиц/см³. Плазма в таком состоянии очень нестабильна. Самый распространенный вариант установки использует для ее удержания магнитное поле — это токамак, тороидальная вакуумная камера, «обмотанная» ка-

тушками с током. Индуктор в центре токамака создает вихревое электрическое поле, которое ионизирует напускаемый в камеру рабочий газ (дейтерий и тритий) и порождает кольцевой ток в плазме, вызывающий ее нагрев. Однако достичь указанных температур только за счет протекающего тока не удастся — требуются дополнительные меры. Один из возможных источников поддержания и нагрева плазмы — инжектор атомарных пучков большой энергии и мощности. В его ионном источнике образуется водородная или дейтериевая плазма, из которой извлекается и ускоряется пучок протонов или дейтронов (при помощи ионно-оптической системы). Далее пучок попадает в нейтрализатор, где большая его часть превращается в атомы в результате столкновений с газом (водородом или дейтерием). Этот основной атомарный пучок свободно проникает в токамак через магнитное поле, удерживающее плазму. В результате взаимодействия с плазмой пучок снова ионизируется, захватывается магнитным полем, тормозится и передает свою энергию плазме.

«Глобус-М/М2» — уникальный исследовательский комплекс, который работает в ФТИ имени А.Ф.Иоффе РАН и входит в тройку лидеров среди сферических токамаков, предназначенных для изучения поведения плазмы в лабораторных условиях. Данные, получаемые на современных токамаках по всему миру, позволяют лучше понимать фундаментальные процессы и готовить базу для создания термоядерного реактора. В ходе модернизации физтеховской установки в 2–2.5 раза увеличатся магнитное поле (с 0.4 до 1 Тл) и ток, протекающий через плазму (с 0.25 до 0.5 МА). Для этого необходимо создать новую электромагнитную систему, а также усовершенствовать источники питания для нее и дооснастить диагности-



Тестовая сборка токамака «Глобус-М2».

* *Klochkova V.G., Chentsov E.L., Miroshnichenko A.S. et al.* High-resolution optical spectroscopy of the yellow hypergiant V1302 Aql (=IRC+10420) in 2001–2014. *MNRAS*. 2016; 459: 4183–4190.

** Там же.

Технические науки

ческие комплексы и системы дополнительного нагрева установки. Чтобы увеличить нагрев плазмы, к уже функционирующему инжектору (мощностью до 1 МВт и с энергией ионов в 30 кэВ) добавляется новый, разработанный специалистами ИЯФ имени Г.И.Будкера СО РАН (мощностью в 1 МВт, с энергией в 50 кэВ). При одновременном включении двух инжекторов суммарная мощность нагрева возрастет до 2 МВт, что должно привести к существенному — в несколько раз — росту температуры и давления плазмы. Увеличится и радиационная нагрузка на внутреннюю поверхность разрядной камеры. В итоге откроется возможность воспроизводить условия, близкие к тем, что будут в пристеночной области реактора ИТЭР, запуск первой плазмы в котором планируется в 2025 г. ФТИ имени А.Ф.Иоффе РАН отвечает за разработку трех диагностических систем для этого проекта, и соответствующую аппаратуру можно будет испытывать на токамаке «Глобус-М2» уже сейчас. Например, здесь будет проводиться отладка системы диагностики плазмы по рассеянию лазерного излучения.

Комплекс также станет площадкой для создания компактного термоядерного источника нейтронов для гибридного реактора, сочетающего в себе атомный (распад тяжелых ядер) и термоядерный (синтез тяжелых ядер при слиянии более легких) реакторы. Токамак здесь должен играть роль генератора нейтронов, которые свободно проникают в атомные ядра и тем самым запускают реакции распада. Еще одно направление исследований — испытания материалов для термоядерного реактора. Эта работа ведется совместно с Институтом физической химии и электрохимии имени А.Н.Фrumкина РАН.

По материалам совместного пресс-релиза ФТИ РАН и ИЯФ СО РАН от 18.07.2017

Конкурсы «Инженер года»

По различным данным, в России более 10 млн инженеров. Хорошей формой привлечения инженерных кадров к научно-инновационной деятельности, выявления элиты инженерного корпуса, формирования интереса к инженерному труду широкого круга молодых специалистов стал Всероссийский конкурс «Инженер года», который был учрежден в 1999 г. Российским союзом научных и инженерных общественных объединений (РосСНИО) под руководством президента РосСНИО академика Ю.В.Гуляева и вице-президента В.М.Ситцева. Конкурс проводится по более чем 40 номинациям; победителям вручаются дипломы и медали в зале Славы РосСНИО в Москве, а фамилии всех лауреатов размещаются на стенах этого зала.

Региональные конкурсы «Инженер года» проводятся в Брянской, Волгоградской, Воронежской, Иркутской, Липецкой, Оренбургской, Пензенской, Тюменской и других областях. С большим размахом с 2006 г. такой конкурс проводится Тульским союзом научных и инженерных общественных объединений (СНИО) в двух версиях: «Инженерное искусство молодых» (для участников до 30 лет) и «Профессиональные инженеры». Конкурс проводится по 10 номинациям: 1) «Горная промышленность и подземное строительство»; 2) «Информатика, информационные сети, вычислительная техника»; 3) «Машиностроение»; 4) «Приборостроение»; 5) «Радиотехника, электроника, связь»; 6) «Строительство»; 7) «Техника военного и специального назначения»; 8) «Химия»; 9) «Черная металлургия»; 10) «Энергетика». Победителям выдается диплом лауреата конкурса



Победители и организаторы конкурса «Инженер года — 2016» Тульской области.

и красивый нагрудный знак «Инженер года», изготовленный на Монетном дворе. Награды ежегодно вручаются в Тульском Доме науки и техники (ТДНТ) в День российской науки, 8 февраля. Торжественное награждение организуется руководством области, местной Думы, СНИО. Выпускается специальный номер газеты. Областной конкурс проводится под руководством президента СНИО профессора А.Н.Чукова, директора ТДНТ В.М.Михайловского и исполнительного директора СНИО Е.В.Фоминой.

Активно участвуют в конкурсах по самым различным номинациям инженеры, представляющие «Щекиноазот», «Тулаточмаш», «Туламашзавод», Тульский оружейный завод, заводы г. Ефремова, а также научные сотрудники, профессора, доценты, инженеры Тульского госуниверситета, Новомосковского института Российского химико-технологического университета имени Д.И.Менделеева, ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР» (г.Новомосковск) и др. Самые большие энтузиасты — инженеры оборонного завода «Сплав». Огромную поддержку и по организации областного конкурса, и по участию в нем инженеров этого завода в течение многих лет оказывает генеральный директор (ныне научный руководитель) — Герой России профессор Н.А.Макаровец.

Инженеры крупнейшего химграда — г.Новомосковска — неоднократно становились победителями конкурса, и в первую очередь в номинации «Химия» (технологические, производственные, научно-исследовательские работы), а также входили в число призеров Всероссийского конкурса «Инженер года» (Е.З.Голосман, В.Н.Ефремов, А.В.Дульнев и др.).

Можно сожалеть, что по абсолютно необъяснимым причинам в столь престижном конкурсе не принимают участие некоторые наши химические гиганты, в том числе «Проктер энд Гэмбл» и гипсовый комбинат. Видимо, руководители предприятий далеко не всегда понимают кадровый потенциал подобных мероприятий, и, безусловно, их инженеры тоже недостаточно активны.

День российской науки областной Союз научных и инженерных общественных объединений торжественно отметил и в феврале 2017 г. Приветствуя собравшихся (руководителей области, инженеров различных предприятий, студентов и преподавателей вузов) в актовом зале ТДНТ от имени губернатора А.Г.Дюмина и правительства Тульской обл., министр промышленности и топливно-энергетического комплекса региона доктор экономических наук Д.А.Ломовцев отметил, что, по данным Туластата, область занимает первое место в РФ по доле научно-технических разработок в общем объеме валового регионального продукта.

По номинации «Химия» шесть инженеров четырех организаций Новомосковска (представляющих «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», Новомосковский институт Российского химико-технологического универси-

тета имени Д.И.Менделеева, «Плазмотех» и «Полипласт») стали победителями конкурса «Инженер года — 2016». Всем им вручены медали и дипломы.

Вице-президент Тульского СНИО **Е.З.Голосман**, доктор химических наук

Биотехнология

Начали продавать генетически модифицированного лосося

В начале августа компания AquaBounty Technologies (Мейнард, штат Массачусетс, США) анонсировала продажу около 4.5 тонн генетически модифицированного (ГМ) лосося в Канаду. Это первый случай продажи ГМ животных для применения в пищу на открытом рынке*.

Лосось AquaAdvantage, разновидность атлантического лосося *Salmo salar*, был разработан компанией еще в 1989 г. Из-за внедренного регуляторного гена гормона роста из чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) с промотором гена из генома американской бельдюги (*Zoarces americanus*) ГМ лосось растет на протяжении всего года, а не только весной и летом. За счет этого время роста лосося снижается в два раза — с трех лет до 16–18 месяцев.

Более 20 лет компания добивалась официального разрешения на продажу своей продукции на рынке. Осенью 2015 г. Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (Food and Drug Administration, FDA) одобрила продажу и применение в пищу генно-модифицированной рыбы, отметив, что лосось AquaAdvantage «так же безопасен для употребления в пищу и так же питателен, как и атлантический лосось»**. Канадские официальные службы приняли подобное решение через полгода. Стоит отметить, что ни в одной из этих стран законода-

* *Waltz E.* First genetically engineered salmon sold in Canada. *Nature*. 548(7666): 148. Doi:10.1038/nature.2017.22116.

** www.fda.gov/forconsumers/consumerupdates/ucm472487.htm



Две особи лосося примерно одного возраста. Хорошо заметно, что генетически модифицированный лосось в два раза крупнее. Doi:10.1038/nature.2017.22116

тельно не требуется маркировать специальным образом генно-модифицированную продукцию.

Рыбозаводы компания разместила на внутренней территории Канады и Панамы, чтобы избежать возможного проникновения ГМ лосося в дикую природу. Кроме того, выращивают только стерильных самок. Производство ГМ рыбы по сравнению с производством обычного лосося требует меньших экономических затрат: для получения 1 кг ГМ лосося нужен 1 кг корма, производственные мощности расположены на меньшем расстоянии от конечного потребителя. К тому же рыба в магазине будет более свежая, чем доставленная из Норвегии или Чили. Выигрывает и экологическая сторона дела: углеродный след от выращивания такого лосося более чем в 20 раз ниже производства обычного лосося. Вторичное использование очищенной воды, постоянный контроль состояния и здоровья рыбы также относятся к преимуществам подобного выращивания.

Т.А.Кузнецова,

кандидат биологических наук

Генетика, антропология

Неандертальцы нам ближе, чем казалось?

Уже почти 10 лет назад ученые выяснили, что около 1,5–2% ДНК генома современных людей-неафриканцев нам достались от неандертальцев в результате межвидового скрещивания *Homo sapiens* и *H.neanderthalensis* (это произошло после того, как сапиенсы покинули Африку, поэтому изменения касаются только неафриканцев). Значительная часть неандертальских генов в геноме современного человека тогда считалась вредной. Однако оказалось, что некоторое количество генов вносят вклад в адаптации нынешних людей к окружающей среде, участвуя в определении иммунных реакций, цвете кожи и волос, метаболизме и др.

Работы, которые помогли бы определить соответствие генов и фенотипа (особенно для неандертальцев), отличаются редкостью и сложностью. Это связано с тем, что нет достаточного количества адекватных образцов для анализа. Однако Михаэль Даннеманн (Michael Dannemann) и Джанет Келсо (Janet Kelso) из Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка (Германия) проанализировали влияние неандертальцев на наш геном. Ученые исследовали более 112 тыс. индивидуальных образцов, соответствующих 136 стандартным фенотипам, из базы данных Биобанка Объединенного Королевства (Biobank UK), а также сравнили относительное влияние архаичных и современных аллелей на изменения в фенотипе современного человека.

Оказалось, что неандертальцы, если и были рыжеволосыми (а ранее их количество считалось

не менее 1% в популяции), то очень редко. Определенные в 2006 г. нуклеотидные последовательности, кодирующие ген *MC1R*, ответственный за пигментацию глаз и волос, не были выявлены ни при более масштабной расшифровке (2010 г.) неандертальских геномов, ни в работах Даннеманна и Келсо. Современные британцы имеют не менее 20 вариантов гена *MC1R*, однако ни один из них не был найден у неандертальцев. А связь архаичных генов с высокой вероятностью солнечного ожога в детстве, со способностью к загоранию и вообще с пигментацией кожи обнаружена была. Однако гены, отвечающие за проявления этих признаков, как установили исследователи, расположены в разных местах, не связаны между собой и действовали по-разному. Поэтому сделать какие-либо однозначные выводы о цвете волос и кожи неандертальцев пока не представляется возможным.

Ученые выявили, что неандертальские гены влияют и на различия в режиме и характере сна. Так, архаичные неандертальские гены ассоциированы с «свиным» хронотипом, увеличивают вероятность необходимости (или, по крайней мере, желательности) дневного сна, а некоторые связаны с развитием нарколепсии.

Однако Даннеманн и Келсо пошли дальше в своих исследованиях. Ученых интересовало не только, какие функции и признаки связаны с тем или иным геном, но и насколько больше или меньше действуют архаичные гены на проявление определенных черт по сравнению с генами современного человека. Для большинства фенотипов разницы не оказалось — на облик современных европейцев (в отношении цвета кожи и волос) в равных долях влияют как архаичные, так и современные варианты генов. Однако есть признаки, на которых неандертальские гены сказываются больше — это хронотип, настроение и склонность к курению. А вот обнаруженная в 2016 г. ассоциация генов неандертальцев со склонностью к ожирению не подтвердилась.

Также было установлено влияние инсоляции на интрогрессию (приобретение генов другого вида при межвидовой гибридизации) неандертальских генов. Принимая во внимание, что неандертальцы проживали более 200 тыс. лет на территории Евразии, они, в отличие от ранних представителей современного человека, в результате положительной селекции адаптировались к более низким уровням ультрафиолетового излучения и длине светового дня. Цвет волос и кожи, циркадные ритмы и изменения настроения, несомненно, подвержены солнечному воздействию. Таким образом, был сделан вывод о влиянии солнечного света (продолжительности и интенсивности) на формирование и изменение генома неандертальцев. А в настоящее время поток генов продолжает способствовать вариативности этих черт у современного человека.

American Journal of Human Genetics. 2017; 101(4): 578–589.
Doi:10.1016/j.ajhg.2017.09.010.

О лисах и людях: сибирская повесть о рукотворной эволюции

доктор биологических наук М.В.Винарский¹,
кандидат биологических наук А.А.Федотова²

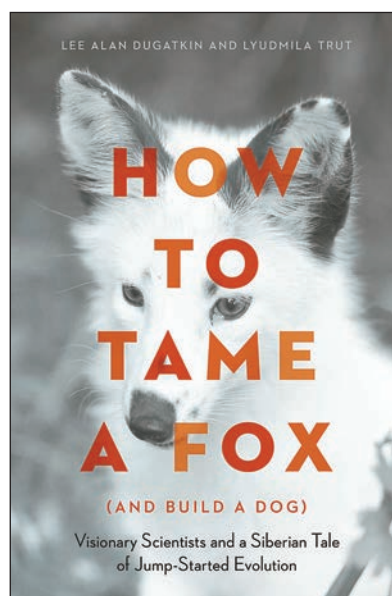
¹Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

²Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники имени С.И.Вавилова РАН (Санкт-Петербург, Россия)

Эта (или ей подобная) книга должна была бы появиться намного раньше и увидеть свет на русском, а не английском языке. Академик Дмитрий Константинович Беляев, столетие которого недавно отмечали*, много лет вынашивал план написать научно-популярный очерк о руководимых им экспериментах по доместикации лисиц, но его смерть в ноябре 1985 г. не позволила реализовать этот замысел. Затем книгу собиралась написать ближайшая сотрудница Беляева по «лисыным» экспериментам в Институте цитологии и генетики СО РАН — Л.Н.Трут. В итоге книга под названием «Как приручить лису (и создать собаку)» вышла в издательстве Чикагского университета. У книги два автора: Ли Алан Дугаткин, эволюционный биолог, этолог и популяризатор науки из Луисвильского университета в Кентукки, и Людмила Николаевна Трут.

Первоначальная идея о том, как должен быть построен эксперимент для реконструкции вероятного хода доместикации животных, была предложена Беляевым в начале 1950-х годов, но именно Людмила Трут и стала тем человеком, который с конца 1950-х годов в продолжение нескольких десятилетий реализовывал этот замысел. Таким образом, любознательный читатель получает повествование буквально из первых рук, от одного из главных действующих лиц этой удивительной истории, начало которой было положено 60 лет назад. Заметим, что воспоминания Трут и дневники новосибирских экспериментов — ключевые, но не единственные источники реконструкции событий. Авторы использовали переписку и интервью с Майклом Лернером, Обри Мэннингом, Бертом Холлдоблером и другими западными учеными, интересовавшимися экспериментами и посещавшими Институт цитологии и генетики в новосибирском Академгородке. Вторая группа источников позволяет не только представить, как эксперименты из-за железного занавеса воспринимались крупными западными учеными, но и мысленно вернуть нас в те (сравнительно недавние) времена, когда мы еще знали очень мало о механизмах доместикации.

Нельзя сказать, что эксперименты Беляева—Трут неизвестны широкой публике. В нашей стране опыты Беляева и предложенная им теория дестабилизирующего отбора попали на страницы школьных учебников по общей биологии. Зарубежный читатель может узнать об экспериментах Беляева из научно-популярных книг и статей, например из бестселлера Р.Докинза «Величайшее шоу на Зем-



L.A.Dugatkin, L.N.Trut. HOW TO TAME A FOX (AND BUILD A DOG): VISIONARY SCIENTISTS AND SIBERIAN TALE OF JUMP-STARTED EVOLUTION.

Chicago; London: The University Chicago Press Books, 2017. 240 p.

* К 100-летию со дня рождения Д.К.Беляева опубликованы материалы в «Вавиловском журнале генетики и селекции» (2017; 21(4): 385–500) и в «Природе» (2017; 6: 46–87).

ле», из научных блогов или из посвященной Беляеву подробной статьи в англоязычной Википедии. Теперь на эту тему написана книга, к тому же адресованная широкой аудитории и вышедшая в издательстве с солидной научной репутацией.

Целью эксперимента, если изложить ее упрощенно, было воссоздание хода доместикации собаки — процесса, от которого осталось очень мало материальных следов. Археологи находят кости первобытных собак на палеолитических стоянках, но по ним можно делать лишь предположения о том, как приручение происходило в далеком прошлом и, разумеется, нельзя почти ничего узнать о том, как менялись поведение и физиология приручаемого животного. В качестве объекта эксперимента Беляев выбрал серебристо-черных лис, которых в течение нескольких поколений направленно отбирали по признаку менее агрессивной реакции на присутствие человека. Такой эксперимент, по мысли Беляева, многое рассказал бы (и действительно рассказал) не только о происхождении домашних животных, но и о механизмах эволюции в целом. Более того, изучение экспериментально-одомашненных лисиц открыло много нового о гормональной регуляции поведения.

Уже через полтора-два десятка поколений генетики получили группу животных, которые не просто потеряли значительную часть присущей диким лисам осторожности и агрессивности по отношению к человеку, но стали в буквальном смысле слова ручными. Это отразилось не только на их поведении, но и на фенотипе. «Беляевские» лисы стали внешне больше походить на собак, издавать звуки, нетипичные для лисиц, напоминающие собачий лай и человеческий смех. За тот же короткий период направленного отбора у животных произошли статистически достоверные изменения в уровне гормонов (в первую очередь — в уровне гормонов стресса), которые, как оказалось, существенно влияют и на физиологию, и на поведение. В 1970-х годах Беляев выдвинул идею, что эволюцию *Homo sapiens* как биологического вида, становление его «человечности», можно рассматривать как своеобразное самоодомашнивание. К такой смелой гипотезе его привели эксперименты с ручными лисами, давшие ценный материал по механизмам доместикации.

Отдавая дань теоретической мощи и прозорливости Беляева, его выдающимся организаторским способностям и прекрасным человеческим качествам, авторы весьма живо вводят нас в обстановку повседневного научного труда его сотрудников, тех многочисленных исполнителей эксперимента, без которых теория дестабилизирующего отбора навсегда осталась бы красивой, но спекулятивной гипотезой. Настоящий научный труд очень далек от романтических представлений о том, «как делаются открытия». Долгосрочный эксперимент с лисами часто был физически и эмоционально тяжелым и требовал от сотруд-

ников института и опытной зверофермы ежедневных усилий: ухода за лисами, монотонных кропотливых наблюдений за их реакциями на стандартный набор раздражителей, подбора партнеров для спаривания, взятия проб крови и т.д. и т.п. — вплоть до охраны животных от негодяев, видевших в лисах источник легкой наживы. Один из самых трагических эпизодов в истории эксперимента случился в октябре 1977 г., когда неизвестные преступники проникли ночью на ферму и похитили несколько десятков ручных лис, позарившись на их ценные шкурки. Имена большинства рядовых служащих зверофермы в книге не названы, вероятно, они не все сохранились даже в архивах Института, но их вклад по значимости вполне сопоставим с вкладом ученых-генетиков, которые отвечали за научное содержание работы.

Немаловажным, на наш взгляд, является и феминистический подтекст книги, который открыто не выдвигается, но легко прочитывается из повествования, так как модель хорошо знакома всем, кто достаточно близко видел кухню советской/русской науки: крупный ученый (как правило, мужчина) предлагает интересную гипотезу, а его сотрудники, в своем подавляющем большинстве женщины, напряженно работают, чтобы проверить и уточнить эту гипотезу. Затем руководитель-мужчина делает блестящий доклад и пожинает лавры. Книга «Как приручить лису» (хотя это, вероятно, не было приоритетной целью авторов) весьма недвусмысленно показывает, что мы не вполне корректно называем эксперименты по одомашниванию лисиц «экспериментами Беляева»: их надо называть «экспериментами Беляева, Трут и сотрудников» чтобы воздать должное всем тем исследовательницам, которые работали рядом с Беляевым.

Авторы с большой любовью и уважением пишут также о техническом персонале — тех помощниках, без которых уже давно не может существовать «большая наука». Мы приведем только один отрывок, описывающий ситуацию 1974 г. (с.119): «Большинство служащих фермы были женщины, которые должны были заботиться о своих семьях. Ларисе [эндокринологу, изучавшей гормональные изменения в организме ручных лисиц. — М.В., А.Ф.] приходилось просить их отрываться от домов и родных с одиннадцати часов вечера до двух часов ночи в течение двух недель. Она с любовью вспоминает: “Я не припомню, чтобы хоть одна из них пожаловалась, что она не успевает уложить ребенка спать или приготовить еду на следующий день... Их девизом было: Сделаем, если так нужно ради науки”».

История, рассказанная в книге Дугаткина и Трут, беллетризована, насыщена воспоминаниями и эмоционально окрашенными эпизодами. Она рассчитана на широкий читательский круг и не требует для понимания глубокой научной подготовки. Между тем беллетризованность не означает научной легковесности или недобросове-

стности: авторы умело поддерживают баланс между «научностью» и «занимательностью», переключаясь от описаний любопытных эпизодов из жизни экспериментальной фермы к обсуждению биологических концепций, связанных с пониманием поведения животных, процесса доместикиции, генетических основ эволюции. Эмоциональная насыщенность повествования и постоянное внимание авторов к частностям, к деталям научного исследования, к личностным особенностям ученых, тоже очень важны. Недаром такую популярность у читателя получили книги наподобие знаменитых «Охотников за микробами» Поля де Крюи, где ученые представлены не высоколобыми «небожителями», а живыми людьми со своими недостатками, сомнениями, противоречиями.

Профессиональный историк науки тоже найдет в книге «Как приручить лису» немало пищи для размышлений. Очень часто историю развития естествознания представляли и изображали в виде шеренги гениев — временной последовательности выдающихся умов, которые своими открытиями и прозрениями двигают вперед процесс познания. Достаточно вспомнить огромную биографическую литературу, посвященную таким гениям — Ньютону, Лавуазье, Дарвину, Эйнштейну... Подобный прием характерен не только для популяризаторов и научных журналистов. Вот что пишет, к примеру, историк науки Дэвид Халл: «Если бы наука была эгалитарна, если бы огромное множество ученых, работающих в некоторой области, действительно оказывали бы воздействие на ее концептуальное развитие, в этом случае распознавание концептуальных исторических сущностей (entities) было бы труднодостижимо. К счастью... любой исследователь науки приходит к противоположному выводу. Максимум изменений в любой данный момент времени происходит благодаря лишь очень небольшому числу ученых. Ограничив свое внимание вкладом этой научной элиты, мы практически ничего не теряем*». Отрицать влияние роли личности в истории науки, конечно, невозможно. Незримая иерархия ученых, от абсолютных гениев, едва ли не в одиночку (по представлениям некоторых историков) вершащих научные революции, до массы рядовых «научных работников», существует. Но не менее верно и другое. Наука давно стала «большой», и претворение в жизнь гениального замысла невозможно без участия многочисленных скромных тружеников науки и создания сложной инфраструктуры.

Книга Ли Дугаткина и Людмилы Трут дает прекрасный пример того, как соединяются движущая сила, сконцентрированная в личности выдающегося исследователя, и многолетняя работа его учеников и единомышленников, формирующих

единый коллектив, который связан энтузиазмом, общностью цели и невероятным упорством в ее достижении. Спор о том, что было важнее для успеха дела, первоначальный замысел или его многолетнее исполнение, лишен всякого смысла. Картина, нарисованная авторами книги, может показаться кому-то приукрашенной и идеализированной, ведь не бывает больших научных коллективов без каких-то внутренних противоречий, споров и разногласий. Но, видимо, цель авторов состояла в том, чтобы передать атмосферу подлинного научного поиска в его «дистиллированном» виде, очищенном от человеческих страстей и конфликтов. Отрицательных персонажей в книге, по существу, нет, если не считать периодически возникающей на ее страницах мрачной тени Лысенко и оставшихся безнаказанными людей, жестоко расправившихся с доверчивыми лисичками в октябре 1977 г. Сложности, о которых рассказывают авторы книги, были связаны преимущественно с трудностями быта: Дмитрию Беляеву пришлось создавать с чистого листа крупную экспериментальную ферму в Сибири, в том числе подбирать персонал — людей, готовых уехать в еще необжитый Академгородок, как сама Людмила Трут, которая ради работы ее мечты покинула Москву. К этому, впрочем, надо добавить затрудненность контактов с иностранными коллегами в эпоху холодной войны и финансовые проблемы постсоветских лет, которые едва не привели к прекращению эксперимента и гибели всех экспериментальных животных в конце 1990-х годов.

История, рассказанная в книге «Как приручить лису», обращена не к русскому (постсоветскому) читателю, но для наших соотечественников она несомненно будет интересна и полезна. Отличается она тем, что это, пожалуй, первое в зарубежной литературе издание, целиком посвященное исследованиям отечественных генетиков в послевоенную эпоху. До сих пор о судьбах генетики в нашей стране немало писалось на Западе, но в основном внимание историков привлекали период лысенкоизма и преследования ученых, не согласных с догмами «творческого дарвинизма». Успех экспериментов Беляева, как это не раз подчеркивают Ли Дугаткин и Людмила Трут, показал мировому научному сообществу во второй половине XX в., что генетика в Советском Союзе жива и, несмотря на причиненный лысенкоизмом урон, способна давать научные результаты высочайшего уровня.

Последние главы книги рассказывают о том, как в постсоветские годы началось сотрудничество новосибирских генетиков с коллегами из-за рубежа, каким образом эта кооперация позволяет привлекать к изучению одомашненных лис новейшие методы генетического анализа и этологии.

У книги «Как приручить лису» нет финала. Это великолепная «история успеха», в которой рано становится точка. Эксперимент продолжается. Не-

* Hull DL. Exemplars and scientific change. PCA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. 1982; 2: 495 (перевод М.В.Винарского).

смотря на экономические затруднения последних десятилетий, Людмиле Трут и ее коллегам удалось сохранить опытную ферму и не допустить прекращения работ. Потомство первых ручных лисиц продолжает приносить пользу науке, и на последних страницах читателю открываются захватывающие перспективы будущих открытий, которые может принести продолжение эксперимента.

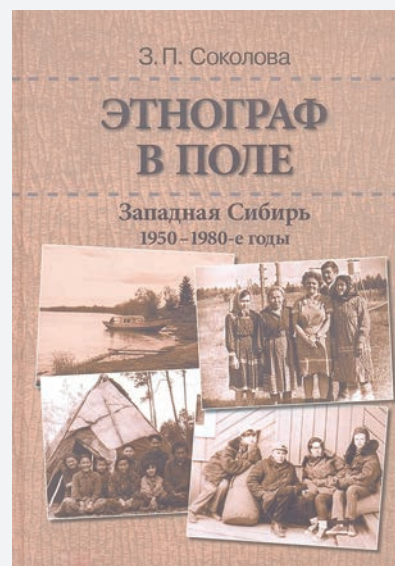
В последние годы в нашей стране переведено немало хороших научно-популярных книг по теории эволюции, поведению животных, эволюции

человека. Очень хотелось бы увидеть и книгу «Как приручить лису» изданной на русском языке. Расхожее выражение «Страна должна знать своих героев» используется обычно в ироническом тоне, но применительно к истории, рассказанной американским этологом и российским генетиком, его можно смело употреблять в исходном, несниженном, значении. Издание книги на русском было бы более чем уместно в ряду (уже готовящихся) переводов на немецкий, китайский, корейский и арабский языки. ■

Этнография. История науки

З.П.Соколова. ЭТНОГРАФ В ПОЛЕ: Западная Сибирь.1950–1980-е годы: Полевые материалы, научные отчеты и докладные записки. М.: Наука, 2016. 942 с.

Первая полная публикация полевого научного архива известного финноугроведа и сибиреведа Зои Петровны Соколовой. Представленные документы содержат описание хозяйства, материальной и духовной культуры, религии и обрядов хантов и манси, лесных ненцев, селькупов и эвенков; есть заметки об их повседневной жизни, а также методики полевых исследований. В книге полевые материалы, собранные автором с 1956 по 1989 г. на территории Обско-Иртышского бассейна, разделены на три части: «Дорогами учителей» (1956–1963 гг., первое знакомство с хантами), «Поле, архив, музеи» (1965–1969 гг., свободное владение материалами и литературой, расширение тематики исследований) и «Путь к монографии» (1971–1989 гг., постепенный переход от публикаций в виде статей по конкретным сравнительно узким темам к написанию научной монографии о хантах и манси). Узкий этнографический профиль автора — исследование культуры хантов и манси, которых, в отличие от венгров — дунайских угров (тоже говорящих на угорском языке), еще называют обскими уграми. Соколовой пришлось заниматься почти всеми аспектами их хозяйства, материальной и духовной культуры, уклада, образа жизни и быта (хозяйственным циклом, календарем, средствами транспорта; типами расселения, поселений, жилых, хозяйственных и культурных построек, одежды, обуви, украшений, утвари). Изучены их обычаи, праздники, социальные отношения, мировоззрение, религия, декоративное и музыкальное искусство, их этническое развитие в прошлом и настоящем. Для понимания места изучаемых народов в общем ряду народов, особенно Сибири, проведено и сравнительное изучение ненцев, селькупов, эвенков и коми-зырян. Основные работы проводились в сельской местности (в деревнях и маленьких сезонных поселениях). Знакомство с населением происходило в сельсоветах, правлениях колхозов или рыболовецких артелей, в магазинах, клубах, на рыбалке, в поле, на фермах, в домах. Основной использованный автором метод сбора этнографических материалов — наблюдение и опрос по заранее разработанным вопросникам и программам. Дневниковые записи, выполненные в полевых условиях (нередко в спешке, с сокращениями), нормализованы автором и приведены к единой стилистической норме передачи варианта записи. В издании впервые публикуются фотографии, карты и рисунки, выполненные в процессе исследований. Тексты снабжены комментариями, а книга — указателем.



Этнография

КЫРГЫЗЫ / Отв. Ред. А.А.Асанканов, О.И.Брусина, А.З.Жапаров. М.: Наука, 2016. 623 с. (Сер.: Народы и культуры).



Очередной том серии «Народы и культуры» представляет собой наиболее масштабный, комплексный и разносторонний труд по этнологии кыргызов. Совместная работа ведущих кыргызских и российских ученых охватывает все стороны народной культуры и этнического развития, начиная с глубокой древности. В ней раскрываются проблемы этногенеза, этнической истории и современного этносоциального развития народа, описываются традиционные занятия и хозяйственная деятельность, навыки природопользования, материальная культура, семейные и общественные отношения, обычаи и обряды семейного и календарного циклов, народные знания, творчество и верования, а также этнокультурные и социально-политические процессы новейшего времени. Привлечены свежие полевые этнографические и социологические материалы, неизвестные ранее письменные источники, архивные и фотографические документы, археологические артефакты.

В настоящее время в Кыргызстане проживает более 6 млн человек, из них 4.3 млн — кыргызы. За пределами страны представители этого народа проживают в Китае, Таджикистане, Узбекистане, Афганистане, Турции и в других странах, в общей сложности их численность в мире превышает 5 млн человек. Кыргызский язык относится к кыпчакской ветви тюркоязычной группы алтайской языковой семьи. Вопрос о происхождении народа остается дискуссионным. Известно, что в древности в Минусинской котловине жил народ, именовавшийся «кыргызы». Впервые о кыргызах упомянуто в китайских письменных источниках I в. до н.э. Средневековые письменные источники сообщают, что этнические группы с названием «кыргыз» располагались в Южной Сибири, на территории Монголии и в Средней Азии. В древнейших орхоно-енисейских письменных памятниках тюркоязычных народов VII—VIII вв. имеются сведения о древних тюркских странах (в том числе и о енисейском кыргызском государстве), об их государствах, племенах и народностях, о славных и драматических периодах в их истории. Богатые материалы о дипломатической переписке кыргызских каганов с Танской империей и о завоевании монголами кыргызов содержатся в средневековых китайских исторических хрониках. В Средние века арабские географы и путешественники изучали земли, народы, хозяйства, культуру и быт немусульманских народов Центральной Азии. В персидских письменных источниках также имеются ценные сведения о местах расселения, о хозяйстве и быте кыргызов. В XVIII в. началось изучение кыргызов европейскими и российскими путешественниками и исследователями. В середине XIX в. территория современного Кыргызстана была присоединена к Российской империи. В России в XVIII — начале XX в. «киргизами» или «киргиз-кайсаками» именовали казахов, а собственно киргизов чаще всего называли «кара-киргизами» (т.е., черными киргизами). Одним из первых кыргызских исследователей был Белек Солтоноев, работавший с конца XIX в. до 1930-х годов и оставивший огромное количество рукописных материалов по истории и этнографии. Систематическое изучение кыргызов в Киргизской ССР началось с 1943 г., когда был образован Киргизский филиал АН СССР.

Испаноязычное издание книги Н.И.Вавилова «Пять континентов»

доктор биологических наук М.А.Вишнякова

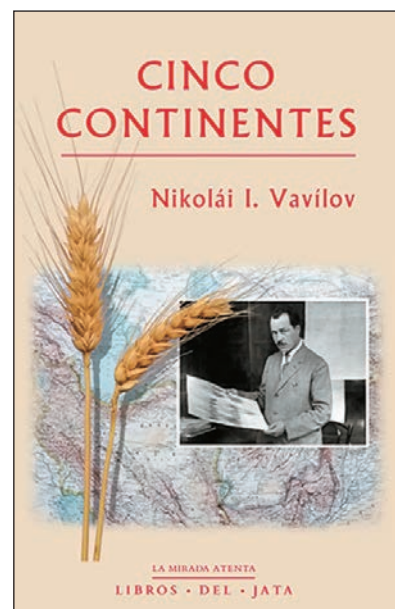
Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова» (Санкт-Петербург, Россия)

В 2015 г. в небольшом издательстве «Libros del Jata» в г.Бильбао (север Испании) вышел перевод на испанский язык книги Н.И.Вавилова «Пять континентов». Будучи некоторым образом причастной к этому изданию, я хочу рассказать об истории его появления и подвижничестве человека, задумавшего и создавшего перевод. Имя этого человека — Густаво Ренобалес (Gustavo Renobales). Но прежде чем рассказать о нем, напомним историю создания и выхода в свет этой замечательной книги Вавилова в нашей стране.

«Пять континентов» Николай Иванович задумал как обзор всех его экспедиционных обследований земного шара. Он составил подробный план книги и написал некоторые главы первой части, названной «Старый Свет», или заготовки к ним. Их сохранила А.С.Мишина, работавшая в 1938–1940 гг. стенографисткой-машинисткой в ВИРе — бывшем Всесоюзном институте растениеводства, ныне называемом Всероссийским институтом генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова. Однако сохранившаяся рукопись несоизмеримо мала по сравнению с той информацией, которую собирался изложить Николай Иванович. Он хотел, судя по сохранившемуся плану книги, отразить в ней не только знания, полученные в экспедициях, во время которых занимался изучением и сбором мировых генетических ресурсов растений. Вавилов подробно изучал природные, ландшафтные и климатические особенности посещаемых им стран, их земледельческие ресурсы, разнообразие растительности (и в первую очередь, культурной флоры), историю земледелия, организацию современного сельского хозяйства. Он писал и о впечатливших его достопримечательностях, произведениях искусства, исторических событиях, знаменитых ученых прошлого и настоящего, о встречах с людьми, о нравах и обычаях и т.п. Об этом красноречиво свидетельствуют интригующие названия некоторых разделов, намеченных Вавиловых к написанию, но не дошедших до нас: «Португальское джентльментство», «Сказки Андерсена», «Война за пшеницу», «Званный обед и его меню», «Нищие профессора» и др.

Принято считать, что рукопись книги не утеряна, просто Николай Иванович не успел завершить задуманное. Это вполне возможно, поскольку у ученого было много замыслов и планов, начатого и незавершенного. В одном из писем к жене он заметил: «Надо писать до черта — большие книги. Чтобы на тысячу лет дать занятий людям...»*. Но многим из этих замыслов не суждено было сбыться из-за гибели ученого в сталинских застенках в январе 1943 г. в возрасте 55 лет.

* Письмо Н.И.Вавилова к Е.И.Барулиной от 10.12.1932. Цит. по: Вишнякова М.А. «Ты мой единственный самый близкий друг...» Елена Барулина — жена и соратница Николая Вавилова. СПб, 2016; 208.



Nikolai I.Vavilov. CINCO CONTINENTES: TRAS EL ORIGEN DE LAS PLANTAS CULTIVADAS.

*Bilbao: Libros del Jata, 2015.
(La mirada atenta).*



Густаво Ренобалес (в центре) на презентации книги в Королевском ботаническом саду Мадрида (снимок из газеты "La Nueva Espasa" от 28 февраля 2016 г.).

После реабилитации Вавилова в 1955 г. на свет стали появляться публикации, фотографии, рукописи ученого, спрятанные и сохраненные рисковавшими жизнью друзьями, коллегами и единомышленниками. Нашлась и незаконченная рукопись «Пяти континентов». Редакционная комиссия, созданная по инициативе вировца Н.Р.Иванова — бывшего аспиранта Николая Ивановича, преданного ему до конца своих дней и сделавшего очень много для увековечения его имени, — решила подготовить книгу к изданию. От ВИРа в эту комиссию вошла и Е.Н.Синская. В попытках более полно донести до общественности незавершенный труд великого ученого составители книги добавили к сохранившимся фрагментам рукописи вставки из других, печатавшихся ранее, его работ.

Вторая часть книги под названием «Новый Свет» была утеряна почти полностью. Она создана составителями на основе разрозненных прижизненных публикаций и отчетов Вавилова.

Впервые книга «Пять континентов» вышла в Государственном издательстве географической литературы в 1962 г., к 75-летию Н.И.Вавилова, которое отмечалось в узком кругу коллег. В 1967 г. в СССР был намечен уже целый цикл мероприятий по празднованию 80-летия ученого. Одним из них был выпуск книги «Viis kontinenti» на эстонском языке в издательстве «Эстонская книга». К сожалению, подробности истории этого издания нам не удалось узнать.

К 100-летию ученого (в 1987 г.) вышло еще два русскоязычных издания книги: одно — в ленинградском отделении издательства «Наука», другое — в Москве в издательстве «Мысль». По чьей-то прихоти в московском издании работа Н.И.Вавилова вышла под одной обложкой с книгой известного исследователя флоры тропических и субтропических стран А.Н.Краснова «Под тропиками Азии», впервые изданной в 1956 г. в том же Госу-

дарственном издательстве географической литературы. Объединение этих книг в одну на основе общих ключевых слов вряд ли было обоснованно. Безусловно, каждая из них имела право на собственную обложку.

Позднее, к 110-летней годовщине Вавилова, по инициативе его сына Юрия Николаевича началась работа по переводу книги на английский язык. Это была масштабная кампания, в которой было задействовано множество людей. Издание книги осуществлялось под эгидой Международного института мировых генетических ресурсов (The International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI), расположенного в Риме.

По сравнению с русскоязычными изданиями книга была дополнена множеством фотографий из архивов ВИРа и Н.Р.Иванова. Николай Родионович собрал богатую фототеку и охотно делился фотографиями (в их числе и сделанными самим Вавиловым), а когда его не стало, это благородное дело продолжила его вдова — Клавдия Васильевна, также работавшая в ВИРе. Вступительную статью под названием «Русский ученый Николай Вавилов» написали его биограф С.Е.Резник и сын Ю.Н.Вавилов. Она содержит обстоятельные сведения о жизни и деятельности ученого и его трагической кончине. В итоге большой работы целого коллектива авторов в 1997 г. книга «Five continents» увидела свет в издательстве IPGRI.

Я позволила себе сделать этот обзор, чтобы показать, сколь непростой путь прошли все известные издания книги Вавилова и как много людей участвовало в их создании. Будучи знакома с некоторыми из их них и с дошедшими до меня из прошлого отголосками этих кампаний, я знаю, что составители книги и ее переводов действовали по велению души, охваченные стремлением донести до нас живое слово Николая Ивановича.

Создатель испаноязычной версии книги Густаво Ренобалес руководствовался теми же побуждениями. Наше знакомство состоялось в 2008 г., когда мой большой друг Алваро Рамос Монреаль, будучи в ту пору куратором национальной коллекции гермоплазмы зернобобовых культур Испании, пригласил меня прочесть лекцию о Вавилове в Международном университете Менендес-и-Пелайо (International University Menéndez Pelayo, Сантандер). Слушателями были специалисты по генетическим ресурсам растений, преподаватели ботаники, агрономии и родственных наук из университетов страны. В лекции «Николай Вавилов — выдающийся охотник за генами растений» я отметила, что во время Средиземно-

морской экспедиции в 1927 г. Вавилов обследовал Испанию, чему в книге «Пять континентов» посвящена довольно обстоятельная глава. Николай Иванович очень высоко ценил растительные ресурсы страны, успехи ее селекционеров, организацию сельского хозяйства. Он писал: «По разнообразию состава культур Испания должна быть поставлена на первое место в Европе*», подчеркивая при этом, что в отдельных регионах страны земледельческая культура — одна из наиболее интенсивных в мире. К слову, Вавилов побывал в Сантандере и в расположенной недалеко от города знаменитой Альгамирской пещере первобытного человека с уникальными красочными художественными изображениями жизни людей начала каменного века.

Честно говоря, я не запомнила тогда имя преподавателя ботаники университета Страны Басков, подошедшего ко мне после доклада и долго и заинтересованно расспрашивавшего меня о Вавилове. На вопрос, не знаю ли англоязычных изданий о нем или его личных публикаций на английском языке, я отослала слушателя к изданию «Five continents», вышедшему в Риме в 1997 г. Этим благодарным слушателем и был Густаво Ренобалес.

По прошествии шести лет я получила от него письмо. К тому времени Густаво оставил преподавательскую деятельность и в 2014 г. открыл издательство «Libros del Jata», что в переводе обозначает «Книги Хаты». Это название скорее образное, чем конкретное, объяснил он мне. Хата — гора в Стране Басков, с которой у него связаны любимые воспоминания о детстве. В письме он так изложил цели своего издательства: «...я не романтический боец, но хочу создать издательскую фирму, главной целью которой будет издание интересных и хорошо отредактированных книг по истории естествознания для испанской читающей общественности. Проект можно считать вполне идеалистическим, но для меня важно, чтобы он стал реальным, функционирующим. И Вавилов, конечно, неотъемлемая часть этого».

Хотя в Испании Вавилов не был широко известен, личность ученого давно интересовала Густаво. И чем больше он узнавал, тем сильнее становилось желание популяризировать имя великого русского ученого, сделать его достоянием испанской общественности.

Своими главными учителями Густаво считает Лидию Сапата (1965–2015) и Сезара Гомеса Кампо (1933–2009). Лидия была известным археоботаником, изучавшим историю земледелия (главным образом пшеницы), Сезар — ботаником, агрономом, основателем национального генетического банка растений Испании. Он первым начал движение по сохранению генетических ресурсов растений в Испании и, как написал мне Густаво, «был большим поклонником Вавилова». Книгу

«Cinco continents» Густаво посвятил светлой памяти своих учителей.

Движение к заветной цели Густаво начал с того, что, найдя в одной из библиотек «Five continents», сделал три экземпляра ксерокопий книги — для себя и для своих учителей, а став издателем, решил издать ее перевод, вполне отдавая себе отчет, что это не коммерческий проект.

Я помогла Густаво на первых организационных этапах. Прежде всего связала его с сыном Вавилова, Юрием Николаевичем. Поскольку Государственное издательство географической литературы к тому времени уже давно не существовало, правопреемником интеллектуальной собственности ученого стал сын. Он с удовольствием дал свое согласие на издание книги. Естественно, нужно было найти все издания книги на русском языке и отослать в Испанию. Густаво попросил меня написать вступительную статью, что было не просто, поскольку вступительная статья Е.С.Резника и Ю.Н.Вавилова к англоязычному изданию, безусловно, вошла и в эту книгу. Соответствовать этим авторам было своего рода испытанием. Большим подспорьем для меня стали личные письма Николая Ивановича к его жене, матери Юрия Николаевича, которые он в свое время передал мне и которые вошли в мою книгу об этой замечательной женщине. Вступительную статью к испанской версии книги я назвала «Человек, стоящий на глобусе».

Работа над книгой длилась около двух лет. У издателя-энтузиаста не было штата помощников, кроме двух переводчиц. Он сам собирал иллюстрации, запрашивая фотографии в Риме и у нас в ВИРе, находил рисунки известных иллюстраторов-ботаников прошлого и настоящего. Эти рисунки, изображающие растения и историю земледелия, придали книге особенное очарование. Густаво сам редактировал книгу и столкнулся с целым рядом сложностей. Когда перевод был закончен, выяснилось, что переводчики не смогли назвать целый ряд растений, обозначенных в книге без латинских имен. Несколько отделов ВИРа и даже сотрудники Ботанического института имени В.Л.Комарова пытались разобраться со сложными примерами идентификации растений. Это объясняется тем, что Николай Иванович иногда приводил только местные названия (к примеру, перечное дерево и перегнидерево) или ограничивался не вполне ботаническим, скорее хозяйственным определением (например, чечевица кормовая). Общими усилиями мы помогли Густаво определить виды, о которых писал ученый.

Густаво сам сделал эскиз обложки книги, перебрав множество вариантов, присылая некоторые из них мне для обсуждения.

Возможно, я излишне детализирую свой рассказ о процессе создания книги, но делаю это исключительно для того, чтобы подчеркнуть щепетильную, скрупулезную, полную ответственности

* Цит. по: Вавилов Н.И. Пять континентов. М., 1962. С.200.

и по сути бескорыстную работу этого замечательного человека.

В конце 2015 г. книга «Cinco continents» увидела свет. Я была в крайнем изумлении, когда, внимательно просмотрев книгу, не обнаружила в ней имени редактора и издателя. На что Густаво ответил мне, что он не считает это нужным.

С момента появления книги началась следующая стадия деятельности Густаво Ренобалеса. Он начал ее презентацию, разъезжая по стране, выступая в средствах массовой информации. Это событие отметили испанские газеты, появились рецензии и в научных журналах, к примеру «Revista de Biología Tropical»*.

Одна из самых значительных презентаций прошла в Королевском ботаническом саду в Мадриде. Этот старейший сад находится в центре города, соседствуя с галереей Прадо. Впечатление о саде и находящемся при нем гербарии, изложенное в книге «Пять континентов», у Вавилова было в высшей степени превосходным. Особенно он восторгался деятельностью и гербариями одного из директоров сада в начале XIX в. — выдающегося ботаника Ла Гаско. С именем этого ученого связан интереснейший эпизод пребывания Вавилова в Испании. О нем лучше рассказать словами самого ученого: «Не могу не вспомнить благородный по-

ступок семьи Ла Гаска и Каванильес, к которой я обратился с просьбой помочь мне приобрести редкую книгу, изданную семьей великих ботаников Испании. В ответ на мое обращение я получил трогательное письмо, в котором сообщалось, что семья имеет всего лишь один экземпляр этой книги, но, обсудив мою просьбу, решила, что, так как книга эта нужна ботаникам, передать ее русскому профессору с пожеланием процветания советской науке**». Это показательный пример великого обаяния Николая Вавилова и впечатления, которое он производил даже на совсем не знающих его людей.

Когда держишь в руках книгу, изданную Ренобалесом, кажется, что от нее исходит дух благородства и интеллигентности. Полиграфия достаточно экономична, но книга поистине элегантна. Я благодарна судьбе, что мне пришлось свести знакомство с этим замечательным человеком и вложить свою небольшую лепту в это издание. Уверена, что оно будет способствовать знакомству многих людей с именем нашего гениального ученого. Хочется верить, что книга не останется в пределах Испании и придет в другие испаноязычные страны, входящие в пять континентов, которые Н.И.Вавилов исследовал в контексте постижения философии земледелия, называемой им философией бытия. ■

* Doi:10.15517/rbt.v64i2.22566

** Цит. по: Вавилов Н.И. Пять континентов. М., 1962. С.196.

ПРИРОДА

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Литературный редактор
Е.Е.ЖУКОВА

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Научные редакторы
М.Б.БУРЗИН
Т.С.КЛЮВИТКИНА
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
О.И.ШУТОВА

Перевод содержания
Т.А.КУЗНЕЦОВА

Графика, верстка:
С.В.УСКОВ

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Президиум Российской академии наук

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука»
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117997,
Москва, ул.Профсоюзная, 90 (к.417)
Тел.: (495) 276-70-36 (доб. 4171, 4172)
E-mail: priroda@naukaran.com

Подписано в печать 26.10.2017
Формат 60×88 1/8
Бумага офсетная. Цифровая печать
Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2
Тираж 308 экз. Заказ 1673
Цена свободная

Отпечатано ФГУП «Издательство «Наука»,
(типография «Наука»)
121099, Москва, Шубинский пер., 6

© Российская академия наук, журнал «Природа», 2017
© ФГУП «Издательство «Наука», 2017
© Составление. Редколлегия журнала «Природа», 2017